

Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic, Botanical Garden
M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine,
Department of Fruit Plants Acclimatization Kyiv, Ukraine
Mendel University in Brno, Faculty of Horticulture, Brno, Czech Republic
Arboretum and Institute of Physiography in Bolestraszyce, Poland
Uzhhorod National University, Uzhhorod,
Scientific-Research Institute of Phytotherapy, Ukraine
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Faculty of Livestock
Raising and Water Bioresources, Kyiv, Ukraine

BIODIVERSITY **after the Chernobyl Accident**

Part II.

The scientific proceedings
of the International network *AgroBioNet*

2016



Proceedings: Biodiversity after the Chernobyl accident. Part II.

Editors: Svitlana Klymenko, Olga Grygorieva, Erika Mňahončáková

Proceedings Reviewers:

Prof. Ara Hovhannisyan

Prof. Mihal Ďurovka

Assoc. prof. Karol Kováč

The rector of Slovak University of Agriculture in Nitra Dr.h.c. prof. Ing. Peter Bielik, PhD.
on July 25, 2016 approved publication of the Scientific Proceedings on-line
of the International Network AgroBioNet

All pieces of information provided in these Proceedings are the sole responsibility of the authors of the manuscripts. Publishers are not responsible for any use that might be made of the data appearing in this document. Also, publishers shall not be liable for any errors, language mistakes and the like, that are found in the works of authors.

ISBN 978-80-552-1528-0

© 2016 Authors

© 2016 Slovak University of Agriculture in Nitra



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

The scientific proceedings present the results of research and educational institutions and experts involved in the international network **AgroBioNet** oriented for the realization of international research, education and development program entitled "Agrobiodiversity for improving nutrition, health, and life quality". Also other Ukrainian institutions, which gained serious information of Chernobyl accident and its influence on citizen health and on environment.

Also, in this proceedings are presented results of research projects that are supported by the Operational Programme Research and Development of the European Regional Development Fund:

- ▶▶ **AgroBioTech** ITMS 26220220180 Building Research Centre AgroBioTech;
- ▶▶ **TRIVE** ITMS 26110230085 Development of International Cooperation for the Purpose of the Transfer and Implementation of Research and Development in Educational Programs;
- ▶▶ **ITEBIO** ITMS 26220220115 Support of technologies innovation for special bio-food products for human healthy nutrition.

Experimental activities were realized in laboratories of **Excellence Center for Agrobiodiversity Conservation and Benefit** (ECACB) at the Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra (ITMS 26220120015).

AgroBioNet – international network for the implementation of international research, education and development program entitled "Agrobiodiversity for improving nutrition, health, and life quality" based on many years of cooperation established between Slovak University of Agriculture in Nitra and M.M. Gryshko National Botanical Garden of Ukraine National Academy of Sciences in Kyiv.



SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE PROJECT

Coordinator – Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia

Erika Mňahončáková
Ján Brindza
Eva Ivanišová
Zuzana Schubertová
Mariana Schwarzová
Jana Šimková

Partner No. 1 Arboretum and Institute of Physiography in Bolestraszyce, Poland

Narcy Piórecki

Partner No. 2 Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno, Czech Republic

Peter Salaš
Radoslav Vlk

Partner No. 3 M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine, Department of Fruit Plants Acclimatization

Nataliya Zaimenko
Svitlana Klymenko
Dzhamal Rakchmetov
Olga Grygorieva

Partner No. 4 Uzhhorod National University, Uzhhorod, Scientific-Research Institute of Phytotherapy, Ukraine

Oksana Hanych
Taras Hanych

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Faculty of Livestock Raising and Water Bioresources, Kyiv, Ukraine

Valerii Brovarskyi
Leonora Adamchuk

Other participants of project

Olena Vergun – Ukraine
Oksana Brovarska – Ukraine
Marharyta Karnatovska – Ukraine
Lyudmyla Svydenko – Ukraine
Sergij Logvinjuk – Ukraine
Natalia Nikolaieva – Ukraine
Ľubomír Pastucha – Slovak Republic
Zuzana Homolová – Slovak Republic
Jozef Gasparovskyi – Republic of Serbia
Tetiana Yoncheva – Bulgaria



Foreword

There were catastrophic consequences – the accident in the Chernobyl Nuclear Power Plant caused heavy loss of human lives, high material damages and moreover, uncountable negative consequences for the environment, ecosystems, plant and animal populations living on the territory, which was severely targeted by radiation.

The radiation has not only a one sided short-time effect – it is dangerous for the intervened environment, in which could be active for several hundred years. Actually, the nature in such environment is representing a constant danger for any organism and it really can be taken as a living natural experiment.

Therefore it is necessary to study those processes to be able to understand the ongoing changes in different species and search for new consequences enabling to gain new knowledge.

The main goal of this project “Biodiversity after the Chernobyl Accident” is to evaluate the radiation effects on the genetic, biological, morphological, biochemical and microbiological changes of the plant and animal organisms, their occurrence in the populations, eco-systems and agro-systems in the localities around the disaster centre including their consecutive effects on the health and the environment of their living citizens.

The radiation evaluation will be achieved by collecting of data available at several research institutes of the Ukraine and those gained in the neighbour countries.

This Proceedings will be used as a basic document at the expert meeting organized in Ukraine, where the elaboration of the potential collaborative project will be negotiated.

Project organizers



Contents

1. **Adamchuk L., Brovarky V., Maxin V., Bilotserkivets T., Kobets S., Ivanišová E.** Quality and Safety of Honey from Different Regions of Ukraine **Адамчук Л., Броварський В., Максін В., Білоцерківець Т., Кобець С., Іванішова Е.** Якість і безпека меду з різних регіонів України 10
2. **Ananieva T., Fedonenko E., Sharovalenko Z.** Contribution of Radioecological Factor into Fish Metabolism State of the Transformed Reservoirs **Ананьева Т., Федоненко Е., Шаповаленко З.** Вклад радиоэкологического фактора в состояние метаболизма рыб трансформированного водоема..... 15
3. **Ananieva T., Marenkov O., Sharovalenko Z.** Selection of Indicator Species Among Fish Underyearlings for Radiation Monitoring of Littoral Biocenosis **Ананьева Т., Маренков О. Шаповаленко З.** Выбор видов-индикаторов среди сеголеток рыб для радиоэкологического мониторинга литоральных биоценозов 20
4. **Boidunyk R.** Radioprotective Properties of Vegetable Raw Materials in the Production of Waffle Cakes **Бойдуник Р.** Радіопротекторні властивості рослинної сировини у виробництві вафельних тортів 25
5. **Burdeynyuk-Tarasevich L.** Formative Process of Over 30 Generations of *Triticum aestivum* L. Winter Wheat as Chernobyl Catastrophe Aftereffect **Бурденюк-Тарасевич Л.** Формотворчий процес у озимій пшениці *Triticum aestivum* L. впродовж 30 поколінь як результат післядії Чорнобильської катастрофи 29
6. **Burlaka V., Lavrenyuk O.** Accumulative Heavy Metals in Internal Organs of Pigs With Inclusion of Sorbents in Conditions of the Long Duration of their Receipt **Бурлака В., Лавринюк О.** Кумулятивність важких металів у внутрішні органи свиней при включенні сорбентів, за умов довго тривалості їх надходження..... 34
7. **Butsiak V., Butsiak A., Muzyka L.** Influence of Zeolite Powder as Feed Additive on Productive Qualities of Bull Fattening at Low-Dose Radiation Load **Буцяк В., Буцяк А., Музика Л.** Вплив цеолітового борошна як кормової добавки на продуктивні якості бугайців на відгодівлі за низькодозового радіаційного навантаження 41
8. **Didukh M.** Evaluation of Agroecosystems Influence on the Formation of Internal Exposure Doses of the Rural Population of Polissya Region, Ukraine 47
9. **Domina E., Kindzelsky L.** Medical-Biological Consequences of Chernobyl Accident. Announcement 1. Hematologic Parameters of Victims Persons **Дєміна Е., Киндзельский Л.** Биологические последствия Чернобыльской катастрофы. Сообщение 1. Гематологические показатели у пострадавших лиц..... 52
10. **Domina E., Kindzelsky L.** Medical-Biological Consequences of Chernobyl Accident. Announcement 2. Histoautoradiographic and Ultrastructural Studies of the Gastric Moccus of Victims Persons **Дєміна Э., Киндзельский Л.** Медико-биологические последствия чернобыльской катастрофы. Сообщение 2. Гистоавторадиографические и ультраструктурные исследования слизистой желудка у пострадавших лиц..... 56
11. **Domina E.** Medical-Biological Consequences of Chernobyl Accident. Announcement 3. Cytogenetic Examination of Victims Persons **Дьоміна Е.** Медико-біологічні наслідки чорнобильської катастрофи. Повідомлення 3. Цитогенетичні обстеження постраждалих осіб..... 60
12. **Domina E.** Medical-Biological Consequences of Chernobyl Accident. Announcement 4. Minimization of Radiation Impact on Genetic Level of Victims Persons and Prevention of Cancer..... 65
13. **Dragan G., Pokhylchenko O., Dragan N.** The Teratogenesis of *Pinus sibirica* Du Tour in the Technogenic Pollution Environment **Драган Г., Похильченко О., Драган Н.** Тератогенез у *Pinus sibirica* Du Tour в техногенно забрудненому середовищі 69



14. **Drozda V.** Successional Adaptation of Codling Moth (*Laspeyresia pomonella* L.) Populations in the Orchards of the Chernobyl Exclusion Zone **Дрозда В.** Сукцессионные адаптации популяций яблонной плодовой моли (*Laspeyresia pomonella* L.) в садах зоны отчуждения ЧАЭС..... 74
15. **Fediv O., Bukach O.** The Combination of Rheumatoid Arthritis with Abdominal Obesity, Diabetes Mellitus Type 2 and Arterial Hypertension as a Consequence of the Chernobyl Disaster **Федів О., Букач О.** Поєднання ревматоїдного артриту з абдомінальним ожирінням, цукровим діабетом типу 2 та артеріальною гіпертензією – як наслідок Чорнобильської катастрофи..... 79
16. **Fediv O., Sithinska I.** Vascular Endothelial Dysfunction and Hemostasis in Patients with Peptic Ulcer of Stomach and Duodenum, Combined with Arterial Hypertension and Diabetes Mellitus Type 2 **Федів О., Сіцінська І.** Судинно-ендотеліальна дисфункція та стан системи гемостазу у хворих на пептичну виразку шлунка та дванадцятипалої кишки, поєднану з артеріальною гіпертензією і цукровим діабетом типу 2..... 82
17. **Feketa I.** Centaury Ordinary Natural Populations as a Plant-Radioprotector **Фекета І.** Природні популяції золототисячника звичайного – рослини-радіопротектора..... 87
18. **Galkina V.** Less Known Currant (*Ribes* spp.) Species as a Perspective Vitamin-Rich and Medicinal Plants **Галкина В.** Малоизвестные виды смородины (*Ribes* spp.) – перспективные витаминные и лекарственные растения..... 91
19. **Gyrka O., Bodak M., Khlopko T.** Natural Antiradiants in Contemporaneous Nutrition Conception **Гирка О., Бодак М., Хлопко Т.** Природні антирадіанти у сучасній концепції харчування..... 95
20. **Ivashchuk O., Fediv O., Sithinska I., Vivsyanuk V.** The Variety of Schemes for the Treatment of Peptic Ulcer and Duodenal Ulcer in Combination with Arterial Hypertension and Diabetes Mellitus Type 2 **Іващук О., Федів О., Сіцінська І., Вівсяник В.** Різноманітність схем лікування пептичної виразки шлунка та дванадцятипалої кишки у поєднанні з артеріальною гіпертензією і цукровим діабетом типу 2 99
21. **Karnatovska M., Karnatovskyi O., Schubertová Z., Šimková J., Brindza J.** The Organic Acids Content in the Fruit of *Ziziphus jujuba* Mill. **Карнатовская М., Карнатовский А., Шубертова З., Шимкова Я., Бриндза Я.** Содержание органических кислот в плодах *Ziziphus jujuba* Mill. 103
22. **Khlopko T., Gyrka O., Bodak M.** Latest in Production and Assortment of Shortcrust Semi-Products **Хлопко Т., Гирка О., Бодак М.** Новітнє у виробництві та асортименті пісочних напівфабрикатів 107
23. **Klymenko S., Kucharska A., Brindza J., Piorecki N., Grygorieva O.** Biochemical Features and Medical Properties of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) **Клименко С., Кухарская А., Бриндза Я., Пиорецки Н., Григорьева О.** Биохимические особенности и лекарственные свойства кизила настоящего (*Cornus mas* L.)..... 111
24. **Kryvtsova M., Vobryk N.** Soil Microbial Associations of Urbanized Ecosystems **Кривцова М., Вобрик Н.** Мікробні асоціації ґрунту урбанізованих екосистем..... 119
25. **Kuklina A.** Adaptogenic and Radioprotective Properties of Blue Honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) Fruits **Куклина А.** Адаптогенные и радиозащитные свойства плодов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.)..... 123
26. **Lebedynets V., Buryachenko L.** Optimization of the Human Iodic Status Under Conditions of Radioactive Pollution **Лебединець В., Буряченко Л.** Оптимізація йодного статусу організму людини в умовах радіоактивного забруднення..... 127
27. **Lisogurska D., Furman S., Kryvyi M., Shulyar A., Shulyar A.** Radioecological Evaluation of Melliferous Land in Zhytomyr Polissya **Лісогурська Д., Фурман С., Кривий М., Шуляр А., Шуляр А.** Радіоекологічна оцінка медоносних угідь Житомирського Полісся..... 131
28. **Lisogurska O.** Ecological Expediency of Using the Bee Pasturage of Winter Rape in the Radioactively Contaminated Territories of Zhytomyr Polissya **Лісогурська О.** Екологічне обґрунтування



- доцільності використання медоносних угідь ріпаку озимого в зоні радіоактивного забруднення Житомирського Полісся 135
29. **Lokutova O.** Quality Evaluation of Bee Products in the Context of the Chernobyl Accident..... 139
30. **Lypska A., Burdo O., Sova O., Ryabchenko N.** Complex Radiobiological Investigations of Small Murine Mammals From the Chernobyl Exclusion Zone 143
31. **Lysiuk R., Darmohray R., Zaritska Y., Galaburda A., Yanovych D., Bondarchuk O., Rakhmetov D.** Investigation of Macro- and Microelements Contents in Aerial Portions of Introduced *Astragalus* Species **Лисюк Р., Дармограй Р., Зарицька Є., Галабурда А., Янович Д., Бондарчук О., Рахметов Д.** Дослідження макро- і мікроелементного складу надземних органів інтродукованих видів роду *Astragalus* L. 148
32. **Maksin V., Melnichenko V., Yaroshchuk A.** Biological Aspects of Influence of “Ukrains’ka Jodovana” Water on Animals in Conditions of Combined Effects of Radiation and Stress **Максин В., Мельниченко В., Ярошчук А.** Биологические аспекты влияния воды «Украинская йодированная» на животных в условиях комбинированного воздействия облучения и стресса 153
33. **Maksymenko N., Voronin V.** Evaluation of Spatial Background Radiation in Landscape of Vasyschivsky Forest **Максименко Н., Воронін В.** Просторова оцінка радіаційного фону в ландшафтах Васищівського лісництва..... 157
34. **Minevych G.** Safety of Food Consumption Under Radioactive Contamination **Міневич Г.** Безпечність споживання продуктів харчування в умовах радіаційного забруднення 162
35. **Morozova V., Bishchuk Y., Otreshko L.** Effect of Chronic Ionizing Radiation on the Prooxidant-Antioxidant Status of Shoot Cells of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. in the Areas of the Chernobyl Exclusion Zone with Different Levels of Radioactive Contamination..... 166
36. **Motyleva S., Kulikov I.** Ecotoxicological Studies in Garden Agroecosystem **Мотылева С., Куликов И.** Экоотоксикологические исследования в садовом агроценозе 170
37. **Palamarchuk O., Dzhurenko N., Steshenko O., Chetverniya S.** The Post-Chornobyl Consequences and Possibilities of Radiation Safety in Ukraine – Situation of Problem **Паламарчук О., Джуренко Н., Стешенко О., Четверня С.** Стан проблеми постчорнобильських наслідків та потенційні можливості радіаційної безпеки в Україні 177
38. **Pylupchuk O., Domina E.** The Quantitative Assessment of Radiation-Induced Chromosomal Damages in Human Lymphocytes at the Action of Co-Mutagens **Пилипчук О., Дьоміна Е.** Кількісна оцінка радіаційно-індукованих аберацій хромосом в лімфоцитах людини за умов додаткової дії комутагенів 185
39. **Pylupchuk O., Domina E., Rybachuk O.** Modification Effects of Low Doses of Ionizing Radiation in Non-Malignant Cell of Oncological Patients **Пилипчук О., Дьоміна Е., Рибачук О.** Модифікація ефектів малих доз іонізуючої радіації в немалігнізованих клітинах онкологічних хворих 189
40. **Rudavska A., Holub B.** Using Algae in Synbiotic Fermented Functional Food **Рудавська Г., Голуб Б.** Застосування водоростей у синбіотичних ферментованих харчових продуктах 193
41. **Savchuk I., Stepanenko V.** Accumulation of ¹³⁷Cs in Slaughter Products of Bulls When Using Silo Diets of Corn, Cereal and Bean Mix **Савчук І., Степаненко В.** Накопичення ¹³⁷Cs у продуктах забою бугайців при використанні в раціонах силосів із кукурудзи та злаково-бобової сумішки..... 196
42. **Shapovalova N.** The Value of Functional Foods in the Correction of Iodine Deficiency and Health Preservation of Population of Ukraine **Шаповалова Н.** Роль функціональних продуктів у корекції йододефіциту та збереженні здоров’я населення України 201
43. **Shestakova A.** Socio-Economic Aspects of Motivation of the Local Crafts Development on the Areas with Enhanced Environmental Pressures **Шестакова А.** Соціально-економічний аспект мотивації розвитку місцевих промислів на територіях посиленого екологічного навантаження 206



44. **Sylaieva A., Protasov O.** Long Term Changes of Contour Communities in Cooling Pond of Chornobyl NPP **Силаєва А., Протасов О.** Довгострокові зміни у контурних угрупованнях водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС 211
45. **Tafij M.** Zinc Effect as a Foliar Fertilizer Onto Chlorophyll Content and Corn Hybrid Plants Development **Тафій М.** Ефект цинку, як фоліарного добрива на вміст хлорофілу та розвиток гібридів кукурудзи 215
46. **Taran O., Lisovyi M., Chumak V.** Species Diversity of Viruses and their Vectors on Potato Plants in a Zone of Intensified Radiation Monitoring 220
47. **Turchynyak M., Palko N., Davydovych O.** Bee Products Application in Conditions of Radioactive Contamination **Турчиняк М., Палько Н., Давидович О.** Застосування продуктів бджільництва в умовах радіоактивного забруднення 225
48. **Vasyuk E., Dzhurenko N., Palamarchuk O.** Comprehensive Evaluation of Cherry Eleagnus and Sea Buckthorns **Васюк Є., Джуренко Н., Паламарчук О.** Комплексна оцінка маслини багатоквіткової та обліпихи крушино видної 230
49. **Voloshyn O., Voloshyna L.** Effect of Bee Pollen on the Health of Residents in IV Zone of Radioactive Contamination Bukovina **Волошин О., Волошина Л.** Вплив пилку бджолиного на стан здоров'я жителів IV зони радіаційного забруднення Буковини 234
50. **Zinchenko O., Zinchenko V., Ponomarenko S.** Environmental Aspects of the Cultivation of Giant Miscanthus, Potato and Oat 237



QUALITY AND SAFETY OF HONEY FROM DIFFERENT REGIONS OF UKRAINE

**Adamchuk Leonora¹, Brovarsky Valery¹, Maxin Victor¹,
Bilotserkivets Tatiana², Kobets Svetlana³, Ivanišová Eva⁴**

¹National University of life and environmental sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Ukrainian laboratory of quality and safety
of agricultural products Ukraine, Chabany, Ukraine

³Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry.
AV Dumansky of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

⁴Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic

E-mail: leonora.adamchuk@gmail.com

As a result of the negative anthropogenic impact on the environment there is the need to control the quality and safety of honey derived from the natural conditions in different regions of Ukraine. The indicators that are pointing to positive conditions of storage, naturalness and quality raw materials, the degree of radioactive contamination carried proline content, diastase, hydroxymethylfurfural and total β -activity of honey. These parameters in natural honey may decrease under prolonged storage at temperatures above 20 °C. The aim of this study was to determine content of biologically active compounds and degree of radioactive contamination in honey of various origin. It was identified non-compliance with the requirements on content of diastase in four investigated samples of honey. It was also determine content of proline in honey from various origin, which is indicator of authenticity of honey. The content of hydroxymethylfurfural in researched honey was in accordance with international requirements. Total β -activity in all samples of honey was not higher than 36 Bq/kg, confirming the permissible level of radionuclides.

Keywords: quality, safety, honey, proline, diastase, hydroxymethylfurfural, radioactive contamination

ЯКІСТЬ І БЕЗПЕКА МЕДУ З РІЗНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

**Адамчук Леонора, Броварський Валерій, Максін Віктор,
Білоцерківець Тетяна, Кобець Світлана, Іванішова Ева**

Вступ

Враховуючи постійний антропогенний вплив на довкілля, особливо після Чорнобильської катастрофи, виникає необхідність постійного контролю якості і безпеки продукції, яку ми отримуємо безпосередньо із природного середовища і не піддаємо будь-якій переробці (Билалов та ін., 1991; Гаєва, 2006). До такої продукції належить мед натуральний, вироблений бджолами з квіткового нектару чи паді. Серед показників, які є нестійкими в різних умовах зберігання, свідчать про натуральність та якість сировини, а також ступінь радіоактивного забруднення ми відносимо вміст біологічно активних речовин і гідроксиметилфурфуролу (ГМФ), та сумарну β -активність меду.



Кількісна оцінка вмісту біологічно активних речовин, а саме ферментів, може слугувати надійним методом для оцінки якості меду. Діастазним числом меду вважають сумарну активність його ферментів, які потрапляють у продукт з нектару квітів та із секретами слинних залоз бджіл. Вміст ферментів у меді залежить від його ботанічного походження, ґрунтових і кліматичних умов, в яких ростуть медоноси, стану погоди у період збору бджолами нектару, способу одержання цього продукту (Адамчук і Білоцерківець, 2015). Окрім того, від медоносних рослин залежить активність ферментів. Так, світлі меди мають більш низьку ферментативну активність, ніж бурштинові і темні. Визначенням діастазного числа можливо встановити фальсифікацію меду буряковим чи тростинним цукром.

До біологічно активних речовин у меді ще відносять пролін (піролідин- α -карбонова кислота). Це – гетероциклічна амінокислота, що входить до складу всіх білків живих організмів. Особливо багатий проліном основний білок сполучної тканини – колаген. Пролін поряд з іншими амінокислотами входить до складу меду. Зміст його значно перевищує вміст інших амінокислот і коливається в межах від 170 до 770 мг/кг. Масова частка проліну є важливим критерієм для визначення якості меду. Кількість проліну є показником зрілості і фальсифікації меду. Якщо мед відібраний незрілим або містить цукор, що потрапив з підгодівлю, то вміст проліну в ньому дуже низький.

При орієнтовному визначенні рівня радіоактивного забруднення важливим показником є β -активність, обумовлена як техногенними радіонуклідами, так і природними ізотопами (Радіаційна ситуація..., 2016). У випадку перевищення сумарної β -активності необхідно виявити чи немає перевищення за конкретними радіонуклідами: радоном-222, радієм-226, радієм-228 і ураном (сумою активності природної суміші ізотопів) та цезію-137 і стронцію-90.

Матеріали і методи дослідження

Для випробувань зібрано зразки різного за ботанічним походженням меду з Сквирського та Рокитнянського районів, колишньому смт. Поліському (розселене і виключене з облікових даних 19 серпня 1999 року через високу радіаційну забрудненість внаслідок аварії на ЧАЕС) Київської області, Катиринопільського району Черкаської області. Серед них – липовий, з весняного різнотрав'я, соняшниковий, ріпаковий, падевий, збірний квітковий меди отримані у 2015 році. Меди зберігалися впродовж 7–10 місяців у різних умовах.

Для визначення натуральності та якості продукту з переліку фізико-хімічних показників досліджували вміст проліну та ГМФ, діастазне число меду. Випробування проводили на базі Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК України. Вміст проліну, ГМФ та діастазу визначали на спектрофотометрі ЮНІКО–1201, масову частку води у меді на рефрактометрі АТАГО RX–5000 α . Пролін визначали порівнюючи оптичну густину розчину меду зі стандартним розчином проліну (0,0008 г/25 см³) за довжини хвилі 510 нм проти кювети з дистильованою водою. Вміст проліну (P), мг/кг меду визначали за формулою 1:

$$P = (E \times E_1) \times 640 / E_0 \quad (1)$$

де:

- E – оптична густина зразка розчину меду
- E_0 – оптична густина стандартного розчину проліну
- E_1 – вміст проліну в стандартному розчині (г)
- 640 – коефіцієнт розведення

Діастазне число вимірювали за довжини хвилі 590 нм при використанні комбінованого реактиву (розчин крохмалю і натрію хлористого, ацетатний буферний розчин) та розчину йоду.



ГМФ визначали вимірюванням оптичної густини розчину меду по відношенню до контрольного розчину щохвилини впродовж 6 хв за довжини хвилі 550 нм. Вміст ГМФ мг у 1 кг меду вираховували за формулою 2:

$$ГМФ = E \times 192 \quad (2)$$

де:

- E – максимальне значення виміряної оптичної густини
- 192 – постійний коефіцієнт

Випробування сумарної β -активності проводили на бета-радіометрі КРК1-01А з використанням еталону ^{40}K (1 Бк $\Sigma\beta$ - активності відповідає вмісту 35,4 мг K^+ – залежність між питомою β -активністю досліджуваних проб і концентрацією в них калію прямолінійна, в природній суміші ізоотопів калію радіоактивного ^{40}K міститься 0,0119%).

$\Sigma\beta$ – активність (А, Ки/кг) зразків меду ($m_{\text{проби}} = 40$ г) визначалась за формулою 3:

$$A = n_{\text{пр}} \times 5,25 \times 10^{-8} \quad (3)$$

де:

- $n_{\text{пр}}$ – швидкість рахунку навіски проби (імп/1000 сек), розрахована за формулою 4:

$$n_{\text{пр}} = N_{\text{ср}} / 1\,000 \quad (4)$$

Результати та їх обговорення

Вміст діастази згідно міжнародних вимог на мед (вимоги Директив 2001/110/ЄС та 96/23/ЄС; регламентів ЄС 178/2002, 396/2005 та 853/2004; Кодекс Аліментаріус САС 12–1981) повинен бути не меншим, ніж 8 одиниць Готе. Встановили, що із досліджених медів, вимогам відповідає лише ріпаковий мед (№ 4). Результати наведені у таблиці 1. Однак натуральним вважають меду, у яких діастаза не нижче 5 одиниць Готе. Серед досліджених медів, занижений вміст діастази спостерігали у трьох зразках № 1, 5, 6, 7.

Вміст проліну нормувався (не менше 300 мг/кг) за ДСТУ на мед (який скасовано) та нормативних документах країн СНГ (не менше 170 мг/кг). За міжнародними вимогами, він не нормується. Однак, за цим показником оцінюють умови зберігання меду. Визначили, що вміст проліну у досліджених зразках меду знаходився у межах від 61,7 до 280 мг/кг.

Встановили, що у зразку № 1 був завищений рівень ГМФ (61 мг/кг), що свідчить про нагрівання меду або зберігання при високих температурах (<+20 °С). Проте, такий мед не вважається шкідливим. За міжнародними вимогами допускається ≤ 80 мг/кг ГМФ у медах та їх сумішах з країн з тропічним кліматом. Окрім того, падь, що знаходиться в меду, може проявлятися як завищеним рівнем ГМФ, так і високою кислотністю.

Визначили сумарну β -активність меду для контролю радіоактивного забруднення. Усі зразки меду не перевищували норми $\Sigma\beta$ -активності (табл. 2).

Так, у Сквирському районі Київської області відмітили найнижчі показники β -активності (4 Бк/кг). Найбільший вміст сумарного радіоактивного забруднення спостерігали у зразку № 4. Слід зазначити, що зразок меду, отриманий із колишнього смт. Поліське (Чорнобильська зона відчуження), мав лише 13 Бк/кг β -активність меду. Отримані результати свідчать про незначну кількість забруднюючих речовин, яка може бути спричинена навіть природними ізоотопами.



Таблиця 1 Фізико-хімічні показники меду
Table 1 Physical and chemical properties of honey

№ п/п	Походження		Показник (M±m)			
	територіальне	ботанічне	масова частка води (%)	ГМФ (мг/кг)	діастаза (од. Готе)	пролін (мг/кг)
1	Сквирський р-н. Київської обл.	липовий	13,6±0,00	26,8±0,10	4,47±0,05	91,14±1,90
2	Катринопільський р-н. Черкаської обл.	весняне різнотрав'я	16,6±0,00	3,7±0,10	7,5±0,05	84,4±2,84
3	Рокитнянський р-н. Київської обл.	соняшник + хаменерій	17,4±0,00	9,7±0,10	5,3±0,05	280,1±0,95
4	Рокитнянський р-н. Київської обл.	ріпаковий	20,4±0,00	2,6±0,10	11,0±0,05	132,7±0,95
5	Рокитнянський р-н. Київської обл.	соняшниковий	15,2±0,00	5,9±0,10	1,0±0,05	245,3±0,95
6	Сквирський р-н. Київської обл.	квітково-падевий	18,7±0,10	61,2±0,19	1,54±0,05	61,65±1,90
7	сmt. Поліське (колишне), Київської обл.	різнотрав'я	22,4±0,00	7,8±0,10	0,54±0,05	121,97±0,95

Таблиця 2 $\Sigma\beta$ -активність меду
Table 2 Sum of β -activity of honey

№ п/п	Походження		$N_{\text{серед.імн.}} / 1000 \text{ сек}$	A (Ки/кг)	A* (Бк/кг)
	територіальне	ботанічне			
1	Сквирський р-н. Київської обл.	липовий	2	$1,05 \times 10^{-10}$	4
2	Катринопільський р-н. Черкаської обл.	весняне різнотрав'я	7,2	$3,7 \times 10^{-10}$	14
3	Рокитнянський р-н. Київської обл.	соняшник + хаменерій	2,7	$1,4 \times 10^{-10}$	5
4	Рокитнянський р-н. Київської обл.	ріпаковий	18,6	$9,8 \times 10^{-10}$	36
5	Рокитнянський р-н. Київської обл.	соняшниковий	5	$2,6 \times 10^{-10}$	10
6	Сквирський р-н. Київської обл.	квітково-падевий	2,3	$1,2 \times 10^{-10}$	4
7	сmt. Поліське (колишне), Київської обл.	різнотрав'я	6,8	$3,6 \times 10^{-10}$	13

Висновки

У натуральних медах може знижуватися якість за умов тривалого зберігання за температури вище +20 °C. Встановили невідповідність до вимог діастазного числа у чотирьох досліджених



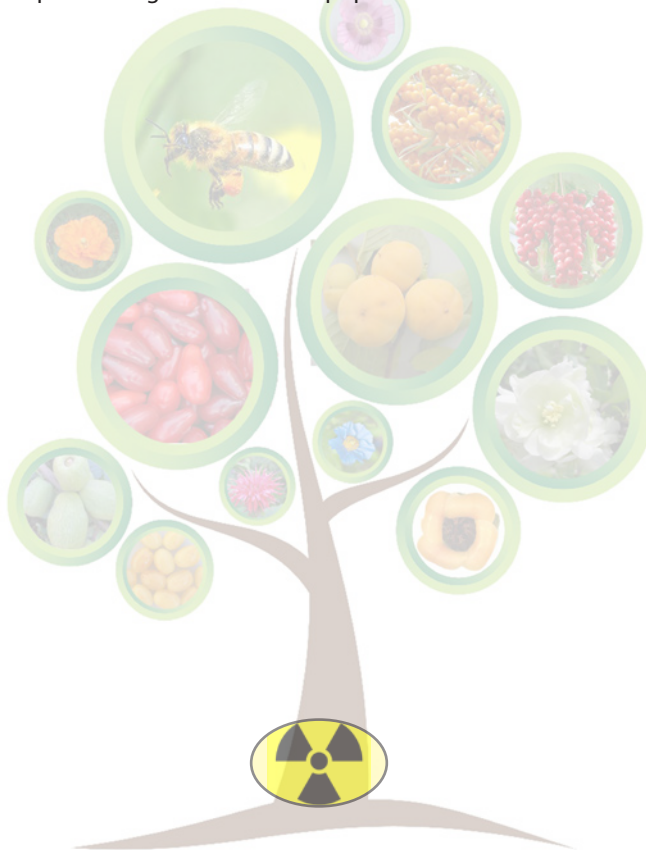
зразках меду. Провівши контроль на натуральність за вмістом проліну, визначили відмінності його масової частки у медах різного походження. За вмістом гідроксиметилфурфурулу досліджені меди відповідали міжнародним вимогам. Сумарна β -активність у всіх зразках меду була не вищою ніж 36 Бк/кг, що підтверджує про допустимий рівень радіонуклідів.

Подяка

Публікація була здійснена за активної участі науковців в Міжнародній мережі AgroBioNet, як частини міжнародної програми «Агробіорізноманіття для поліпшення харчування, здоров'я і якості життя» в рамках проекту Будівництво Дослідницького Центру «AgroBioTech».

Література

1. АДАМЧУК, Л. – БІЛОЦЕРЕКІВЕЦЬ, Т. 2015. Ферментативна активність меду – ознака якості та натуральності. *Біоресурси та природокористування*, том 7, № 1–2, сс. 110–114.
2. БИЛАЛОВ, Ф.С. – КОЛУПАЕВ, Б.І. – КОТІВ Ю.С. – МУХАРАМОВА С.С. – СКРЕБНЕВА Л.А. 1991. Контроль забруднення навколишнього середовища за допомогою бджіл та продуктів бджільництва (апімониторинг). *Еколого-токсикологічна характеристика м. Казань і приміської зони*. Казань: Вид-во КДУ, сс. 130–137.
3. ГАЕВА, Д.В. 2006. Медоносные пчелы как объект экологического мониторинга. *Вестник РГУ им. И. Канта*, вып. 1, сс. 42–47.
4. Радіаційна ситуація на території України. 2016. *Центральна геофізична обсерваторія*. Доступно за посиланням: <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv = radiation-ukraine/>.





CONTRIBUTION OF RADIOECOLOGICAL FACTOR INTO FISH METABOLISM STATE OF THE TRANSFORMED RESERVOIRS

Ananieva Tamila, Fedonenko Elena, Shapovalenko Zoya

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

E-mail: hydro-dnu@ukr.net

Levels of natural and artificial radionuclides ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K had been measured in the muscles of silver carp (*Carassius auratus gibelio*, Bloch, 1782) at the Zaporozhian Reservoir (Ukraine). The highest values of accumulation coefficients for ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th indicated a significant potential risk of them to fish in aquatic ecosystems. It was pointed the numerous correlations between the radionuclide concentrations in the muscles and metabolic blood parameters of crucian serum.

Keywords: Zaporozhian Reservoir (Ukraine), silver carp, natural radionuclides, artificial radionuclides, blood serum, metabolic parameters, correlation coefficients

ВКЛАД РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА В СОСТОЯНИЕ МЕТАБОЛИЗМА РЫБ ТРАНСФОРМИРОВАННОГО ВОДОЕМА

Ананьева Тамила, Федоненко Елена, Шаповаленко Зоя

Введение

Глобальной проблемой современности является загрязнение окружающей среды радионуклидами. В Приднепровском регионе это обусловлено антропогенной нагрузкой от предприятий первичного ядерного цикла, которые представляют угрозу утечки радиоактивных отходов, накопленных после переработки уранового сырья. Также после аварии на ЧАЭС в 1986 году значительная территория была загрязнена искусственными радионуклидами уранового ряда – ^{90}Sr , ^{137}Cs и др., которые до настоящего времени фиксируются в водохранилищах Днепровского каскада (Романенко и др., 2011). Проблема потенциального загрязнения поверхностных и подземных вод в бассейне р. Днепр вследствие расположения и функционирования на территории Украины объектов добычи и переработки уранового сырья становится все более актуальной. В Украине в настоящее время определено 21 месторождение урановых руд. Основная часть их расположена в пределах Кировоградской, Днепропетровской и Николаевской областей. Значительное количество таких объектов расположено в зоне водосборных бассейнов р. Днепр, что создает угрозу потенциального техногенного загрязнения (Белоконь и др., 2013).

В свете современных народнохозяйственных проблем в Украине одной из первоочередных задач, стоящих перед отечественным агропромышленным комплексом, является обеспечение населения качественной и доступной пищевой продукцией. В этом плане рыбной продукции уделяется особое внимание, поскольку рыба является незаменимым источником полноценного животного белка, а также важным диетическим продуктом питания. Запорожское водохранилище – основной источник рыбы для населения



Днепропетровской области, поэтому радиоэкологическая экспертиза имеет важное значение для обеспечения населения безопасной продукцией. Наряду с потребительскими параметрами рыбной продукции, важное значение имеет ее функциональный статус.

В связи с вышеизложенным целью работы стало выяснение вклада аккумулированных радиоактивных веществ в формирование функционально-метаболического состояния рыб Запорожского водохранилища на основании результатов биохимического анализа сыворотки крови как интегрального индикатора обменных процессов в организме.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в Запорожском водохранилище, имеющем многоцелевое назначение и занимающем ведущее место среди рыбохозяйственных водоемов Украины. Объектом исследования были половозрелые особи (450 г) карася серебряного (*Carassius auratus gibelio*, Bloch), одного из наиболее многочисленных промысловых видов. Контрольные и научно-исследовательские обловы проводили в летне-осенний период с помощью жаберных сетей. Кровь рыб отбирали из хвостовой вены, сыворотку получали путем центрифугирования при 3000 об/мин в течение 10 мин. Мышечную ткань отделяли от других органов и тканей, измельчали и высушивали при температуре 105 °С до постоянного веса. Содержание радиоактивных изотопов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K определяли на сцинтилляционном спектрометре энергии гамма-излучения СЕГ-001 «АКП-С» и спектрометре бета-излучения СЕБ-01-150. Удельную активность радионуклидов с учетом коэффициента усушки выражали в Бк/кг естественной массы. Биохимические исследования сыворотки крови проводили на автоматических анализаторах OLYMPUS AU400 и AU480 фирмы Beckman Coulter (США), реагентами Beckman Coulter на базе лаборатории «ИНБИТРО» г. Днепропетровск. Методики определения активности сывороточных ферментов аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ), α -амилазы, щелочной фосфатазы, γ -глутамилтранспептидазы (ГГТП), содержания общего белка, альбумина, глюкозы, мочевины, креатинина, общего холестерина основаны на рекомендациях Международной Федерации Клинической Химии (IFCC).

Цифровые данные подвергались математической обработке стандартными методами вариационной статистики и рассчитывались с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Запорожское водохранилище находится на территории Днепропетровской и Запорожской административных областей Украины и испытывает значительную антропогенную нагрузку со стороны крупных индустриальных центров – Днепропетровска, Днепродзержинска, Павлограда, сбрасывающих с коммунально-бытовыми и промышленными стоками загрязняющие вещества различной природы. Значительное накопление природных и техногенно усиленных радионуклидов в компонентах окружающей среды, почвах, подземных и поверхностных водах обусловлено функционированием Приднепровского химического завода (г. Днепродзержинск), где до 1991 г. проводилась переработка уранового сырья. За этот период было создано 9 хранилищ радиоактивных отходов, в которых накопилось около 42 млн. т отработанных пород. Из девяти отстойников только два оборудованы в соответствии с экологическими требованиями, другие практически не имеют изоляции от окружающей среды, что создает угрозу радиоактивного загрязнения поверхностных и подземных вод. В связи с этим радиоэкологический мониторинг остается актуальным (Белоконь и др., 2013; Білоконь ін., 2014).

В результате проведенных исследований установлены следующие уровни содержания радиоактивных веществ в мышечной ткани карася (Бк/кг сырой массы): ^{137}Cs – $5,48 \pm 0,28$; ^{90}Sr –



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

$1,84 \pm 0,20$; $^{226}\text{Ra} - 45,15 \pm 1,85$; $^{232}\text{Th} - 46,87 \pm 5,14$; $^{40}\text{K} - 75,32 \pm 0,79$. Концентрации радионуклидов были значительно ниже установленных в Украине санитарно-гигиенических нормативных показателей. Значения коэффициентов накопления относительно воды составили: $^{137}\text{Cs} - 137,0$; $^{90}\text{Sr} - 26,3$; $^{226}\text{Ra} - 43,0$; $^{232}\text{Th} - 99,7$; $^{40}\text{K} - 15,4$. Наибольшей степенью фиксации характеризовался ^{137}Cs , вместе с тем радионуклиды природного происхождения ^{232}Th и ^{226}Ra обладали значительной способностью к аккумуляции в тканях живых организмов.

В условиях комплексного загрязнения водоема представляет интерес исследование корреляционных зависимостей между содержанием радионуклидов и биохимическими показателями крови, характеризующими эколого-физиологическое состояние рыбы (Fedonenko et al., 2016). Достоверно значимые коэффициенты корреляции были установлены преимущественно для техногенно усиленных природных радионуклидов (рис.1).

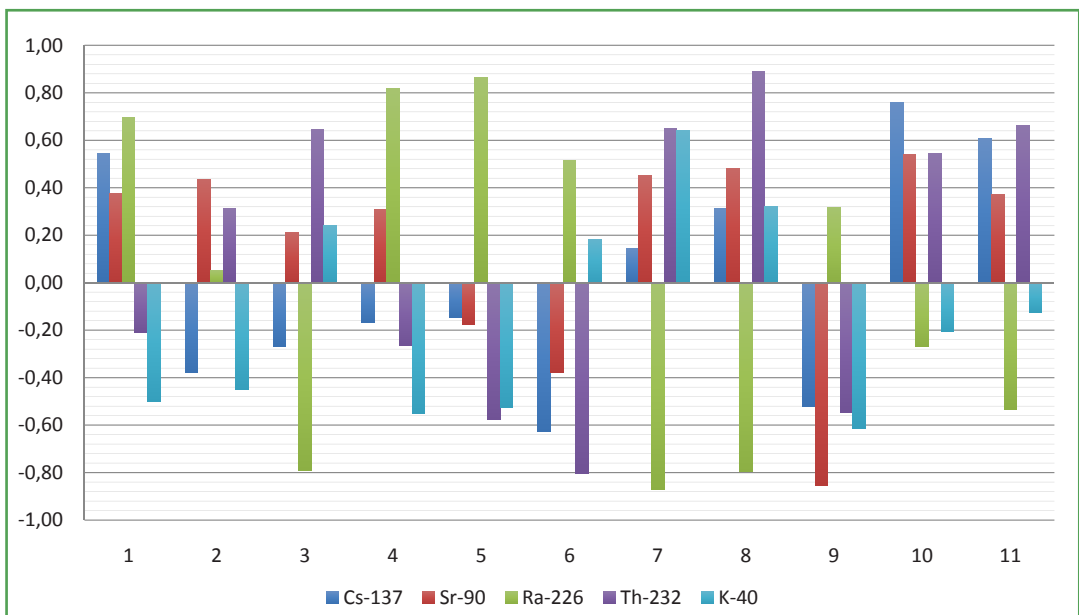


Рисунок 1 Значения коэффициентов корреляции между биохимическими показателями сыворотки крови и содержанием радионуклидов в мышцах карася серебряного Запорожского водохранилища

1 – содержание общего белка; 2 – содержание альбумина; 3 – содержание глюкозы; 4 – содержание мочевины; 5 – содержание креатинина; 6 – содержание общего холестерина; 7 – активность аланинаминотрансферазы (АлАТ); 8 – активность аспартатаминотрансферазы (АсАТ); 9 – активность α -амилазы; 10 – активность щелочной фосфатазы; 11 – активность γ -глутамилтранспептидазы (ГГТП)

Figure 1 The coefficients of correlation between the biochemical parameters of blood serum and the content of radionuclides in the muscles of silver carp Zaporozhian Reservoir

1 – total protein; 2 – albumin; 3 – glucose; 4 – urea; 5 – creatinine; 6 – total cholesterol; 7 – alanine aminotransferase (ALT) activity; 8 – aspartate aminotransferase (AST) activity; 9 – α -amylase activity; 10 – alkaline phosphatase activity; 11 – γ -glutamyl transpeptidase (GGT) activity

Обнаружена прямая корреляционная связь между содержанием ^{226}Ra в мышцах и показателями общего белка сыворотки крови ($r = 0,70$), мочевины и креатинина ($r = 0,82$ и $r = 0,86$ соответственно). Содержание общего белка в сыворотке крови карася Запорожского водохранилища составляло $70,85 \pm 4,86$ г/л, что превышало средние значения физиологической нормы, и могло быть вызвано структурными изменениями в печени. Содержание мочевины находилось на уровне физиологической нормы – $3,22 \pm 0,28$ мкмоль/л.



Изменения этого показателя могут свидетельствовать о влиянии токсикантов на процессы выведения мочевины почками и накопления ее в крови. Креатинин сыворотки крови является производным креатина и креатинфосфата – важных азотсодержащих соединений, участвующих в химических процессах, связанных с мышечным сокращением. Показатель креатинина находился на уровне нормы и составлял $66,5 \pm 2,39$ мкмоль/л.

Концентрация глюкозы крови является лабильным показателем, отражающим разнонаправленные реакции организма на действие ксенобиотиков, о чем свидетельствовала прямая корреляционная зависимость с накоплением ^{232}Th в мышцах ($r = 0,65$) и обратная – с концентрацией ^{226}Ra ($r = -0,79$). Уровень глюкозы в наших исследованиях составлял $20,64 \pm 1,21$ ммоль/л.

Содержание общего холестерина в сыворотке крови карася обнаружено на уровне $5,68 \pm 0,37$ мкмоль/л и могло снижаться при накоплении в организме ^{232}Th ($r = -0,80$).

Между активностью ферментов промежуточного обмена, которые участвуют в тонких механизмах адаптации организма к экстремальным условиям, были обнаружены корреляционные связи с процессами аккумуляции как природных, так и искусственных радионуклидов. Активность ферментов печеночного комплекса АлАТ и АсАТ, биохимических маркеров нарушения функций и повреждения ткани мышц, печени и других внутренних органов, находилась в прямой зависимости с концентрацией ^{232}Th в мышечной ткани ($r = 0,65$ и $r = 0,89$ соответственно) и обратной – с накоплением ^{226}Ra ($r = -0,87$ и $r = -0,80$ соответственно).

Положительные значения коэффициентов корреляционной зависимости также отмечены между активностью щелочной фосфатазы и содержанием ^{137}Cs ($r = 0,76$), активностью ГГТП и содержанием ^{232}Th ($r = 0,66$), отрицательные – между активностью α -амилазы и содержанием ^{90}Sr ($r = -0,85$).

Таким образом, радиоактивные вещества, попадая и аккумулируясь в организме рыб, оказывают существенное влияние на процессы водно-солевого, белкового, углеводного и липидного обмена. При комбинированном воздействии с другими загрязнителями окружающей среды, поступающими с промышленными и сельскохозяйственными стоками (тяжелыми металлами, ядохимикатами, пестицидами, минеральными удобрениями) возможны аддитивные и синергические эффекты, которые будут отрицательно сказываться на физиологическом состоянии рыбы, снижать ее устойчивость и адаптационный потенциал, подрывать биопродуктивные возможности как отдельных особей так и популяции в целом.

Выводы

На основании проведенных исследований можно заключить, что уровни содержания радиоактивных изотопов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K в мышечной ткани карася Запорожского водохранилища значительно ниже установленных в Украине санитарно-гигиенических нормативных показателей, что свидетельствует о стабильной радиоэкологической обстановке в экосистеме водоема.

Среди исследуемых радионуклидов наибольшей способностью аккумуляции в биологических тканях рыб и других гидробионтов обладает ^{137}Cs , что делает его наиболее опасным для живых организмов.

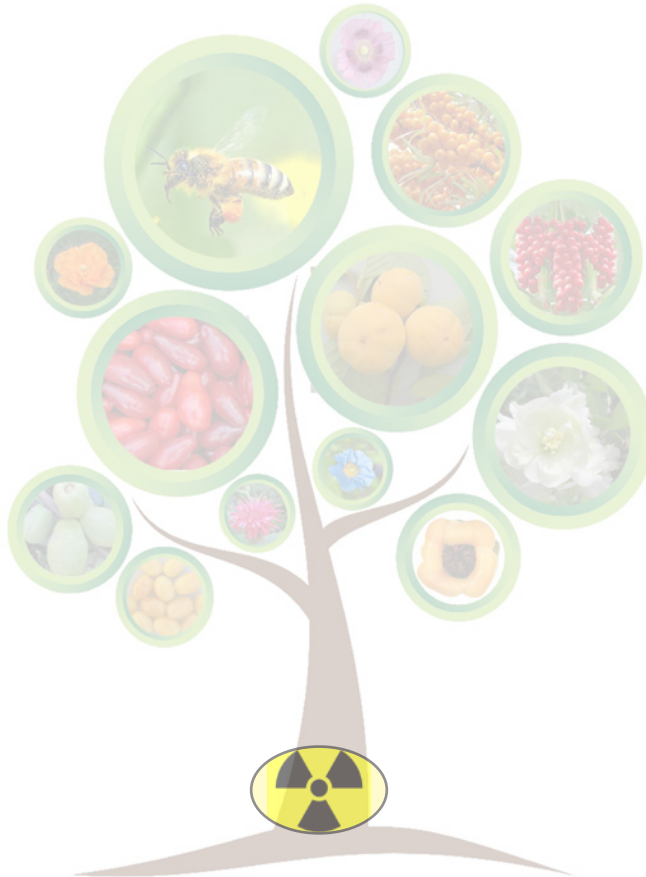
Выявленные высокие значения коэффициентов накопления естественных радионуклидов ^{226}Ra и ^{232}Th указывают на значительный потенциальный риск, связанный с возможностью повышения их уровня в природной среде. Имея высокую способность к биоаккумуляции, долгоживущие радионуклиды ^{226}Ra и ^{232}Th при их избыточном попадании в организм способны формировать очаги локального внутреннего облучения, последствиями которого может стать деструкция и дисфункция тканей,



злокачественные новообразования. На потенциальную опасность ^{226}Ra и ^{232}Th указывают многочисленные корреляционные зависимости, обнаруженные между содержанием радионуклидов в мышечной ткани и метаболическими показателями сыворотки крови у карася Запорожского водохранилища. При комплексных комбинированных воздействиях радиационных и токсикологических факторов не исключены аддитивные и синергические эффекты, которые могут снижать жизнеспособность рыб и устойчивость к негативным влияниям внешней среды.

Литература

1. БЕЛОКОНЬ, А.С. – МАРЕНКОВ, О.Н. – ДВОРЕЦКИЙ А.И. 2013. Содержание радионуклидов и тяжелых металлов в икре некоторых промысловых рыб Запорожского водохранилища. *Ядерна фізика та енергетика*, т. 14, № 1, сс. 81–85.
2. БЕЛОКОНЬ, Г. – АНАНЬЄВА, Т. – ПРОСЯНИК, Ю. 2014. Моніторингові дослідження накопичення радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr рибами Запорізького водосховища. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, т. 67, сс. 123–128.
3. РОМАНЕНКО, В.Д. – ГУДКОВ, Д.И. – ВОЛКОВА, Е.Н. – КУЗЬМЕНКО, М.И. 2011. Радиоэкологические проблемы водных экосистем: 25 лет после Чернобыльской катастрофы. *Гидробиологический журнал*, т. 47, № 2, сс. 3–26.
4. FEDONENKO, O. – SHARAMOK, T. – ANANIEVA, T. 2016. Biochemical parameters of blood in fish from Zaporozhian Reservoir. In *International Letters of Natural Sciences*, vol. 51, pp. 43–50.





SELECTION OF INDICATOR SPECIES AMONG FISH UNDERYEARLINGS FOR RADIATION MONITORING OF LITTORAL BIOCECENOSIS

Ananieva Tamila, Marenkov Oleh, Shapovalenko Zoya

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

E-mail: hydro-dnu@mail.ru

For optimization the radiological monitoring of the fish fauna, we detected the indicator species fishing in the Zaporozhian Reservoir. Analysis of the integral parameters for selecting of fish-indicators was based on the biological and ecological characteristics of fish species, such as the accumulation coefficient (K_n) of radionuclides, the coefficient of trophic group (K_t), the frequency of fish occurrence (K_v), the coefficient of commercial importance (K_p). The research resulted in highlighting of 8 keys fish species, which were the most revealing ones to be used in monitoring due to their biological and ecological characteristics. They were: perch, roach, bitterling, prussian carp, common rudd, bleak, zander, pike. These fish types are samples of three main trophic groups (predators, benthophages, and planktophages) and can be recommended as indicator species.

Keywords: Zaporozhian Reservoir, radiological monitoring, fish underyearlings, roach, bitterling, prussian carp, common rudd

ВЫБОР ВИДОВ-ИНДИКАТОРОВ СРЕДИ СЕГОЛЕТОК РЫБ ДЛЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЛИТОРАЛЬНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

Ананьева Тамила, Маренков Олег, Шаповаленко Зоя

Введение

Объективными индикаторами уровня загрязнения водной среды в трофической цепи водохранилища являются рыбы. Обусловлено это тем, что рыбы как мигрирующие организмы дают интегральную характеристику загрязнения водного объекта. Изменения экологических факторов водной среды в условиях антропогенного загрязнения водоема различными по природе химическими веществами могут оказать существенное влияние на жизнедеятельность и выживание рыб: ослабить устойчивость организма к раздражителям и привести к гибели.

В связи с этим, помимо научной информации о состоянии водной экосистемы, решается практический вопрос – контроль качества продукции водных биоресурсов. В качестве индикаторных видов можно использовать рыб – в связи с ведением промысла на водохранилищах они являются легкодоступными во все сезоны года. К тому же рыбы представляют собой ценный пищевой продукт для населения и по пищевой цепи вещества-загрязнители попадают в организм человека. В связи с этим целью исследований стало изучение процессов накопления радиоактивных веществ сеголетками рыб Запорожского водохранилища.



Актуальность и новизна подобных исследований объясняется тем, что на сегодняшний день работ, посвященных изучению радиоактивного загрязнения сеголеток рыб в естественных условиях, практически нет. Полученные результаты дают возможность изучить количественные показатели миграции радиоактивных веществ в тех или других компонентах водных экосистем, что в дальнейшем позволит моделировать процессы распределения радиоактивных веществ как в пространственном, так и во временном отношении.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на Запорожском водохранилище в период с 2011 по 2013 год. Объектом исследований были сеголетки 12 видов рыб: тюлька черноморско-азовская *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840), лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), уклея *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), карась серебряный *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), сазан *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), голавль *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), горчак *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782), красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), щука *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), окунь *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758). Сеголеток рыб отлавливали в третьей декаде июля – первой декаде августа в литорали Запорожского водохранилища на стандартных контрольных участках. Мальковый лов проводили 10-метровой мальковой тканкой высотой 1 м, которая изготовлена из мельничного газа № 7 и мальковой волокушей из капроновой дели с шагом ячеи 4 мм. Видовую принадлежность сеголеток определяли по А.Ф. Коблицкой (1981). Весь улов молоди рыб распределялся по видам, подсчитывалось количество экземпляров, проводились измерения длины с точностью до 1 мм и массы особей с точностью до 0,01 г. За относительную численность молоди принималось количество сеголеток на 100 м² площади облова (Кузнецов, 1985; Озінковська и др., 1998). Процент встречаемости сеголеток в уловах рассчитывали как процентное соотношение количества экземпляров (экз./100 м²), которые встречались в водоеме, к общей численности мальков на мелководьях водохранилища (экз./100 м²).

Подготовка проб к радиоспектрометрическим измерениям заключалась в измельчении тушек сеголеток рыб и высушивании при температуре 105 °С до постоянного веса (Бабенко и др., 1998). В тушках рыб определяли содержание ¹³⁷Cs – радионуклида постчернобыльского происхождения, который активно накапливается в мягких тканях гидробионтов ввиду своих биологических свойств. Содержание цезия в тушках сеголеток рыб определяли при помощи сцинтилляционного спектрометра энергии гамма-излучения СЭГ-001 «АКП-С» и спектрометра бета-излучения СЭБ-01-150 (Бабенко и др., 1998). Концентрацию ¹³⁷Cs выражали в беккерелях на килограмм (Бк/кг) сырого веса пробы. Степень аккумуляции ¹³⁷Cs оценивали с использованием коэффициента накопления (Кн), который рассчитывали по формуле:

$$K_n = C_1 / C_{(водн.)}$$

где:

- C_1 – концентрация радионуклида в пробе (Бк/кг)
- $C_{(водн.)}$ – концентрация радионуклида в воде (Бк/кг) (Методика відбору проб..., 1997)

Математическую обработку проводили стандартными методами вариационной статистики с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel и STATISTICA 6.0.



Результаты и их обсуждение

При анализе мальковых уловов установлено, что в прибрежных биотопах Запорожского водохранилища в 2012 году наибольший процент (22,95%) приходился на промысловый вид – плотву. По сравнению с предыдущим годом ее численность увеличилась на 4,8%. Стоит отметить, что в 2011 году видом-доминантом прибрежных участков был горчак (26,29%), процент которого в 2012 году уменьшился до уровня 8,9%. Подобные показатели можно объяснить увеличением в прибрежных участках водохранилища численности карася серебряного – его процентная доля в уловах выросла с 2,24% (2011 год) до 5,96% (2012 год). Оба вида имеют сходный спектр питания и выступают пищевыми конкурентами, что соответственно могло повлиять на перераспределение их биомассы. Молодь ценных промысловых видов рыб, таких как щука, судак, сазан, лещ, находилась в пределах 5% от общего улова мальковой волокуши.

В соответствии со спецификой трофических связей рыб использовали следующую балльную систему для коэффициента трофической группы (K_t): хищники – 4 балла, бентофаги – 3, зоопланктофаги – 2,25; растительоядные – 2, планктофаги – 1. Видам рыб, которые изменяют характер питания по мере роста, присваивали средний балл, например, окунь, достигающий длины 12–14 см, преимущественно бентофаг, а более 15 см – облигатный хищник.

Частоту встречаемости видов рыб (K_v) оценивали по следующим баллам: редкая встречаемость – 1 балл, средняя – 2, частая – 3. Те виды, у которых балл оказывался наиболее высоким, получали предпочтение для выбора их в качестве организмов-индикаторов (Рябов и др., 2006).

В качестве объектов радиоэкологического мониторинга предпочтение отдавали рыбам оседлым, которые не совершают далеких миграций и обитают в пределах определенных территорий. Авторы указывают коэффициент мигрантности (K_m) по способности миграции рыб, но поскольку мы изучали сеголеток рыб, и их вылов осуществлялся с 11:00 до 13:00 часов дня в литорали водохранилища – в местах массовой концентрации молоди рыб, значительных миграций не наблюдалось. Поэтому в данном случае K_m выступает константой для всех видов рыб и его можно не учитывать.

Исходя из вклада каждого вида рыб в общую численность в мальковых уловах, рассчитывался коэффициент промысловой значимости (K_p). Оценивали его по численности экз./100 м² литорали водохранилища по результатам вылова мальковой волокушей. Баллы присваивали следующим образом: низкая численность в уловах (от 6 до 25 экз./100 м²) – 1 балл, средняя (от 26 до 50 экз./100 м²) – 2, высокая (от 51 экз./100 м²) – 3 балла.

Для сравнительной оценки миграции радионуклидов из внешней среды в организм рыб используют коэффициент накопления (K_n). В таблице 1 приведены усредненные значения K_n ¹³⁷Cs для исследуемых видов рыб. Наиболее высокие коэффициенты накопления ¹³⁷Cs характерны для окуня (672,8), щуки (561,3), судака (485,0). Накопление ¹³⁷Cs этими рыбами обусловлено спектром питания – они занимают высший трофический уровень, так как являются хищниками и биоаккумулируют радионуклиды по пищевой цепи. Более низкие, но все же высокие показатели коэффициента накопления ¹³⁷Cs наблюдались у тюльки (457,5) и уклейки (365,5), что может быть связано как с образом жизни данных видов рыб – это пелагические рыбы, их размерами – сеголетки достаточно мелкие и весят не более 1 г, так и спектром питания – они активно употребляют планктонные организмы (фитопланктон), которые не только накапливают радионуклиды внутри, но и ведут себя как взвешенные частицы с большой удельной площадью контакта с водной средой, что позволяет им адсорбировать радиоактивные частицы на собственной поверхности.



Таблица 1 Интегральный показатель выбора видов-индикаторов среди сеголеток рыб для радиоэкологического мониторинга литоральных биоценозов по ихтиофауне
Table 1 Integral indicator for choice of indicator species among fish of underyearlings for radiation monitoring of littoral biocenosis on the fish fauna

№	Виды рыб/возраст	K_n^{*137Cs}	K_v	K_t	K_m	K_p	ΣK
1.	Красноперка (0+)	181,3	2	2,0	–	2	6,0
2.	Уклейка (0+)	365,5	2	1,0	–	3	6,0
3.	Окунь (0+)	672,75	3	3,5	–	2	8,5
4.	Лещ (0+)	380,5	1	2,25	–	2	5,25
5.	Тюлька (0+)	457,5	1	1,0	–	1	3,0
6.	Карась серебряный (0+)	312,5	2	2,25	–	2	6,25
7.	Плотва (0+)	229,0	3	2,25	–	3	8,25
8.	Сазан (0+)	205,5	1	2,25	–	1	4,25
9.	Судак (0+)	485,0	1	4,0	–	1	6,0
10.	Голавль (0+)	226,5	1	2,5	–	2	5,25
11.	Щука (0+)	561,3	1	4,0	–	1	6,0
12.	Горчак (0+)	195,0	3	2,25	–	3	8,25

*Примечание: K_n – коэффициент накопления ^{137}Cs ; K_t – коэффициент трофической группы; K_v – частота встречаемости рыб; K_m – коэффициент мигрантности; K_p – коэффициент промысловой значимости

Для леща и серебряного карася коэффициент накопления составил – 380,5 и 312,5 соответственно, что объясняется их рационом питания. Данные виды с широким трофическим спектром: на раннем этапе развития они питаются зоопланктоном, а потом переходят на питание бентосом, будучи сеголетками в их спектре питания отмечаются бентосные формы гидробионтов. Также сеголетки леща и серебряного карася во время поиска пищи вместе с кормовыми объектами захватывает частички детрита и ила, содержащие радиоактивные вещества. Исходя из наших данных, высокий коэффициент накопления ^{137}Cs (229,5) наблюдается у плотвы, что также связано с ее спектром питания. Сеголетки плотвы так же питаются зоопланктоном и мягким бентосом, а взрослые особи питаются моллюсками р. *Dreissena*, которые аккумулируют радионуклиды. Высокие коэффициенты накопления также отмечаются у горчача и сазана, что вызвано их придонным образом жизни – во время поиска пищевых объектов сеголетки взмучивают 2–5 см слоя ила, тем самым повторно высвобождают депонированные радионуклиды.

Подсчет баллов по совокупности оценок дает интегральный показатель для выбора рыб-индикаторов радиоэкологического мониторинга Запорожского водохранилища. Определенные виды-индикаторы радиоактивного загрязнения позволяют оценить уровни накопления радионуклидов в рыбах как представителей последних звеньев трофической цепи водоема. Также можно оценить риск попадания радионуклидов в организм человека при употреблении взрослых особей данных видов рыб в пищу.

Выводы

Таким образом, для реализации радиоэкологического мониторинга литоральных участков водохранилищ с использованием сеголеток рыб желательно выбирать минимальное количество видов, которые могут полноценно отображать радиобиологическую ситуацию



в водоемах, подверженных радиационным рискам. Анализ интегрального показателя для выбора видов-индикаторов в Запорожском водохранилище позволил выделить 8 основных видов рыб, для которых суммарный коэффициент биолого-экологических характеристик делает их наиболее показательными при проведении мониторинговых радиоэкологических исследований. При биоиндикации по ихтиофауне в Запорожском водохранилище в первую очередь необходимо исследовать содержание радионуклидов в тушках сеголеток таких видов рыб, как окунь ($\Sigma K = 8,5$), плотва ($\Sigma K = 8,25$), горчак ($\Sigma K = 8,25$), карась серебряный ($\Sigma K = 6,25$), красноперка ($\Sigma K = 6$), уклейка ($\Sigma K = 6$), судак ($\Sigma K = 6$), щука ($\Sigma K = 6$). Данные виды охватывают три основные трофические группы водных экосистем – хищники, бентофаги и планктофаги.

Литература

1. БАБЕНКО, В.В. – КАЗИМИРОВ, О.С. – РУДИКО, О.Ф. 1998. Методика виконання вимірювань з використанням сцинтиляційних спектрометрів і програмного забезпечення АК-1. *Активність бета-випромінних радіонуклідів в лічильних зразках*. НВП «Атом Комплекс Прилад», 27 с.
2. КОБЛИЦКАЯ, А.Ф. 1981. *Определитель молодежи пресноводных рыб*. Легк. и пищ. пром-сть, Москва, 208 с.
3. КУЗНЕЦОВ, В.А. 1985. Количественный учет молодежи рыб в водохранилищах и озерах (методические подходы и возможности). *Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов*. Вильнюс, сс. 26–35.
4. МЕТОДИКА відбору проб сільськогосподарської продукції та продуктів харчування для лабораторного аналізу на вміст радіонуклідів 1997. *Довідник для радіологічних служб Мінсільгосппроду України*. Київ, сс. 3–14.
5. ОЗІНКОВСЬКА, С.П. – ЄРКО, В.М. – КОХАНОВА, Г.Д. та ін. 1998. *Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України*. Київ, 47 с.
6. РЯБОВ, И.Н. – РЯБЦЕВ, И.А. – ПОЛЯКОВА, Н.И. – ПЕЛЬГУНОВА, Л.А. 2006. Методические основы радиоэкологических исследований рыб Обь-Иртышского бассейна. *Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. Товарищество научных изданий КМК*. Москва, сс. 532–536.



RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF VEGETABLE RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF WAFFLE CAKES

Boidunyk Roksolana

Lviv Academy of Commerce, Lviv, Ukraine

E-mail: boidrok@gmail.com

Overview of scientific studies on development of radioprotectors, classification and implementation mechanisms of radioprotective effect. At this paper, aspects of their practical use are applied. The enrichment of wafer cakes with plants including substances with radioprotective effect. Filling cream cakes are not subjected to heat treatment which promotes the preservation of biologically labile substances.

Keywords: radioprotectors, radiation damage, biological radioprotection, waffle cake, flavonoids, essential amino acids

РАДІОПРОТЕКТОРНІ ВЛАСТИВОСТІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ВАФЕЛЬНИХ ТОРТІВ

Бойдуник Роксолана

Вступ

Проблеми подолання наслідків радіаційного ураження не перестають бути актуальними в суспільстві, яке змушене існувати за умов використання ядерних технологій і пов'язаних із цим підвищенням радіаційного фону та забрудненням радіонуклідами повітря, питної води та продуктів харчування. Техногенне радіоактивне забруднення привело до підвищення опромінення всього рослинного і тваринного світу, у т. ч. і людини. Але дози опромінення, як правило, малі. За даними багатьох досліджень, опромінення в малих дозах, що зіставляються з природним радіаційним фоном, не несе значної небезпеки для людини. При таких дозах дія радіації має компенсуватися системами репарації і адаптивними механізмами людини (Ильин и др., 2012).

Проблема захисту організму від впливу іонізуючої радіації вимагає використання комплексного радіозахисту, який поряд з методами фізичного захисту (екранування) включає застосування радіопротекторів.

Під радіопротекторами розуміють хімічні, фармакологічні та природні засоби, що мають ту чи іншу радіозахисну дію на організм. Розрізняють радіопротектори короткочасної дії (декількох хвилин-годин) і тривалої дії (Васин, 2008).

У випадку тривалого впливу малих доз іонізуючого опромінення використовують радіопротектори тривалої дії, в основному речовини біологічного походження (біологічний радіозахист). Вони проявляють системну дію на метаболізм, гормональний фон організму, активують кровотворну, антиоксидантну систему, функцію ретикулоендотеліальної системи, імунітет у цілому (IGRP publication 60, 1991).



Основною метою досліджень є узагальнення наукових напрацювань з вивчення радіопротекторів, сучасних підходів до їх класифікації і механізмів реалізації радіозахисного ефекту, а також прикладних аспектів їх практичного використання.

Результати та їх обговорення

У лікуванні радіаційних уражень організму суттєве значення надається рослинам, до складу яких входять речовини з радіопротекторною дією. За даними НДІ фітотерапії Ужгородського держуніверситету, виділяють три групи рослин, які застосовуються при такій патології (Ганич, 2011):

- 1.** рослини, які зменшують радіоактивне забруднення (контамінацію) організму;
- 2.** рослини з антиоксидантною дією;
- 3.** рослини, які зміцнюють імунну систему і організм у цілому.

Рослини першої групи проявляють пряму антагоністичну дію на радіонукліди (ізоляція, зв'язування, виведення), а рослини другої і третьої груп – непряму адаптогенну дію на організм (сприяють підвищенню його захисних властивостей).

До рослин, які зменшують радіоактивну контамінацію організму, належать ті, які містять адсорбенти, комплексоутворюючі або конкурентні антагоністи радіонуклідів:

- ▶ нерозчинні харчові волокна (целюлозу, лігнін). До них належать висівки зернових, морська капуста, бобові, морква, буряк, капуста, смородина, суниця;
- ▶ пектини (яблука, солодкий перець, диня, цитрусові, абрикоси, вишні, груші та ін.);
- ▶ камеді і слизи (льон, алтея лікарська, мальва лісова, живокіст тощо);
- ▶ біофлавоноїди (фрукти, овочі і ягоди темного кольору, томати, гречка, ехінацея, зерна абрикоса, мигдалю, вишні, сливи та ін.);
- ▶ мінерали – конкурентні антагоністи радіонуклідів (кальцій, калій, селен, цинк, йод, залізо, кобальт, сірка, кремній, мідь), а також неочищені та пророслі зерна жита, гречки, вівса, зелень овочів, горіхи, насіння, аронія, глід, гарбуз, сухофрукти.

До першої групи рослин з радіопротекторною дією належать також ті, що містять стимулятори видільних процесів (зокрема із вмістом терпенових сполук та глікозидів):

- ▶ сечогінні засоби (спориш, бруньки берези, хвощ польовий, брусниця, кріп);
- ▶ проносні та вітрогінні засоби (льон, кмін, кріп, чебрець, бузина, слива);
- ▶ жовчогінні засоби (кукурудзяні приймочки, цмин пісковий, нагідки, звіробій, цикорій, коріння кульбаби, чорна редька, барбарис, чебрець, васильки справжні, буквиця);
- ▶ потогінні засоби (липа, бузина, ромашка, плоди і листя малини);
- ▶ відхаркуючі засоби (алтея, термопсис, первоцвіт, медунка).

Рослини з антиоксидантною дією (друга група радіопротекторів) мають антирадикальні властивості, підвищують стійкість та синтез окремих елементів антиоксидантної системи організму. До них належать:

- ▶ рослини із значним вмістом вітамінів Е, А, С (зелений горошок, капуста, цибуля, часник, зелень овочів, морква, гарбуз, томати, буряк, обліпіха, шипшина, горобина);
- ▶ рослини, які містять біофлавоноїди (фрукти, овочі, ягоди темного кольору, часник, шипшина, ялівець тощо);
- ▶ рослини, які містять селен (неочищені та пророслі зерна злакових, часник, чорна смородина, чистотіл, суниця, солодка, евкаліпт);
- ▶ рослини, які містять антиоксидантні ферменти; до цієї групи належать рослини, які містять у великих кількостях енергетичні сполуки, вітаміни, мікроелементи;
- ▶ рослини із вмістом інгібіторів протеаз (бобові, особливо соя і квасоля, а також насіння соняшника, зерна абрикоса, мигдалю, вишні, сливи).

До рослин, які містять адаптогени-імуномодулятори (третья група рослин з радіопротекторною дією) належать:



- ▶ рослини-імуномодулятори (ехінацея, оман високий, ялівець, солодка, пророслі зерна злакових, неочищений овес, корінь лопуха, цикорій, любисток, часник, цибуля, зелений чай, червона троянда);
- ▶ рослини-стимулятори фізичної та розумової діяльності (женьшень, родіола рожева, аралія висока, лимонник);
- ▶ рослини із вмістом ароматичних гіркот (полин гіркий, корінь кульбаби, золототисячник);
- ▶ рослини із гормоноподібною дією (із вмістом фітоестрогенів – пророслі зерна вівса, хміль, соняшник, соя, льон, нестигли зерна кукурудзи, бобові рослини, солодка, люцерна, обліпіха; із вмістом фітоандрогенів – любка дволиста, квітковий пилок, папороть, орляк);
- ▶ рослини з інсуліноподібною дією (листя чорниці, ожини, шовковиці, омели, горіха волоського, кропиви, стручки квасолі, корінь лопуха, цикорію, топінамбуру);
- ▶ донатори енергетичних сполук (зелень рослин, овочі, фрукти, виноград, агрус);
- ▶ антистресорні заспокійливі рослини (глід, пустирник, рута, червона троянда, хміль, м'ята, меліса, вероніка, валеріана, чебрець, материнка);
- ▶ полівітамінні рослини (шипшина, глід, аронія, горобина, пророслі зерна злакових, чорна смородина, агрус, малина, ожина, суниця);
- ▶ рослини, які містять протеолітичні гідролази (ананас, папайя, софора японська).

Апробований ряд добавок у хліб та борошняні кондитерські вироби: альгінат, окремі амінокислоти, комплекс вітамінів, солі кальцію, висівки та ін. (Красовская и др., 1992).

Вафельні торти є зручним об'єктом для збагачення різними біологічно активними компонентами, оскільки їх начинка не піддається термічній обробці, що сприяє збереженню лабільних біологічно цінних речовин.

Перспективними рослинними білковими збагачувачами начинок можуть бути продукти переробки зернових і бобових культур. Для поліпшення споживних властивостей і біологічної цінності додають борошно гречане, кукурудзяне, горохове, соняшникове харчове, а також крупі екструдовані, кукурудзяні пластівці, панірувальні сухарі. (Сирохман, Лебединець, 2010).

Підвищити споживні властивості вафельних тортів можна за рахунок зародків пшениці. Вони містять вагому частку незамінних амінокислот. Пшеничні зародки особливо цінні мінеральними речовинами, які представлені 21 макро- і мікроелементами. В числі інших біологічно активних речовин переважають вітаміни групи В, каротин, токоферолі (Соболева и др., 2006).

Біологічний радіозахист проявляють повноцінні білки, які є джерелом незамінних амінокислот і носіями сульфгідрильних груп. Вони регулюють дезінтоксикаційну функцію печінки, беруть участь у кровотворенні, підвищують імунний статус, сприяють утилізації вітамінів та інших поживних речовин. Із незамінних амінокислот особливе значення мають цистеїн і метіонін, які вступають у конкурентну взаємодію з вільними радикалами, блокують поглинання організмом ³⁵S, поєднуються з важкими металами тощо. Основний компонент рослинних жирів, тобто ненасичені жирні кислоти, сприяють підвищенню бар'єрної функції печінки, є невід'ємним компонентом фосфоліпідів біомембран, попередником простагландинів, синергістом багатьох радіопротекторів (пектину, жиророзчинних вітамінів).

Біологічними радіопротекторами є також вуглеводи (особливо рослинні харчові волокна, полісахариди), мед, органічні кислоти, ферменти (що сприяють деградації метаболітів та процесам енергетичного біосинтезу), протеолітичні гідролази, гормони, вітаміни (особливо α-токоферол, ретинол, аскорбінова кислота), флавоноїди і флавоноли, катехіни, мікроелементи (Zn, Se, I, Mg, Cu) тощо (Ганич, 2011).

Одним із перспективних рослинних збагачувачів і радіопротекторів може бути жмих чорного кмину. Кмин (*Carum carvi* L.) – дворічна трав'яниста пряно-харчова та лікарська рослина. Плоди кмину містять 3–7% ефірної олії (основні її компоненти – карвон і лімонен),



14–22% жирної олії з високим вмістом петроселінової кислоти та дубильні речовини. З трави і насіння виділено флавоноїди кверцетин, кемпферол та ізорамнетин, а також ацетилові сполуки – поліїни (Сафонов, 2008).

Ненасичені жирні кислоти сприяють покращенню бар'єрної ролі печінки та основного обміну, є невід'ємним компонентом фосфоліпідів біологічних мембран як елементу антиоксидантної системи організму, виступаючи попередниками простагландинів, є синергістами деяких інших радіозахисних речовин (пектину, жиророзчинних вітамінів), посилюючи їх протекторну дію (Чекман, Липкан, 1993).

Флавоноїди, ізофлавоноїди і флавоноли належать до жовтих пігментів, гальмують активність гіалуронідази, зміцнюючи судинну стінку, сприяють зв'язуванню і виведенню з організму радіонуклідів і важких металів. Так, світло-жовтий пігмент кверцетин виявив комплексуючі властивості до свинцю, ртуті, урану, цирконію та ін. Міцні комплекси з ними утворюються завдяки наявності в молекулі кверцетину трьох центрів комплексоутворення (п'яти вільних оксигруп і карбонілу). Кверцетин інгібує вплив на синтез лейкотрієнів, коригуючи обмін арахідонової кислоти і діючи протизапально (Катикова і др., 2002).

В рослинній сировині флавоноїди представлені досить широко. Вони містяться в листі чаю (катехіни, флавоноли), шкірці цитрусових (флавонони, флавоноли), плодах шипшини (антоціани, флавоноли, флавоноли), плодах аронії чорноплідної (антоціани, флавоноли, флавоноли), квітках гречки, софори та інших рослин (флавоноли, флавоноли), листі подорожника, глоду, каштану, дуба (флавоноли, флавоноли), плодах чорниці, калини, суниці, малини, ірги, вишні, черемхи, смородини чорної, бузини чорної, винограду амурського, глоду, шовковиці чорної.

Висновки

Досліджена рослинна сировина володіє радіопротекторними властивостями. Введення зародків пшениці та жмиху чорного кмину до рецептур вафельних тортів збільшить їх біологічну цінність. Окремі складові даних добавок, завдяки радіопротекторній дії, підвищать лікувальні властивості готових виробів.

Література

1. ИЛЬИН, Л.А. – УШАКОВ, И.Б. – ВАСИН, М.В. 2012. *Радиационная медицина*, т. 57, № 3, сс. 26–31.
2. ВАСИН, М.В. 2008. *Медицинские аспекты радиационных аварий*. М.: РМАПО. 76 с.
3. *IGRP publication 60*. 1991. Radiation protection. Oxford, etc: Pergamon press. 201 p.
4. ГАНИЧ Т.М. 2011. *Радиация. Здоров'я. радіо протекція*. Ужгород: Говерла. 304 с.
5. ЗОЗУЛЯ, Ю.П. – ПОРОХНЯК-ГАНОВСЬКА, Л.А. – ОВСЯННИКОВА, Л.М. 2001. *Антиоксидантні властивості природних сполук в умовах впливу іонізуючого випромінювання*. Київ. сс. 85–92.
6. СИРОХМАН, І.В. – ЛЕБЕДИНЕЦЬ, В.Т. 2010. *Проблеми асортименту, якості і безпечності продуктів на вафельній основі: монографія*. Львів: Видавництво ЛКА. 316 с.
7. СОБОЛЕВА, Е.В. – ИВАНОВА, О.О. – АНДРЕЕВ, А.Н. 2006. Использование пшеничной клетчатки "Витацель" в производстве вафельных продуктов. *Проблемы пищевой инженерии*. С.-Петербург. гос. ун-т низкотемператур. и пищ. технол., сс. 47–52.
8. САФОНОВ, М.М. 2008. *Повний атлас лікарських рослин*. Тернопіль: Навчальна книга-Богдан. 384 с.
9. ЧЕКМАН, И.С. – ЛИПКАН, Г.Н. 1993. *Растительные лекарственные средства*. Киев: Колос. 384 с.
10. КАТИКОВА, О.Ю. – КОСТИН, Я.В. – ТИШКИН, В.С. 2002. Гепатопротекторное действие препаратов растительного происхождения. *Экспериментальная и клиническая фармакология*, № 1, сс. 41–43.
11. КРАСОВСКАЯ, Н.Г. – ШАТНЮК, Л.Н. – СМОЛЯНСКАЯ, Б.Л. и др. 1992. Мучные кондитерские изделия для алиментарной профилактики последствий аварии на ЧАЭС. *Эколого-гигиенические проблемы питания населения*. Киев. 45 с.



**FORMATIVE PROCESS OF OVER 30 GENERATIONS
OF *TRITICUM AESTIVUM* L. WINTER WHEAT AS CHERNOBYL
CATASTROPHE AFTEREFFECT**

Burdeynyuk-Tarasevich Larisa

Bila Tserkva Research and Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops
and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Science, Bila Tserkva, Ukraine

E-mail: burdenyuk@gmail.com

Bila Tserkva Breeding Station studied genetic changes of *Triticum aestivum* L. winter wheat that occurred as result of the catastrophe for 30 generations (1987–2016). Under Ac. Hrodzynsky supervision 4 varieties of self-seeded wheat in the areas adjacent to the nuclear power plant were collected in August of 1987. The plants suffered by chronic radiation exposure during all stages of organogenesis during two vegetation periods. The 239 samples collected in the Chernobyl exclusion zone were passed for further study to Bila Tserkva Breeding Station in 1988. Since then, the modified forms of plants were cultivated by pedigree method for 29 years (1989–2016). Hybridization and analysis were conducted by direct and back crossing of the created mutant forms with the original varieties. Researches of morphological, biological, physiological changes of the obtained mutants as well as the nature of their inheritance were conducted. The same mutant often exhibited multiple changes simultaneously due to both pleiotropic impact of the mutated gene and mutation of several genes. Due to unstable mutagenesis the collection encounters over 3 thousand lines. Studies have shown that different generations manifested the following mutations types: 1. Ear-splitting mutations on the basis of the presence of spines, variety of ear deformations; 2. Stem mutations: from tall stems to 25 cm dwarfs; 3. Physiological mutations of growth and development; system or genomic mutations with discoveries of *T. spelta* L., *T. compactum* Host. and *T. vavilovi* Tum. & Jakubz. Most mutants have no breeding value. However there were defined some mutants which are resistant to stressful conditions and resistant to diseases. Using them as a starting material for crossing with the best varieties, we have developed 6 new varieties that are listed in the State Register: Yasochka, Lybid, Romantyca, Tsarivna, Lisova Pisnya (national standard), Vidrada.

Keywords: Chernobyl, radio-mutants, unstable mutagenesis, systemic mutations, source material

**ФОРМОТВОРЧИЙ ПРОЦЕС У ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ
TRITICUM AESTIVUM L. ВПРОДОВЖ 30 ПОКОЛІНЬ ЯК РЕЗУЛЬТАТ
ПІСЛЯДІЇ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ**

Бурденюк-Тарасевич Лариса

Вступ

Мутації є постійним джерелом різноманіття в процесі еволюції і виникли одночасно з зародженням життя. Причиною виникнення спонтанних мутацій є зміни під впливом безпосередньо продуктів метаболізму, або в результаті різного природного опромінення.



Ще М.І. Вавілов писав, що без мутацій тяжко пояснити різноманітність вихідних форм. Але спонтанні мутації в природі трапляються рідко. Значним відкриттям у генетиці стало штучне одержання мутацій під впливом іонізуючої радіації. Генетичний ефект радіації в основному пов'язаний з прямою дією енергії квантів, які проникають в клітину і взаємодіють з атомами і молекулами. Така фізична взаємодія викликає зміну біохімічних, а потім і біологічних властивостей клітини. Під впливом радіації можуть обмінюватися фрагментами хромосоми різних геномів, створюючи нові комплекси ознак. Радіація може також збільшувати процент кросінговеру в мейозі, порушувати зчеплення ознак. Першим вплив рентген опромінення на спадкову мінливість озимої пшениці почав вивчати ще в 1927 році на Харківській селекційній станції Л.Н. Делоне. У цьому ж напрямку в 30-і роки ХХ сторіччя працювали А.А. Сапегін і В.І. Дідусь. Вони одержали на багатьох сортах твердої і м'якої пшениці широкий спектр спадкових змін морфологічних і біологічних ознак і довели доцільність застосування методу індукованого мутагенезу для створення цінних форм пшениці. Тому, коли трапилася аварія на ЧАЕС, перед вченими виникло кілька питань:

1. який вплив здійснить радіаційне опромінення на біоценоз вражених радіацією територій (Гродзинський та ін., 1991);
2. якщо виникнуть мутації, то який характер матиме їх успадковування та як довго буде продовжуватися дія радіаційного опромінення;
3. чи утворяться корисні мутації як вихідний матеріал для селекції.

Матеріали і методи дослідження

Акад. Д.М. Гродзинським, проф. П.К. Шкварніковим, В.Ф. Батигіним, доцентом О.Д. Коломієць в серпні 1987 р. на прилеглих до атомної станції полях були зібрані рослини пшениці сортів: Білоцерківська 47, Миронівська 808, Поліська 70, Киянка, які на всіх етапах органогенезу впродовж двох вегетаційних періодів – 1985–1986 і 1986–1987 рр. – знаходились під дією хронічного опромінення. Дози визначались комбінацією зовнішнього гама- опромінення і внутрішнього – бета і альфа частинами, які проникали в середину рослин з їх поверхні і локалізувались в основному в ядрах і ДНК (Вікторова та ін., 1989). В 1988 р. 239 зібраних зразків у вигляді окремих колосів були передані для наступного вивчення на Білоцерківську ДСС. З тих пір щорічно (1989–2016) методом педігрі пересіваються змінені форми, а також проводиться гібридологічний аналіз шляхом прямих і зворотних схрещувань утворених мутантних форм з вихідними сортами. Вивчаються морфологічні, біологічні, фізіологічні ознаки одержаних мутантів та характер їх успадкування. Стабільні форми висіваються в сортовипробуванні та досліджуються їх господарсько-цінні ознаки.

Результати та їх обговорення

Сорти пшениці, які вивчалися, до опромінення характеризувалися стабільністю і були гомозиготними за основними морфологічними ознаками. Але уже в фенотипі МЗ серед 239 опромінених зразків, близько 30% родин мали морфологічні зміни. Потомства рослин, які в перших поколіннях нічим не відрізнялись від вихідних форм, в наступних, включно до М₂₉, постійно вищеплювали змінені форми. Нашими дослідженнями (Гродзинський та ін., 1999) виявлено наступні типи мутацій:

1. Мутації колоса (рис. 1): остистий колос в безостому сорті і навпаки; спельтоїдний; скверхедний; гіллястий; з усиченою верхівкою; з 2–3 колосками на виступі колоскового стрижня; "ажурний" колос (без колосового стрижня); з асиметричними і недорозвиненими остями; однорядний колос та ін.



Рисунок 1 Морфологічні мутації

а) «ажурний колос», без колосового стрижня; б) «ажурна» верхівка колоса; в) деформований колос; д) скверхедний колос остистий

Figure 1 Morphological mutations

a) "transparent" ear without ear stem; b) the ear with "transparent" top; c) the deformed ear; d) awned square head

2. Мутації стебла: високорослі, напівкарлики, карлики – 45–60 см та суперкарлики – до 25 см; 2 колоса на одному стеблі, покручені міжвузля, утворення колоса – рудимента в пазусі прапорцевого листа.
3. Фізіологічні мутації росту і розвитку з порушенням гормональної системи, з стерильними квітками в колосі, ранньостиглі і пізньостиглі, рослини з восковим нальотом і яскраво зелені без нальоту.
4. Мутації стійкості до стресу і з підвищеною зимостійкістю, посухостійкістю та резистентні до хвороб – корневих гнилей, бурої іржі.
5. Системні мутації, тобто такі, що мають ознаки інших видів (Бурденюк-Тарасевич, 2006): *T. spelta* (L), *T. compactum* (Host) і *T. vavilovi* (Tum. & Jakubz). Всі вони, бувають як остистими, так і безостими (рис. 2).

Створена колекція мутантів налічує наразі понад три тисячі номерів. Таке різноманіття є результатом утворення нестабільних мутантів, спектр яких збільшується при пересіві в пізніх поколіннях. При опроміненні в ДНК виникає стан збудження з утворенням вільних радикалів, які можуть тривалий час не проявлятися у фенотипі, але зберігаються в окремих частинах молекули ДНК і згодом в наступних поколіннях викликають хімічну реакцію, що приводить до утворення нових мутацій в генотипі. Крім цього, для фенотипового прояву рецесивних мутацій вони повинні бути в гомозиготному стані, кількість їх збільшується в старших поколіннях. Частими є також прояви домінантної дії мутації. Кожний сорт має свої характерні особливості. Так, *T. spelta* виявлена нами в M_4 мутанта БЦ 47 скв. і в M_5 Миронівської



808. В потомствах усіх досліджуваних генотипів в різних поколіннях були виявлені мутанти, які повністю відповідають за морфологією колоса і габітусом рослини *T. compactum*: у сорта Киянка – в M_3 , у сортів Миронівська 808 і Поліська 70 – в M_4 .

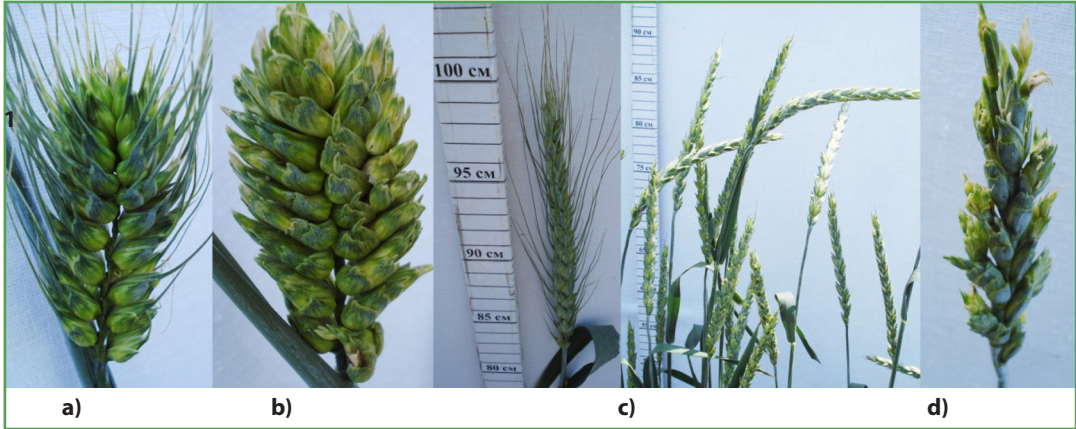


Рисунок 2 Системні мутації

a) *T. compactum* Host., остиста форма; b) *T. compactum* Host., безоста форма; c) *T. spelta* L., остиста форма; d) *T. spelta* L., безоста форма; e) *T. vavilovi* Tum. & Jakubz. з укороченим колосом

Figure 2

System mutations

a) awned *T. compactum* Host.; b) awnless *T. compactum* Host.; c) awned *T. spelta* L.; d) awnless *T. spelta* L.; e) *T. vavilovi* Tum. & Jakubz. with short ear

Для з'ясування характеру успадковування ознаки спельтоїдності проведено низку реципроктних і аналізуючих схрещувань, у яких одним із партнерів була *T. spelta*, що утворилася в M_4 мутанта БЦ 47 скв., а другим – вихідний сорт Білоцерківська 47. В F_1 повністю домінувала спельтоїдність, а в F_2 одержано 138 рослин *T. spelta* і 37 – в різній мірі виражені скверхеда рослин, яких не було серед батьківських форм.

При одноразовому беккросі – БЦ47 вихідний / спельта остиста // спельта остиста – одержали широку гаму мутантів: спельта остиста і безоста, компактоїд безостий, яскраво виражений скверхед остистий і рослини з усіма ознаками *T. vavilovi* – гіллястим колосом за рахунок довгих квіткових стебел. Очевидно, такий широкий формотворчий процес можна пояснити тим, що під впливом сильного опромінення змінюється зразу кілька ознак : можливе проявлення плейотропної дії мутантного гена, або розрив зчепленого гена, що при звичайному кросинговері не відбувається.

Поряд з виникненням генетично нестабільних мутантів, частота і спектр яких зростає включно до M_{30} , частина з них, з домінантним типом успадковування, через певну кількість поколінь, перейшла в гомозиготний стан. Більшість мутантів – це потвори, які не мають селекційної цінності. В той же час відібрано стабільні за морфологічними ознаками мутанти, стійкі до стресових умов довкілля. Використавши їх як вихідний матеріал для схрещування з кращими сортами, нами одержано 6 занесених до державного реєстру сортів: Ясочка, Либідь, Романтика, Царівна, Лісова пісня (нац. стандарт), Відрода. Всі сорти адаптовані до несприятливих погодних умов різних зон України, мають підвищену резистентність до найбільш шкочинних для пшениці хвороб, відмінні і добрі хлібопекарські якості, з потенційною врожайністю 8,0–10,0 т/га. Вивчення колекції триває, кращі зразки за господарсько цінними ознаками щорічно вводяться в селекційну програму.



Висновки

Проведені 30-річні дослідження наслідків трагедії на ЧАЕС дають підстави впевнитися в тому, наскільки величезним і тривалим був вплив опромінення на живі організми протягом перших 2-х років після аварії. Завдяки короткому періоду онтогенезу пшениці та великому коефіцієнту її розмноження можна зробити прогноз оцінки ризиків хронічного опромінювання для всіх організмів екосистеми зони відчуження, адже закони успадковування для всіх вищих організмів дуже схожі. Але, якщо 30 поколінь пшениця "пройшла" за 30 років, то для людського організму це відповідає приблизно 600 рокам, протягом яких можна чекати негативних змін від опромінення.

Подякування

Подяка академіку Дмитру Михайловичу Гродзинському за наданий мені 28 років тому матеріал для досліджень. Ця мужня людина в умовах тоталітарної держави був практично єдиним вченим, який не побоявся в перші дні аварії публічно заявити про справжні масштаби трагедії і можливі її віддалені наслідки. Його передбачення, на жаль, здійснюються.

Література

1. БУРДЕНЮК-ТАРАСЕВИЧ, Л.А. 2006. Утворення системних мутацій озимої пшениці як наслідок радіоактивного опромінення рослин *Triticum aestivum* L. в зоні відчуження Чорнобильської АЕ. *Фактори експериментальної еволюції організмів: Укр.тов. генетиків і селекціонерів імені М.І. Вавилова*. Київ. Логос, Т.3, сс. 339–344.
2. ВІКТОРОВА, Н. – ГРОДЗИНСЬКИЙ, Д. 1989. *Радіаційні аспекти Чорнобильської аварії*. Ч. 2., сс. 54–60.
3. ГРОДЗИНСЬКИЙ, Д.М. – Коломиец, К.Д. – Кутлахмедов, Ю.А. и др. 1991. Антропогенная радионуклидная аномалия и растения. Киев «Лыбидь». 157 с.
4. ГРОДЗИНСЬКИЙ, Д.М. – КОЛОМІЄЦЬ, К.Д. – БУРДЕНЮК, Л.А. 1999. Колекція чорнобильських мутантів озимої пшениці. Чорнобиль, Київ, Біла Церква. 29 с.



ACCUMULATIVE HEAVY METALS IN INTERNAL ORGANS OF PIGS WITH INCLUSION OF SORBENTS IN CONDITIONS OF THE LONG DURATION OF THEIR RECEIPT

Burlaka Viktor, Lavrenyuk Oksana

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

E-mail: oksana_lavren@ukr.net

At this paper, the content of heavy metals (lead, cadmium, arsenic) in feeds for young pigs at growing and fattening stages were studied. Also, the cumulative characteristics of heavy metals in low-income food shortage and ways of their elimination from the tissues and products of pigs in growing and fattening were studied. Such as grass feed meat and bone meal, sunflower meal, peas and yeast are hazardous to the health of animals due to content of heavy metals selected. We used kaolin mixture and Alonso in pigs feeding, which reduced the lead content in the examined internal organs and tissues of pigs at 50–69% compared with control. The rearing of pigs sorbents without additives to the feed ration causes a significant accumulation of cadmium in tissues of liver, kidney and bone, which is more than the SCI, and therefore reduces the sanitary safety of pork products.

Keywords: young pigs, heavy metals, kaolin, saponite, lead, cadmium, arsenic, muscle tissue, kidneys, liver

КУМУЛЯТИВНІСТЬ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВНУТРІШНІ ОРГАНИ СВИНЕЙ ПРИ ВКЛЮЧЕННІ СОРБЕНТІВ, ЗА УМОВ ДОВГО ТРИВАЛОСТІ ЇХ НАДХОДЖЕННЯ

Бурлака Віктор, Лавринюк Оксана

Вступ

Результати досліджень вчених в останній період, об'єктивно свідчать, що протягом багатьох років виробництво екологічно чистих продуктів тваринництва було першочерговим завданням як для науки, так і практики. Важкі метали (ВМ) мають властивість накопичуватися у ґрунті та воді, через ґрунт, воду і повітря поступають у рослини, в тому числі кормові культури.

Особливого значення такі дослідження набувають у зв'язку з тим, що корми, які вирощують на забруднених територіях і використовують у раціонах свиней, є початковою ланкою харчового ланцюгу у системі ґрунт – вода – корми – організм тварини – організм людини.

Актуальним є і вивчення проблеми кумулятивності важких металів в організмі тварин, у тому числі свиней. Не менш гострим питанням є використання природних і синтетичних препаратів із метою зменшення ризиків транслокації і кумуляції важких металів в організмі тварин та продуктах їх життєдіяльності.



Метою науково-виробничих досліджень було обґрунтування застосування природних сорбентів (каолін, алуніт та їх суміш) молодняку свиней для виведення важких металів з їх організму, підвищенню продуктивності та одержання безпечної продукції.

Для досягнення поставленої мети вирішували завдання:

- ▶ встановити вміст важких металів (свинець, кадмій, миш'як) у кормах для свиней;
- ▶ вивчити вплив важких металів у низьких дозах на обмін речовин у свиней, морфологічні показники;
- ▶ визначити ефективні дози використання природних сорбентів (каоліну, алуніту та їх суміші) у кормах для свиней з метою зниження інтенсивності накопичення важких металів у внутрішніх органах тварин.

Матеріали і методи дослідження

В досліді визначали вміст важких металів (свинцю, кадмію, миш'яку) у кормах для молодняку свиней на вирощуванні та відгодівлі. А також вивчали кумулятивні особливості важких металів за умов низького надходження з кормами та способи елімінації їх з тканин та продукції свиней на вирощуванні та відгодівлі. Для цього було сформовано методом груп-аналогів 4 групи молодняку свиней після відлучення по 15 голів у кожній: контрольну та 3 дослідні, яким згодовували природні сорбенти в складі комбікорму, згідно схеми наведеної в таблиці 1.

Таблиця 1 Схема досліді

Table 1 Scheme of an experiment

Група	Період	
	зрівняльний (12 діб)	основний (150 діб)
Молодняк на відгодівлі, 120 днів		
1-а дослідна	ОР	ОР + 5,5% каоліну
2-а дослідна	ОР	ОР + 5,5% алуніту
3-я дослідна	ОР	ОР + (3,0% алуніту + 3% каоліну)
4-а контрольна	ОР	ОР

Оскільки значне накопичення у кормових культурах важких металів, особливо кадмію, свинцю, миш'яку значно знижує їх санітарну безпеку, викликає накопичення в організмі тварин цих токсикантів, що здатні гальмувати ферментативні процеси у тканинах, а отже знижувати ефективність засвоєння поживних речовин кормів, інтенсивність росту і розвитку, що в кінцевому результаті веде до погіршення клінічного стану і виникненню захворювань тварин, а також зниження санітарної безпеки продукції тваринництва (Бабенко, 2000).

Результати та їх обговорення

Аналіз основних кормів, що використовуються в годівлі свиноматок і молодняку на вирощуванні та відгодівлі, показав наявність свинцю, кадмію та миш'яку в усіх кормах.

Слід відмітити, що вміст кадмію у комбікормі, буряках кормових, сколотинах сухих, борошні трав'яному, зерні пшениці, ячменю, вівса, висівках пшеничних, кукурудзі, м'ясо-кістковому борошні та дріжджах кормових не перевищував МДР, однак в горосі він досягав цієї величини, а в шроті соняшниковому – перевищував МДР більш, ніж у 2 рази. Останнє пояснюється особливістю хімічного складу цих кормів, а саме наявністю високої концентрації протеїну, який здатний значною мірою зв'язувати і затримувати важкі метали у рослинах.



Найбільшу кількість свинцю виявлено в дріжджах кормових, вона перевищувала МДР у 3 рази, у трав'яному борошні рівень цього токсиканта наближався до МДР, а в комбікормі, буряках кормових, сухих сколотинах, зерні пшениці, ячменю, вівса, висівках пшеничних, кукурудзі, м'ясо-кістковому борошні його вміст не перевищував нормативну величину. Концентрація ртуті найвищою виявилася у кукурудзі та горосі, але при цьому в жодному з перерахованих вище кормів перевищення МДР за цим металом не було виявлено.

Найвища кількість миш'яку була у трав'яному та м'ясо-кістковому борошні, де вона перевищувала МДР у 2 рази. У інших кормах, в тому числі бобових і злакових зернових та соковитих рівень миш'яку був у межах допустимих нормативів. Найменший вміст токсичних металів виявився у зерні пшениці, ячменю, вівсі та пшеничних висівках.

Не зважаючи на те, що у більшості кормів, що складають основу раціону свиней, міститься низька концентрація свинцю, миш'яку, кадмію, однак їх синергічна дія може викликати кумуляцію у тканинах та продукції, а отже погіршення як клінічного стану тварин, так і безпеки одержаної від них продукції.

Важкі метали надходять до організму свиней протягом всього періоду життя в основному за рахунок кормів. Не зважаючи на те, що вміст важких металів у кормах незначний, що не викликає суттєвого порушення клінічного стану тварин, однак володіючи здатністю до кумуляції вони можуть накопичуватися у тканинах та життєво важливих органах, викликаючи порушення як їх функціонального стану, так і структури (Бурлака та ін., 2004).

Як видно з одержаних даних, з кормами до організму молодняку свиней на вирощуванні та відгодівлі надходила значна кількість важких металів (табл. 2).

Таблиця 2 Надходження важких металів в організм молодняку свиней (мг/голову), $n = 3$
Table 2 Receipt of heavy metals in the body of young pigs (mg/head), $n = 3$

Групи	Кількість важких металів				
	на вирощуванні		на відгодівлі		за 120 діб
	за 1 добу	за 30 діб	за 1 добу	за 90 діб	
Свинець					
1-а дослідна	1,934±0,16	58,02±2,3	1,902±0,24	171,18±11,3	229,2±18,1
2-а дослідна	1,934±0,21	58,02±2,7	1,902±0,31	171,18±9,9	229,2±14,8
3-дослідна	1,934±0,29	58,02±2,8	1,902±0,19	171,18±10,8	229,2±15,6
4-контрольна	1,934±0,24	58,02±2,2	1,902±0,36	171,18±9,7	229,2±17,0
Кадмій					
1-а дослідна	0,568±0,028	17,04±2,2	0,701±0,021	63,09±4,3	80,13±7,4
2-а дослідна	0,568 ±0,019	17,04±1,4	0,701±0,034	63,09±3,8	80,13 ±6,2
3-дослідна	0,568±0,018	17,04 ±1,7	0,701±0,019	63,09±2,6	80,13 ±3,9
4-контрольна	0,568 ±0,013	17,04 ±2,4	0,701±0,039	63,09±4,9	80,13 ±7,7
Миш'як					
1-а дослідна	0,615±0,031	18,45±1,9	0,072±0,008	6,48±0,22	24,93±0,99
2-а дослідна	0,615 ±0,028	18,45 ±1,7	0,072±0,001	6,48±0,24	24,93 ±1,36
3-дослідна	0,615 ±0,021	18,45 ±1,2	0,072±0,003	6,48±0,19	24,93 ±1,29
4-контрольна	0,615 ±0,034	18,45 ±2,1	0,072±0,009	6,48±0,31	24,93±2,21



Причому надходження важких металів з кормами до організму свиней відбувалося протягом всього періоду їх вирощування і відгодівлі. До цього слід також додати кількість важких металів, яка надходила до організму свиней в період внутрішньоутробного розвитку.

За весь період вирощування та відгодівлі поросят (120 діб) із кормами до їх організму надійшло: свинцю – 228,2 мг, кадмію – 80,12 мг та миш'яку – 24,90 мг.

При цьому слід також врахувати, що постійне надходження незначних доз свинцю, кадмію, миш'яку в комплексі до організму свиней може проявляти значно сильніший токсичний ефект, ніж надходження до організму одного токсиканта.

При заборі контрольної партії свиней, яким згодовували каолін, алуніт або їх суміші було встановлено, що у внутрішніх органах тварин не було виявлено патологічних змін, а також відхилень в їх формі та кольорі. Печінка тварин була природного кольору, пружна, без стороннього запаху, капсула не напружена. Нирки були з характерною хвилястістю часток, типового кольору з чітко помітною лінією поділу сірої та білої речовини. Селезінка – з характерною зернистістю на зрізі, помірної щільності та специфічного кольору. Легені – без уражень та проявів запалення. Отримані дані свідчать про відсутність патологічних змін у життєво важливих органах свиней при згодовуванні каоліну, алуніту та їх суміші з метою виведення з організму важких металів.

Вміст важких металів у м'ясі – один з найважливіших санітарних показників його безпеки в умовах забруднення кормів важкими металами.

В результаті досліджень встановлено, що рівень важких металів у тканинах свиней суттєво знижувався при застосуванні в їх годівлі каоліну, алуніту та їх суміші (табл. 3).

Так, застосування каолінового борошна для виведення важких металів з організму свиней першої дослідної групи сприяло зменшенню вмісту свинцю в печінці на 37,5%, нирках – на 94,0%, м'ясі – на 39,5%, крові – на 53,4% та кістках – на 25,6% порівняно з контролем.

Використання в годівлі свиней алуніту забезпечувало зниження рівня свинцю в печінці, нирках, м'ясі, крові та кістках тварин на 69–77% порівняно з контролем.

Згодовування каоліну свиням першої дослідної групи сприяло зниженню вмісту свинцю у тканинах печінки на 58,3%, нирок – на 45,0%, м'ясі – на 64,5%, крові – на 36,7% порівняно з контролем, однак у нирках тварин вміст цього елемента залишався на рівні, що перевищував його допустиму концентрацію майже в 1,6 рази.

Застосування в годівлі свиней алунітового борошна з метою детоксикації важких металів дало можливість знизити рівень свинцю в усіх тканинах на 60–72%, і лише в кістках його вміст знижувався на 30% порівняно з контролем. Згодовування молодняку свиней алунітового борошна також не дало можливості знизити рівень свинцю у нирках до межі МДР.

Використання суміші каоліну та алуніту в годівлі сприяло зниженню вмісту свинцю у всіх вище названих органах і тканинах свиней на 50–69% порівняно з контролем.

Таким чином, застосування алуніту в годівлі молодняку свиней на відгодівлі проявляє найвищий ефект у виведенні свинцю, каолінове борошно та суміш каоліну і алуніту володіють хоча й нижчою сорбційною здатністю цього елемента, однак дозволяють одержувати безпечну продукцію свинарства за вмістом свинцю, за виключенням нирок.

Вирощування молодняку свиней без сорбентів (контрольна група) з використанням кормів, що містять низькі дози важких металів, у тому числі свинцю, не забезпечує виробництво санітарно безпечної продукції, оскільки вміст цього токсиканта в печінці, нирках, м'ясі, крові і навіть кістках тварин в усіх випадках перевищував МДР.

Кадмій накопичується у свиней переважно у печінці та нирках і має біологічний період напіврозпаду 10 років. Він потрапляє у тканини організму свиней переважно з кормами.

Як видно з одержаних даних, згодовування свиням першої дослідної групи каоліну знижувало вміст кадмію в печінці на 34%, нирках – на 22,3%, м'ясі – на 53,5%, тоді як у крові та кістках його вміст не змінювався порівняно з контролем. При цьому використання каоліну не



забезпечило зниження рівня кадмію в нирках свиней до МДР, а в печінці дозволило зменшити його концентрацію до верхньої межі МДР.

Таблиця 3 Вміст важких металів в органах і тканинах свиней (вік 8,5 місяця) (мг/кг сухої речовини), $n = 3$
Table 3 Content of heavy metals in organs and tissues of pigs (age 8.5 months) (mg/kg of dry matter), $n = 3$

Органи і тканини	ГДК	Групи			
		дослідна			4-а контрольна
		1-а	2-а	3-я	
Свинець					
Печінка	0,6	0,58±0,03*	0,39±0,01*	0,69±0,05*	1,39±0,04
Нирки	1,0	1,59±0,06*	1,19±0,05*	1,28±0,07*	2,91±0,05
М'ясо	0,5	0,46±0,07*	0,32±0,02*	0,44±0,04*	1,46±0,06
Кров	0,3	0,31±0,009*	0,19±0,008*	0,25±0,004*	0,49±0,006
Кістки	0,5	0,44±0,01	0,40±0,04*	0,39±0,01*	0,63±0,07
Кадмій					
Печінка	0,3	0,31±0,02*	0,19±0,009*	0,23±0,01*	0,47±0,008
Нирки	0,3	0,80±0,04*	0,41±0,05*	0,64±0,03*	1,03±0,002
М'ясо	0,05	0,02±0,009*	0,014±0,001*	0,019±0,004*	0,043±0,005
Кров	0,03	0,009±0,001	0,005±0,008	0,006±0,007	0,017±0,009
Кістки	0,50	0,64±0,03	0,39±0,06*	0,44±0,04	0,84±0,06
Миш'як					
Печінка	1,0	0,017±0,004*	0,01±0,003*	0,013±0,005*	0,03±0,002
Нирки	1,0	0,019±0,003*	0,014±0,001*	0,016±0,004*	0,03±0,001
М'ясо	0,1	0,021±0,004*	0,017±0,002*	0,018±0,002*	0,04±0,004
Кров	0,05	0,017±0,006	0,011±0,004	0,014±0,007	0,025±0,008
Кістки	1,0	0,02±0,001*	0,01±0,003*	0,01±0,002*	0,03±0,004

Примітка: * $p \leq 0,05$ порівняно з контролем

Згодовування алуніту молодняку свиней на відгодівлі сприяло зниженню вмісту кадмію в печінці на 59,6%, нирках – на 60,2%, м'ясі – на 67,4% і кістках – на 53,6% порівняно з контролем. Це дозволило знизити рівень кадмію у печінці, м'ясі та кістках до меж МДР на відміну від нирок, де його значення перевищувало допустиму межу.

Застосування суміші каоліну та алуніту в годівлі молодняку свиней третьою дослідною групою також ефективно зменшувало вміст кадмію у тканинах внутрішніх органів, за виключенням нирок та кісток, де його концентрація перевищувала МДР.

Вирощування молодняку свиней без добавок сорбентів до кормів раціону (контрольна група) викликає значне накопичення кадмію у тканині печінки, нирок та кісток, що перевищує МДР, а отже знижує санітарну безпеку продукції свинарства.

Таким чином, для поліпшення санітарної безпеки продукції свинарства за рівнем кадмію необхідно використовувати сорбенти природного походження, а саме алуніт, каолін або їх суміш у годівлі молодняку свиней на відгодівлі.



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

Встановлено зниження вмісту миш'яку в печінці, нирках, м'ясі, свиней при використанні алуніту, каоліну та їх суміші. При цьому у внутрішніх органах тварин концентрація цього елемента була у межах МДР.

У таблиці 4 наведені розрахунки коефіцієнтів переходу і концентрації важких металів з раціону годівлі свиней у м'язову тканину та основні внутрішні органи (нирки, печінку) тварин.

Встановлено, що найвищий коефіцієнт переходу важких металів в організм свиней був у тварин контрольної групи.

У тварин, що отримували додатково каолін, алуніт та їх суміш коефіцієнти переходу були значно нижчими. Зокрема, в організмі свиней на відгодівлі у кінці досліджу, які отримували каолінове борошно, ці коефіцієнти були меншими по свинцю на 4,2%, кадмію – в 4,9 рази і миш'яку – на 14,3% порівняно з контролем.

У свою чергу, введення алунітового борошна свиням другої дослідної групи дозволило знизити накопичення в організмі кадмію – в 5,8 рази порівняно з контролем.

Таблиця 4 Коефіцієнт концентрації важких металів у м'язовій тканині і внутрішніх органах свиней (%), $n = 3$

Table 4 Concentration coefficient of heavy metals in muscle tissue and internal organs of pigs (%), $n = 3$

Елемент	Група			
	дослідна			4-а контрольна
	1-а	2-а	3-я	
М'язова тканина				
Свинець	0,154±0,011*	0,107±0,009*	0,148±0,010*	0,491±0,013
Кадмій	0,020±0,001*	0,014±0,008*	0,019±0,001*	0,440±0,021
Миш'як	0,101±0,020*	0,082±0,003*	0,087±0,003*	0,193±0,017
Нирки				
Свинець	0,534±0,090*	0,399±0,060*	0,430±0,013*	0,978±0,029
Кадмій	0,817±0,140*	0,419±0,090*	0,654±0,019*	1,052±0,062
Миш'як	0,092±0,008	0,068±0,004	0,077±0,009	0,145±0,041
Печінка				
Свинець	0,195±0,090*	0,131±0,010*	0,232±0,024*	0,467±0,039
Кадмій	0,317±0,030	0,194±0,020*	0,235±0,040	0,480±0,070
Миш'як	0,082±0,080	0,048±0,004	0,063±0,009	0,145±0,017

Примітка: * $p \leq 0,05$ порівняно з контролем

Згодовування суміші алунітового і каолінового борошна молодняку свиней третьої дослідної групи дозволило зменшити накопичення в організмі свинцю на 79%, кадмію – у 5,7 рази та миш'яку – на 43% порівняно з аналогічними показниками у тварин контрольної групи.

Застосування мінераломістких добавок сприяє зменшенню переходу важких металів у внутрішні органи (нирки, печінку), а також у м'язову тканину, що значно поліпшує санітарну якість та безпеку продукції свиначства.



Як свідчать дані таблиці 4, найвищий коефіцієнт переходу важких металів відмічено у нирках й печінці свиней. Коефіцієнт переходу свинцю в нирках був у межах 0,399–0,534 у групах, де тваринам додатково згодовували сорбенти, а у свиней контрольної групи цей показник становив 0,978.

Дослідженнями підтверджено також зменшення переходу кадмію та миш'яку в м'язову тканину, печінку і нирки, що є свідченням позитивного впливу алюмосилікатів, як сорбентів важких металів на організм свиней.

Висновки

Трав'яне і м'ясо-кісткове борошно, шрот соняшниковий, горох і дріжджі кормові є небезпечними для здоров'я тварин за вмістом окремих важких металів. Як показали результати досліджень, найбільш ефективним сорбентом важких металів у тканинах організму тварин є алуніт, що пов'язано з його комплексною дією в кишечнику тварин. Алуніт володіє не лише сорбційною здатністю щодо більшості важких металів, але й іонообмінними властивостями за рахунок підвищення надходження до організму кальцію, фосфору, кобальту та інших макро- та мікроелементів. Це дозволяє поліпшити фізіологічний стан тварин, нормалізувати процеси детоксикації та виведення важких металів з організму, і, таким чином, забезпечити високу санітарну якість і безпеку продукції.

Література

1. БАБЕНКО, Г.А. 2000. О влиянии микроэлементов на обмен веществ и радиоактивность организма. *Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине*. М.: Наука, сс. 61–75.
2. БУРЛАКА, В.А. та ін. 2004. *Годівля сільськогосподарських тварин. Навчальний посібник / Вид. Житомирського державного університету*, сс. 140–160.
3. БУРЛАКА, В.А. та ін. 2007. Детергенти в раціонах молодняку як поліпшувачі екологічних показників продукції свинарства. *Науково-методичні рекомендації до впровадження у виробництво*. Житомир: Вид-во ДВНЗ «ДАЕУ», 55 с.
4. ХМЕЛЬНИЦКИЙ, А.Г. и др. 1992. Методика и техника лабораторных работ для студентов, лаборантов и аспирантов зооветеринарных институтов. *Учебное пособие*. К.: НАУ. 186 с.



INFLUENCE OF ZEOLITE POWDER AS FEED ADDITIVE ON PRODUCTIVE QUALITIES OF BULL FATTENING AT LOW-DOSE RADIATION LOAD

Butsiak Vasil, Butsiak Anna, Muzyka Lyubov

Lviv National Academy of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhytskyj, Lviv, Ukraine

E-mail: v.butস্যak@gmail.com

The article summarizes data on regularities of soils adsorption of radionuclides and their migration by trophic chains in the remote period after the accident on Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP). The density of the adsorption of radionuclides increases at the soils transition from light to heavy granulometric soil state, especially on peat-bog soils where the content of cesium-137 varies in the range of 1700.0 to 6100.0 Bq / kg. The maximum specific activity of cesium-137 in the beef has reached values of 711.0 Bq/kg, which is in 3.5 times higher than permitted levels of ДР-2006. It is established that the use of enterosorbent-zeolite powder as feed additive at a dose of 0.3 g per 1 kg of body weight improves the productivity of bull fattening and the obtainment of environmentally friendly beef towards content of cesium-137.

Keywords: trophic chain, bull fattening, zeolite powder

ВПЛИВ ЦЕОЛІТОВОГО БОРОШНА ЯК КОРМОВОЇ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ БУГАЙЦІВ НА ВІДГОДІВЛІ ЗА НИЗЬКОДОЗОВОГО РАДІАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Буцяк Василь, Буцяк Анна, Музика Любов

Вступ

Екологічна ситуація, що склалася на території України, призводить до деградації довкілля: внаслідок аварії на ЧАЕС, через неконтрольовані викиди промислових підприємств, автотранспорту, надмірного використання мінеральних добрив та засобів захисту рослин, створюючи зростаючу загрозу здоров'ю тварин та людей.

Аварія на ЧАЕС призвела до забруднення більш як 42 тисяч км² території України, з яких на долю сільськогосподарських угідь припало 8,4 млн. га земель, щільність забруднення радіонуклідами ¹³⁷Cs якої перевищує 3,7 кБк/м² (перевищення цього рівня за законодавством України відносить території до категорії забруднених). Радіоактивне забруднення сільськогосподарських угідь обумовило масштабну проблему, пов'язану із виробництвом на цих територіях сільськогосподарської продукції, яка б відповідала діючим гігієнічним нормативам вмісту в ній радіонуклідів (Амджадін та ін., 2006).

Сучасний віддалений післяаварійний період характеризується радіоактивним забрудненням фітомаси довгоіснуючими радіонуклідами за рахунок кореневого надходження – основного дозоутворюючого радіонукліду ¹³⁷Cs. Забруднення цим радіонуклідом може тривати десятки і сотні років. За даними досліджень, зниження щільності забруднення ґрунтів зони Полісся радіонуклідами у післяаварійний період складає



1,5–2,2 рази. Так, у районах Житомирщини площі сільськогосподарських угідь із щільністю забруднення цезієм-137 < 37кБк/м² та від 37,0 до 185,0 кБк/м² збільшились, тоді як площі із щільністю забруднення від 185,0 до 555,0 і більше 555,0 кБк/м² зменшилось відповідно на 59 і 14,1% та 16,0 і 4,1% (Буцяк і Клименко, 2013). Незважаючи на зменшення щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами, мають місце випадки, коли населення вирощує сільськогосподарську продукцію з перевищенням вмісту в ній цезію-137 понад ДР-2006. За цих умов харчовий фактор продовжує залишатися домінуючим у формуванні внутрішнього опромінення місцевих жителів у критичних населених пунктах та формування у них середньорічної ефективної дози опромінення понад 1 мЗв на рік.

Головним критерієм оцінки радіаційного стану агроєкосистем на сьогодні є радіоактивне забруднення ґрунту і сільськогосподарської продукції, який обумовлений міграцією радіонуклідів трофічними ланцюгами, початковою ланкою яких є ґрунт. Інтенсивність біогенної міграції радіонуклідів у ланці трофічного ланцюга «ґрунт-рослина» обумовлює їх подальше надходження в сільськогосподарську продукцію і далі в організм людини (Гудков, 2014).

Важлива роль у зменшенні надходження радіонуклідів в організм сільськогосподарських тварин та у підвищенні їхньої стійкості до йонізуючих випромінювань належить ентеросорбентам. Природні адсорбенти, зокрема цеоліти, є ефективним засобом зниження вмісту радіонуклідів та інших ксенобіотиків у продукції тваринництва. Особливо це стосується регіонів Полісся, яке постійно знаходиться під дією низькодозового радіаційного навантаження.

В умовах низькодозового радіаційного навантаження довкілля, низькою виробничою і побутовою культурою, за недостатності програм захисту природи та населення від дії цього фактору, а також при мізерному фінансуванні, підвищену увагу до даної проблеми слід вважати цілком обґрунтованою і актуальною. Мета досліджень полягала в оцінюванні рівнів забруднення ґрунтів, кормових культур і продукції тваринництва радіонуклідами та запропонувати заходи щодо попередження міграції радіонуклідів окремими ланками трофічного ланцюгу.

Матеріали і методи дослідження

Експериментальні дослідження проводилося у СПП "Україна" Дубровицького району Рівненської області (зона зі низькодозовим радіаційним навантаженням). Для дослідів було підібрано бугайців чорно-рябої породи та сформовано дві групи за принципом пар-аналогів: контрольна і дослідна. Дослід тривав 90 днів. Раціони були однакові за набором кормів і вмістом поживних речовин, що відповідали нормам живлення. Дослідній групі, додатково до основного раціону, згодовували цеолітове борошно у дозі 0,3 г на 1 кг маси тіла.

У дослідженнях було використано дані радіологічних обстежень сільськогосподарських угідь поліських районів, матеріали «Загальнодержавної паспортизації населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи», матеріали Рівненської СЕС та власних досліджень (Талько та ін., 2012). Для визначення ¹³⁷Cs у зразках рослин та ґрунту використовували апробовані методи (СОУ 74.3–37 – 360:2005).

Показники продуктивності досліджуваних тварин проводили за загальноновизнаними методами (Антипова и др., 2001). Вміст жиру в м'язовій тканині за Соклетом. Кількість вільних амінокислот досліджували на амінокислотному аналізаторі НД-1200 Е, рівень оксипроліну в біологічних рідинах за методом М.Ф. Запорожця та В.О. Солдатенка. Глікоген досліджували антроновим реактивом, за І.Д. Головацьким. Одержані чисельні дані опрацьовували математично за загальноновизнаними методами варіаційної статистики (Кокунин, 1975). Вірогідність відмінностей між показниками дослідної і контрольної груп оцінювали за допомогою t-критерію Стьюдента.



Результати та їх обговорення

Забруднення рослин, основної складової частини кормів радіонуклідами, відбувається головним чином через ґрунт. Залучення окремих радіонуклідів у біологічний кругообіг речовин тісно пов'язаний із здатністю поглинати коренями рослин із ґрунтового розчину та адсорбувати радіонукліди ґрунтовим поглинальним комплексом. Поглинальна здатність ґрунтів залежить від його мінерального складу та вмісту органічних речовин, а тому різний тип ґрунтів у різній степені адсорбує радіонукліди. Щільність адсорбції радіонуклідів збільшується при переході ґрунтів легкого гранулометричного стану (піски, супіски) до ґрунтів важкого гранулометричного стану (важкі суглинки, глини). Особливо виражений вплив механічний склад ґрунту проявляє на міграцію цезія-137, який щільно фіксується глинястими ґрунтами.

Нині особливу увагу потрібно приділяти рослинному світу, як біогеохімічному бар'єру, що концентрує в собі повітряні та ґрунтові мігранти, сприяючи їх міграції у трофічних ланках екосистеми. Нагромадження радіонуклідів у вегетативній частині кормових культур без помітних зовнішніх проявів пригнічення, може стати причиною контамінації продукції тваринництва. У дослідженнях радіоактивно забруднених угідь сільськогосподарського призначення приватних господарств у віддалений період після аварії на ЧАЕС отримані значення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs з основних типів ґрунту СПП "Україна" Дубровицького району Рівненської області (зону Українського Полісся).

За моніторинговими дослідженнями Рівненської СЕС частка забруднених угідь зі щільністю від 3,7 до 37 кБк/м^2 у Дубровицькому районі складала 47,4%, доля угідь із щільністю забруднення 37,0–111,0 кБк/м^2 – 13,7%, а більше 111,0 кБк/м^2 – біля 3,3%. На території досліджуваного господарства забруднення цезієм-137 травостою на окультурених випасах, розташованих на дерново-підзолистих ґрунтах, не перевищувало значень 80,0–200,0 Бк/кг , тоді як на природних випасах, здебільшого розташованих на торф'яно-болотних ґрунтах, коливається в діапазонах від 1700,0 до 6100,0 Бк/кг .

Отже, у віддалений період після аварії на ЧАЕС, торф'яно-болотні ґрунти залишаються бути небезпечними щодо біогенної міграції цього радіонукліду в початковій ланці трофічного ланцюга «ґрунт-рослина», що підтверджує закономірності, встановлені проведеними раніше дослідженнями (Малоштан та ін., 2015). За встановленими рівнями забруднення багаторічних трав на пасовищах та сіна злуків, слід очікувати значного забруднення продукції тваринництва. Максимальна питома активність цезію-137 у м'ясі яловичини досягала значень 711,0 Бк/кг , що в 3,5 рази перевищує допустимі рівні ДР-2006.

Привертає увагу той факт, що динаміка зниження вмісту цезію-137 у м'ясі яловичини, виробленому у підсобних господарствах упродовж післяаварійного періоду, знижується не за прямою залежністю. Як свідчать розраховані трендові моделі, зміна питомої активності цезію-137 у м'ясі яловичини поліських районів описується рівняннями при коефіцієнтах детермінації від 0,748 до 0,981 параболи другого порядку. Обумовлюється це тим, що починаючи з 1991 року, в цих районах призупинилося проведення контрзаходів, направлених на корінне поліпшення пасовищ, сінокосів та вапнування ґрунтів. У зв'язку з цим, збільшились коефіцієнти переходу цезію-137 до багаторічних трав і, відповідно, у м'ясо яловичини, виробленого у приватному секторі. Якщо корінне або поверхневе поліпшення таких ділянок надалі буде неможливим, то необхідно запроваджувати контрзаходи на інших ланках трофічного ланцюгу, зокрема, рослина (корм) – тварина.

Ефективність живлення тварин залежить як від фізіологічного стану, так й від збалансованості раціону за поживними та біологічно активними речовинами, в тому числі мінеральними елементами. Оптимізація мінерального обміну, в тому числі речовинами, які володіють йонообмінними та адсорбційними властивостями є лімітуючим фактором збільшення виробництва безпечної тваринницької продукції. Природні сорбенти – цеоліти



сприятливо впливають на метаболічні процеси в організмі, мають здатність зв'язувати та виводити радіонукліди з організму, а також забезпечити тварин дефіцитними мінеральними елементами. Хімічний склад найдовшого м'язу спини дослідного молодняка великої рогатої худоби наведений у табл. 1.

Таблиця 1 Хімічний склад найдовшого м'язу спини ($M \pm m$, $n = 5$)

Table 1 The chemical composition of the longest back muscle ($M \pm m$, $n = 5$)

Показники	Контрольна група	Дослідна група
Волога (%)	77,6±0,38	76,9±0,46
Суша речовина (%)	22,9±0,02	23,3±0,005*
Білок (%)	19,6±0,11	20,3±0,12
Жир (%)	1,80±0,06	1,28±0,03*
Зола (%)	1,12±0,06	0,93±0,04*
Глікоген (мг %)	428,4±9,60	522,2±10,4*

Примітки: * – в таблицях зміни показників, що вірогідні відносно контрольних параметрів ($P \leq 0,05$)

Порівняння одержаних показників хімічного складу найдовшого м'язу спини між контрольною і дослідною групами показало, що у дослідній групі тварин вихід сухої речовини збільшився на 0,4% за рахунок зростання на 0,5% білка, з одночасним зменшенням на 0,1% жиру та 0,05% мінеральних речовин. Таке м'ясо, яке містить не менше 20% білка і не більше 3–4% жиру, є найбільш придатною технологічною сировиною.

Важливим показником поживної цінності м'яса є рівень збалансованості його за незамінними факторами живлення – вмісту в оптимальних співвідношеннях амінокислот у м'язовій тканині. Вільні амінокислоти, що містяться у м'язовій тканині визначають смакові якості м'яса і його аромат (табл. 2). У найдовшому м'язі спини контрольної групи молодняка великої рогатої худоби, рівень вільних амінокислот коливався від 0,68 до 22,4%. Найвища концентрація глутамінової (22,4%) та аспарагінової (7,62%) амінокислот, лізину (6,84%), лейцину (5,96%), а найменша цистину (0,68%) та метіоніну (0,62%).

Таблиця 2 Амінокислотний склад найдовшого м'язу спини, в % до білка ($M \pm m$, $n = 5$)

Table 2 Amino acid composition of the longest back muscle, in % of the protein ($M \pm m$, $n = 5$)

Амінокислоти	Контрольна група (К)	Дослідна група (Д)	Відношення Д до К
Аргінін	3,48±0,18	3,12±0,12*	- 0,36
Валін	2,63±0,12	2,26±0,14	- 0,37
Гістидин	2,06±0,11	2,26±0,10*	+ 0,20
Ізолейцин	1,44±0,10	1,24±0,10	- 0,20
Лейцин	5,96±0,26	5,16±0,22*	- 0,80
Лізін	6,84±0,74	6,90±0,31*	+ 0,06
Метіонін	0,62±0,05	0,98±0,05*	+ 0,36
Треонін	2,12±0,32	2,46±0,38*	+ 0,34
Фенілаланін	1,42±0,18	1,566±0,14	+ 0,14
Аланін	4,86±0,28	5,98±0,22*	+ 1,12



Продовження таблиці 2

Амінокислоти	Контрольна група (К)	Дослідна група (Д)	Відношення Д до К
Аспарагінова к-та	7,62±0,51	7,05±0,31*	- 0,57
Гліцин	3,10±0,21	3,42±0,22	+ 0,32
Глутамінова к-та	22,4±1,68	24,2±1,21*	+ 1,80
Пролін	2,36±0,16	2,06±0,16	- 0,30
Серин	1,96±0,14	2,10±0,10*	+ 0,14
Тирозин	1,72±0,12	1,86±0,09*	+ 0,14
Цистин	0,68±0,06	0,86±0,06	+ 0,18
Сума	71,27	73,47	+2,20

У дослідній групі корів, вміст вільних амінокислот зріс на 3,1%, хоча концентрація окремих амінокислот дещо знизилась. Суттєво підвищився рівень глутамінової амінокислоти, а також глюкогенних амінокислот (аланіну, гліцину, сирина, трионіну та цистину).

Якість яловичини оцінювали за білково-якісним показником (співвідношення триптофану до оксипроліну). Рівень оксипроліну в м'язовій тканині коливався у межах 74,5–75,2. За умов нашого експерименту, корекція цеолітом, суттєво не впливає на концентрацію оксипроліну, однак рівень триптофану дослідної групи зріс на 21,7% відповідно контролю, що дало можливість значно покращити білково-якісний показник (табл. 3). Аналізуючи показник білкової цінності м'яса виявлено, що у тварин дослідних груп білково-якісний показник був на 20,6% вищим за відповідний показник контрольної групи. Відомо, що оксипроліновий тест дає можливість судити про функціональний стан обміну білків сполучної тканини в тому числі колагену, у склад якого входить 12–14% оксипроліну. Одночасно оксипролін є складовою частиною органічної матриці кісткової тканини (біля 80%) і бере безпосередньо участь у мінералізації кісткової тканини.

Таблиця 3 Білково-якісний показник найдовшого м'язу спини ($M \pm m$, $n = 3$)

Table 3 Protein-qualitative index of the longest back muscle ($M \pm m$, $n = 3$)

Показники	Контрольна група	Дослідна група
Триптофан (мг %)	347,2±9,32	422,8±6,26*
Оксипролін (мг %)	74,5±2,16	75,2±1,86
Білково-якісний показник	4,66	5,62

Таблиця 4 Вміст оксипроліну в біологічних рідинах, мкмоль ($M \pm m$, $n = 3$)

Table 4 Content of oxuproline in biological fluids, μmole ($M \pm m$, $n = 3$)

Показники	Контрольна група	Дослідна група
Сироватка	39,16±2,46	36,73±2,04*
Сеча	24,32±1,98	21,19±1,14*
Синовіальна рідина	76,75±4,12	68,31±3,42*

Дослідження оксипроліну у сироватці крові, сечі та синовіальній рідині скакових суглобів (табл. 4) показали, що у дослідній групі його рівень нижчий за досліджувані показники контрольної групи відповідно на 6,6; 14,7 та 12,3%.



Це вказує на сприятливий вплив згодованих цеолітового борошна на обмін білків сполучної тканини та процесів мінералізації. Слід відмітити, що підвищений рівень оксипроліну у сироватці крові, як правило, супроводжується розладами метаболізму у кістковій тканині, особливо за умов надмірного надходження до організму радіонуклідів, які негативно впливають на білковий і мінеральний обмін.

Висновки

Використання цеолітового борошна Сокирницького родовища у дозі 0,3 г на 1 кг маси тіла має виражений ефект виведення радіонуклідів з організму, що дозволяє одержати екологічно безпечну яловичину, яка відповідає критеріям ветеринарно-санітарним і гігієнічним вимогам (вміст радіоцезію не перевищував 200 Бк/кг) за умов низькодозового радіаційного навантаження. Цеолітове борошно як адсорбент та йонообмінник підвищує білково-якісний показник, смакові характеристики м'яса, а також сприятливо впливає на мінеральний та білковий обмін сполучної тканини.

Література

1. АМДЖАДІН, Л. М. – АРХІПОВ, А. М. – БАЗИКА, Д.А. та ін. 2006. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє. *Національна доповідь України*. Київ: Атіка. [online] Available at: http://www.mns.gov.ua/chornobyl/20_year/03/n_report_UA.pdf
2. АНТИПОВА, Л.В. – ГЛОТОВА, І.А. – РОГОВ, І.А. 2001. *Методы исследования мясных продуктов*. М.: Колос. 56 с.
3. БУЦЯК, В.І. – КЛИМЕНКО, О.М. 2013. Забруднення ґрунтів та харчових продуктів радіоцезієм чорнобильського походження. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Жицького*, т.15, № 1 (55), ч. 4, сс. 24–29.
4. ГУДКОВ, І.М. 2014. Роль автореабілітаційних процесів і контрзаходів у дезактивації ґрунту і мінімізації надходження радіонуклідів в рослини після аварії на ЧАЕС. *Агротехніка і ґрунтознавство*, сс. 47–55.
5. ГРУНТИ. 2005. *Визначення активності радіонуклідів стронцію ⁹⁰Sr та цезію ¹³⁷Cs методом спектрометричного аналізу: СОУ 74.3–37 – 360:2005*. – [Чинний від 2005-12-30]. К.: Мінагрополітики України. 29 с. (Стандарт Мінагрополітики України).
6. КОКУНИН, В.А. 1975. Статистическая обработка при малом количестве опытов. *Укр. биохим. журнал*, т. 47(16), сс. 76–79.
7. МАЛОШТАН, І.М. – ПОЛІЩУК, С.В. – ХОМУТІНІН, Ю.В. 2015 Динаміка коефіцієнтів накопичення ¹³⁷Cs трав'янистими рослинами на торф'яно-болотних ґрунтах з аномально високою біологічною доступністю. *Ядерна фізика та енергетика*, т. 16, № 3, сс. 263–272.
8. ТАЛЬКО, В.В. – АЗАРОВ, С.І. – БОНДАР, О.І. та ін. 2012. Експертний висновок про радіологічний стан населених пунктів Рівненської області від 26.12.2012 № 6. К., 2012. 16 с.



EVALUATION OF AGROECOSYSTEMS INFLUENCE ON THE FORMATION OF INTERNAL EXPOSURE DOSES OF THE RURAL POPULATION OF POLISSYA REGION, UKRAINE^{1/}

Didukh Mykola

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

In the article, there are described materials regarding the assessment of contamination features of agro-ecosystems of Polissya (Ukraine) in the remote period after the Chernobyl accident and their impact on patterns of exposure doses formation of rural population. It was established that the current levels of specific activity of ¹³⁷Cs in the soil of agrocenoses is twice as low as in natural phytocenoses. In most studied food agricultural products that are part of the ration of rural population, in 2011–2015 the concentration of ¹³⁷Cs has not exceeded permissible levels (PL-2006). Exceeding of the permissible level of ¹³⁷Cs was observed only in the milk – 2.4% of all investigated samples. Levels of contamination of foodstuffs for the natural ecosystems by ¹³⁷Cs are still high and have little change over the years. The specific activity of samples of wild animals meat for ¹³⁷Cs in some years reached 81600 Bq/kg; for dry mushrooms this indicator was 160,000 Bq/kg; for berries – 6789 Bq/kg. The main source of internal exposure of the population in the remote period after the accident are products of natural ecosystems. Levels of internal exposure doses of the rural population, which in their diet included food of the forest origin (mushrooms and berries) were 33% higher. The average doses of internal exposure of persons who consumed animal products (milk) is virtually identical to those of who did not consume milk.

Keywords: radioactively contaminated area, agro-ecosystems, food products, ¹³⁷Cs, rural population, doses, internal exposure

Introduction

After the Chernobyl accident, features of formation of internal exposure doses of the population were subjects of numerous studies. It was found that during the remote period after the accident, the main factor of dose formation is internal radiation, which is formed as a result of radionuclides in the human body after the biological chains: soil-plant-animal-food-human (Гудков, 2002; Пристер, 2011; Дутов, 2013).

Formation of internal exposure doses in rural areas is mainly due to food items of own production, in which the level of pollution with the ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in many cases exceeds permissible levels of radionuclides in food (Strand, 1996; Власова, 1998; Travnikova et al., 2001). This particularly applies to zone of Polissya (Ukraine), where the soils are mainly characterized by low fertility, inadequate provision of nutrients, including potassium and calcium, have acid reaction in soil solution. All of this causes a high rate of radionuclide transfer from soil to vegetation (Малиновський та ін., 2005).

1/ The publication contains the results of studies conducted under the grant support of State Fund of fundamental research of Ukraine for the competitive project F60/3-2015.



In such circumstances, radionuclides are actively involved in food chain and may provide substantial dose load for the population even 20–30 years after the accident.

However, the role and importance of the food that is included into the human diet from the agricultural and natural ecosystems in shaping the exposure dose of the rural population so far is not fully clarified and requires further detailed study. It is not defined, which type of food – agricultural or natural, and which climatic and economic conditions have dominant contribution to the formation of internal radiation exposure.

Thus, the formation of radiation doses of the population, which lives for a long time in contaminated territories, depends on several factors. All of this causes the need to study the exposure dose of the population in different periods after radiation accident, depending on the different natural conditions and assess the role of factors determining the dose formation in humans.

Given the above, the main purpose of this work was to estimate radiation-hygienic characteristics of pollution of agro-ecosystems of Polissya (Ukraine) in the remote period after the accident and their role in shaping the internal dose of rural population.

Materials and methods

Evaluation of the current level of radioactive contamination of agro-ecosystems of Polissya (Ukraine) was performed on the basis of available information about ^{137}Cs levels in certain elements of system and own studies on the migration patterns of ^{137}Cs in the food chain “soil – plant – production”.

The object of the research were farmland around the village Narodychi used by people for growing crops and grazing and their own plots of land.

These areas, according to the relevant recommendations (Малиновський та ін., 2005), belong to zone of unconditional (obligatory) resettlement with the contamination by ^{137}Cs soil within 370-555 Bq/km².

Basic sites in agrocenoses, phytocenoses research and families' household plots were selected for the research.

Determination of ^{137}Cs in the soil and products was performed in the laboratory of Zhytomyr National Agroecological University by gamma spectrometry method with scintillation gamma spectrometer type AK-01c and in radiation monitoring laboratory of SI “Institute of Hygiene and Medical Ecology named after Marzeev” NAMS of Ukraine on spectrometric system ADCAM-100 (ORTEC inc., USA) with two semiconductor detectors GEM-40125 and GEM-50250.

Patterns of formation of internal exposure dose of the population were studied on 34 people of all ages and sex from 11 families of different areas of the village Narodychi.

Amount of consumed food products was measured by questionnaire-weight method by recording and selection food items from daily ration per every family member per month.

The content of incorporated ^{137}Cs in humans was determined by LVL “Skrynner’3M” (production of INEKO, m. Kyiv) of stationary type in the laboratory of Narodychi central district hospital.

Results and discussion

Agricultural land (arable land and hayfields), that are used by the inhabitants of these settlements are located mainly on soils that are sandy sod-podzolic, clayey in combination with the meadow-marsh soils. These soils are characterized by low fertility level. The content of humus in the sod-podzolic soils varies within 1.42–1.84%, and in meadow and marsh soils – 1.90–2.34%. The



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

presence of hydrogen and ammonium in the soil complex, unsatisfactory level of base saturation leads to increased acidity of the soil, which varies within 4.8–6.3.

The content of ^{137}Cs in the soil of reference sites is also non-specific for different elements of agro-ecosystems (Figure 1).

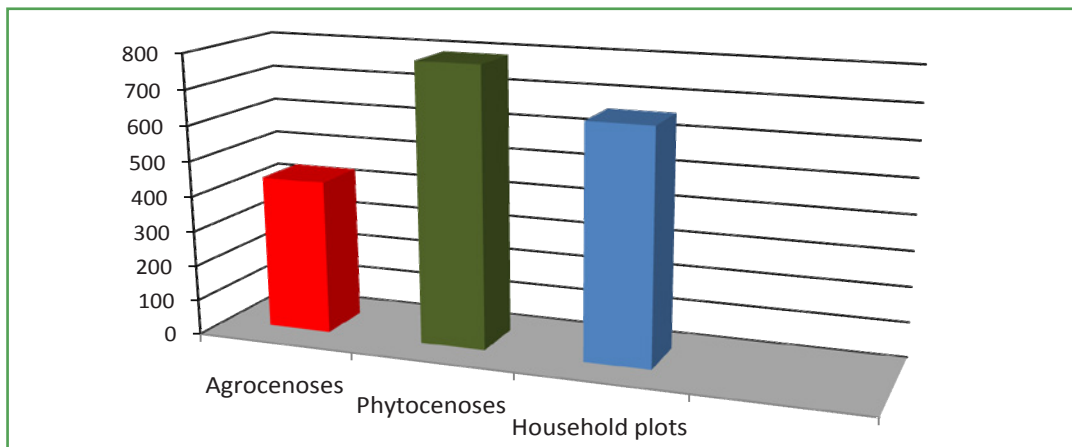


Figure 1 The specific activity of ^{137}Cs in soils of different agroecosystems

First, the current average levels of specific activity of ^{137}Cs in the agroecosystems soil in village. Narodychi are 437–791 Bq/kg, which corresponds to the density of surface radioactive contamination of 30 cm layer – 170–380 kBq/m² and greatly exceed background (10–12 kBq/m²) or legal permissible (≤ 37 kBq/m²) parameters.

In addition, in the spatial distribution of ^{137}Cs in the landscape there is considerable heterogeneity: the agroecosystems values of specific activity of radionuclides in the soil is more than 2 times less than that in phytocenoses and a 1.5 times – than on private land.

The patterns of contamination of food raw materials and food of agricultural and natural ecosystems' output that are consumed by population of the northern districts depend on the numerous natural, industrial and social factors. They also depend on the characteristics of the radiation situation that has developed in these areas.

Data on the concentration of ^{137}Cs in foods, which was consumed by the residents of Narodychi village of Zhytomyr region during 2015 are shown in Table 1.

It was established that the concentration of ^{137}Cs in the vast majority of the studied agricultural products does not exceed national permissible levels. Isolated cases of exceeding permissible levels have occurred in milk samples (7.1% of the total number) and beef (4.5%).

Contamination levels analysis of food products of natural ecosystems, particularly meat of wild animals, mushrooms and berries shows that the excess of hygienic standards on the content of ^{137}Cs remains high. This can be explained by the fact that today, 30 years after the accident, radionuclides in forest ecosystems are located in the upper layers of soil and are easily accessible to plant roots and mycelium of fungi.

Average doses of internal exposure of Narodychi residents for the 2015 are calculated on the results of BVL-research and are presented in Table 2. Data of the table shows that the average annual dose of internal radiation in the experimental group was 0.063 ± 0.0034 mSv/year and differs significantly by gender ($p < 0.05$). Thus, the lowest dose of internal exposure has been established in children – 0.024 ± 0.0017 mSv/year, and highest in men – 0.087 ± 0.0071 mSv/year.


Table 1 Levels of ^{137}Cs contamination of food products of own manufacture in Narodychi village of Zhytomyr region in 2015, Bq/kg

Product	Number of studied samples	Levels of pollution		Do not meet requirements of PL-2006 (%)
		min	max	
Milk	28	12.2	134.0	7.1
Meat (beef)	22	14.6	234.0	4.5
Meat (wild animals)	9	124.0	62300.0	83.3
Fish	8	< 2.0	24.8	–
Vegetables	33	<1.3	50.6	–
Fruits and berries	18	<1.3	6.6	–
Dried forest mushrooms	14	1530.0	34200.0	93.0
Cooked forest mushrooms	8	16.4	4300.0	37.5
Wild berries	12	65	9300.0	84.4

Table 2 Average doses of internal exposure of family members of the experimental group of Narodychi village, Zhytomyr region

Sample	Number of persons	Average dose of internal exposure (mSv/year)	Standard error (mSv/year)
All	34	0.063	0.0034
Men	17	0.087	0.0071
Women	17	0.057	0.0036
Children	5	0.024	0.0017

It was also established that the levels of internal exposure dose of Narodychi population is almost independent from milk consumption (Table 3).

Table 3 The average internal exposure dose of family members of the research village Narodychi depending on the consumption of milk

Consumption	Number of persons	Average dose of internal exposure (mSv/year)	Standard error (mSv/year)
Yes	13	0.074±0.0026	0.005
No	21	0.071±0.0037	0.004

The value of the average doses of internal exposure of individuals who did not consume milk virtually was identical to those that consumed milk. In this case, the internal radiation dose of studied population of Narodychi did not depend on the consumption of milk. Therefore, the assertion of some authors (Славов та ін., 2001; Чоботько та ін., 2011) that the main product that form the dose is milk does not quite truthfully reflect the modern reality. This must be taken in consideration when developing the basic principles of radiation safety for the population that lives in contaminated areas in the remote period after the Chornobyl accident.

The research results of dependence of internal exposure of the population to consumption of forest origin food are shown in Table 4.



Table 4 The average internal exposure dose of Narodychi residents depending on the consumption of forest food products

Consumption	Number of persons	Average dose of internal exposure (mSv/year)	Standard error (mSv/year)
Yes	8	0.083±0.0026	0.008
No	22	0.056±0.0037	0.005

Calculations show that the residents of the town, who include in their diet food products of the forest origin have internal dose higher by 33%.

Although it should be noted that only 8 people out of 34 in the group include berries and mushrooms in their diets in the summer and 6 people include mushrooms in the diet in autumn and winter. Consequently, food of natural ecosystems continue to be a limiting factor in formation of internal exposure dose of population living in the contaminated areas of Polissya region.

Conclusion

In the remote period after Chornobyl accident natural ecosystems remain to be an important factor in the formation of internal exposure does of population living in the contaminated areas of Polissya, Ukraine.

References

1. ВЛАСОВА, Н.Г. 1998. Статистический анализ факторов, влияющих на формирования дозы облучения сельского населения, проживающего на территориях, загрязнённых в результате аварии на ЧАЭС: диссертационная работа. Обнинск: ВНИИСХРАЭ. 121 с.
2. ГУДКОВ, І.М. 2002. Роль овочів у формуванні, доз внутрішнього опромінення людини іонізуючою радіацією. *Овочівництво і баштанництво*, № 47, сс. 252–259.
3. ДУТОВ, О.І. 2013. *Наукові основи формування агроєкосистем на радіоактивно забруднених територіях: дисертаційна робота*. Київ. ІАП НААН. 410 с.
4. МАЛИНОВСЬКИЙ, А.С. – ДІДУХ, М.І. – КАШПАРОВ, В.О. та ін. 2005. *Радіоекологічна оцінка території зони безумовного (обов'язкового) відселення Житомирської області (20 років після аварії на ЧАЕС)*. Житомир: ДАУ. 72 с.
5. ПРИСТЕР, Б.С. 2011. Радиоекологические принципы и методология обеспечения радиационной безопасности населения на территории, загрязненной в результате аварии на ЧАЭС. *Журн. НАМН Украины*, т. 17, № 2, сс. 127–131.
6. СЛАВОВ, В.П. – БОРЩЕНКО, В.В. – КРИВИЙ, М.М. та ін. 2001. Особливості формування доз зовнішнього та внутрішнього опромінення у сільського населення, що проживає у зоні безумовного відселення. *Вісник аграрної науки*, № 4, сс. 86–89.
7. ЧОБОТЬКО, Г.М. – РАЙЧУК, Л.А. – ПИСКОВЫЙ, Ю.М. 2011. Формирование дозы внутреннего облучения населения Украинского Полесья вследствие употребления пищевых продуктов лесного происхождения. *Агроэкологический журнал*, № 1, сс. 37–42.
8. STRAND, P. 1996. Exposure from consumption of agricultural and semi-natural products. *The radiological consequences of the Chernobyl accident*. Luxembourg, pp. 261–269.
9. TRAVNIKOVA, I.G. 2001. Contribution of different foodstuffs to the internal exposure of rural inhabitants in Russia after the Chernobyl accident. *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 93, 2001, no. 4. pp. 331–339.



**MEDICAL-BIOLOGICAL CONSEQUENCES OF CHERNOBYL ACCIDENT.
ANNOUNCEMENT 1.
HEMATOLOGIC PARAMETERS OF VICTIMS PERSONS**

Domina Emiliya, Kindzelsky Leonid

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

E-mail: edjomina@ukr.net

The paper presents the data of hematological survey of persons affected by the Chernobyl disaster, including evacuees from Pripyat and liquidators. It was found that there is waviness in the values of hematological parameters with the increase in radiation dose in victims. Irradiation at doses that cause radiation disease, leads to a drastic inhibition or paralysis of the body's natural killer system.

Keywords: blood counts, radiation disease, great granules containing lymphocytes, Chernobyl accident, radionuclides

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ.
СООБЩЕНИЕ 1. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
У ПОСТРАДАВШИХ ЛИЦ**

Дёмина Эмилия, Киндзельский Леонид

Введение

Учитывая важность использования опыта Чернобыльской катастрофы, для объективизации ее неблагоприятных медико-биологических последствий считаем целесообразным представить собственные данные гематологических обследований различных пострадавших контингентов населения Украины. Контингентами приоритетного наблюдения продолжают оставаться лица, перенесшие острую лучевую болезнь (ОЛБ), эвакуированные из 30-километровой зоны, представители критических групп населения (беременные женщины, дети), проживающие на загрязненных радионуклидами территориях, и т.д. (Двадцать пять лет..., 2011). Цель работы: определить особенности гематологических показателей у лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы.

Материалы и методы исследования

Выполнено гематологическое обследование населения (162 чел.), эвакуированного из зоны с повышенным уровнем радиационного фона (г. Припять, май 1986 г.) и ликвидаторов с ОЛБ I-III степени (52 чел.). Для определения содержания в крови больших гранулосодержащих лимфоцитов (БГЛ) препараты окрашивали по методу Паппенгейма.



Результаты и их обсуждение

Полученные результаты исследования крови у лиц, находившихся в период аварии на ЧАЭС в г. Припять, неоднозначны. По содержанию лейкоцитов выделено 2 группы: I группа – 129 чел. с содержанием лейкоцитов $5,8 \pm 1,2 \cdot 10^9/\text{л}$, II группа – 33 чел. с содержанием лейкоцитов $3,3 \pm 0,8 \cdot 10^9/\text{л}$. У 13 чел. обнаружена выраженная нейтропения. Среднее относительное число сегментоядерных нейтрофилов составило 34,3%, а у 121 чел. – 59,5%. Сдвиг формулы нейтрофилов влево отмечен у 22 чел. Среднее число палочкоядерных форм в ней составило 9,98%. У 128 чел. количество палочкоядерных форм не превышало 2,75%. Не получено также однозначных показателей при подсчете количества эозинофилов. У большинства обследованных лиц (131 чел.) число эозинофилов составляло 2,2%, у 19 чел. – 8,5%, у отдельных лиц – 13%. Выраженная абсолютная лимфопения отмечена у 13 чел. Относительная лимфопения с содержанием лимфоцитов 21,2% и ниже наблюдалась у 68 чел. У 100 чел. содержание лимфоцитов в среднем составило $36,63 \pm 8,60\%$. Среди этих лиц были отмечены относительные лимфоцитозы порядка 52–73%. Содержание моноцитов не превышало нормальных величин у 106 чел. и достигало 5,5%. У 60 лиц количество моноцитов было выше нормы – до 11,63%. В этих случаях наблюдались вакуолизация цитоплазмы моноцитов, лизис их ядер, окружение моноцитов тромбоцитами. Необходимо отметить, что у 144 из 162 чел. в периферической крови отмечено увеличение числа разрушенных клеток – 25/100 лейкоцитов. У отдельных лиц число распадов на 100 лейкоцитов достигало 38 (норма = 6–7 на 100 лейкоцитов). В гранулоцитах сохранялась токсогенная зернистость, лизис их ядер, гиперсегментация нейтрофилов. У отдельных лиц при подсчете лейкоцитарной формулы определялись единичные мононуклеары.

В более поздние сроки наблюдения (январь–март 1987 года) продолжено обследование лиц, пребывавших в зоне действия повышенных уровней радиации. Обследовано 200 человек, эвакуированных из г. Припять в апреле 1986 г. Результаты гематологического обследования свидетельствуют об изменениях периферической крови, регистрируемые в отдаленные сроки после аварии на ЧАЭС у облученных лиц, среди которых выделено также 2 группы. Первая группа с нормальными и сниженными показателями периферической крови составляет большинство – 115 из 200 обследованных. Вторая группа включает лица с повышенными показателями лейкоцитов. Общее количество лейкоцитов у них колеблется в пределах от $9,0 \cdot 10^9/\text{л}$ до $11,0 \cdot 10^9/\text{л}$. Из 115 обследованных в 70% случаев отмечена лейкопения. Общее количество лейкоцитов находилось в пределах от $3,0 \cdot 10^9/\text{л}$ до $3,7 \cdot 10^9/\text{л}$. Отмечалась тенденция к нормализации показателей красной крови. Содержание эритроцитов колебалось в пределах от $3,2 \cdot 10^{12}/\text{л}$ до $4,9 \cdot 10^{12}/\text{л}$. Подсчет лейкоцитарной формулы показал, что сдвиг влево до единичных юных форм отмечен в 21% случаев, увеличение палочкоядерных нейтрофилов – в 25% случаев; нейтропения – у 50% обследованных.

Определено содержание естественных киллерных клеток, способных спонтанно без предварительной сенсibilизации разрушать вирус-инфицированные и злокачественные клетки. Это БГЛ, содержащие в цитоплазме азурофильные гранулы (Киндзельский и др., 2002). Содержание их в крови составляет в норме от $0,15 \cdot 10^9/\text{л}$ до $0,6 \cdot 10^9/\text{л}$. В данном исследовании количество БГЛ составило $0,315 \pm 0,01 \cdot 10^9/\text{л}$, что соответствует нормальным значениям данного показателя. В данной группе обследования выявлены также лица с отсутствием БГЛ в периферической крови.

Основой для оценки степени лучевой реакции, первичной диагностики (ОЛБ) и определения степени ее тяжести является снижение содержания общего количества лейкоцитов, процентного и абсолютного количества лимфоцитов в сочетании с клиническими симптомами радиационно-индуцированной интоксикации организма пострадавших лиц (Киндзельский и др., 2002).



Среди пострадавших с диагнозом ОЛБ I степени по гематологическим показателям выделено 3 группы. I группу составили лица с лейкопенией, количество лейкоцитов $(1-3) \cdot 10^9/\text{л}$. При этом процентное содержание лимфоцитов соответствовало нормальной формуле крови, а абсолютное – ниже нормы $(0,38-0,93) \cdot 10^9/\text{л}$. II группу по гематологическим показателям составили лица с нормальным содержанием лейкоцитов. Наблюдалась лимфопения $(4-9-12\%)$, в абсолютных величинах $(0,408-0,576) \cdot 10^9/\text{л}$ – которая сохранялась на протяжении 5–7 дней. Затем регистрировали волнообразный характер изменений показателей клеточного состава крови – снижение общего числа лейкоцитов до $(3,7-2,7) \cdot 10^9/\text{л}$ при близком к норме процентном и абсолютном содержании лимфоцитов. Волнообразное снижение показателей белой крови наблюдали с периодичностью в 12–14 суток. III группу составили больные, у которых на фоне нормального, сниженного или несколько повышенного содержания лейкоцитов периферической крови лейкопении не определяли. Через 20 суток содержание лимфоцитов было в пределах $(0,8-1,05) \cdot 10^9/\text{л}$. При этом волнообразность в снижении лейкоцитов сохранялась.

Анализ динамических показателей крови у больных, которым был поставлен диагноз ОЛБ I степени, свидетельствует о неоднородности изменений, особенно в первые 5–7 суток после облучения. За исключением возможного вклада индивидуальной радиочувствительности организма (Дьюмина та ін., 2006), можно допустить и другие механизмы указанных эффектов. Они могут быть обусловлены внешним облучением или внутренним за счет инкорпорированных радионуклидов. В первом случае более четко прослеживается классическая форма ОЛБ как костно-мозгового синдрома с изменением клеточного состава крови. Во втором случае, когда преимущественную часть в суммарную дозу вносят радиоактивные изотопы, изменения показателей крови появляются с задержкой, поскольку сама интегральная доза облучения накапливается за определенный промежуток времени. В этих условиях «своевременная дезинкорпорация радионуклидов может и должна способствовать снижению уровня изменения гематологических показателей и потенциальной тяжести ОЛБ в период ее манифестации» (Киндзельский и др., 2002).

У больных ОЛБ II степени количество лейкоцитов было в пределах $(2,0-3,2) \cdot 10^9/\text{л}$. Такие низкие показатели лейкоцитов удерживались на протяжении 12–15 суток после облучения с последующим временным подъемом до субнормальных величин. Процентное содержание лимфоцитов было различным – от 10 до 70%. Независимо от процентного содержания абсолютное количество лимфоцитов у всех пациентов было пониженным и составляло $(0,42-0,65) \cdot 10^9/\text{л}$. При выраженной лейкопении отмечали резко выраженную гранулоцитопению с сохранением количества клеток $(0,5 \cdot 10^9/\text{л}$ лимфоцитов). Вероятно, на некоторое время сохранялась доля лимфоцитов с длительным сроком жизни. После подъема на 10–15 сутки отмечали второе падение содержания лейкоцитов, главным образом, за счет элементов гранулоцитарного ряда. Далее количественные показатели лейкоцитов носили волнообразный характер. Тенденция к стабилизации показателей белой крови намечалась лишь через 45–60 дней после облучения.

У больных с ОЛБ III степени отмечали выраженные изменения показателей крови, обусловленные панцитопенией костного мозга. Восстановление показателей крови в критический момент было возможным лишь за счет донорского костного мозга, который временно принимал на себя функцию кроветворения.

Таким образом, первичная реакция гематологических показателей крови по количественным и временным критериям было неадекватной к последующему уровню нарушения кроветворения. Как правило, наблюдали более позднее развитие лейко-, лимфоцитопении по сравнению с классической формой ОЛБ. Цитопения крови носила волнообразный характер.

Для больных ОЛБ I–III степени характерно угнетение киллерной системы организма. На протяжении первой недели после госпитализации БГЛ у этих больных не определялись.



У больных ОЛБ I степени на второй неделе госпитализации БГЛ отсутствовали у 83% больных, на третьей неделе – у 53% больных и т.д. В динамике установлено, что БГЛ появлялись в крови в те сроки, когда происходило восстановление показателей крови. У больных ОЛБ II степени деструкция киллерной системы была более выраженной. У значительной части пациентов БГЛ отсутствовали на протяжении периода стационарного лечения. У ряда пациентов содержание БГЛ носило волнообразный характер. Наблюдались даже периоды с полным исчезновением этих клеток в крови. У больных ОЛБ III степени на протяжении месяца после облучения БГЛ в крови вообще не определялись. Лишь после подсадки донорского костного мозга через 1–2 суток можно было найти единичные БГЛ крови. Через 2 недели эти клетки практически исчезали, что совпадало с периодами повторного снижения количества лейкоцитов крови. Вероятно, это совпадало с периодом, когда заканчивалась пролиферативная активность донорского костного мозга. Еще через 1–1,5 недели появлялись единичные БГЛ крови, что обусловлено началом продукции форменных элементов собственным костным мозгом (Киндзельский и др., 2002).

Представленные данные целесообразно учитывать при анализе отдаленных медицинских последствий Чернобыльской катастрофы, особенно на контаминированных территориях, где наблюдаются аномально высокие уровни инкорпорированных радионуклидов (Domina et al., 2010).

Выводы

С повышением дозы облучения у пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы отмечается волнообразность в значениях гематологических показателей. Воздействие ионизирующей радиации в дозах, способных вызвать лучевую болезнь, ведет в резкому угнетению или параличу естественной киллерной системы организма. Деструкция киллерной системы более выраженная и стойкая при увеличении дозы радиации и, соответственно, повышении степени тяжести ОЛБ.

References

1. *Двадцать пять лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего.* 2011. Национальный доклад Украины. КиМ, Киев. 368 с.
2. ДЬОМІНА, Е.А. – ДРУЖИНА, М.О. – РЯБЧЕНКО, Н.М. 2006. *Індивідуальна радіочутливість людини.* Логос, Київ. 126 с.
3. КИНДЗЕЛЬСКИЙ, Л.П. – ЗВЕРКОВА, А.С. – СИВКОВИЧ, С.А. и др. 2002. *Острая лучевая болезнь в условиях Чернобыльской катастрофы.* Телеоптик, Киев. 223 с.
4. DOMINA, E.A. – BARILYAK, I. R. 2010. Medical and Genetic Consequences of Radiation Catastrophes. In *Cytology and Genetics*, vol. 44, no.3, pp. 186–193.



**MEDICAL-BIOLOGICAL CONSEQUENCES OF CHERNOBYL ACCIDENT.
ANNOUNCEMENT 2.
HISTO AUTORADIOGRAPHIC AND ULTRASTRUCTURAL STUDIES
OF THE GASTRIC MUCOUS OF VICTIMS PERSONS**

Domina Emiliya, Kindzelsky Leonid

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

E-mail: edjomina@ukr.net

In order to determine the contribution of radionuclides into the damage of digestive tract mucous' membranes of patients with acute radiation sickness as a result of the Chernobyl disaster, there was a first attempt under the leadership of prof. Kindzelsky L.P. to identify their *in vivo* incorporation in the stomach tissues. The results of the *in vivo* autoradiographic and ultrastructural studies have showed that under the mixed (internal and external) irradiation the main etiological factors of gastric mucous lesions in affected individuals are incorporated radionuclides.

Keywords: mixed radiation, radionuclides, the mucous membrane of the stomach, histoautoradiography, electron microscopy

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ.
СООБЩЕНИЕ 2.
ГИСТОАВТОРАДИОГРАФИЧЕСКИЕ И УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ СЛИЗИСТОЙ ЖЕЛУДКА
У ПОСТРАДАВШИХ ЛИЦ**

Дёмина Эмилия, Киндзельский Леонид

Введение

Авария на Чернобыльской АЭС характеризовалась интенсивным выбросом радиоактивных газов и аэрозолей со сложной смесью радионуклидов на значительных расстояниях и в различных направлениях от атомной станции. Сочетанное внешнее и внутреннее облучение сформировало определенную форму лучевой болезни и лучевых реакций. Распределение радионуклидов в организме пострадавших было крайне неравномерным, зависело от тропности элементов к определенным органам и тканям (Двадцать пять лет..., 2011). Например, в слизистых пищеварительного канала происходила аппликация смеси радионуклидов с различным типом и сроками полураспада, которые оказывали допоражающее действие на клетки и межклеточные субстанции локально. Выраженность этого воздействия на морфологическом уровне была более значимой, чем при внешнем облучении. Это обусловлено локализацией радионуклидов непосредственно в тканях,



наличием излучателей с длинным периодом полураспада, относительная биологическая эффективность которых выше, чем при квантовом воздействии (Дёмина, 2006). В результате проведенных эндоскопических исследований у пострадавших лиц выявлены изменения со стороны слизистых желудка и двенадцатиперстной кишки – острый гастрит, эрозии слизистой и др.

С целью определения вклада радионуклидов в поражение слизистой оболочки желудка под руководством проф. Киндзельского Л.П. была впервые предпринята попытка прижизненного выявления их инкорпорации в тканях желудка и связи с его морфологическим структурами у облученных лиц (Киндзельский и др., 2002).

Материалы и методы исследования

Использована гистоавторадиография, позволяющая определить локализацию радионуклидов в морфологических структурах и дифференцировать α -, β - и γ -излучение по характеру и размерам гранул эмульсии восстановленного серебра. Гистологические препараты биопсированной слизистой желудка покрывали фотоэмульсией и экспонировали в течение 10 дней при температуре от 2 °С до 4 °С. Благодаря непосредственному контакту радиоактивного объекта с фотоэмульсией исключалась необъективность в оценке радиоактивной метки. Эмульсию проявляли амидоловым проявителем. Препараты окрашивались гематоксилин-эозином.

Электронно-микроскопическому исследованию был подвергнут биопсийный материал слизистой оболочки желудка 10 больных острой лучевой болезнью (ОЛБ), у которых клинически и по данным эндоскопических исследований установлены эрозивные гастриты. Биопсия взята через 2 месяца после сочетанного облучения.

Результаты и их обсуждение

Морфологические изменения эпителия слизистой оболочки желудка соответствовали данным, полученным при патоморфологическом исследовании биопсийного материала этих же пациентов (рис. 1).

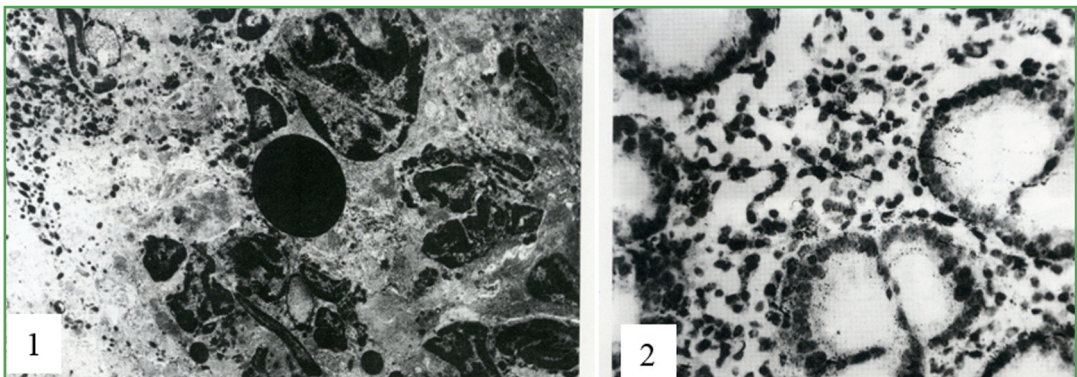


Рисунок 1 Гистоавторадиограмма слизистой желудка больного ОЛБ
1 – I стадия; 2 – II стадия

Figure 1 Histoautoradiogramme of the gastric mucous of ARD patient
1 – I degree; 2 – II degree

Полученные результаты свидетельствуют о решающем вкладе радионуклидов в этиологию и патогенез поражений слизистых оболочек желудка. Учитывая, что исследования ткани проведены через 2 месяца после смешанного лучевого воздействия



(внешнего и внутреннего), можно с уверенностью говорить о том, что радионуклиды фиксируются в тканях на длительный период и оказывают на них пролонгированное воздействие. Поэтому в исследуемом материале наблюдались как явления деструкции, так и гиперплазии, свидетельствующие о переходе процесса в затяжную хроническую форму.

Представляет интерес тот факт, что характер гранул восстановленного серебра по их размерам и расположению соответствовал α -, β - и γ -излучению. Это свидетельствует как о том, что в слизистой инкорпорировалась смесь радионуклидов, так и о том, что среди них имеются α -излучатели с высокой плотностью ионизации среды, выраженным повреждающим действием и длительными периодами полураспада (Киндзельский и др., 1998).

При ультраструктурном исследовании изменения слизистой оболочки желудка носили своеобразный характер (рис. 2) (Галахин и др., 1993).

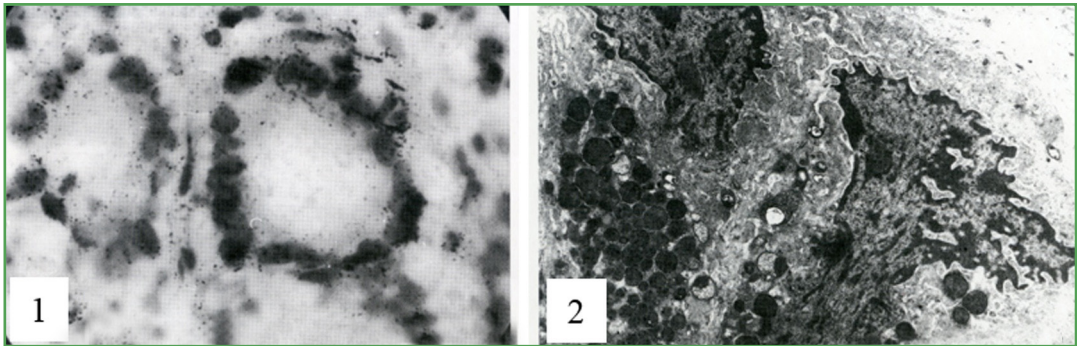


Рисунок 2 Электроннограмма слизистой желудка больного ОЛБ
1 – II стадия. Резкая деформация («атипизация») и локальный лизис ядер эпителиальных клеток; 2 – III стадия. Тотальный некроз клеточных элементов слизистой оболочки желудка

Figure 2 Electron diffraction pattern of the gastric mucous of ARD patient
1 – II degree. Sharp deformation (“anti-tying”) and local lysis of the nucleus of epithelial cells; 2 – III degree. Total necrosis of the cellular elements of the gastric mucous

Наблюдались молодые пролиферирующие элементы, а также форменные элементы с различной степенью деградации. Ядра значительного числа клеток эпителия резко деформированы, имели крайне атипичную форму, часто подвержены локальному лизису оболочки с массивным выходом содержимого нуклеоплазмы в цитоплазму. Цитоплазма клеток нередко с признаком дезагрегации органоидов. В некоторых криптах имеются языковидные разрастания пластов атипического эпителия с инфильтрацией лейкоцитами. Клеточные элементы стромы подвержены некротическим изменениям ядра с четкими признаками кариолизиса, кариорексиса и кариопикноза, обильная дегрануляция цитоплазмы гранулоцитов. Макрофаги перенасыщены эндоцитозными вакуолями. Все вышеописанное демонстрируется на рис. 2.

Результаты исследований свидетельствуют о своеобразии поражений слизистой оболочки желудка, отличающихся от таковых при спонтанных заболеваний органа (язва, гастритах и др.). Обнаруженные изменения отличаются также от нарушений в слизистых оболочках желудка, которые наблюдаются при дистанционном γ -облучении органа, когда обнаруживаются, в основном, лишь явления некроза и некробиоза поверхностного эпителия слизистой оболочки и желез желудка. В исследуемых случаях при сочетанном облучении наблюдается многообразие изменений, происходящих как в эпителии слизистой оболочки, так и в клеточных элементах соединительнотканной стромы, составляющих подслизистый



слой. Важным является тот факт, что эти процессы пролонгированы. Полученные данные согласуются с результатами гистоавторадиологических исследований, которые указывают на инкорпорацию в слизистую оболочку желудка смеси радионуклидов.

Впервые получены данные прижизненных авторадиографических и ультраструктурных исследований слизистой оболочки желудка больных ОЛБ, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы. Они являются обоснованием патогенеза клинических проявлений у больных, которые развивались в результате инкорпорации смеси радионуклидов в ткани желудка.

Выводы

Результаты выполненных прижизненных авторадиографических и ультраструктурных исследований доказывают, что при смешанном (внешнем и внутреннем) облучении основным этиологическим фактором повреждения слизистой оболочки желудка у лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, являются инкорпорированные радионуклиды.

Литература

1. ГАЛАХИН, К.А. – ЗОТИКОВ, Л.А. – КИНДЗЕЛЬСКИЙ, Л.П. 1993. *Электронно-микроскопическая характеристика слизистой желудка у людей, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы*. Радиобиологический съезд. Тез. докл. Пущино, т. 1, сс. 294–206.
2. *Двадцать пять лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего*. 2011. Национальный доклад Украины. КиМ, Киев. 368 с.
3. ДЁМИНА, Э.А. 2006. Чернобыльская катастрофа и проблемы малых доз радиации. *Вісник Укр. товариства генетиків і селекціонерів*, т. 4, № 2, сс. 164–173.
4. КИНДЗЕЛЬСКИЙ, Л.П. – ЗВЕРКОВА, А.С. – СИВКОВИЧ, С.А. и др. 2002. *Острая лучевая болезнь в условиях Чернобыльской катастрофы*. Телеоптик, Киев. 223 с.
5. КИНДЗЕЛЬСКИЙ, Л.П. – ЗОТИКОВ, Л.А. – ПЕТРЕНКО, З.Н. – ЗИНЧЕНКО, В.А. 1998. *Гистоавторадиографические и ультраструктурные показатели слизистой оболочки желудка у больных, подвергшихся сочетанному облучению*. 1998. Проблемы радиационной медицины. НЦРМ, Киев. сс. 55–61.



**MEDICAL-BIOLOGICAL CONSEQUENCES OF CHERNOBYL ACCIDENT.
ANNOUNCEMENT 3.
CYTOGENETIC EXAMINATION OF VICTIMS PERSONS**

Domina Emiliya

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

E-mail: edjomina@ukr.net

The value of correlation coefficients ($R = 0.5-0.7$) for most of cytogenetic indicators demonstrate their high correlation with the degree of radiation sickness. The method of determining the degree of radiation sickness based on the complex cytogenetic indicators and on using the multiple regression model, which has an advantage over other methods because of fewer errors and the preservation of group differences of estimates of the degree of illness during detoxification therapy. It was established that there is a dependence between the dose-effect of radiation cytogenetic markers in a remote period of time among cancer patients affected by the Chernobyl disaster.

Keywords: radiation disease, cancer disease, cytogenetic indicators, correlation coefficient, detoxification therapy

**МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЧОРНОБІЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ.
ПОВІДОМЛЕННЯ 3.
ЦИТОГЕНЕТИЧНІ ОБСТЕЖЕННЯ ПОСТРАЖДАЛИХ ОСІБ**

Дёмина Эмилия

Вступ

Проблема біологічної оцінки дії іонізуючої радіації на людину залишається однією із найбільш актуальних у сучасній радіаційній біології. Пріоритетними напрямками для її рішення є пошук інформативних критеріїв ранніх та віддалених ефектів опромінення, а також прогноз ризику розвитку радіогенної патології. Умови та рівні опромінення, що виникли у зв'язку з аварією на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС), призвели до розвитку променевої хвороби різного ступеня тяжкості у людей, які знаходилися на промисловому майданчику ЧАЕС під час вибуху або прибули для ліквідації наслідків аварії в перші години після її виникнення. На цей період безпосередньо в зоні аварії нараховувалося близько 500 осіб, але величини потужності гамма- і бета-опромінення та їх динаміка на окремих ділянках, де знаходилися люди, були невідомі. Отже, однією із особливостей Чорнобильської аварії є істотна недосконалість дозиметричного забезпечення, навіть при роботі організованих контингентів (Ильин, 1994; Киндзельский и др., 2002). Оптимальним варіантом обстеження потерпілих є використання поряд з даними фізичної дозиметрії (або за умов їх відсутності) методів біологічної індикації/дозиметрії, серед яких чинне місце займає аналіз аберацій хромосомного типу в лімфоцитах периферичної крові опромінених осіб (Backton and Evans, 1976; United Nations, 1982; Biological dosimetry..., 1986). Найбільш точними показниками



опромінення є дицентричні хромосоми, рівень яких корелює з поглиненою дозою радіації. Співставлення біодозиметричних (цитогенетичних) і клінічних даних дозволяє зробити висновки про ступінь тяжкості гострої променевої хвороби (ГПХ) у межах термінів, необхідних для визначення стратегії адекватної терапії потерпілих осіб. В даній роботі представлено оцінку ступеня тяжкості променевого ураження на основі аналізу радіаційно-індукованих аберацій хромосом в лімфоцитах крові осіб з ГПХ I-III ступеню.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження базується на власних цитогенетичних даних, отриманих у травні-червні 1986 р. при обстеженні групи осіб, які брали участь в екстрених роботах з ліквідації аварії на ЧАЕС відразу після вибуху та надійшли до клініки Київського науково-дослідного рентгено-радіологічного та онкологічного інституту (зараз – Національний Інститут раку). Основну групу складала 30 учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) з верифікованим діагнозом «гостра променева хвороба» і невідомими значеннями доз. Повторно діагнози були верифіковані у відділі променевої патології Інституту клінічної радіології НЦРМ АМН України. Цитогенетичне обстеження з використанням тест-системи лімфоцитів периферичної крові і метафазного аналізу аберацій хромосом виконано під час інтенсивної дезінтоксикаційної терапії хворих. Також обстежено 564 особи, які брали участь у ліквідації наслідків аварії протягом 1986 р. Величини задокументованих доз опромінення – від 1 до 85 сГр. Цитогенетичне обстеження виконано через 4–9 років після аварії.

Результати та їх обговорення

У таблиці 1 представлено усереднені значення цитогенетичних показників в головній групі пацієнтів з верифікованим діагнозом ГПХ I-III ступеню тяжкості. Результати цитогенетичного обстеження показують, що як загальна частота абераційних клітин, так і частота нестабільних та стабільних маркерів радіаційної дії (дицентрики, центричні кільця, транслокації) збільшуються з підвищенням ступеня ГПХ. Відзначається тенденція до підвищення частоти аберацій хроматидного типу із зростанням ступеня ГПХ – від 2,06 при ГПХ I ступеня до 4,5 при ГПХ III ступеня, тобто більш ніж в 2 рази (табл. 1).

Таблиця 1 Середні значення показників цитогенетичного обстеження учасників ліквідації наслідків аварії з діагнозом гостра променева хвороба

Table 1 Average values of cytogenetic examination of the participants of liquidation of the consequences of catastrophe diagnosed with acute radiation disease

Показники	Ступінь ГПХ		
	I	II	III
Кількість обстежених хворих	19	8	3
Кількість проаналізованих клітин	177,58±11,43	206,25±19,90	204,67±53,74
Відсоток клітин з абераціями хромосом	4,86±0,70	8,69±1,62	31,27±10,22
Сумарна частота аберацій	5,04±0,79	9,44±1,99	42,83±18,84
Відсоток аберацій хромосомного типу з них:	2,98±0,83	5,71±2,19	38,33±18,04
– фрагменти	0,95±0,36	1,21±0,44	10,97±5,98
– ацентричні кільця	0,51±0,17	1,25±0,57	6,50±3,75



Продовження таблиці 1

Показники	Ступінь ГПХ		
	I	II	III
– центричні кільця	0,21±0,12	0,23±0,15	0,73±0,50
– дицентрики	1,29±0,48	2,63±1,13	17,57±6,59
– транслокації	0,03±0,03	0,40±0,18	2,57±1,32
Відсоток аберацій хроматичного типу з них:			
– делеції	1,61±0,40	3,08±0,81	4,33±0,92
– обміни	0,45±0,16	0,15±0,08	0,17±0,17

Побудова варіаційного ряду, складеного з помилок застосованої моделі множинної лінійної регресії в порядку убутання, дозволила оцінити інформативність кожної з оцінюваних пояснювальних перемінних, тобто цитогенетичних показників. Результати оцінки значущості кожного з цитогенетичних показників представлено в табл. 2.

Відзначимо, що для більшості цитогенетичних показників (частота аберацій хромосом, парних фрагментів, точок, кілець, дицентриків) значення коефіцієнта кореляції ($R = 0,5-0,7$) свідчить про їхню середню кореляцію зі ступенем променевої поразки, тобто ГПХ.

Таблиця 2 Варіаційні ряди цитогенетичних показників за ступенем інформативної значущості і коефіцієнтами кореляції для ретроспективної оцінки ступеня гострої променевої хвороби

Table 2 Variation ranks of the cytogenetic indices by the degree of informative significance and correlation coefficients for the retrospective evaluation of the degree of acute radiation disease

Цитогенетичні показники	S^2	Цитогенетичні показники	R
x_1	4,34659	x_1	0,69216
x_2	3,71781	x_2	0,64728
x_3	3,52422	x_3	0,64087
x_4	3,35664	x_4	0,63964
x_5	3,17102	x_5	0,55337
x_6	2,95759	x_6	0,52196
x_7	2,95435	x_7	0,44820
x_8	2,89432	x_8	0,22097
x_9	2,89398	x_9	0,21422

Примітка: x_1 – частота ушкоджених клітин; x_2 – загальна частота аберацій хромосом; x_3 – частота парних фрагментів; x_4 – частота точок; x_5 – частота центричних кілець; x_6 – частота дицентриків; x_7 – частота транслокацій; x_8 – частота фрагментів хроматидного типу; x_9 – частота обмінів хроматичного типу; S^2 – середньоквадратичне відхилення; R – коефіцієнт кореляції між значенням цитогенетичного показника і ступенем променевої хвороби.

Нами вперше запропоновано спосіб цитогенетичної оцінки ступеня ГПХ за умов, коли постраждали УЛНА з перших днів перебування в стаціонарі до моменту цитогенетичного



обстеження (від 12 до 40 днів) піддавалися активній терапії, спрямованій на лікування ГПХ (методи ентеро- та гемосорбції, переливання крові, пересадження кісткового мозку і т.п.), що істотно відрізняється від умов застосування розроблених раніше методичних рекомендацій. Це обумовлено насамперед суттєвим розведенням пула аберантних клітин за рахунок перелитої крові, лейкомаси, підсадки кісткового мозку, сорбційних процедур, які прискорюють елімінацію ушкоджених клітин.

Ми пропонуємо адекватну математичну модель множинної регресії для оцінки ступеня ГПХ у процесі спеціальної терапії опромінених осіб, яка враховує не один цитогенетичний показник, а вищезазначений нами оптимальний комплекс цитогенетичних показників: частоту аберантних лімфоцитів, фрагменти хромосомного типу и аномальні моноцентрики (Дьомвна та ін., 1999). Відзначимо, що кожен ступінь тяжкості ГПХ залежить не тільки від величини дози, а і від інтервалів доз, що обмежують її ступінь. Тому не тільки для діагностики захворювання, але і для вибору терапевтичної тактики лікарю необхідно знати насамперед ступінь тяжкості променевого процесу, а не тільки конкретне значення дози опромінення. Рекомендований нами спосіб оцінки даних цитогенетичного обстеження хворих на ГПХ дозволяє оцінити ступінь із прийнятною точністю. Середній відсоток помилок складає 10% і тим самим забезпечує задовільний діагностичний рівень підтвердження або уточнення первинно встановленого клініко-лабораторного діагнозу ГПХ і диференціювання ступеня її тяжкості.

У роботі також досліджено характер дозової залежності променевих маркерів (дицентриків) у лімфоцитах крові УЛНА зі злоякісними новоутвореннями (ЗН) та іншими захворюваннями. Результати свідчать, що в групі УЛНА зі ЗН коефіцієнт кореляції променевих маркерів – дицентричних хромосом (Domina et al., 2009), який складає 0,59, з дозою опромінення значно перевищує відповідні коефіцієнти в групах УЛНА із захворюваннями нервової системи, системи кровообігу, органів травлення. Цей факт свідчить про збереження залежності доза-ефект для променевих цитогенетичних маркерів у віддалений термін серед осіб з онкологічними захворюваннями (Деміна, 2006). Порушення стабільності і збалансованості генома людини внаслідок опромінення може призвести до зниження життєздатності, аномальної диференціації і злоякісної трансформації клітин.

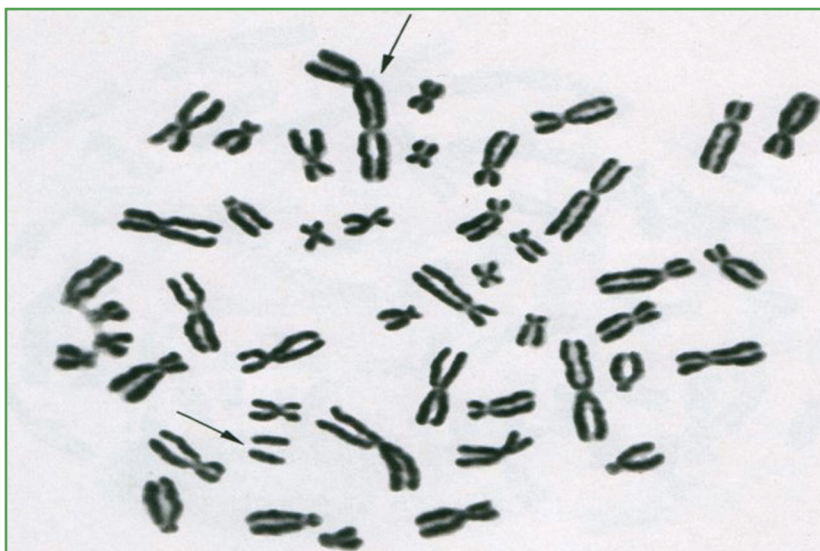


Рисунок 1 Дицентрик с парным фрагментом (Domina et al., 2009)
Figure 1 Dicentric with double fragment (Domina et al., 2009)



Саме нестабільність генома соматичних клітин і поява хромосомних порушень на рівні клітинної популяції можуть ініціювати безперервну і самопідтримуючу мінливість, яка є потенційним фактором канцерогенезу. Одержані дані свідчать, що цитогенетичні обстеження із застосуванням тест-системи лімфоцитів крові з метафазним аналізом аберацій хромосом є важливим компонентом моніторингу здоров'я опромінених осіб, який дозволяє ближче підійти до оцінки механізмів виникнення не тільки променевої, але й онкологічної патології, обґрунтовано формувати групи підвищеного канцерогенного ризику.

Висновки

Спосіб визначення ступеня ГПХ на основі комплексу цитогенетичних показників із застосуванням моделі множинної регресії має перевагу над іншими методами завдяки меншій кількості похибок та збереження групових відмінностей оцінок ступеня ГПХ протягом дезінтоксикаційної терапії.

Література

1. ДЁМИНА, Э.А. 2006. Чернобыльская катастрофа и проблемы малых доз радиации. *Вісник Укр. товариства генетиків і селекціонерів*. Т. 4, № 2, сс. 164-173.
2. ДЬОМІНА, Е.А. – КЛЮШИН, Д.А. – КИНДЗЕЛЬСЬКИЙ, Л.П. – ПЕТУНІН, Ю.І. 1999. *Цитогенетична оцінка ступеня гострої променевої хвороби. Методичні рекомендації*. Міністерство охорони здоров'я України, Київ. 16 с.
3. ИЛЬИН, Л.А. 1994. *Реалии и мифы Чернобыля*. ALARA Ltd, Москва. 446 с.
4. КИНДЗЕЛЬСКИЙ, Л.П. – ЗВЕРКОВА, А.С. – СИВКОВИЧ, С.А. и др. 2002. *Острая лучевая болезнь в условиях Чернобыльской катастрофы*. Телеоптик, Киев. 223 с.
5. BACKTON, K. – EVANS, H. 1976. *Method of human chromosome aberration analysis*. WHO, Geneva. 64 p.
6. *Biological dosimetry: chromosomal aberration analysis for dose assessment*. 1986. Technical Reports series N 260. Int. Atom. Energy Agency, Vienna. 69 p.
7. DOMINA, E.A. – PILINSKAYA, M.A. – PETUNIN, YU.I. – KLYUSHIN D.A. 2009. *Radiation Cytogenetics. Russian-English dictionary-reference book*. Zdorov'ya, Kyiv. 367 p. (in Russian).
8. UNITED Nations. 1982. *Ionizing radiation. Sources and biological effects*. UNSCEAR report to the General Assembly with annexes. United Nations publ., New York. 82 p.



**MEDICAL-BIOLOGICAL CONSEQUENCES OF CHERNOBYL ACCIDENT.
ANNOUNCEMENT 4.**

**MINIMIZATION OF RADIATION IMPACT ON GENETIC
LEVEL OF VICTIMS PERSONS AND PREVENTION OF CANCER**

Domina Emiliya

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

E-mail: edjomina@ukr.net

On the basis of the cytogenetic research, to develop and validate the strategy of the measures to prevent the stochastic effects (radiogenic cancer) of low-doses radiation on humans. Test system with human peripheral blood lymphocytes, metaphase analysis of chromosomal aberrations was used. Cells were cultured according to the standard procedures with modifications. Strategy for the prevention of stochastic effects of low-doses radiation, especially cancer risk, is elaborated on the cytogenetic studies basis, implies that cancer risk reduction is provided by assessment of individual radiation sensitivity (G_2 -radiation sensitivity assay) use of non-toxic effective radioprotectors.

Keywords: minimization stochastic effects, radiogenic cancer, lymphocytes, G_2 -radiation sensitivity assay, chromosomal aberration

Introduction

The problem of stochastic effects (radiogenic cancer) has become especially actual and has obtained global scale in connection with the accident in Chernobyl Nuclear Power Plant (April 1986) and Fukushima-1, Japan (March 2011), what has pointed out that nuclear reactors have no absolute guarantee of safe operation (Twenty five year..., 2011). To date there is no theory on how to predict the development of stochastic effects, including radiation-induced cancer, and choose the means of its prevention. The results of the researches of genetic susceptibility to irradiation effect show sufficiently high risk stochastic effects development, which the individuals with radiosensitive genotype have, especially in case of low radiation influence. This is crucial in the case of medical examination of employees of companies with high carcinogenic risk conditions. Taking into account the importance of the problem of negative biomedical effects of small exposure doses, this study presents a strategy of their prevention, which is argued by cytogenetic studies data. The proposed prevention strategy includes the following key stages: estimation of individual radiosensitivity and use of effective atoxic radioprotectors.

Materials and methods

We used test system with human peripheral blood lymphocytes (HPBL), metaphase analysis of chromosomal aberrations. The protocol for study was approved by local Ethics Committee. Analysis of aberrations level and spectrum in chromosomes of HPBL, which are acknowledged to be one of the most sensitive to radiation and are recommended WHO and UNSCEAR for biological indication of the radiation injury of human organism (Cytogenetic Analysis..., 2001), gives an objective information about genome integrity in human somatic cells. Cells were cultured according to the



standard procedures with modifications (Domina and Ryabchenko, 2006). Cells were incubated in RPMI 1640 medium, containing 0.1 µg/ml PHA (M form, Gibco-Invitrogen) for 52 h (last 3 h with colcemid). This procedure made it possible to analyze cells in the first post-radiation mitosis. The analysis of painted chromosome preparations was carried out according to the conventional requirements to metaphase spread (Mitelman, 1995).

Results and discussion

Assessment of human organism individual radiation sensitivity (IRS) which makes it possible to prognosticate the risk for pathological radiogenic condition. According to the modern views, cells sensitivity to the influence of ionizing irradiation is formed by a complex of factors: on the one hand, the particularities of genetic structure and conformation of DNA, the level of endogenous protectors, antioxidant activity, characteristics of cell cycle, intensity of apoptosis, regulation of proliferation processes, effectiveness of reparation system etc.; on the other hand, the level of integral absorbed radiation dose and its distribution in time and space, terms after irradiation, as well as the character of influence combination with other environmental factors. In case of assessment of general human radiation sensitivity the individual differences are neutralized. However, in case of equal dose of irradiation the large amplitude of IRS values means that high variability is observed. In case of high stress intensity human individual characteristics do not play a crucial role, as the damage exceeds protective and compensative abilities of the organism. The modern point of view on etiology of radiogenic cancer is a dominant carcinogenic danger of the influence of low doses of irradiation. Moreover, most of radiation effects of technogenic sources are characterized by low doses and low power of doses. That's why the definition of IRS is especially important in the range of influence of low doses of ionizing radiation (Liu, 2010; Summary of low-dose..., 2011; Domina et al., 2006). From this point of view it is recommended to use G₂-radiation sensitivity assay, which we designed on the basis of classical theses of radiation cytogenetics, in order to identify individuals with high IRS in a healthy cohort (Domina et al., 2006).

The IRS determination of relatively healthy individuals is advisable to carry out under the following conditions: testing γ-irradiation of HPBL cultures should be done in the most radiosensitive period of the first mitotic cycle – late G₂ (46 h of cells incubation); dose of γ-irradiation is 1.5 Gy at power 1.0 Gy/min, which allows to identify the maximum variability of the IRS indicators; cell culture fixation for 52 h of incubation takes into account radiation-induced mitotic delay and provides metaphase analysis of aberrations of chromatid type (deletions), that are dominant in the injury spectrum of G₂-period. This method allows to estimate genetically determined sensitivity of the individual to the radiation factor. As chromosomal modifications development in cell population is considered to be potentially oncogenic (Hagmar et al., 2004), then the increase of radiation sensitivity comparing to its average population values is a risk factor of radiation carcinogenesis. In this connection we have developed the indications for cytogenetic examination of the individuals who are working (or who are going to work) in the range of action of ionizing radiation, as well as for other priority categories of the population.

These are the substances given prior to irradiation for reduction of its impact on organism and for human genome resistance intensification. Examples of such radioprotectors are inosine and thymalin, their action is due to activation of enzymatic reparation processes.

Inosine, substance of nature origin, being precursor of ATP and nucleotides synthesis, maintains energy balance in cells of different tissues, possesses antihypoxic properties, and stimulates reparation as well as different metabolic processes. We have shown that inosine



reduces the level of chromosome aberrations induced in LPB of healthy individuals in the range of low-doses γ -irradiation *in vitro* to the values of spontaneous aberrations, so playing the role of radioprotector for cells. The most pronounced effect of inosine in the preventive dose (estimated at 0.01 mg/ml of blood) is observed at the lowest irradiation doses 0.1–0.2–0.3 Gy.

In this dose range, the level of radiation-induced chromosome aberrations reduces, reaching values of average population level of spontaneous genetic alterations in HPBL. The coefficient of modification of radiation effects is $3.8 (\pm 0.2) - 2.7 (\pm 0.1) - 3.5 (\pm 0.1)$, respectively. With further dose increase to 1.0 Gy radioprotective effect of inosine reduces, and coefficient of modification is, respectively, 1.2 (Patent of Ukraine, 2011).

While searching means capable to restore cells from radiation-induced changes, it was found that agents of thymus origin, including thymalin, may be effective for these purposes, as targets for their action are just human lymphocytes.

Thymalin is a complex mixture of biologically active substances, mainly peptides, isolated from the mammals thymus tissues. It refers to medicines that increase genome stability, activate immune and repair systems. Thymalin in prophylactic dose (estimated at 0.002 mg/ml of blood) has radioprotective effect on the genetic apparatus of HPBL. At a dose of 0.2 Gy his effect is reduction of chromosomal aberrations incidence from $5.0 \pm 1.3\%$ to $2.0 \pm 0.9\%$, and at a dose of 0.5 Gy – from $8.0 \pm 1.0\%$ to $4.0 \pm 1.0\%$, i.e. twice. In the low-dose range under thymalin impact the ray markers – dicentric chromosomes – disappeared. The observed radioprotective effect of thymalin is due to its stimulating effect on the repair of primary radiation damages in the first period of the intermolecular test, that is, on the border of the periods of G_1/S of mitotic cycle (Grinevich et al., 2004).

Recommended drugs will exhibit radioprotective properties in the best way when used on the background of vitamin supply as complementary approaches to the protection of the human genome from the mutagenic effects of low doses of ionizing radiation.

In the implementation of measures for radiogenic cancer prevention, based on this strategy, we recommend to take into account also information in the patient's history concerning precancerous conditions, the set of environmental factors, lifestyle, including adverse health habits, unbalanced nutrition, etc.

Cytogenetic studies using G_2 -radiation sensitivity assay are essential component of priority populations' health monitoring for formation high cancer risk groups and implementation developed strategies of stochastic effects prevention, including radiogenic cancer, among persons with known hypersensitivity to ionizing radiation (Patent of Ukraine, 2012). Above all, it applies the nuclear industry workers, medical staff (radiation oncologists, radiologists), and priority populations living in areas contaminated with radionuclides.

To be fair it should be noted that researchers' attention recently is directed at finding correlations between human organism's resistance to radiation and lymphocytes' ability to generate radioresistance induced by ionizing radiation – radioadaptive response (RAR) (Tapio and Jacob, 2007; Lin et al., 2009). It was shown that the RAR formation can reduce cancer risk at low-doses radiation (Sakai, 2006). However, in some studies it was found that in various population groups, affected by the Chernobyl accident, the ability of lymphocytes to form RAR is reduced or even absent (Pelevina et al., 1999). We have evident data of clinical and cytogenetic survey of 17 thousand liquidators of the Chernobyl NPP accident, which indicate that low-doses of ionizing radiation are statistically significant factors for the increased cancer risk (Domina, 2006).



Conclusion

Therefore, we propose the new method of prevention of the development of stochastic effects of radiation is directed at grading/minimization effect of small doses.

References

1. *Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment*. 2001. Technical Report series No 405. Int Atom Energy Agency, Vienna. 138 p.
2. DOMINA, E.A. – RYABCHENKO, N.M. 2006. Estimation of individual radiosensitivity of practically healthy persons on the basis of the scheme of cytogenetic investigation. In *Lab Diagnostics*, vol. 36, no. 1, pp. 30–34.
3. DOMINA, E.A. 2006. Low-dose ionizing radiation as risk factor for malignant neoplasms occurrence among Chernobyl NPP accident liquidation participants. *Chernobyl Catastrophe. 20 Years Later. Greenpeace Report*. Amsterdam: Greenpeace, pp. 235–241.
4. DOMINA, E.A. – DRUZHYNIA, M.O. – RYABCHENKO, N.M. 2006. *Human Individual Radiosensitivity*. Logos, Kyiv. 126 p.
5. DOMINA, E.A. – RYABCHENKO, N.M. – DRUZHYNIA, M.O. – CHEKHUN, V.F. 2007. *Cytogenetic Method (G_2 -assay) of Human Individual Radiosensitivity Determining for the Purpose of Primary Prevention of Radiogenic Cancer. Methodic Recommendations*. Ministry of Public Health of Ukraine, Kyiv. 28 p.
6. GRINEVICH, Y.A. – DOMINA, E.A. – BENDIUKH, H.D. 2004. Thymalin impact on the radiosensitivity of chromosomes of peripheral blood lymphocytes of thyroid cancer patients. In *Oncologiya*, vol. 6, no. 1, pp. 218–221.
7. HAGMAR, L. – STROMBERG, U. – BONASSI, S. et al. 2004. Impact of types of lymphocyte chromosomal aberrations on human cancer risk: results from Nordic and Italian cohorts. In *Cancer Res*, vol. 64, no. 6, pp. 2258–2263.
8. LIN, Lu. – BAOCHENG, Hu. – FANG, Yu. et al. 2009. Low-dose radiation-induced adaptive response preventing HPRT mutation is Fhit independent. In *Int J Radiat Biol*, vol. 85, no. 4, pp. 532–537.
9. LIU, S.Z. 2010. Biological effects of low level exposures to ionizing radiation: theory and practice. In *Human and Experimental Toxicology*, vol. 29, no. 4, pp. 275–281.
10. MITELMAN, F. eds. 1995. *International System of Cytogenetic Nomenclature for Acquired Chromosome Aberrations*. Karger, Basel. 120 p.
11. PATENT of Ukraine. 2011. *The method of reducing of spontaneous and radiation-induced frequency of genetics damage in somatic nonmalignant human cells*. Patent owner: Chekhun, V.F., Domina, E.A., Demchenko, E.N. Ukraine. Patent no. 61604. Bulletin no. 14. 2011-07-25.
12. PATENT of Ukraine. 2012. *Method of primary prevention of radiogenic cancer*. Patent owner: Chekhun, V.F., Domina, E.A. Patent no 67007. Bulletin no. 2. 2012-01.25.
13. PELEVINA, I.I. – AFANASIEV, G.G. – ALESHCHENKO, A.B. et al. 1999. Radiation-induced adaptive response in children and the impact of external and internal factors. In *Radiat Biol Radioecologia*, vol. 39, no. 1, pp. 106–12.
14. SAKAI, K. 2006. Enhancement of bio-protective functions by low dose/dose-rate radiation. In *Dose-Response*, vol. 4, no. 2, pp. 327–32.
15. *Summary of low-dose radiation effects on health. UNSCEAR 2010 Report*. 2011. UNITED NATIONS, New York. 106 p.
16. TAPIO, S. – JACOB, V. 2007. Radioadaptive response revisited. In *Rad Env Biophys*, vol. 46, no. 1, pp. 1–12.
17. *Twenty five years after the Chernobyl Accident. Security of the future*. 2011. National Report of Ukraine. KiM, Kyiv. 368 p.



THE TERATOGENESIS OF *PINUS SIBIRICA* DU TOUR IN THE TECHNOGENIC POLLUTION ENVIRONMENT

Dragan Grigoriy¹, Pokhylchenko Olga², Dragan Nina³

¹Kyiv Regional Institute of Postgraduate Teacher Education, Bila Tserkva, Ukraine

²M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³State Dendrological Park "Alexandria", NAS of Ukraine, Bila Tserkva, Ukraine

E-mail: pokhylchenko@yahoo.com

We address here the formation of some structures in a sterile zone of vegetative sprouts of 12-year old plants *Pinus sibirica* Du Tour. By the end of spring growth cycle of the central vegetative sprout in cataphylls of its sterile zone, in a very short time (3–4 weeks) were formed the men's cones, the seed scales of female cones, ligneous formations of the various form and structure undescribed earlier, in whose bosoms the vegetative buds were formed.

Keywords: *Pinus sibirica*, radiomorphose, teratogenesis, sterile zone of the shoot

ТЕРАТОГЕНЕЗ У *PINUS SIBIRICA* DU TOUR В ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Драган Григорій, Похильченко Ольга, Драган Ніна

Вступ

Чорнобильська катастрофа привела до чисельних негативних наслідків для біоти і разом з тим дала величезний матеріал для наукових досліджень. В 2005 році був створений 5 комітет МКРЗ «Радіаційний захист навколишнього середовища», яким Чорнобильська зона була визнана як один з базових полігонів для накопичення необхідних масивів емпіричних знань, а сосна була запропонована як одна з референтних рослин з точки зору оцінки радіоактивного впливу на біоту.

В зоні аварії на ЧАЕС в перші роки після аварії були проведені дослідження по впливу радіаційного забруднення на сосну звичайну. Згодом виявились віддалені порушення морфогенезу у сосни через 15 років після аварії, вони ж фіксувались і надалі (Гродзинский и др., 1995; Козубов и Таскаев, 1986–2011). Нами були виявлені на сосні звичайній всі описані в зоні аварії реакції на радіаційне опромінення в віддалений період (з 1998 року і по нинішній час) далеко за межами зони відчуження (в 4 зоні радіаційного забруднення). Ці реакції були набагато різноманітніші, ніж описані в зоні ЧАЕС при значно вищих рівнях радіаційного забруднення (Драган, 2002). В даній публікації наводяться випадки порушень морфогенезу у 12 річних рослин *Pinus sibirica*, які зростають у дендрологічному парку «Олександрія» НАН України. Ми не ставили завдання виявлення залежності доза-ефект. В нашу задачу входило описати різноманітність шляхів морфогенезу у сосни. Формоутворення в живій природі, згідно Е. Сіннота (1963), це строго детермінований процес, який приводить до появи форм і функцій, що найкращим чином відповідають умовам існування організмів. Ті чи інші відхилення від



нормального ходу морфогенезу різні автори відносять або до крайніх варіантів мінливості рослин і прояву поліваріантності індивідуального розвитку (Жукова и Глотов, 2001; Синнот, 1963), або до вад розвитку, проявів атактичних ознак, анцестральних станів (Федоров, 1958; Шмальгаузен, 1946) тощо.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження проводилися у 2012 році в дендропарку «Олександрія». Фенологічні спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик (Методики..., 1975). Спостерігали за 12 річними рослинами *Pinus sibirica*. Морфогенез вегетативних та генеративних пагонів вивчали згідно схем, запропонованих Є.Г. Мініною (1971), Є.Г. Мініною, Н.А. Ларіоною (1979), Ф.А. Чепиком (1984). Схожість пилоквих зерен визначали за З.П. Паушевою (1970).

Результати та їх обговорення

Розвиток весняних пагонів у сосни сибірської в 2012 році з бруньок, які перезимували, відбувався спочатку без будь-яких відхилень. У фазі уособлення пучків хвоїнок (в перших числах травня) в пазухах криючих лусок нижньої (стерильної) зони пагонів почали закладатися меристематичні пагорбки. З них протягом короткого часу (біля 15 днів) розвивалися адвентивні бруньки (від 10 до 30). По досягненні бруньками нормальних розмірів вони силептично (без проходження періоду спокою) розвивалися в різні морфологічні утворення.

На одних пагонах кожна із адвентивних бруньок давала початок структурам, схожим на насінневу луску жіночої шишки. Ці утворення широким щільним кільцем оточували весь периметр стебла в нижній частині пагона, або розміщувалися мозаїчно, чергуючись із стерильними катафілами. Майже одночасно з ростом відбувалося їх здерев'яніння. По досягненні насінневими лусками типових розмірів все це утворення було дуже схоже на дворічну зрілу шишку (рис. 1). Формування цих явно тератологічних утворень завершилося до 20 травня. Вище розташовані зони пагона (брахібластів, латеральних бруньок і апікальна брунька) при цьому розвивалися типово.



Рисунок 1 Утворення насінних лусок в стерильній зоні *Pinus sibirica* Du Tour

Figure 1 Formation of ovuliferous scales in the sterile area of *Pinus sibirica* Du Tour



На інших пагонах адвентивні бруньки давали початок і “насіневим” лускам і чоловічим колоскам (мікростробілам). Вони могли чергуватися мозаїчно, або зонально, займаючи половинки стебла на одному рівні (рис. 2). Мікростробіли досягали нормальних розмірів, утворювали типові за розмірами і формою пилокві зерна, з високою схожістю ($72,3 \pm 0,07\%$).



Рисунок 2 Формотворення в адвентивних бруньках з стерильної зони пагона у *Pinus sibirica* Du Tour
Figure 2 Morphogenesis in the adventive buds from sterile zone of the *Pinus sibirica* Du Tour shoot

В частині випадків морфогенетичні процеси в нижній зоні пагонів ще більш ускладнювалися. З адвентивних бруньок “першого покоління” за короткий час розвивалися трійчасті структури, дещо схожі на насінневі луски. Через тиждень після припинення росту (приблизно 15 травня) вони починали дерев’яніти, верхівка середньої луски відходити від материнського пагона, а в її основі закладалася нова брунька (“другого” покоління). Більшість таких бруньок без періоду спокою “проросло” одним брахібластом нормальної

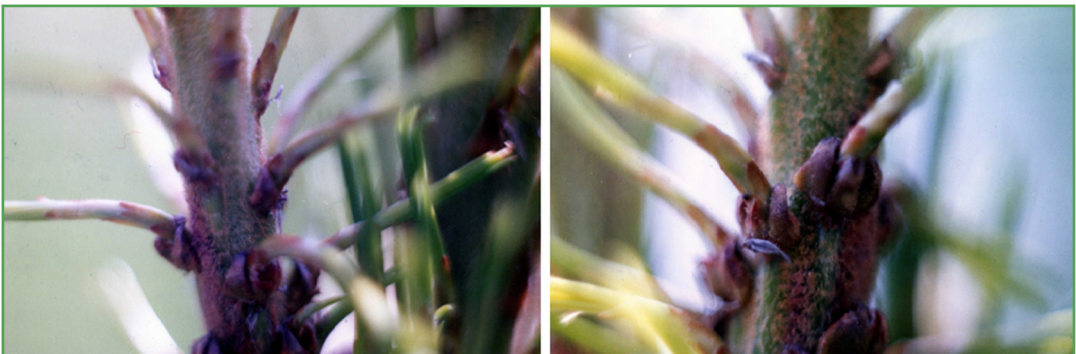


Рисунок 3 Атавістичні ознаки на силептичних пагонах *Pinus sibirica* Du Tour
Figure 3 Atavistic signs in the syleptic shoots of *Pinus sibirica* Du Tour



будови (причому, цей процес відбувався надзвичайно швидко, до 25 травня), не набагато відставши від розвитку брахібластів з вище розташованої зони пагона, де морфогенетичні процеси відбувалися типово. Ще вище по стеблу утворювалися подібні структури, лише з тією різницею, що складалися з двох "лусок", з подальшим утворенням між ними бруньок (рис. 3), які в ріст не йшли ні в 2012, ні в наступному році, залишаючись при цьому живими.

Інколи з однієї адвентивної бруньки внаслідок розщеплення її апікальної меристеми розвивалися і мікростробіл і надзвичайно змінений вегетативний пагін. Їх формування починалося з того, що в пазусі катафілу закладалася брунька незвичної сплющеної форми. Одночасно з ростом такої бруньки проходила диференціація її нижньої зони - відбувалося відчленування зеленувато-бурих структур, які швидко дерев'яніли. Мікростробіл, який розвивався з цієї бруньки, був дещо меншим за розмірами від нормального, але фізіологічно повноцінним (схожість пилку 62%).

Всі описані формотворчі процеси були приурочені до зони криючих лусок вегетативного пагона, яка за даними різних авторів (Минина, 1791; Чепик, 1969; Минина и Ларионова, 1979) в нормі не розвиває пазушних структур і вважається стерильною. Виключення з цього правила хоча і є, але вони нечисленні і спостерігалися при пошкодженні сосни факторами різної природи (Крылова, 1958; Драган, 2005). Це є цілком зрозумілим, оскільки у сосни адвентивні бруньки наряду зі сплячими в процесі еволюції рослинного організму виробилися як резервні органи, із яких при пошкодженні частини стебла (стовбура), при різкій зміні екологічних умов розвиваються видовжені пагони (ауксисласти), здатні замінити пошкоджену частину рослин (Чепик, 1984).

Унікальним, однак, є те що, по-перше, з адвентивних бруньок, розташованих в зоні криючих лусок (стерильній) розвивалися генеративні органи нормальної будови (мікростробіли), або ж структури, подібні до насінних лусок мегастробілів. По-друге, формування вегетативних бруньок відбувалося з надзвичайною швидкістю, без періоду спокою. Тобто, фази внутрішньо- і позабрунькового росту не були розділені в часі, так як це властиво сосні в нормі (Чепик, 1984). По-третє, на одному пагоні, до того ж в одній зоні утворювалися структури, які мали різну статеву належність, що є порушенням принципу полярності репродуктивних структур, який характерний для роду сосна: жіночі генеративні органи локалізуються в апікальній частині пагона, чоловічі – в проксимальній (Минина, 1971; Минина и Ларионова, 1979). При описаному екстремальному морфогенезі у *Pinus sibirica* були виявлені структури, яких не буває в нормальному формотворенні даного виду і, очевидно, їх варто віднести до атавістичних ознак.

Привертає на себе увагу надзвичайно раннє "цвітіння" у *Pinus sibirica* (12 років). Вступ у генеративну фазу онтогенезу у кедра сибірського залежить від умов зростання, найбільше від освітленості (Ирошников, 1974). В різновікових тайгових насадженнях значної зімкнутості кедр починає плодоносити з 90–120 років, в тривалому пригніченні – навіть з 140–160 років (Ирошников, 1974). В одновікових насадженнях – значно раніше – в 35–40 років. Ще раніше – на насінних плантаціях (з 10 років) (Игнатенко, 1966).

Висновки

Таким чином, проведені дослідження показали, що нижня зона пагона у *Pinus sibirica* несе певне функціональне навантаження і за особливих умов в ній відбуваються активні формотворчі процеси. Тому цю зону доцільно назвати резервною.

Очевидно, *Pinus sibirica* має достатньо високу чутливість до дії техногенних стрес-факторів і реагує на них появою цілої низки морфологічних порушень – морфозів. Проте, спектр цих морфологічних відхилень дещо відрізняється від таких у сосни звичайної, що, очевидно, вказує на видову специфічність реакцій на одні й ті ж порушуючі фактори.

Новітні дослідження (Нотов, 1999; Шафранова, 1980) особливостей росту модулярних організмів, до яких належать і рослини, показали, що модулі (метамери), зокрема пагони, є не



тільки структурною одиницею форми, але й фізіологічною одиницею росту і формоутворення. Формотворчі процеси у модулярних організмів мають регуляторне значення і можуть розглядатися, як аналог регулюючої підсистеми унітарних організмів. Збалансованість розвитку різних елементів рослин, стійкий розвиток онтогенезу здійснюється шляхом регуляції інтенсивності і, на нашу думку, напрямком формотворчих процесів. Отже, завдяки цьому, будь-які дисфункції, які виникають як реакції на стрес, нейтралізуються. Такий функціональний характер формотворчих процесів спрямований на зберігання і розвиток живої системи.

Саме в такому плані і слід оцінювати описані нами процеси. Поява цих морфологічних структур, очевидно, дозволяє усунути гормональний дисбаланс (дисфункцію), причиною якого є вплив стрес-факторів. І в цьому сенсі вони мають пристосувальне значення, оскільки дозволяють ефективно відновити гомеостаз організмів.

Література

1. ГРОДЗИНСКИЙ, Д.М – КОЛОМИЕЦ, К.Д. – БУЛАХ, А.А. 1995. *Радиобиологические эффекты у растений. Чернобыльская катастрофа*. Киев. 595 с.
2. ДРАГАН, Н.В. 2002. Порухення морфогенезу і типової організації вегетативних пагонів сосни в техногенно змінених екотопах. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя, сс. 116–128.
3. ДРАГАН, Н.В. 2005. Морфогенетические процессы в «стерильной» зоне вегетативной почки сосны обыкновенной. *Відновлення порушених природних екосистем*. Донецьк, сс. 144–146.
4. ЖУКОВА, Л.А. – ГЛОТОВ, Н.В. 2001. Морфологическая поливариантность онтогенеза в природных популяциях растений. *Онтогенез*, т. 32, № 6, сс. 455–461.
5. ИГНАТЕНКО, М.М. 1966. Цветение *Pinus sibirica* Mayr. в раннем возрасте. *Ботанический журнал*, т. 51, № 2, сс. 277–278.
6. ИРОШНИКОВ, А.И. 1974. Полиморфизм популяций кедров сибирского. В *Изменчивость древесных растений Сибири*. Красноярск, сс. 77–103.
7. КОЗУБОВ, Г.М. – ТАСКАЕВ, А.И. (1986–2001 гг.) *Радиобиологические исследования хвойных в районе Чернобыльской катастрофы*. Москва. 328 с.
8. КРЫЛОВА, Л.И. 1958. Развитие замещающих побегов у сосны и бука. В *Бюллетень московского общества испытателей природы*. Отделение биологии, т. XIII (3), сс. 105–111.
9. *Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР*. 1975. Москва: Наука. 27 с.
10. МИНИНА, Е.Г. 1971. О морфогенезе кедров сибирского. *Лесоведение*. № 4, сс. 27–36.
11. МНИНА, Е.Г. – ЛАРИОНОВА, Н.А. 1979. Морфогенез и проявление пола у хвойных. Москва: Наука. 216 с.
12. НОТОВ, А.А. 1999. О специфике функциональной организации и индивидуального развития модульных объектов. В *Журнал общей биологии*. т.60, № 1, сс. 60–79.
13. ПАУШЕВА, З.П. 1970. *Практикум по цитологии растений*. Москва, сс. 53–119.
14. СИННОТ, Э. 1963. *Морфогенез растений*. Москва: Издательство иностранной литературы. 603 с.
15. ФЕДОРОВ, А.А. 1958. Тератогенез и его значение для формо- и видообразования у растений. *Проблема вида в ботанике*. Москва. Ленинград: Издательство АН СССР, сс. 213–292.
16. ЧЕПИК, Ф.А. 1984. Значение спящих почек укороченных побегов сосны. *Проблемы геоботаники и биологии древесных растений*. Ленинград: Научные труды ЛТА, сс. 89–95.
17. ЧЕПИК, Ф.А. 1984. Особенности формирования и строения замещающих побегов у *Pinus sylvestris* L. *Ботанический журнал*, т. 59, № 3, сс. 426–433.
18. ШАФРАНОВА, Л.М. 1980. О метамерности и метамерах у растений. *Журнал общей биологии*, т. XLI, № 3, сс. 437–447.
19. ШМАЛЬГАУЗЕН, И.И. 1946. *Факторы эволюции*. Москва. 396 с.



SUCCESSIONAL ADAPTATION OF CODLING MOTH (*LASPEYRESIA POMONELLA* L.) POPULATIONS IN THE ORCHARDS OF THE CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

Drozda Valentin

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: biomethod@quality.ua

It sets out long-term studies concerning the characteristics of the spread of life strategies and tactics of reproduction, survival and trophic ties in apple orchards of the Chernobyl exclusion zone. It was found that apple moth populations are subject to K-selection for the r- and K-axis continuum. We studied in detail the nature of the laying female moth in the gardens of the zone and outside its borders. It has shown that under the pressure of natural selection apple moth populations have developed specific adaptive characteristics that allow them to effectively resist expansion from a population of parasites and predators. For example phytophage population in the Chernobyl zone to disperse the eggs in time and space across the projection than wood. At the same time, over 95% of the total fund of female eggs is deposited in the mode of one or two eggs, while the corresponding figures for the chapels' area accounted for more than 71.7 and 12.6%. It has also shown that the effective portion of the population of moth in the exclusion zone is characterized by a high content in the shells of cocoons fungistatic natural tannin, compared with populations that develop in industrial and abandoned orchards. It was also found that the moth larvae in diapause in the Chernobyl zone are characterized by a high level of viability and performance superior to the mass of the population that develop over the aisles zone. The biological nature of these adaptations aimed at countering the natural populations of parasites, predators and entomopathogens. Elevated levels in the atmosphere of negative ions, as a result of high radiation background, as shown by our studies a beneficial effect on the rate of metabolism of various stages of development moth, as well as increased motor activity and the ability to search entomophages.

Keywords: exclusion zone, codling moth, life strategy, entomophages

СУКЦЕССИОННЫЕ АДАПТАЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ (*LASPEYRESIA POMONELLA* L.) В САДАХ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС

Дрозда Валентин

Введение

Вот уже 30 лет бывшие агроценозы, частные сады, вышли из-под контроля технологических режимов, связанных с реализацией отдельных элементов ухода за садами. Обрезка, удобрение интенсивное и не очень, использование пестицидов – основные элементы, характеризующие современные технологии ухода за садами. Искусственные образования, функционирующие благодаря значительным энергетическим дотациям, резко и в одночасье



подвергнуты действию самых разнообразных стрессовых факторов. Среди них – один из наиболее существенных – экологическая и трофическая экспансия со стороны свыше 300 видов консументов разного уровня – фитофагов и энтомофагов, фитопатогенов, разнообразной сеgetальной растительности (Смирнов и др., 1999).

Наиболее существенные отрицательные действия по отношению к продуцентам, а это значительные площади семечковых садов – преимущественно яблони, привлекают консументы первого уровня – фитофаги, чьи гусеницы, личинки и имаго заселяют и питаются всеми частями растений, включая плоды и корни (Данилевский и Кузнецов, 1968).

Среди этого разнообразия фитофагов, особую роль и экологическую нишу занимают плодоярки – яблонная, грушевая и сливовая. Вредная их деятельность поистине огромна. Формально, плодоярки не причиняют прямого вреда насаждениям. Более того, можно сказать, что они приносят им определенную пользу. В том смысле, что питаясь семенами плодов, они частично становятся причиной опадания последних, облегчая тем самым энергетические издержки растений на рост, развитие и созревание плодов. Современное промышленное, да и любительское садоводство невозможно без систем сложных и дорогостоящих защитных мер. Такое значение плодоярок обусловлено рядом причин.

Известно, что адаптация гусениц плодоярок определяла направления эволюции этой группы. Общей чертой биологии гусениц *Laspeyrezini* заключается выраженной пищевой специализацией. Большинство плодоярок – монофаги или узкие олигофаги, связанные с одним или немногими родами кормовых растений (Audemard, 1976; Дрозда и др., 2014а). Очевидно, что пищевые адаптации развивались в направлении противоположном выраженному в большинстве других групп листоверток, для которых характерна широкая полифагия гусениц. Непосредственно причины выбора кормовых растений не выяснены, и остается непонятным, почему плодоярки полностью избегают большинства других ботанических семейств, на которых развиваются другие листовертки (Jaques et al., 1965; Ferro et al., 1975).

У плодоярок выражена и другая, независимая линия развития трофических связей – специализация к питанию определенными частями и органами растений. Для них типична эндофагия – питание внутри тканей растений. Особенно характерна тенденция к карпофагии, проявляющаяся к питанию плодами. Среди плодовых культур плодоярки повреждают только виды, относящиеся к семейству розоцветных (Дрозда, 2001; Дрозда и др. 2014).

Материалы и методы исследования

Многолетние (1985–2015 гг.) исследования яблоневого сада, различных регионов в т.ч. и в зоне отчуждения ЧАЭС, проводились с использованием традиционных визуальных и инструментальных методов, лабораторных и полевых исследований, с учетом последних разработок в популяционной биологии и микробиологии (Audemard, 1976; Дрозда, 2001). Исследовали жизненную стратегию яблонной плодоярки в структуре оси r-K, которая рассматривается как континуум (Mac, 1963; Margalef, 1890).

Кроме того, изучали особенности жизненных тактик яблонной плодоярки: размножение, выживание и трофические связи.

Результаты и их обсуждение

Проведенные нами ранее исследования показали, что важным следствием радиационного фона в зоне ЧАЭС, было изменение уровня аэроионизации воздуха. В частности, как показали наши измерения, существенно возросло содержание отрицательно заряженных аэроионов, что рассматривается, как специфический фактор и в отличие от положительно заряженных ионов воздуха, активизируются процессы метаболизма насекомых, в частности, яблонной



плодожорки, других видов. Возрастает двигательная активность и поисковая способность энтомофагов.

На основании оригинальных оценочных предикторов, установлено, что яблонная плодоярка подвержена преимущественно К-отбору. Приложение моделей Лотки-Вольтерра к популяциям плодоярки, развивающихся в садах зоны ЧАЭС и за ее пределами, показывает, что К-стратегии практически всегда выигрывают в жестком отборе. К – стратегии, в отличие от r-стратегов, ближе к концепции информации и обеспечены более высоким уровнем отрицательной обратной связи. Доминирующее преимущество К-стратегов объясняется низкой стоимостью сохранения информации (Margalef, 1890).

Биологическая сущность этого феномена заложена в детерминированных поведенческих актах самок плодоярки. Характеристика экологических и физиологических параметров развития яблонной плодоярки приведена в таблице. Как видно, за всеми тестовыми показателями, популяции плодоярки в садах зоны ЧАЭС существенно превышали таковые плодоярки других регионов. Сущность этого биологического феномена состоит в том, что сады зоны отчуждения не подвергаются антропогенным воздействиям. Полностью исключено использование пестицидов, минеральных удобрений, гормональных препаратов. Сложилось исключительно благоприятные условия для диапаузирования и зимовки гусениц плодоярки. Оптимальной является и питательная ценность семян плодов. Практически отсутствует трофическая конкуренция среди гусениц плодоярки. Именно поэтому, диапаузирующие гусеницы характеризуются оптимальным физиологическим состоянием – превышении массы, а также увеличением содержания фунгистатика танина в оболочках коконов. Гораздо более важной характеристикой популяции фитофага является противостояние и защита от такого сдерживающего фактора, как деятельность паразитов и хищников. Их видовой состав насчитывает около 140 видов.

Их экспансия по отношению к плодоярке проявляется путем выраженных адаптивных характеристик фитофага, свойственных популяциям зоны отчуждения. Эффективное противостояние деятельности паразитов, в критические периоды онтогенеза плодоярки, проявляется и в характере яйцекладки. Самки зоны отчуждения около 80% из всего фонда яиц откладывают вразброс, по одному. В то время, как в садах за пределами зоны этот показатель существенно ниже – только 66,8–72,4%. Такой характер яйцекладки самок эффективно защищает их от энтомофагов. Существенно усложняется поиск яиц. Такая функциональная реакция самок, в совокупности с адекватной реакцией диапаузирующих гусениц плодоярки, концентрация в трещинах коры штамбов деревьев, не что иное как обнаруженный нами феномен «вторичного обучения» популяции яблонной плодоярки в ответ на массовое истребление их хищными жужелицами, стафилинидами, а также дикими свиньями, гусениц, которые диапаузировали в почве приствольных кругов.

Установлено, что механизм отрицательной обратной связи – паразиты, хищники, а также энтомопатогены, истребляли только фактически ослабленную популяцию плодоярки. Эффективная ее часть – 22,6–34,8% – с выраженными физиологическими характеристиками им недоступна. Повышенное содержание танина в коконах гарантирует высокий уровень сохранности популяции и надежно защищает их от грибных эпизоотий. Механизмы отрицательной обратной связи удерживают популяции яблонной плодоярки в определенных параметрах. Установлено также, что ежегодно, от 1,7 до 5,6% популяций плодоярки зимуют 2 и больше года. Это своеобразный страховочный фонд, еще одна адаптивная характеристика типичного К-стратега, таковой является яблонная плодоярка. Очевидно, что часть популяции плодоярки мигрирует за пределы зоны отчуждения и заселяет промышленные сады.

Таким образом, популяции яблонной плодоярки, развиваясь и функционируя в специфической среде, выработали адаптивные характеристики, как результат повышенного содержания в атмосфере отрицательно заряженных ионов. Кроме того, такой направленный



Таблица 1 Экологическая и физиологическая структура популяции яблонной плодовой в зоне отчуждения ЧАЭС (исследования 2008–2015 гг.)

Table 1 Ecologic and physiologic structure of apple moth populations at the Chernobyl exclusion zone (studies 2008–2015)

Регионы исследований	Агроценозы, экосистемы	Пронализировано яиц	Характер яйцеклетки самок						Масса диапаузирующих гусениц, мг	Содержание танина в оболочках коконов (%)
			1 яйцо		2 яйца		3 и больше яиц			
			экз.	%	экз.	%	экз.	%		
Зона отчуждения ЧАЭС	бывшие промышленные сады	128	102	79,6	21	16,4	5	4,0	64,4	9,4
	сады частного сектора	247	193	78,1	36	14,5	9	7,4	61,8	8,8
	промышленные сады	122	85	69,6	19	15,6	18	14,8	54,3	6,9
Херсонская область	заброшенные сады	174	126	72,4	34	19,4	14	8,2	58,2	8,1
	дикие яблони	142	98	69,2	26	18,1	18	12,7	48,7	8,4
	промышленные сады	159	106	66,7	29	18,2	24	15,1	55,7	6,4
Хмельницкая область	заброшенные сады	144	103	71,7	26	18,0	15	10,3	57,9	7,8
	дикие яблони	136	91	66,8	28	20,6	17	12,6	46,8	8,6
НСР ⁰⁵	–	–	–	–	–	–	–	–	3,2	0,9



отбор способствовал доминированию в семечковых садах зоны отчуждения популяций плодовой яблонной плодожорки с выраженными физиологическими характеристиками.

Выводы

Экспериментально установлено, что популяции яблонной плодовой яблонной плодожорки в зоне отчуждения функционируют в режиме К-отбора. Стратегия яйцекладки самок направлена на рассеивание яиц во времени и пространстве, что позволяет эффективно избегать контакта с паразитами и хищниками. Установлено повышенное содержание фунгистатика танина в оболочках коконов. Диапаузирующие гусеницы яблонной плодовой яблонной плодожорки характеризуются высоким уровнем жизнеспособности и по показателям массы превосходят популяции плодовой яблонной плодожорки развивающихся за пределами зоны.

Литература

1. ДАНИЛЕВСКИЙ, А.С. – КУЗНЕЦОВ, В.И. 1968. Фауна СРСР, новая серия. Насекомые чешуекрылые. Листовертки. Tortricidae, триба плодовой яблонной *Laspeyresini*, т. V, вып. 1. Изд. «Наука», Л. 636 с.
2. ДРОЗДА, В.Ф. – САГИТОВ, А. О. – КОЧЕРГА, М. А. – КОПЖАСАРОВ Б.К. 2014(а). Технологические особенности защиты яблоневых садов от яблонной плодовой яблонной *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) садах Украины, Казахстана. *Защита растений и экологическая устойчивость агробиоценозов. Материалы Междунар. конф. Алматы*, сс. 65–67.
3. ДРОЗДА, В.Ф. – САГИТОВ, А. О. – КОЧЕРГА, М. А. – КОПЖАСАРОВ, Б.К. 2014. Биологические и экологические особенности яблонной плодовой яблонной *Laspeyresia pomonella* L. вредоносность и контроль численности в интенсивных и фермерских садах Украины и Казахстана. *Защита растений и экологическая устойчивость агробиоценозов. Материалы Междунар. конф. Алматы*, сс. 62–64.
4. ДРОЗДА, В.Ф. 2001. Биоценологическое обоснование интегрированной защиты плодовых насаждений от фитофагов в Лесостепи Украины: диссертация доктора с.-х. наук. Киев. 405 с.
5. СМЕРНОВ, В.В. – КИПРИАНОВА, Е.А. – ГАРАГУЛЯ, А.Д. – ГОРАЛЬ, В.М. – ЛАППА, Н.В. 1999. Антимикробные и энтомопатогенные свойства штаммов *Pseudomonas aureofaciens*. *Прикладная биохимия и микробиология*, т. 35, № 4, сс. 413–416.
6. СТАДНИЦКИЙ, Г.В. 1991. Энтомофаги как управляющий и управляемый элемент триотрофа в природных экологических системах. *XII Междунар. Симпозиум по энтомофауне Средней Европы*. Киев, Наукова думка, сс. 95–97.
7. AUDEMARD, H. 1976. Etude demoeologique de *Carpocapsa pomonella* L. en verger de pommiers de bosse. Vallee du Phone. *Possibilites d'organisation d'une lute integree*. Tours (France). 365 p.
8. FERRO, D.N. – SLUSS, R.R. – BOGYO, T.P. 1975. Factors contributing to the biotic potential of the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L), in Washington. *Environ. Entomol.*, vol. 4, no. 3, pp. 385–391.
9. JAQUES, R.P. – MacLELLAN, C.R. 1965. Fungal mortality of overwintering larvae of the codling moth in apple orchards in Nova Scotia. *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 7, p p. 291–296.
10. MAC ARTHUR, R.N. – WILSON, E.D. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, vol. 17, pp. 373–378.
11. MARGALEF, R. 1990. *La Biosfera entre la termodinamika y el juego*. Barcelona: Omega, 236 p.



THE COMBINATION OF RHEUMATOID ARTHRITIS WITH ABDOMINAL OBESITY, DIABETES MELLITUS TYPE 2 AND ARTERIAL HYPERTENSION AS A CONSEQUENCE OF THE CHERNOBYL DISASTER

Fediv Oleksandr, Bukach Olga

The higher state educational institution of Ukraine "Bukovinian state medical University",
Chernivtsi, Ukraine

E-mail: bsmu@bsmu.edu.ua

The study analysed the impact of the Chernobyl disaster on the development and course of rheumatoid arthritis (RA) in combination with arterial hypertension (AH), diabetes mellitus type 2 (DM2) and abdominal obesity (AO) depending on clinical manifestations and laboratory findings. It was found that the Chernobyl disaster was the impetus for the more frequent occurrence of rheumatoid arthritis with comorbid pathology.

Keywords: rheumatoid arthritis, arterial hypertension, diabetes mellitus type 2, abdominal obesity, clinical features

ПОЄДНАННЯ РЕВМАТОЇДНОГО АРТРИТУ З АБДОМІНАЛЬНИМ ОЖИРІННЯМ, ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ТИПУ 2 ТА АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ – ЯК НАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

Федів Олександр, Букач Ольга

Вступ

Внаслідок Чорнобильської катастрофи в Україні, яка сталася 26 квітня 1986 року, значно зросла кількість коморбідних патологій, а саме ревматоїдного артриту в поєднанні з цукровим діабетом типу 2, артеріальною гіпертензією та абдомінальним ожирінням. В Україні нараховується більше 118 тис. хворих на РА, серед яких 54 тис. – працездатного віку, які знаходяться на диспансерному обліку (МОЗ України..., 2012). Дане захворювання відноситься до числа найбільш поширених і важких хронічних захворювань суглобів і в більшості пацієнтів призводить до швидкої втрати тимчасової і стійкої працездатності, скорочення тривалості життя (Попкова та ін., 2011).

Запалення синовіальної оболонки лежить в основі кардинальних проявів цього захворювання, до яких належать: біль, набряк і болючість з подальшою деструкцією хряща, ерозією кістки деформацією суглоба. Біль у суглобах, яка виникає при цьому захворюванні навіть при успішній хворобо-модифікуючій протиревматичній терапії (ХМПРТ) із застосуванням біологічних препаратів залишається на рівні 20–40 балів за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) (Strand et al., 2012).

Мета роботи – дослідити клінічні та лабораторні зміни у пацієнтів на ревматоїдний артрит в поєднанні з абдомінальним ожирінням, цукровим діабетом типу 2 та артеріальною гіпертензією через 30 років після катастрофи на Чорнобильській АЕС.



Матеріали і методи дослідження

У дослідженні взяло участь 59 хворих, які були розділені на 3 групи: 22 хворих на ревматоїдний артрит (1 група), 22 – на ревматоїдний артрит асоційований з цукровим діабетом типу 2, артеріальною гіпертензією та абдомінальним ожирінням (2-га група) та 15 практично здорових осіб (3 група). Хворі знаходились на стаціонарному лікуванні в ревматологічному відділенні обласної клінічної лікарні м. Чернівці, а також обласного ендокринологічного диспансера. Усі пацієнти дали інформовану згоду на участь у дослідженні. Дослідження схвалене Комітетом з біоетики Буковинського державного медичного університету. Діагноз РА ставився на критеріях захворювання Американською колегією ревматологів (ACR) 1987р. і ACR / Європейською лігою по боротьбі з ревматизмом (EULAR) 2010р. Алгоритм обстеження хворого включав клінічний огляд виявлення ступеня активності і оцінку функції суглобів, визначення тривалості ранкової скутості, виявлення системних ознак захворювання та проведення клініко-лабораторних досліджень.

Результати та їх обговорення

У дослідженні у хворих спостерігались загальні симптоми: слабкість, зниження апетиту, висока лихоманка (до 40 °С), підвищена пітливість, астенія, порушення сну. У хворих на РА вищевказані симптоми трапляються у 86% випадків, а у хворих на РА асоційованому з ЦД2, АГ та АО дані симптоми виникають у 91% хворих.

Таблиця 1 Клініко-лабораторні показники у хворих на РА та РА в поєднанні з АГ, ЦД 2 та АО
Table 1 Clinical and laboratory parameters of RA patients; and RA in combination with hypertension, DM type 2 and AO

Показники	Здорові n = 15(25,6%)	РА n = 22 (37,2%)	РА з АГ, ЦД 2 та АО n = 22 (37,2%)
Вік (роки)	49,3±6,3	51,2±8,1	54,2±4,1
Стать			
– жіноча	7 (46,7)	18 (81,8)	16 (72,7)
– чоловіча	8 (53,3)	4 (18,2)	6 (27,3)
Вага (кг)	73,4±3,4	71,6±6,42	92,8±10,2*
Ріст (см)	166,1±5,22	165,89±5,38	168,32±6,47
ІМТ (кг/м ²)	25,9±4,6	22,4±4,53	31,2±1,03*
Об'єм талії	77,43±1,26	76,8±1,42	93,22±2,05*
САТ	124,62±2,22	123,5±1,03	156,9±1,97*
ДАТ	73,5±1,18	72,6±1,28	88,13±1,26*
Індекс DAS 28	3,57±0,12	4,61±0,17*	1,02±0,6
Індекс HAQ	1,8±0,5	1,9±0,5	0,32±0,1
СРБ (мг/л)	20,3±2,05	31,42±3,18*	6,5±1,2
ШОЕ (мм/ч)	33,8±9,8	38,1±10,5*	5,3±2,7
РФ (МО/мл)	114,3±16,7	119,1±18,4*	5,8±0,4

Примітка: достовірні відмінності відносно відповідних показників групи; ІМТ – індекс маси тіла; САТ – систолічний артеріальний тиск; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск; індекс DAS28 – оцінка активності РА; індекс HAQ – оцінки якості життя пацієнтів, що страждають РА; СРБ – с-реактивний білок; ШОЕ – швидкість осідання еритроцитів; РФ – ревматоїдний фактор.



Для хворих РА найбільш характерний суглобовий синдром (біль, припухлість, обмеження рухів в суглобі), а на більш пізніх стадіях захворювання виникають фіброзні, кістозні анкілози та контрактури, які в свою чергу приводять до стійких деформацій в суглобі. Було виявлено, що у хворих 2-ї групи суглобовий синдром траплявся частіше, ніж у хворих 1-ї групи і становив 71,2% і 63,8% випадків, а деформація суглобів – 47,2% та 41,5%. Ранкова скутість у хворих 2-х груп значимо не відрізнялась.

Аналізуючи показники активності при РА, такі як: DAS28, СРБ, СОЭ, ВАШ (таблиця 1) було відмічено, що у хворих на РА з коморбідною патологією ці показники вищі, ніж у хворих на РА і становили: DAS28 ($3,57 \pm 0,12$ та $4,61 \pm 0,17$); ШОЕ – $33,8 \pm 9,8$ та $38,1 \pm 10,5$; СРБ – $20,3 \pm 2,05$ та $31,42 \pm 3,18$. Це свідчило про те, що суглобовий синдром був більш виражений у хворих на РА в поєднанні з АО, ЦД2 та АГ.

При дослідженні також було виявлено, що у хворих 2-ї групи частіше виникали позасуглобові прояви 13(46,2%) на відміну від хворих 1-ї групи 9(33,3%) випадків. Серед обстежених пацієнтів найчастіше зустрічався остеопороз у 1-й групі 18 (81,8%), 2-й - 19 (86,3%); ревматоїдні вузлики 5 (18,5%), та 7(27%) відповідно, які не турбували хворих, однак при їх травмуванні могли виникати виразки. Гепатоспленомегалія, лімфаденопатія траплялась у 1-й групі 5 (22,7%) та 2-ї 3 (11,1%). Васкуліти у 2-х групах виникали досить рідко, у 1-й 1 (3,7%) та у 2-й 1(3,7%) і сприяли виникненню таких ускладнень як: виразка і некроз шкіри, інфаркт внутрішніх органів. Ураження серця (вторинна кардіоміопатія, міокардит, перикардит), легень (плеврит, пневмосклероз) та нирок (гломерулонефрит) у наших пацієнтів трапляється не так часто і становив 3,7% та 3,7% у досліджуваних груп.

Висновки

Таким чином можна стверджувати, що коморбідна патологія обтяжує перебіг ревматоїдного артриту. Тому раннє виявлення супутньої патології, зменшення вираженості болю, запалення буде сприяти зниженню ризику розвитку ускладнень, поліпшенню загального прогнозу перебігу основного захворювання і підвищення якості життя хворих на РА з супутньою АГ, ЦД2 та АГ.

Література

1. МОЗ України «Концепція Державної цільової програми лікування хворих на ревматоїдний артрит на 2011–2015 р.».
2. ПОПКОВА, Т.В. – НОВИКОВА, Д.С. – НАСОНОВ, Е.Л. 2011. Кардиоваскулярные факторы риска при ревматических заболеваниях. *Актуальные вопросы болезней сердца и сосудов*, № 2, сс. 46–53.
3. STRAND, V. – BURMESTER, G.R. – OGALE, S. et al. 2012. Improvements in health-related quality of life after treatment with tocilizumab in patients with rheumatoid arthritis refractory to tumour necrosis factor inhibitors: results from the 24-week randomized controlled Radiate study. *Rheumatology* (Oxford), № 51, pp. 1860–1869.



**VASCULAR ENDOTHELIAL DYSFUNCTION AND HEMOSTASIS
IN PATIENTS WITH PEPTIC ULCER OF STOMACH AND DUODENUM,
COMBINED WITH ARTERIAL HYPERTENSION
AND DIABETES MELLITUS TYPE 2**

Fediv Oleksandr, Sithinska Inna

HESEU «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine

E-mail: office@bsmu.edu.ua

The article presents the violation of vascular-endothelial function and status of the haemostasis system in patients with peptic ulcer of stomach and duodenal ulcers combined with arterial hypertension and diabetes mellitus type 2 manifested by changes in the systems of oxidant-prototoxicant system, haemostatic system, and dysfunction of the endothelium.

Keywords: vascular-endothelial function, haemostasis, diabetes type 2, hypertension, peptic ulcer of stomach, duodenal ulcers

**СУДИННО-ЕНДОТЕЛІАЛЬНА ДИСФУНКЦІЯ ТА СТАН СИСТЕМИ
ГЕМОСТАЗУ У ХВОРИХ НА ПЕПТИЧНУ ВИРАЗКУ ШЛУНКА
ТА ДВНАДЦЯТИПАЛОЇ КИШКИ, ПОЄДНАНУ З АРТЕРІАЛЬНОЮ
ГІПЕРТЕНЗІЄЮ І ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ТИПУ 2**

Федів Олександр, Сіцінська Інна

Вступ

Ендотелій виконує ключову функцію в регуляції кровообігу, судинного тону, місцевих процесів гемостазу шляхом утворення і вивільнення судинорозширювальних і судинозвужувальних чинників (Білокобильська, 2010), які забезпечуються продукцією ендотеліальних чинників релаксації (NO), окисленням ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ), стимуляцією активатора плазміногену тканин, тощо (Гасанова, 2004). Пошкодження ендотелію супроводжується порушенням системи гомеостазу, клітинної проліферації (Єфімов, 1999), судинного тону (Зуєва і Коваленко, 1998).

Мета роботи – дослідити порушення судинно-ендотеліальної функції та стану системи гемостазу у хворих на пептичну виразку шлунка та дванадцятипалої кишки у поєднанні з артеріальною гіпертензією і цукровим діабетом типу 2.

Матеріали і методи дослідження

Обстежено 100 хворих (40 пацієнтів на ПВШ та ДПК (група 1), 40 пацієнтів на ПВШ та ДПК, поєднану з АГ і ЦД2 (група 2), 20 осіб – практично здорові особи (ПЗО) (група 3)). Критерії включення в дослідження: пептична виразка шлунка та дванадцятипалої кишки Нр-асоційована; АГ I стадії 1-го ступеня та II стадії 2-го ступеня; ЦД 2 легкої тяжкості,



компенсований та середньої тяжкості, субкомпенсований. Критеріям виключення є: ускладнена ПВШ та ДПК, ізольована АГ, АГ III стадії, 3-го ступеня; ЦД 2 важкого ступеня тяжкості, декомпенсований. Усім пацієнтам проводили: збір анамнезу, оцінку клінічних та лабораторно-інструментальних методів обстеження.

Вміст у крові глутатіону відновленого визначали титраційним методом за О.В. Травіною в модифікації І.Ф. Мецишена і І.В. Петрової (1983), малонового альдегіду – за Ю.А. Владимировим і А.І. Арчаковим (1972). Активність ферментів вивчали: глутатіонпероксидази (КФ 1.11.1.9), глутатіон-S-трансферази (КФ 2.5.1.18) та активність ферментів розраховували на 1 г гемоглобіну – за І.Ф. Мецишеним (1987). Реологічні властивості еритроцитів визначали за допомогою фільтраційних методів: індекс деформабельності еритроцитів (ІДЕ) – за методом С. Tappert, V. Lux у модифікації М.Ю. Коломойця і Ходоровського (1981), відносну в'язкість еритроцитарної суспензії (ВВЕС) за методом О.Ф. Пирогової і В.Д. Джорджикія в модифікації З.Д. Федорової і М.О. Котовщикової (1989).

Стан необмеженого протеолізу оцінювали за лізисом азоальбуміну (розпад низькомолекулярних білків), азоказеїну (деградація високомолекулярних білків) та азоколу (лізис колагену) з використанням наборів фірми "Danish Ltd." (Львів).

Фібринолітичну активність визначали методом О.Л. Кухарчука, оцінюючи лізис азофібрину (фібрину) з використанням набору фірми "Danish Ltd." (Львів).

Антитромбін III визначали хромотех-антитромбін III методом (Росія).

Ендотелін-1 визначали за допомогою імуноферментного аналізу (фірми «Біохіммак» м. Москва). Метод визначення кінцевих стабільних метаболітів монооксид нітрогену (NO) базувався на відновленні нітратів до нітритів з визначенням останніх за реакцією з реактивом Гріса.

Статистичний аналіз проводили з використанням програми SPSS Statistics 17 Multilanguage.

Результати та їх обговорення

Досліджуючи функціональний стан ендотелію (табл. 1) встановлено, що вміст глутатіону відновленого (ГВ) у крові зменшується в обох групах пацієнтів по відношенню до ПЗО відповідно на 28,87% та 46,39% ($p < 0,05$). Що стосується показників активності глутатіонпероксидази, то у хворих на ПВШ та ДПК вони були різнонаправленими залежно від наявності АГ і ЦД2. За відсутності супровідної патології цей показник достовірно підвищувався на 35,84% ($p < 0,05$). Поява АГ і ЦД 2 супроводжувалась підвищенням активності глутатіонпероксидази на 35,6% ($p < 0,05$) у порівнянні із хворими на ПВШ та ДПК без АГ і ЦД 2 та на 71,44% ($p < 0,05$) у порівнянні з групою ПЗО. Активність глутатіон-S-трансферази вірогідно підвищувались у 1-ій та у 2-ій групах (на 22,46% та на 45,87% ($p < 0,01$) відповідно) у порівнянні з групою ПЗО. Проте, у групі хворих на ПВШ та ДПК із АГ і ЦД 2 спостерігається підвищення даного показника на 23,41% ($p < 0,01$) у порівнянні з групою хворих без супутньої патології. Виявлене зниження концентрації глутатіону є наслідком підвищеного метаболізму через його безпосереднє залучення в детоксикацію цитотоксичних, канцерогенних сполук екзогенного та ендогенного походження (Гасанова, 2004).

Оцінюючи вміст судинорозширювальних і судинозвужувальних чинників (табл. 1), спостерігається достовірне підвищення ET-1 у 1-й та 2-й групах в 2,25 рази та в 4 рази ($p < 0,05$) у порівнянні з групою ПЗО. Проте, рівень NO достовірно підвищується у 1-й та 2-й групах в 1,6 рази ($p < 0,05$) та в 3,3 рази ($p < 0,05$) у порівнянні з 3-ю групою.

Порушення вмісту чинників ендотелію залежної вазодилатації та вазоконстрикції свідчить про прояви ендотеліальної дисфункції та є маркером прогнозу перебігу захворювання, при поєднанні даних патології.



Таблиця 1 Показники функціонального стану ендотелію у хворих на ПВШ та ДПК із АГ і ЦД 2
Table 1 The indicators of the functional state of endothelium in patients PWS and duodenum with hypertension and diabetes type 2

Показники	ПВШ та ДПК (n = 40)	ПВШ та ДПК із АГ і ЦД2 (n = 40)	ПЗО (n = 20)
ГВ (ммоль/л)	0,69±0,06*	0,42±0,02*/**	0,98±0,07
ГП (нмоль Гл-SH на 1 г Нв за 1 хв.)	203,35±11,33*	256,65±7,1*/**	149,7±5,98
ГТ (нмоль Гл-SH на 1 г Нв за 1 хв.)	143,89±5,61#	171,4±6,6#/#	117,5±1,97
ЕТ-1	27,75±0,12*	48,6±0,16*/**	12,17±0,21
NO	26,87±0,19*	51,63±0,12*/**	17,06±0,06

Примітка: * – достовірність відмінностей ($p < 0,05$) між показниками в 1-й та 3-й і 2-й та 3-й групах; ** – достовірність відмінностей ($p < 0,05$) між показниками в 1-й та 2-й групах; # – достовірність відмінностей ($p < 0,01$) між показниками в 1-й та 3-й, групах і 2-й та 3-й групах; ## – достовірність відмінностей ($p < 0,01$) між показниками в 1-й та 2-й групах

Наступним етапом дослідження стало встановлення ролі порушень системи гемостазу у хворих на ПВШ та ДПК, поєднану з АГ і ЦД 2, а саме показників загального коагуляційного потенціалу крові (час рекальцифікації плазми, протромбіновий і тромбіновий час, активований парціальний тромбoplastиновий час, активності антитромбіну III (АТIII)), фібринолітичної активності крові (сумарна – СФА, неферментативна – НФА, ферментативна – ФФА), протеолітичної активності крові (лізис азоальбуміну, азоказеїну, азоколу),

У таблиці 2 представлені зміни коагуляційного потенціалу у всіх групах хворих. Зокрема, у групі хворих на ПВШ та ДПК із АГ і ЦД 2 час рекальцифікації плазми крові (ЧРПК) знижений на 50,12% ($p < 0,05$), тромбіновий час (ТЧ) – 27,27% ($p < 0,05$), активований парціальний тромбoplastиновий час (АПТЧ) – 29,93% ($p < 0,01$), підвищений протромбіновий час (ПТЧ) – в 2 рази ($p < 0,01$) у порівнянні з групою ПЗО, і відповідно на 33,9% ($p < 0,05$), на 20,31% ($p < 0,05$), на 16,04% ($p < 0,01$) та підвищений в 1,4 рази ($p < 0,01$) у порівнянні з групою хворих на ПВШ та ДПК.

При оцінці порушень структурно-функціонального стану еритроцитів (табл. 2) спостерігається зменшення ІДЕ (на 18,37% ($p < 0,01$) – у 1-й групі, на 26,32% ($p < 0,01$) – у 2-й групі у порівнянні з ПЗО) на фоні підвищення кофіцієнту в'язкості еритроцитарної суспензії (в 1,33 рази ($p < 0,01$) та в 1,69 рази ($p < 0,01$), відповідно).

Значне порушення структурно-функціональних властивостей еритроцитів у поєднанні з патологічними змінами коагуляційного потенціалу призводить до посиленого руйнування еритроцитів, з подальшим утворенням гіперкоагуляції, сповільнення місцевого кровотоку та утворенням мікротромбів в дрібних судинах шлунка та дванадцятипалої кишки (Білокобильська, 2010)

Водночас, у хворих 1-шої групи спостерігається порушення показників фібринолітичної активності (зменшення СФА – в 1,42 рази, НФА – в 2,33 рази та підвищення ФФА – в 3,23 рази) та у 2-й групі (підвищення СФА (на 11,36%), НФА (у 1,53 рази) та ФФА (в 1,19 рази) ($p < 0,05$) відповідно) у порівнянні з групою ПЗО.

Показники протеолітичної активності характеризуються достовірними змінами вмісту азоальбуміну, азоказеїну та азоколу (зниження на 9,3%, 10,76%, підвищення 32,63% та 22,76%, 25%, 13,51% ($p < 0,05$) відповідно) у групах 1-шої та 2-гої груп у порівнянні з ПЗО.

За даними досліджень виявлено, що антитромбін III (АТ III) достовірно зменшився у всіх групах. Проте у групі хворих на ПВШ та ДПК АТ III зменшився на 15,37% ($p < 0,01$), у хворих на ПВШ та ДПК із АГ і ЦД 2 – на 36,58% ($p < 0,01$) у порівнянні з практично здоровими особами.



Водночас, у хворих на ПВШ та ДПК з наявністю АГ і ЦД 2, даний показник зменшився на 21,53% ($p < 0,05$) у порівнянні з групою хворих на ПВШ та ДПК без супутньої патології.

Таблиця 2 Стан гемостазу у хворих з пептичною виразкою шлунка та дванадцятипалої кишки, поєднану з артеріальною гіпертензією і цукровим діабетом типу 2
Table 2 The state of haemostasis in patients with peptic ulcer of stomach and duodenum, combined with arterial hypertension and diabetes mellitus type 2

Показники	ПВШ та ДПК (n = 40)	ПВШ та ДПК із АГ і ЦД2 (n = 40)	ПЗО (n = 20)
Час рекальцифікації плазми (хв.)	67,66±1,59*	44,72±1,04*	89,65± 7,09
Протромбіновий час (сек.)	20,67±0,67*	30,84±0,4*	15,09±3,89
Тромбіновий час (сек.)	15,90±1,12	12,67±0,65#/#	17,42±1,89
Парціальний тромбoplastиновий час (сек.)	37,28±0,34#	31,30±0,49#/**	44,67±3,50
Індекс деформабельності еритроцитів (%)	46,96±0,18#	43,54±0,22#/**	57,53±3,55
Відносна в'язкість еритроцитарної суспензії (у.о)	1,61±0,01#	2,04±0,01#/**	1,21±0,17
СФА (мл/год)	2,5±0,04*	1,56±0,04*/#	1,76±0,12
НФА (мл/год)	0,48±0,01*	0,73±0,01*/**	1,12±0,18
ФФА (мл/год)	2,07±0,39*	0,76±0,04#/**	0,64±0,04
Лізис азоальбуміну (мл/год)	2,63±0,02*	2,24±0,02*/#	2,90±0,30
Лізис азоказеїну (мл/год)	1,95±0,17*	1,62±0,43*/#	2,16±0,19
Лізис азоколу (мл/год)	0,95±0,01#	0,74±0,02#/#	0,64±0,07
АТ III (%)	85,62±0,49#	65,42±0,95#/**	101±0,21

Примітка: * – достовірність відмінностей ($p < 0,05$) між показниками в 1-ій та 3-ій і 2-ій та 3-ій групах; ** – достовірність відмінностей ($p < 0,05$) між показниками в 1-ій та 2-ій групах; # – достовірність відмінностей ($p < 0,01$) між показниками в 1-ій та 3-ій, групах, 2-ій та 3-ій групах; ## – достовірність відмінностей ($p < 0,01$) між показниками в 1-ій та 3-ій групах.

Порушення структурно-функціональних властивостей еритроцитів, протеолітичної та фібринолітичної систем свідчить про порушення судино-ендотеліальної системи та системи гемостазу, що є невід'ємним критерієм діагностики у хворих на ПВШ та ДПК у поєднанні з АГ і ЦД2.

Висновки

Розвиток дисфункції ендотелію супроводжується підвищенням вмісту ET-1 ($p < 0,05$) та NO ($p < 0,05$) у хворих на пептичну виразку шлунка та дванадцятипалої кишки у поєднанні із артеріальною гіпертензією і цукровим діабетом типу 2. Поєднаний перебіг пептичної виразки шлунка та дванадцятипалої кишки із артеріальною гіпертензією та цукровим діабетом типу 2 супроводжується розвитком гіперкоагуляції, що характеризується вкороченням часових характеристик згортання крові (зниження часу рекальцифікації плазми крові ($p < 0,05$), тромбінового часу ($p < 0,05$), активованого парціального тромбoplastинового часу ($p < 0,01$), підвищення протромбінового часу ($p < 0,01$) на тлі зниження АТ III ($p < 0,05$), СФА



(за рахунок ФФА) та підвищення НФА (внаслідок наявності фібринолітичних властивостей у недоокиснених продуктів), що обтяжує перебіг основного захворювання.

Література

1. БІЛОКОБИЛЬСЬКА, Д.В. 2010. Динаміка метаболічних показників при лікуванні хворих на пептичну виразку дванадцятипалої кишки у поєднанні з есенціальною гіпертензією. *Сучасна гастроентерологія*, № 4 (54), сс. 58–60.
2. ВЛАДИМИРОВ, Ю.А. – АРЧАКОВ, А.И. 1972. *Перекасное липидов в биологических мембранах*. Медицина. 252 с.
3. ГАСАНОВА, Е.В. 2004. Динамика частоты язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (по результатам длительного наблюдения). *Лікарська справа*, № 7, сс. 14–17.
4. ЄФІМОВ, А.С. 1999. Можливі механізми формування інсулінорезистентності у ліквідаторів наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. *Український медичний часопис*, № 4 (12), VII–VIII, сс. 133–136.
5. ЗУЄВА, Н.О. – КОВАЛЕНКО, А.М., 1998. Вміст інсуліну у крові учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. *Ендокринологія*, 2(2), сс. 124–132.
6. МЕЩИШЕН, И.Ф. – ПЕТРОВА, И.В. 1983. Окисление и восстановление глутатиона в органах крыс при введении этония. *Укр. биохим. ж.*, т. 55, (5), сс. 571–573.
7. МЕЩИШЕН, И.Ф. 1987. Метод определения активности глутатион-S-трансферазы в крови. *Применение ферментов в медицине*. 135 с.
8. ФЕДОРОВА, З.Д. – БЕССМЕЛЬЦЕВ, С.С. – КОТОВЩИКОВА, М.А. 1989. Методы исследования агрегации, вязкости и деформируемости эритроцито.: метод. рекомендации. *НИИ гематологии и переливания крови*. 13 с.
9. TANNET, С. – LUX, W. 1981. Spreading of red blood cell suspensions on paper as simpel test of cell deformability. *Acta biol. med. germ.*, vol. 40, (6), pp. 739–742.



CENTAURY ORDINARY NATURAL POPULATIONS AS A PLANT-RADIOPROTECTOR

Feketa Iryna

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

E-mail: feketa@mail.ru

The removal of radionuclides and radioactive contamination from the body is one of the biggest challenges of our time. Using of medicinal plants and biostimulants is essential when exposed to ionizing radiation. One of the medicinal plants, which is able to cleanse the body, relieves it of radionuclides is common centaury (*Centaurium erythraea* Raf.). Studying of the centaury populations is very important according to the significant increase in demand for raw materials as a drug. Centaury ordinary owns antimutagenic and radioprotective effects, serves as a component of the medical fees. Common centaury an aqueous infusion effectively prevents and eliminates the earliest changes observed in the body in case of long exposure to low doses of gamma radiation, and also reduces radiation carcinogenesis, i.e. the final stages of radiation damage. In a series of experiments, we investigated the possibility of growing plants centaury ordinary by seedling method in the field. Seedling method with simultaneous shading and watering shows a stimulating effect on the morphometric parameters and yield formation centaury ordinary seeds. During periods of prolonged drought watering is recommended to carry out, and for the success overwintering plants covered with a thin layer of snow or straw. Proposed seedling method for growing plants at the same time shading and watering, which helps to restore their numbers in the wild Carpathian Mountains as well as give an opportunity to increase Number of medicinal raw materials for prevention is the treatment of radiation sickness.

Keywords: *Centaurium erythraea*, natural populations, morphometric parameters, cultivation condition

ПРИРОДНІ ПОПУЛЯЦІЇ ЗОЛОТОТИСЯЧНИКА ЗВИЧАЙНОГО – РОСЛИНИ-РАДІОПРОТЕКТОРА

Фекета Ірина

Вступ

Одним із найбільших факторів впливу на навколишнє природне середовище є антропогенний. За останні 70 років радіаційний фон Землі збільшився в 50 разів. Ядерні випробування, аварії на АЕС, робота в несприятливих за рівнем радіації зонах та й просто рентгенологічні обстеження в лікарнях, є джерелом радіації. В організмі накопичуються радіонукліди: стронцій, цезій та інші шкідливі для життєдіяльності людського організму елементи. Виведення радіонуклідів з організму, зняття радіаційної зараженості – одна з найбільших проблем нашого часу. Ми отримуємо дози так званого фонового радіаційного випромінювання, яке поступово накопичується в організмі і згодом негативно позначиться на здоров'ї.

Відомо ряд лікарських рослин, здатних очистити організм, позбавити його від радіонуклідів. Застосування лікарських рослин-біостимуляторів є у край необхідним при



впливі іонізуючих випромінювань. Однією із лікарських рослин, яка здатна очистити організм, позбавити його від радіонуклідів є золототисячник звичайний (*Centaurium erythraea* Raf. (*C. unbellatum* Gilib., *C. minus* Moenus p.).

Матеріали і методи дослідження

Проводили вивчення популяцій золототисячника звичайного у зв'язку із суттєвим зростанням попиту на лікарську сировину. Золототисячник звичайний перспективний для інтродукції вид (Атлас, 1980; Сикура, 1983; Деркач, 2006), запаси якого зменшились більш ніж у 10 разів і знаходяться на межі виснаження (Манівчук, 2003; Деркач, 2006).

Екологічні умови місцезростання природних популяцій досліджували маршрутно-експедиційним шляхом за загально-прийнятими флористичними, екологічними та геоботанічними методиками. Мета даної роботи полягала у вивченні природних популяцій золототисячника звичайного та умови його вирощування з метою збереження лікарської рослини у природному середовищі.

Результати та їх обговорення

Рід золототисячник звичайний – одно- або двохрічна трав'яниста рослина (Сикура, 1983), яка надзвичайно чутлива до антропогенного навантаження, належить до родини Тирличевих (*Gentianaceae*), містить алкалоїди, гіркі глікозиди, флавоноїди, ксантони (Товстуха, 1990). Рослини застосовуються у медицині для приготування настоїв, відварів і гіркої настойки для поліпшення функціонування діяльності органів травлення, як зміцнюючий засіб. Золототисячник звичайний у вигляді водного настою ефективно запобігає і усуває ранні зміни, що спостерігаються в організмі у разі довгого впливу низьких доз гама-випромінювання, а також гальмує радіаційний канцерогенез, тобто кінцеві стадії радіаційного ураження.

Золототисячник звичайний виявляє антимуутагенну та радіопротекторну дію, слугує компонентом лікувальних зборів при цукровому діабеті, гіпертензії, гінекологічних захворюваннях, алкоголізмі, причому побічної дії препаратів на організм не виявлено. Золототисячник звичайний – переважно середньоазійсько-європейський вид, який зростає на території Західної Європи і України, але найчастіше в Карпатах на луках, лісових галявинах, гірських схилах та біля боліт. Характерним для нього є розсіяний розподіл у рослинному покриві невеликими куртинами.

Вивчення місцевих природних популяцій золототисячника звичайного проводили у двох лучних асоціаціях Закарпатської області (Григорюк і Фекета, 2008).

Нами встановлено, що перша асоціація охоплює передгірний луг, вона розташована на висоті 250 м над рівнем моря і представлена конюшинником різно-травнозлаковим. Загальне покриття ґрунту травостоєм становить 75%. Тут виявлено домінуючі види рослин, зокрема: конюшину лучну (*Trifolium pratense* L.) – 38% та лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.) – 35%. Золототисячник звичайний трапляється невеликими групами і складає – 20%. В склад природної популяції входять також жовтець їдкий (*Ranunculus acer* L.), деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), морква дика (*Daucus carota* L.), подорожник ланцетовидний (*Plantago lanceolata* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wed.), королиця звичайна (*Leucanfhemum vulgare* Lam.), м'ята польова (*Mentha arvensis* L.).

Дослідження показали, що друга асоціація, що розташована на висоті 150 м над рівнем моря, представляє собою типову лугову ділянку, на якій переважно зростають рослини-домінанти – піжмо звичайне (*Tanacetum vulgare* L.), конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.), а також субдомінанти – деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), морква дика (*Daucus carota* L.), любочки осінні (*Leontodon autumnalis* L.). Серед компонентів визначено королицю звичайну (*Leucanfhemum vulgare* Lam.), горошок мишачий (*Vicia cracca* L.), перстач гусячий



(*Potentilla anserina* L.), цикорій звичайний (*Cichorium intybus* L.), гвоздику дельтовидну (*Dianthus deltooides* L.).

Нами з'ясовано, що висота рослини, кількість бічних пагонів і вузлів, довжина міжвузлів, ширина листка, кількість квіток та урожай насіння рослин другої лугової популяції золототисячника звичайного значно більші, ніж першої передгірної (табл. 1).

Таблиця 1 Морфометричні показники і врожай насіння рослин золототисячника звичайного в природних популяціях Закарпаття

Table 1 Morphometric parameters of plants and seed yield of the centaury ordinary in natural populations of Transcarpathia

Показники	Популяція	
	1	2
Висота рослин (мм)	141±5,3	249±14,8
Кількість бічних пагонів (шт.)	5±0,4	7±0,9
Кількість вузлів (шт.)	10±0,2	15±1,1
Довжина між вузлами (мм)	27±1,2	36±1,9
Довжина листка (мм)	12±0,6	15±1,1
Ширина листка (мм)	4±0,2	5±0,4
кількість квіток (шт.)	19±0,7	42±1,8
Врожай насіння (г)	3,7±0,4	4,3±0,6

Зниження врожаю золототисячника звичайного на 11,6% в першій популяції пов'язано з підсиленням антропогенного навантаження, інтенсивним випасанням та осушенням луків. Виявлено, що дрібне насіння проростає лише за умов інтенсивного освітлення і потребує поверхневої сівби. Водночас сходи рослин переважно гинуть за дії прямого сонячного проміння, а взимку під крижаною кіркою вимерзають на стадії розетки листків.

У серії експериментів нами досліджена можливість вирощування рослин золототисячника звичайного розсадним способом в польових умовах (без покриття, під покриттям різнотрав'я та покриттям прозорою поліетиленовою плівкою). В якості контролю слугували рослини, що вирощувались у дерев'яних ящиках. Насіння збирали з першої і другої природних популяцій золототисячника звичайного, яке висівали 7 квітня 2015 року. Ґрунт, на якому вирощували рослини, за механічним складом легкий слабоструктурований, з вмістом гумусу 1,6–1,82, доступних форм фосфору 2,9 та калію, 27,6 мг/100 г ґрунту, рН – 6,2.

В дослідях з використанням покриття, насіння золототисячника звичайного висівали у борідки глибиною 0,5 см з міжряддям 15 см. Частину рослин покривали прозорою поліетиленовою плівкою шириною 25 см без каркасу, решту – без покриття. Спостереження показали, що перші сходи рослин з'явилися на 14 добу під поліетиленовою плівкою, а на 23 добу – у відкритому ґрунті. Найдружнішими сходи рослин зафіксовано у варіанті з покриттям поліетиленовою плівкою. На 46 добу практично всі сходи рослин без покриття загинули. У рослин, покритих різнотрав'ям, відзначено появу густих сходів та справжніх листків. На 92 добу сходи рослин золототисячника звичайного під покриттям залишались життєздатними з діаметром листових розеток – 6–11 мм. Із 1000 насінин проросли в середньому 800 (80%).

В подальшому, на зиму, крім залишеної стерні різнотрав'я (10–15 см), ділянку покривали тонким шаром скошеної трави з метою захисту рослин від вимерзання. Після успішної перезимівлі їх проріджували, розсаджували та затінювали. Рослини, які вирощували



у відкритому ґрунті з покриттям тонким шаром соломи, загинули. Контрольні рослини після перезимування у дерев'яних ящиках і загартування снігом, успішно перенесли пересаджування, сформували генеративні пагони, зацвіли та утворили життєздатне насіння.

Для перевірки ефективності відновлення рослини золототисячника звичайного в порушених фітоценозах розсаду вирощували на ділянках з частково видаленою конкурентною рослинністю. Після поливу більша частина рослин рясно цвіла та плодоносила. Надалі насіння залишали на рослинах з метою їх відновлення в природних умовах Закарпаття.

Висновки

Розсадний спосіб з одночасним затіненням і поливом виявляє стимулюючий вплив на морфометричні показники та формування врожаю насіння золототисячника звичайного. Для вирощування рослин дослідні ділянки необхідно розміщувати поблизу лісосмуг, садів, лісових урочищ. Під час періодів тривалої посухи рекомендуємо проводити полив, а для успішної перезимівлі покривати рослини тонким шаром снігу або соломи. На першому році вегетації вирощування рослин золототисячника звичайного ефективно за умов покриття прозорою поліетиленовою плівкою. Підсів і подальше висаджування рослин в порушені антропогенною дією фітоценози сприяє відновленню їх чисельності в природних умовах Закарпаття.

Література

1. *Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР*. 1980. Москва.: ГУГК. 243 с.
2. ГРИГОРЮК, І.П. – ФЕКЕТА І.Ю. 2008. Морфометричні показники природних популяцій золототисячника звичайного (*Centaurium erythraea* Rafh.) в умовах Закарпаття. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ. Вип. 125, сс. 42–46.
3. ДЕРКАЧ, В.О. – ДЕРКАЧ, С.І. 2006. Золототисячник звичайний: можливості та проблеми культивування. *Мат. міжнар. наук. конф. "Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень" присвячена 90-річчя дослідної станції лікарських рослин УААН Березоточа*. Київ, сс. 104–107.
4. КОСЕЦЬ, М.І. 1954. *Рослинність Закарпатської області УРСР*. Київ: АН УРСР. 340 с.
5. КРИСЬ, О.П. 1994. Сучасний стан та перспективи охорони флори і рослинності післялісових лук Українських Карпат. *Проблеми агропромислового комплексу Карпат: Міжвід. темат. наук.* 36.Б. Бакта, сс. 79–86.
6. МАНІВЧУК, Ю.В. 2003. *Екологічно ефективні системи підвищення продуктивності лучних біогеоценозів Карпат*. Київ: Наук. думка. 294 с.
7. СИКУРА, І.І. – АНТОНЮК, Н.Е. – ПИРОЖЕНКО, А.А. 1983. *Интродуцированные лекарственные растения*. Київ: Наук. Думка, сс. 54–60.
8. ТОВСТУХА, Є.С. 1990. *Фітотерапія*. Київ: Здоров'я, сс. 68–69.



LESS KNOWN CURRANT (*RIBES* SPP.) SPECIES AS A PERSPECTIVE VITAMIN-RICH AND MEDICINAL PLANTS

Galkina Victoria

Dendrological Park "Alexandria" NAS of Ukraine, Belaya Tserkov, Ukraine

E-mail: miss456@ukr.net

The work describes the results of our research about less known species of Vitamin-Rich plants of the genus *Ribes* L., among which there are introducents *Ribes alpinum* L., *Ribes aureum* Pursh., *Ribes komarovii* Pojark., *Ribes mandschuricum* (Maxim.) Kom., *Ribes tenue* Jancz., *Ribes nigrum* L., *Ribes rubrum* L. and *Ribes spicatum* Robson. among the indigenous species. All of the species, what we studied in the Forest Steppe of the Right-Bank of the Ukraine are edible plants, which contain different amounts of C, B₁, B₂, B₉, K vitamins, carotenes, sugars, organic acids, pectin, tannins and nitrogenous substances, polyphenols what have an activities of P vitamin (flavonols, catechins and anthocyanins, leucoanthocyanins), as well as trace elements, volatile, essential oils. The majority of these substances have the protective properties, which means that they are biologically active. This is especially important due to the fact that the Belaya Tserkov city (of the Kiev region), where the «Alexandria» State Dendrological Park of the NAS of Ukraine, is located in the fourth (IV) zone of radioactive contamination after the accident at the Chernobyl AES in 1986 and has significantly increase radiation background. The individual "spots" of radioactive contamination have been recorded directly in the park by radiologists. Consequently a versatile studying of the currant species with are valuable for its food, household and medicinal properties, is certainly relevant. Currant is distinguished classified as a perspective food, vitamin and ornamental plant in the conditions of the Forest Steppe of the Right-Bank of the Ukraine.

Keywords: *Ribes alpinum*, *Ribes aureum*, *Ribes spicatum*, medicinal properties

МАЛОИЗВЕСТНЫЕ ВИДЫ СМОРОДИНЫ (*RIBES* SPP.) – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИТАМИННЫЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

Галкина Виктория

Введение

Род *Ribes* L. принадлежащий к семейству Grossulariaceae Dumort (Черепанов, 1981; Mosyakin, 1999) насчитывает более 150 видов. Ареал смородин – Северное полушарие, большинство видов произрастает в горах Центральной Америки и на юге Центральной Азии.

Как ценное ягодное растение, смородина имеет большое значение в жизни человека, потому что ее плоды и другие части растения обладают множеством полезных качеств, имеют диетические и лечебно – профилактические свойства. Все представители рода *Ribes* L. в разных пропорциях богаты витаминами, биологически активными веществами, микроэлементами, фитонцидами. В листьях и почках смородин расположены множественные железки, богатые эфирными маслами (до 0,6%). Плоды, листья, побеги *Ribes nigrum*, а также плоды *Ribes rubrum* в свежем и высушенном виде



используют как поливитаминное и общеукрепляющее средство при гиповитаминозах и авитаминозах. *Ribes nigrum* (черная смородина) повышает иммунитет, а *Ribes rubrum* (красная смородина) обладает отличными дезинтоксикационными свойствами, благодаря значительному содержанию пектиновых веществ. Ценность пектинов определяется их способностью образовывать нерастворимые комплексы с поливалентными металлами (Fe, Co, Zn, Sn, Cr, Sr, радионуклидами, другими токсическими элементами) и выводить их из организма человека. Пектиновые вещества благотворно влияют на организм человека: обладают противовоспалительным, антибактериальным, кровоостанавливающим, десенсибилизирующим, антисклеротическим действием, они являются природными антиоксидантами, препятствуют гнилостным и воспалительным процессам в слизистой оболочке кишечника (Володина, 1981).

Материалы и методы исследования

Видовой состав рода *Ribes* в дендрологическом парке «Александрия» определяли и уточняли по С.Я. Соколову (Деревья и кустарники СССР, 1960), С.К. Черепанову (1981), С.Л. Мосякину (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Фенологические наблюдения проводили по общепринятой методике (Методика фенологических наблюдений, 1975). Зимостойкость определяли по 8-ми балльной шкале С.Я. Соколова (1957). Засухоустойчивость по 5-ти балльной визуальной шкале С.С. Пятницкого (1961).

Результаты и их обсуждение

Несмотря на большую ценность смородины, распространение разных видов ее в Украине ограничено, что объясняется неизученностью биологических и экологических особенностей отдельных видов.

В коллекции дендрологического парка «Александрия» НАН Украины проходят испытание и изучение восемь интродуцированных видов смородин (Каталог..., 2013). Ниже мы приводим результаты исследований четырех малоизученных видов рода *Ribes*.

Город Белая Церковь, на территории которого расположен дендрологический парк «Александрия», находится в четвертой (IV) зоне радиоактивного заражения после аварии на Чернобыльской АЭС и много лет имеет повышенный радиационный фон. Отдельные «пятна» радиационного загрязнения были зафиксированы радиологами и непосредственно в кварталах дендропарка. Поэтому разностороннее изучение разных видов смородин, имеющих ценные пищевые, хозяйственные и лекарственные свойства, несомненно, является актуальным.

Ribes alpinum L. (смородина альпийская) – естественный ареал Северная Европа, Европейская часть РФ, горы Западной и Южной Европы. В культуре известна с 1588 года (Janczewskii, 1904). В Лесостепи Украины с XX века (Кохно і Трофименко, 2005). Имеет все полезные свойства красных смородин, а именно оптимальное сочетание витаминов, сахаров, органических кислот, пектина и азотистых веществ и поэтому заслуживает внимательного изучения, поскольку культивируется ограниченно, практически не изучена биология вида. Наиболее богаты по элементному составу листья смородины, наименее – мякоть плода. Органические кислоты и дубильные вещества, содержащиеся в ягодах красной смородины, способствуют уменьшению последствий радиационного воздействия на организм человека. Неприхотливость, долговечность, морозоустойчивость до ... -45 °С, устойчивость к вредителям и болезням, делают ее незаменимой культурой для широкого выращивания.

В коллекции дендрологического парка «Александрия» произрастает с 1958 года. В кварталах парка растет 14 кустов смородины альпийской. Все они каждый год вегетируют и плодоносят. В условиях дендропарка «Александрия» (Правобережная



Лесостепь) растения дымо- и газоустойчивые, теневыносливые. Имеют высокую засухоустойчивость (IV балла по шкале Пятницкого) и высокую зимостойкость (I балл по шкале Соколова).

Ribes aureum Pursh. (смородина золотистая) – естественный ареал от Северо-Запада США до Мексики. В культуре известна с 1812 г. (Janczewskii, 1904); в Лесостепи Украины со середины XX века (Кохно і Трофименко, 2005). Ягоды смородины золотистой богаты аскорбиновой кислотой, в них благоприятно сочетаются кислоты и сахара, а желто-оранжевые ягоды содержат провитамин А. В черных ягодах *Ribes aureum* аскорбиновой кислоты – 43,2 мг %, в желто-оранжевых – 68,3 мг %; 1,2–5,1 мг/100 г каротина. Ягоды богаты солями минеральных элементов Na, K, P, Mg, Ca. Растения – хорошие медоносы. Ценные биологические и хозяйственные признаки смородины золотистой еще слабо изучены.

В коллекции дендрологического парка «Александрия» произрастает с 1969 года. В кварталах парка растут 3 куста смородины золотистой. Они каждый год вегетируют и плодоносят. В условиях дендропарка «Александрия» растения дымо- и газоустойчивые. Имеют высокую засухоустойчивость (V баллов по шкале Пятницкого) и высокую зимостойкость (I балл по шкале Соколова).

Ribes spicatum Robson (смородина колосистая) – естественный ареал начинается на Британских островах, занимает Среднюю Европу, Скандинавию, Среднюю Сибирь – и до Маньчжурии. В культуре используется с XVII в. В Лесостепи Украины – аборигенный вид, но ареал значительно сузился за последнее столетие вследствие антропогенного воздействия. В культуре в Лесостепи выращивается с XX в. (Кохно і Трофименко, 2005). В плодах содержится аскорбиновая, яблочная, янтарная, лимонная, никотиновая кислоты, каротин, тиамин, рибофлавин, флавоноиды, сахара, пектиновые вещества, немного дубильных веществ. Плоды используют в народной медицине в свежем виде для приготовления морсов, сиропов, как жаропонижающее, противочинготное, утоляющее жажду, мочегонное, а также при заболеваниях печени, воспалительных заболеваниях, кровотечениях. Заготавливают ягоды смородины колосистой в период их созревания, до начала осыпания, так как позже, даже при легком прикосновении к ветвям с плодами последние легко осыпаются. Ягоды используют в свежем виде, реже – сушеные. Смородина колосистая часто используется в селекции новых устойчивых сортов *Ribes rubrum* (Федоровский, 2001).

В коллекции дендрологического парка «Александрия» произрастают с 1964 года на коллекционном участке «Фрутицетум» – 2 куста смородины колосистой. Они каждый год вегетируют и плодоносят. В условиях дендропарка «Александрия» растения дымо- и газоустойчивые. Имеют высокую засухоустойчивость (IV балла по шкале Пятницкого) и высокую зимостойкость (I балл по шкале Соколова).

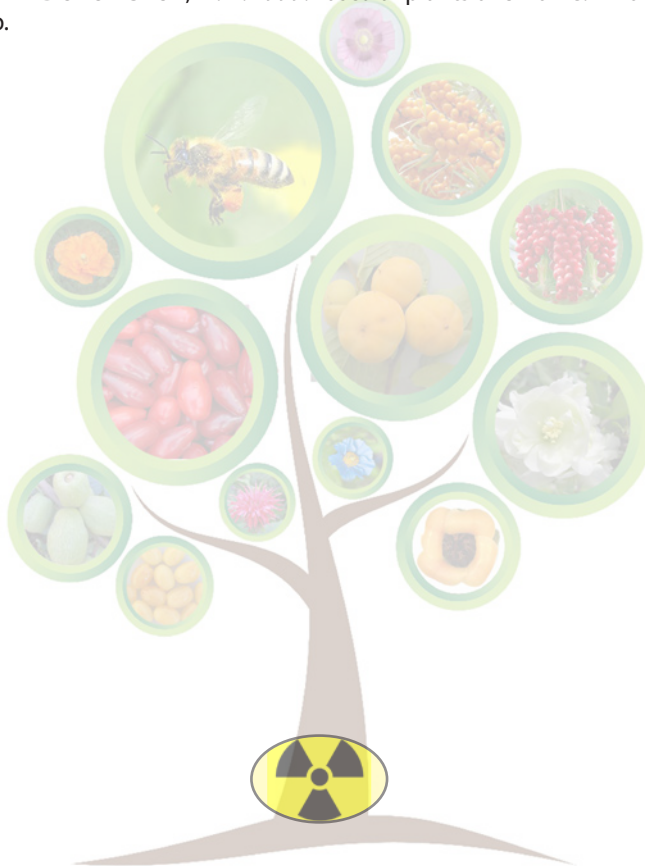
Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что малоизученные виды *Ribes* spp. – *Ribes alpinum* L., *Ribes aureum* Pursh., *Ribes komarovii* Pojark., *Ribes mandschuricum* (Maxim.) Kom., *Ribes tenue* Jancz., *Ribes nigrum* L., *Ribes rubrum* L. and *Ribes spicatum* Robson, интродуцированные в Лесостепной зоне Украины, являются ценными витаминоносными растениями. Все виды ежегодно цветут и плодоносят, характеризуются высокой зимостойкостью (I балл по шкале С.Я. Соколова), засухоустойчивостью (IV–V балла по шкале С.С. Пятницкого), стойкостью к атмосферному загрязнению, нетребовательностью к почвенному плодородию. Исследованные виды отнесены нами к числу перспективных лечебно – пищевых растений и заслуживают более широкого распространения в Лесостепной зоне Украины.



Литература

1. ВОЛОДИНА, Е.В. 1981. *Смородина*. Л.: Колос, 64 с.
2. ГАЛКІН, С.І. 2013. *Каталог деревних рослин дендрологічного парку "Олександрія" НАН України*. Біла Церква: ТОВ "Білоцерківдрук", сс. 30–31.
3. КОХНО, М.А. – ТРОФИМЕНКО, Н.М. 2005. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні, Частина II. Довідник. Київ: Фітосоціоцентр, сс. 6–23.
4. *Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР*. 1975. М.: Наука. 27 с.
5. ПЯТНИЦКИЙ, С.С. 1961. *Практикум по лесной селекции*. М.: Изд-во с/х литературы, журналов и плакатов, 271 с.
6. СОКОЛОВ, С.Я. 1957. Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений. Интродукция растений и зеленое строительство. *Тр. Ботан. ин-та АН СССР*, вып. 5, сс. 34–42.
7. СОКОЛОВ, С.Я. 1960. *Деревья и кустарники СССР: Покрытосеменные*. М.–Л.: Изд-во АН СССР, т. VI. 975 с.
8. ФЕДОРОВСКИЙ, В.Д. 2001. *Ribes spicatum Robson – смородина колосистая (систематика, география, изменчивость, интродукция)*. Киев: Фитосоциоцентр. 204 с.
9. ЧЕРЕПАНОВ, С.К. 1981. *Сосудистые растения СССР*. Л.: Наука. 511 с.
10. JANCZEWSKI, E. 1904. Monographic des groseilliers *Ribes L.* Par M.E. de Janczewski. *Mem. de la soc. de physique et d'histoire nat. de Genere*, vol. 35, pp. 199–529.
11. MOSYAKIN, S.L. – FEDORONCHUK, M.M. 1999. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kiev, XXIV. 346 p.





NATURAL ANTIRADIANTS IN CONTEMPORANEOUS NUTRITION CONCEPTION

Gyrka Olga, Bodak Mykhailo, Khlopko Taras

Lviv Commercial Academy, Lviv, Ukraine

E-mail: lyolya_lka@mail.ru

Use of vegetable to enrich radioprotective properties combined with innovative method of agricultural technologies to allow getting nutritive production. It can be effective factor of radiation prophylaxis in contemporaneous nutrition for person.

Keywords: radionuclide, antiradiant, vegetative to enrich, iodine include raw materials, radioprotective nutritions

ПРИРОДНІ АНТИРАДІАНТИ У СУЧАСНІЙ КОНЦЕПЦІЇ ХАРЧУВАННЯ

Гирка Ольга, Бодак Михайло, Хлопко Тарас

Вступ

Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС великі площі сільськогосподарських угідь України були забруднені радіоактивними продуктами ядерного розщеплення. Радіаційний вплив на довкілля, передусім агропромислове виробництво, на сучасному етапі після аварійного періоду зумовлений тривалою дією довгоіснуючих, біологічно значущих радіонуклідів чорнобильського походження – ^{137}Cs , ^{90}Sr , що мають тривалий період напіврозпаду. У перші тижні після аварії на ЧАЕС основним дозоутворювальним радіонуклідом був радіоактивний йод (^{131}I), який особливо небезпечний для дитячого організму.

Радіоактивні ізотопи можуть надходити в організм людини не тільки через шкіру, опіки, а також в процесі дихання та органи травлення. Основними ланцюги міграції є рослини → людина або рослини → тварини (молоко, м'ясо, птиця, яйце, вода) → організм людини.

Матеріали і методи дослідження

Нажаль, завдяки елементарним методам ретельного миття, очищення та різних технологічних чи агрозоотехнічних прийомів рослинної і тваринної продукції можна видалити лише близько 40% радіонуклідів.

Зменшення надходження радіонуклідів в організм можна досягти зниженням їх вмісту у продуктах за допомогою моделювання та введенням рослинних антирадіантів до харчового раціону. Мова йде про рослини, що наділені радіопротекторними властивостями, тобто які підвищують стійкість організму до дії іонізуючого опромінення.

Найпоширенішим радіоактивним ізотопом є цезій (^{137}Cs), викиди якого щорічно в атмосферу від АЕС усіх країн складають $\sim 22,2 \cdot 10^{19}$ Бк. Цей радіонуклід надходить в організм людини із харчовими продуктами, і на 80% відкладається у м'язовій тканині (м'язи > нирки > печінка > кістки > мозок > еритроцити > плазма крові).

Ще одним представником найпоширеніших радіоактивних сполук чорнобильського походження є стронцій (^{90}Sr). Відносно невелику кількість радіоактивного ізотопу ^{90}Sr накопичують



злакові та бобові культури, корене- та бульбоплоди. В організм людини він потрапляє переважно з рослинною їжею, молочними та яєчними продуктами. Біологічний період напіввиведення ^{90}Sr із організму людини становить від 90 до 154 днів (Димань і Мазур, 2011).

Усі ці радіоактивні сполуки формують основну частку радіаційного опромінення населення на забрудненій радіонуклідами території України внаслідок зовнішнього опромінення та надходження їх в організм людини з харчовими продуктами. Близько 90% радіонуклідів зумовлено із зазначеним споживанням молочних і м'ясних продуктів.

Особливої актуальності набуває збільшення обсягів виробництва профілактичних продуктів, які містять антирадіанти і всі необхідні біологічно активні речовини.

Результати та їх обговорення

Ефективним заходом радіаційної профілактики, що реалізується через аліментарний фактор, є введення до раціону функціональних продуктів харчування, які містять компоненти з радіозахисними властивостями. У профілактиці та лікуванні радіаційних уражень організму суттєве значення мають рослини, до складу яких входять речовини з радіопротекторною дією.

Рослини, які зменшують радіоактивну контамінацію організму, містять у своєму складі адсорбенти, комплексоутворюючі або конкурентні антагоністи радіонуклідів. Хорошими адсорбентами є харчові продукти, що містять целюлозу, лігнін і пектини (багаті на нерозчинні харчові волокна) – це висівки зернових, морська капуста, бобові, морква, буряк, смородина, суниця, яблука, солодкий перець, диня, цитрусові, абрикоси, вишні, груші), а також камеді і слизи (льон, алтея лікарська, мальва лісова, живокіст тощо).

Надійним радіопротектором виступають рослини і продукти, що містять антиоксидантні речовини: біофлавоноїди (фрукти, овочі і ягоди темного кольору, томати, гречка, ехінацея пурпурна, ядра мигдалю), а також із значним вмістом вітамінів E, A, C (зелений горошок, капуста, цибуля, часник, зелень овочів, морква, гарбуз, томати, буряк, обліпіха, червоний перець, шипшина, горобина). Мандарини, обліпіха та безсмертник сприяють виведенню з організму стронцію-90 і цезію-137.

До конкурентних антагоністів радіонуклідів належать продукти, які багаті на такі мінерали, як кальцій, калій, селен, цинк, йод, залізо, кобальт, сірку, кремній, мідь: неочищені та пророслі зерна злакових (жита, гречки, вівса), часник, горіхи, насіння, аронія, чорна смородина, суниця, глід, гарбуз, сухофрукти, чистотіл, солодка, евкалипт.

Значне місце в переліку рослин-радіопротекторів займають овочеві, ягідні та лікарсько-технічні культури, серед яких є досить рідкісні і звичайні: жимолость їстівна, барбарис, бузина чорна, агрус, актинідія, скорцонера, буряк столовий, морква, топінамбур, перстач прямостоячий, материнка, соняшник однорічний.

Дослідженнями з використання цих природних антирадіантів займаються здебільшого, вчені галузі з товаровознавства і технології харчових виробництв. Так, науковці-технологи КНТЕУ для страв та кулінарних виробів лікувально-профілактичного призначення радіаційної дії використали такі антирадіанти: кріопорошок календули, пшеничні висівки, зернопродукти ЕСО (оброблені інфрачервоними променями), альгінат натрію, фероцин, еламін (Пересічний, 1999).

На кафедрі товаровознавства і технологій виробництва харчових продуктів ЛКА також проводяться роботи з використання рослинних збагачувачів з радіопротекторними властивостями у виробництві продуктів функціонального спрямування.

Перстач прямостоячий ефективно запобігає і усуває ранні зміни, що спостерігаються в організмі у разі довгого впливу низьких доз γ -випромінювання, а подорожник великий – гальмує радіаційний канцерогенез, тобто кінцеві стадії радіаційного ураження.

У вигляді водного настою коріння калгану, екстракту солодки голої, настою каркаде і листя та гілочок чорної смородини науковцями нашої кафедри товаровознавства і технологій виробництва харчових продуктів використано у рецептурі нових безалкогольних та



соковмісних напоїв функціонального спрямування “Для чоловіків”, “Вітамінний”, “Гармонія”, “Фантазія”. Рослинні екстракти проявляють радіопротекторну, антиоксидантну дію, і додатково збагачують напої різними макро- й мікроелементами (йод, марганець, кобальт, калій, кальцій та ін.), а також збалансованим комплексом вітамінів.

Існує багато наукових розробок з поліпшення якості виробів шляхом використання пектинових речовин, модифікованого крохмалю, похідних целюлози. Використання пектиновмісної добавки із кошичків соняшника у виробництві нових макаронних виробів, окрім виражених детоксичних властивостей і здатності сорбувати та виводити з організму радіонукліди, іони важких металів, токсини та холестерин впливає на біохімічні та колоїдні процеси тіста.

В якості сировини антирадіонуклідної дії увагу привертає топінамбур, що містить комплекс високополімерних вуглеводів – пектинові речовини, клітковину, інулін, а також високий вміст кремнію, життєво необхідного для обмінних процесів організму людини. За вмістом Mg, K, Fe, Zn, вітамінів групи B, C, топінамбур перевищує картоплю, моркву і столовий буряк (Старовойтов, 2015).

Корисні властивості шипшини, обліпихи та зірочника обумовлені наявністю комплексу цінних речовин. Катехіни, флавоноїди, токофероли та аскорбінова кислота зірочника у комплексному поєднанні з β -каротином суміші сублімаційної сушки (гарбуз + морква + обліпиха) дозволяють збагатити нові вироби вітамінами (B₁, B₂, C, E, K, P) і поліфенолами. Поєднання аскорбінової кислоти, каротиноїдів і поліненасичених жирних кислот сприяє синергічному посиленню антиоксидантних і капіляропротекторних властивостей нових макаронних виробів та сухих сніданків.

Для отримання більш позитивного результату, антирадіаційні та антисептичні властивості використаних нами рослинних збагачувачів, зокрема перстачу прямостоячого, материнки звичайної, солодки, обліпихи крушиноподібної, шипшини коричневої, зірочника, топінамбура, соняшника однорічного застосовано у комплексі з іншими травами.

Природними джерелами йоду є використання біоресурсів у складі харчових продуктів додатково збагачених цим елементом. В якості йодовмісних збагачувачів одне із перших місць належить морським водоростям (слані ламінарії, спіруліни, зостери, фукус та аскофілум), які зменшують і здатні виводити з організму радіонукліди (Ситник та ін., 2009).

Таблиця 1 Харчова цінність водоростей

Table 1 Nutritive value of algae

Поживні речовини	Ламінарія	Цистозіра	Зоостера	Фукус	Аскофіліум
Білок (%)	8,0	7,9	14,0	8,8	9,6
Жир (%)	0,9	0,8	2,2	3,4	1,1
Вуглеводи (%) в т. ч.	64,1	68,4	70,6	65,5	66,3
– клітковина	5,4	5,6	5,5	5,4	5,5
– маніт	6,7	5,2	6,8	9,5	4,9
– альгінова кислота	28,5	23,3	–	39,3	36,5
Мінеральні речовини (% в т. ч.)	27,0	22,9	13,2	22,3	23,0
– йод (мг)	140	94	120	41	81

Одним із нетрадиційних представників пектиновмісної сировини є морська трава – зостера, у складі якої є зостерин (21,7%), який містить унікальний фермент – апіоґалактуронан, що належить до низькомоетоксильованих пектинів (менше 10%) і обумовлює його високу активність у зв'язуванні та виведенні з організму іонів важких металів та радіонуклідів. Окрім того, пектин-зостерин має виражені антимікробні, імунокорегуючі властивості, що



є перспективним застосування цієї добавки у захворюваннях органів травлення і підставою для створення виробів лікувально-профілактичного спрямування.

Перспективною добавкою для збагачення макаронних виробів біологічно активними речовинами та надання їм радіозахисних властивостей є використання фукусових водоростей, особливістю складу яких є значна кількість – 39% альгінової кислоти. Оптимальне дозування складає 1,0–1,5%, що дозволяє забезпечити максимально можливі радіозахисні властивості, належну якість готових макаронних виробів та довше зберігати свої споживні властивості.

Проведення одноразової позакореневої обробки жимолості їстівної, суниці садової, горобини звичайної та аронії чорноплідної водним розчином йодистого калію в кількості 250 мг/л дозволяє збагатити ягоди даних культур йодом. У збагачених плодах аронії чорноплідної йоду містилося в 6,1 раза більше, ніж у контрольних зразках. Жимолость їстівна та горобина звичайна також добре акумулюють йод, збільшення вмісту якого склало відповідно 5,7 і 5,4 раза. Задоволенню добової потреби в йоді найбільш сприяє споживання ягід суниці садової та аронії чорноплідної – 13,6 та 11,87%, відповідно (Блинникова і Елисеєва, 2015).

Підбір сировини з підвищеною харчовою і біологічною цінністю здійснювали у відповідності із забезпеченням їх гармонійності. Особливо він актуальний для пряників із внесенням порошку сланів морської капусти, в яких смак і запах нівелюється використаними смако-ароматичними добавками. Пряники «Йодинка молочні» і «Йодинка фруктові» відрізняються підвищеним вмістом всіх макро- і мікроелементів, але особливо цінним є збільшення вмісту йоду. Споживання 100 г пряників з начинкою «Йодинка фруктові» з додаванням порошку морської капусти забезпечує добову потребу в йоді на 15,3%, «Йодинка молочні» – на 15,9% (Бодак, 2011).

Ефективність використання композицій йодовмісних добавок дозволяє підвищити харчову цінність, поліпшити склад, збагатити нові плавлені пастоподібні сири, макаронні вироби, безалкогольні та чайні напої такими корисними і цінними нутрієнтами, як йодом і селеном. Вагоме значення для виведення радіоактивних сполук з організму має дієта, а величина всмоктування цих речовин зменшується із збільшенням вмісту солей кальцію і фосфору в харчовому раціоні.

Висновки

Отож, сучасна концепція радіозахисного харчування ґрунтується на максимально можливому зменшенні надходження радіонуклідів із продуктами харчування, гальмуванні процесу сорбції і нагромадження цих сполук в організмі людини, дотриманні принципів раціонального харчування та використанням природних антирадіантів у складі харчових продуктів. Дотримання правильних режимів харчування дасть змогу в 5–10 разів зменшити відкладення радіонуклідів у тканинах організму людини.

Література

1. БЛИННИКОВА, О. – ЕЛИСЕЄВА, Л.Г. 2015. Методология обогащения плодов и ягод йодом для обеспечения рационального питания населения. *Пищевая промышленность*, № 9, сс. 42–44.
2. БОДАК, М. 2011. *Дослідження споживних властивостей, якості і збереженості пряників поліпшеного складу*: автореферат. Л. 24 с.
3. ДИМАНЬ, Т. – МАЗУР, Т. 2011. *Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів*. К. : ВЦ "Академія", 520 с.
4. ПЕРЕСІЧНИЙ, М. 1999. *Наукове обґрунтування та розробка технологій продуктів громадського харчування радіозахисної дії*: автореферат. К. 35 с.
5. СИТНИК, І. – УДВОРГЕЛІ, Л.І. – ДРОБОТ, В.І. 2009. Водорості як джерело біологічно активних речовин. *Хранение и переработка зерна*, № 7 (121), сс. 61–62.
6. СТАРОВОЙТОВ, В. – ЗВЯГИНЦЕВ, П.С. – МАНДРЬКА, Е.А. – ЛАЗУНИН, Ю.Т. 2015. Топинамбур – уникальное растительное сырье. *Пищевая промышленность*, № 8, сс. 16–20.



THE VARIETY OF SCHEMES FOR THE TREATMENT OF PEPTIC ULCER AND DUODENAL ULCER IN COMBINATION WITH ARTERIAL HYPERTENSION AND DIABETES MELLITUS TYPE 2

Ivashchuk Oleksandr, Fediv Oleksandr, Sithinska Inna, Vivsyannuk Volodumir

HESEU «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine

E-mail: office@bsmu.edu.ua

This article presents a variety of treatment regimens for *Helicobacter pylori* pathology, the combination of which promotes rapid healing of ulcers in the stomach and duodenum. The use of different schemes of antihelicobacter therapy, namely under Maastricht I, II, III, IV, dozen to use in light, medium and heavy forms of gastric ulcer and duodenal ulcer, taking into account comorbidity pathology.

Keywords: gastric, ulcer, hypertension, diabetes treatment regimens for *Helicobacter pylori*, antihelicobacter therapy

РІЗНОМАНІТНІСТЬ СХЕМ ЛІКУВАННЯ ПЕПТИЧНОЇ ВИРАЗКИ ШЛУНКА ТА ДВНАДЦЯТИПАЛОЇ КИШКИ У ПОЄДНАНІ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ І ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ТИПУ 2

Іващук Олександр, Федів Олександр, Сіцінська Інна, Вівсяник Володимир

Вступ

Згідно із систематичним оглядом даних всесвітніх досліджень з 2006 по 2009 роки у загальносвітовий популяції відзначаються такі показники AP *Helicobacter pylori* до основних препаратів, що застосовуються в схемах ерадикаційної терапії: кларитроміцин – 17,2%, метронідазол – 26,7%, амоксицилін – 11,2%, тетрациклін – 5,9%, левофлоксацин – 16,2%. Полірезистентність HP становить 9,6% (Megraud, 2004).

Мета роботи – оцінити удосконалення лікувальної тактики у хворих на пептичну виразку шлунка та дванадцятипалої кишки у поєднанні з артеріальною гіпертензією і цукровим діабетом типу 2.

Результати та їх обговорення

На сьогодні відомі різні схеми ерадикаційної терапії інфекції *H. pylori*, які відповідають вимогам медицини, заснованої на доказах і визначені Маастрихтським консенсусом у 1996 р. і його переглядами в 2000 р. (Маастрихт-2), 2005 р. (Маастрихт-3) і 2010 р. (Маастрихт-4). Відомо, що рекомендації Маастрихтської угоди у 1996 р. (Маастрихт-1) стали першими уніфікованими рекомендаціями у діагностиці та лікуванні інфекції *H. pylori*. В основу антихелікобактерної терапії увійшли інгібітори протонної помпи та два антибіотика з урахуванням резистентності мікроорганізмів. Тривалість терапії складала 7 днів. До терапії першої лінії включені: інгібітор протонної помпи (або ранітидин вісмут цитрат) в стандартній дозі 2 рази на день + кларитроміцин 500 мг 2 рази на день + амоксицилін



1000 мг 2 рази на день або метронідазол 500 мг 2 рази на день (Бугаєва и Гречушников, 2008).

При відсутності ефективності терапевтичної дії перед призначенням препаратів другої лінії рекомендувалась проведення ендоскопії, виділення чистої культури мікроорганізмів і визначення її чутливості до антибіотиків з подальшим використанням терапії другої лінії: інгібітор протонної помпи у стандартній дозі 2 рази на день + вісмуту субсаліцилат/субцитрат 120 мг 4 рази на день + метронідазол 500 мг 3 рази на день + тетрациклін 500 мг 4 рази на день. Квадротерапія призначається мінімум на 7 днів (Лазебник и Васильев, 2010).

За результатами рандомізованого контрольованого багатоцентрового дослідження ерадикація інфекції *H. pylori* в групі, що одержувала метронідазол 1000 мг, амоксицилін 2000 мг і омепразол 40 мг на добу протягом 7 днів була досягнута в 30% випадків (довірчий інтервал для ймовірності 95% склав 17–43%) (Paramichael et al., 2009).

Використовують схеми потрійної терапії на основі препарату вісмуту, що має цитопротективний вплив на епітелій слизової оболонки, бактерицидний ефект, запобігає адгезії *H. pylori* до поверхні епітелію, утворює комплекси-депозиції на бактеріальній стінці та у периплазматичному просторі, пригнічує активність ферментів *H. pylori*, який зменшує життєздатність мікроорганізму. Комбінацію потрійної терапії (ІПП + кларитроміцин + амоксицилін або метронідазол) з препаратом вісмуту розглядають як найпотужнішу антигелікобактерну схему (Бугаєва и Гречушников, 2008).

Мультицентрове дослідження Російської групи з вивчення *H. pylori* (2000 р.) показало доступність і ефективність такого підходу в нашій країні, в тому числі на прикладі схеми колоїдного вісмуту субцитрат + амоксицилін + фуразолідон.

Відомо, що сучасна схема терапії, рекомендована Маастрихтом-2 (2000) базується на одночасному застосуванні двох антибіотиків – переважно кларитроміцину та оксациліну та ІПП у стандартних дозах 2 рази на добу коротким семиденним курсом. Основним принципом якої є застосування схеми першої і другої лінії ерадикації як єдиний лікувальний комплекс.

Однак, жодна із схем не забезпечує стовідсоткової ерадикації (максимальний рівень ерадикації на момент прийняття Маастрихтського консенсусу-2 (2000) становив 80–85%). У випадках незадовільного результату терапії рекомендувалося провести повторне лікування, відоме під назвою «квадротерапія» (терапія чотирма препаратами – ІПП, препаратами вісмуту, тетрацикліном і метронідазолом).

Згідно Маастрихт-2 (2000) до першої лінії терапії рекомендовано комбінацію ІПП, кларитроміцину й амоксициліну. Таке поєднання є більш доцільним, ніж комбінація ІПП, кларитроміцину й нітроїмідазолів. Для першої лінії використовували наступні схеми терапії: ІПП, кларитроміцин 500 мг два рази на день, метронідазол 400 мг два рази на день, амоксицилін 1000 мг два рази на день або ІПП, кларитроміцин 500 (250) мг два рази на день, метронідазол 500 мг два рази на день. Друга лінія: Вісмут субнітрат 100 мг 4 р/д або вісмуту субсаліцилат 600 мг чотири рази на день, ІПП (омепразол 20 мг два рази на день, лансопразол 30 мг два рази на день, пантопразол 40 мг два рази на день, рабепразол 20 мг два рази на день, езомепразол 20 мг два рази на день), тетрациклін 500 мг 4 р/д. (Передерій та ін., 2005).

У 2005 році в м. Флоренції (Італія) був затверджений наступний Європейський консенсус, Згідно Маастрихт-3 (2005), лікування якого включало першу лінію – ІПП (два рази в день), амоксицилін 1 г два рази на день та кларитроміцин 500 мг два рази в день призначають протягом 10 днів. Сучасний мета аналіз продемонстрував, що 10-денна та 14-денна потрійна терапія давали більшу частоту ерадикації, ніж 7-денний курс лікування.

XXII щорічна конференція європейської групи з вивчення *Helicobacter* (EHSG), що пройшла у вересні 2009 р. в м. Порту (Португалія), підтвердила лідируючі позиції потрійної терапії для ерадикації *H. pylori*.



Однак, Маастрихт-3 (2005) рекомендовано і чотирикомпонентну схему в якості альтернативної терапії першої лінії. Для лікування за цією схемою використовуються такі препарати: ІПП в стандартній дозі 2 рази на день Де-нол (вісмуту трикалія дицитрат) 120 мг 4 рази на день, амоксицилін 1000 мг 2 рази в день кларитроміцин 500 мг 2 рази на день протягом 10 днів. З урахуванням зростання резистентності до кларитроміцину чотирикомпонентної терапія в даний час займає лідируючі позиції (Rhead et al., 2007).

У 2008 р. Європейською групою з вивчення *H. pylori* послідовна терапія була рекомендована в якості терапії першої лінії: 5 днів – ІПП амоксицилін 1000 мг 2 рази в день, потім 5 днів – ІПП кларитроміцин 500 мг 2 рази на день тинідазол 500 мг 2 рази на день. Дослідження показують, що послідовна терапія веде до ерадикації в 90%, тобто перевершує ефективність стандартної потрійної терапії. Частота побічних ефектів і відсутність комплаєнса при цьому такі ж, як при потрійної терапії (Rhead et al., 2007).

За відсутності успіху лікування використовують терапію другої лінії: інгібітор протонної помпи у стандартній дозі 2 рази на день + вісмуту субсаліцилат/субцитрат 120 мг 4 рази на день + метронідазол 500 мг 3 рази на день + тетрациклін 500 мг 4 рази на день. Квадротерапія призначається мінімум на 7 днів (Chung et al., 2010).

XXII конференція Європейської групи з вивчення *H. pylori* (EHSG), що пройшла в Порту (Португалія) у вересні 2009 р., рекомендувала в якості терапії третьої лінії схему et al., ІПП (два рази в день), амоксицилін 1 г два рази на день і рифабутин 150 мг два рази на день протягом 10 днів. Резистентність до рифабутину також можлива, і, оскільки він входить в терапію першої лінії туберкульозу, його використання повинно бути обмежено. Нещодавно виконано німецьке дослідження більш, ніж у 100 пацієнтів з принаймні однією попередньо невдалою ерадикацією і резистентності *H. pylori* до метронідазолу і кларитроміцину. У цих хворих потрійна терапія з езомепразолом (40 мг), моксифлоксацином (400 мг) і рифабутином (300 мг 1 раз на день) протягом 7 днів дала частоту ерадикації 77,7% (Megraud, 2004).

Відомо, що у 2010 р. було прийнято останню, четверту, Маастрихтську угоду (Маастрихтський консенсу-4), згідно з якою національними рекомендаціями передбачається обов'язкова антихелікобактерна терапія пептичної виразки шлунка і/або ДПК з ускладненнями.

Рекомендовані схеми ерадикаційної терапії за Маастрихтом-4 (2011 р.):

1. Потрійна стандартна терапія передбачає призначення: ІПП + кларитроміцин + амоксицилін 7–14 днів;
2. Послідовна терапія передбачає призначення: ІПП + амоксицилін 5 днів, далі ІПП + кларитроміцин + метронідазол 5 днів;
3. Квадротерапія без препаратів передбачає призначення: ІПП + амоксицилін + кларитроміцин + метронідазол 10 днів;
4. Квадротерапія на основі препаратів передбачає призначення: ІПП + трикалія дицитрат + тетрациклін + метронідазол 10 днів;
5. Потрійна терапія на основі левофлоксацину передбачає призначення: ІПП + левофлоксацин + амоксицилін (10 днів).

Висновки

Аналізуючи розвиток удосконалення лікувальної тактики пептичної виразки шлунка та дванадцятипалої кишки з урахуванням її коморбідності встановлено, що перегляд Маастрихтського консенсусу у 2011 році дає підстави вважати представлені схеми удосконаленими згідно резистентності *H. pylori*.



Література

1. БУГАЕВА, И.О. – ГРЕЧУШНИКОВ, В.Б. 2008. *Helicobacter pylori: современная диагностика и терапия*, 105 с.
2. ЛАЗЕБНИК, Л.Б. – ВАСИЛЬЕВ, Ю.В. 2010. *Helicobacter pylori: распространенность, диагностика, лечение. Эксперим. и клин. гастроэнтерол.*, № 2, сс. 3–7.
3. ПЕРЕДЕРИЙ, В.Г. – ТКАЧ, С.М. – МАРУСАНИЧ, Б.Н. 2005. От Маастрихта 1 1996 до Маастрихта 3 2005: десятилетний путь революционных преобразований в лечении желудочно-кишечных заболеваний. *Сучасна гастроентерологія*, № 6(26), сс. 4–9.
4. CHUN, C. – OLIVARES, A. – TORRES, E. 2010. Diversity of VacA intermediate region among *Helicobacter pylori* strains from several regions of the world. *J. Clin. Microbiol.*, vol. 48, № 3, pp. 690–696.
5. MEGRAUD, F. 2004. *H. pylori* antibiotic resistance: prevalence, importance, and advances in testing. *Gastroenterology*, vol. 53, № 5, pp. 1374–1384.
6. ПАРАМИЧАЕЛ, К. – ПАРАИОАННОУ, Г. – KARGA, H. 2009. *Helicobacter pylori* infection and endocrine disorders: Is there a link? *World J. Gastroenterol.*, vol. 14, 15 (22), pp. 2701–2707.
7. RHEAD, J.L. – LETLEY, D.P. – МОХАММАНДИ, М. 2007. A new *Helicobacter pylori* vacuolating cytotoxin determinant, the intermediate region, is associated with gastric cancer. *Gastroenterology*, vol. 133, № 3, pp. 926–936.
8. Маастрих-3. Рекомендации по лечению инфекции *Helicobacter pylori*. Guidelines for the Management of *Helicobacter pylori*. Infection. *Business Briefing: European Gastroenterology Review*. 2005, P. 59–62. [Электронный ресурс] // www.helicobacter.org.
9. Маастрихт-4: по материалам XXIV Международного семинара по изучению *Helicobacter* и родственных бактерий в развитии хронического воспаления пищеварительного тракта и рака желудка: (симпозиум «Маастрихт-4»: Программа) [Электронный ресурс] / URL: <http://www.helicobacter.org/2011> (дата обращения 13.09.2011).



THE ORGANIC ACIDS CONTENT IN THE FRUIT OF *ZIZIPHUS JUJUBA* MILL.

**Karnatovska Marharyta¹, Karnatovskyi Oleksandr²,
Schubertová Zuzana², Šimková Jana², Brindza Ján²**

¹Institute of rice of NAAS of Ukraine, Nova Kakhovka, Ukraine

²Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

E-mail: karnatovskaya@gmail.com

A brief description of the biological features of the two forms of *Ziziphus jujuba* Mill., grown in the Kherson region. The results of the quantitative and qualitative composition of organic acids in the fruit of *Z. jujuba*. A brief description of the effect of organic acids on the human body.

Keywords: *Ziziphus jujuba*, fruits, biochemical analysis, organic acid

СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПЛОДАХ *ZIZIPHUS JUJUBA* MILL.

**Карнатовская Маргарита, Карнатовский Александр,
Шубертова Зузана, Шимкова Яна, Бриндза Ян**

Введение

В результате аварии на Чернобыльской атомной станции большие территории земной поверхности были загрязнены радиоактивными отходами, что негативно отразилось на здоровье огромного количества людей. Беда, пришедшая в Украину 30 лет назад, стала общей бедой многих стран, которые объединили свои усилия в поисках путей ликвидации последствий произошедшей аварии. С этой целью производится поиск продуктов питания, употребление которых будет способствовать очищению и оздоровлению организма человека.

Использование в оздоровительном питании плодов нетрадиционных плодовых культур весьма актуально, так как они являются источником биологически активных веществ. Особенно важно вводить их в рацион питания людям, получившим радиоактивное облучение, для ускорения выведения радионуклидов и очищения организма (Муравьева, 1983).

Одной из составляющих диетического и оздоровительного питания является наличие в продуктах органических кислот, которые играют важную роль в обеспечении нормальной жизнедеятельности человека, принимая активное участие в обмене веществ, а их недостаток в рационе питания может быть причиной некоторых заболеваний организма.

Органические кислоты способствуют пищеварению. Они стимулируют выделение пищеварительных соков в желудочно-кишечном тракте, улучшая пищеварение, усиливают и активизируют перистальтику кишечника, что имеет особенно большое значение для пожилых людей. Изменяя pH среды в щелочную сторону, органические кислоты способствуют созданию определенного состава микрофлоры. Так же они активно участвуют



в энергетическом обмене веществ (цикл Кребса), способствуя снижению риска развития многих желудочно-кишечных и других заболеваний, обеспечивая ежедневный стул нормальной структуры, тормозят развитие гнилостных процессов в толстом кишечнике, без чего не возможно здоровое долголетие (Плешков, 1969).

В последние годы все большую популярность получает зизифус (*Ziziphus jujuba* Mill.), который ценится за плоды, обладающие высокими вкусовыми и лекарственными свойствами (Синько, 1971; Brindza et al., 2011; Grygorieva et al., 2014).

Уже около 20 лет в опытном хозяйстве «Новокаховское» Института риса выращивают и изучают биологические особенности зизифуса.

С целью изучения биохимического состава, в том числе определения количественного и качественного состава органических кислот, в плодах зизифуса был проведен их биохимический анализ.

Материалы и методы исследования

Материалом исследований послужили плоды двух форм (G1, G2) зизифуса, выращенные в условиях ОХ «Новокаховское» (Херсонская область).

Изучение состава органических кислот проводили хроматомасспектрометрическим методом (Черногород и Виноградов, 2006). Для идентификации компонентов использовали библиотеки масспектров NIST05 та Wiley 2007 с общим числом спектров больше 470000, в соединении с программами для идентификации AMDIS и NIST. Для количественных расчетов использовали метод внутреннего стандарта.

Результаты и их обсуждение

Формы (рис. 1) характеризуются высокой зимостойкостью, ранними сроками созревания плодов (в условиях Херсонской области – середина-конец сентября), регулярной урожайностью и высокими вкусовыми качествами плодов.

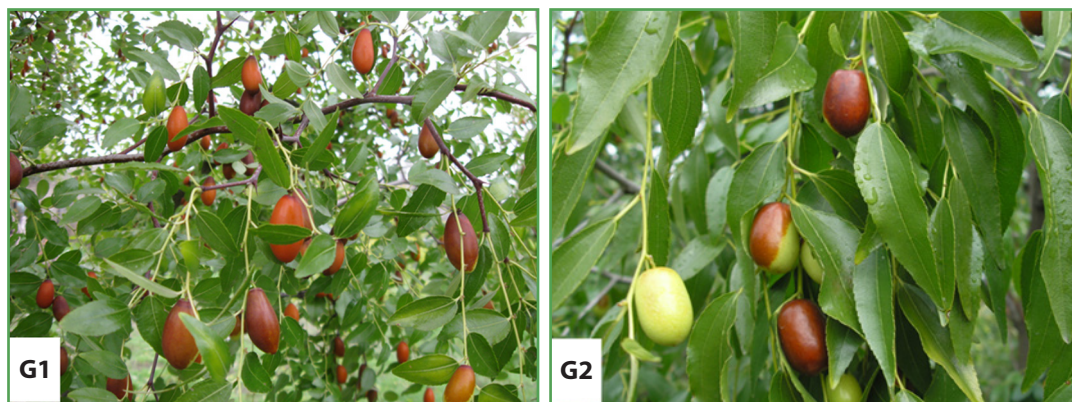


Рисунок 1 Плоды *Ziziphus jujuba* Mill.
Figure 1 The fruits of *Ziziphus jujuba* Mill.

В результате проведенного биохимического анализа в плодах зизифуса было установлено 8 органических кислот – лимонная, яблочная, олеиновая, щавелевая, янтарная, бензойная, ванилиновая и салициловая (рис. 2). Причем форма G2 по количественному содержанию почти по всем показателям преобладает над формой G1. Содержание некоторых органических кислот в плодах формы G2 в несколько раз выше, чем в плодах формы G1.



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

Больше всего в плодах зизифуса накапливаются лимонная и яблочная кислоты. Они принимают участие в ошелачивании организма, снижают риск синтеза в организме канцерогенных нитрозаминов, а значит и риск развития онкологической патологии (Рэмсен, 1989). Содержание лимонной кислоты – 5457,2 мг/кг (G2) и 836,7 мг/кг (G1), яблочной – 2140,5 мг/кг (G2) и 246,4 мг/кг (G1).

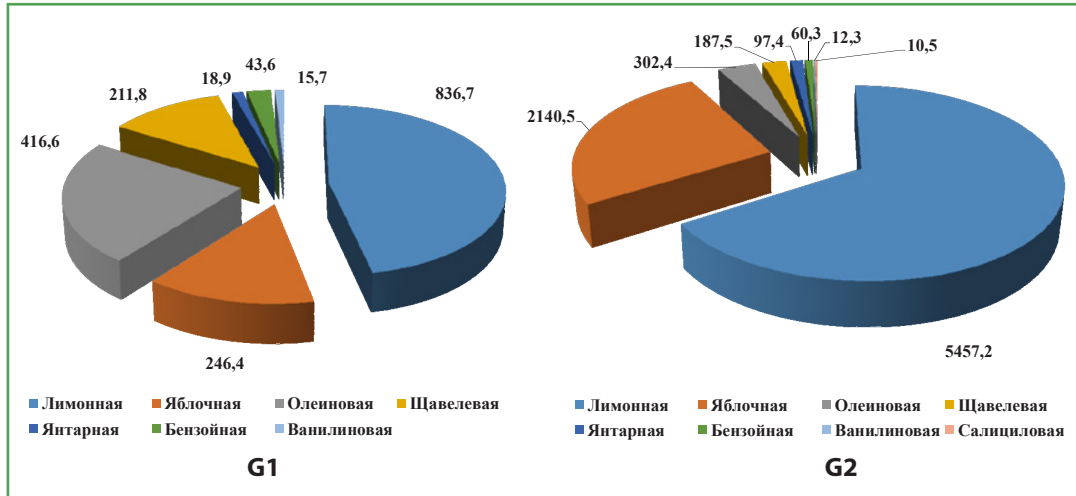


Рисунок 2 Содержание органических кислот в плодах *Ziziphus jujuba* Mill. (мг/кг)
Figure 2 Contents of organic acids in the fruit of *Ziziphus jujuba* Mill. (mg/kg)

Установлено высокое содержание и олеиновой кислоты, которая воздействуя на организм человека, расширяет венозные сосуды сердечной мышцы, препятствует атрофии скелетных мышц при старении организма, способствует снижению веса и уровня сахара в крови. Содержание олеиновой кислоты – 416,6 мг/кг (G1) и 302,4 мг/кг (G2).

Присутствует в плодах и щавелевая кислота. В небольших количествах она для организма человека безобидна и является побочным продуктом метаболизма, который легко выводится вместе с мочой. Но высокие дозы препятствуют поглощению кальция и способствуют его накоплению. Как следствие – камни в почках и мочевом пузыре, проблемы с суставами и системное воспаление. Ученые установили безопасное количество солей и эфиров щавелевой кислоты (оксалатов) – 50 мг на 100 г пищи. Ее содержание – 211,8 мг/кг (G1) и 187,5 мг/кг (G2).

Значительно меньше янтарной кислоты, которая стимулирует выработку АТФ, снабжающего клетки энергией, стимулирует клеточное дыхание, является антиоксидантом, снимает похмельный синдром. Количество ее в плодах зизифуса – 97,4 мг/кг (G2) и 18,9 мг/кг (G1).

Содержание бензойной и салициловой кислот, обладающих антисептическим действием, сравнительно невысоко. Содержание бензойной кислоты – 60,3 мг/кг (G2) и 43,6 мг/кг (G1), салициловой кислоты – 10,5 мг/кг (G2).

Обнаружено и небольшое количество ванилиновой кислоты, которая ценится за антибактериальное, противогрибковое, противовоспалительное действие. Содержание ванилиновой кислоты – 15,7 мг/кг (G1) и 12,3 мг/кг (G2).



Выводы

Согласно проведенным исследованием установлено, что в плодах зизифуса содержатся жизненно важные для организма человека органические кислоты. Поэтому зизифус может быть перспективным источником биологически активных веществ, в частности как сырье для получения лекарственных препаратов с адаптогенной активностью.

Благодарность

Данная статья была подготовлена при активной участии исследователей международной сети AgroBioNet по выполнению международной программы “Агробиоразнообразие для улучшения питания, здоровья и качества жизни” (TRIVE ITMS 26110230085) в рамках проектов «Содействие инновационных технологий специальных натуральных продуктов для здорового питания людей» (ITEBIO ITMS 26220220115) в Центре сохранения и использования агробиоразнообразия на Факультете агробиологии и продовольственных ресурсов Словацкого аграрного университета и проекта АГРОБИОТЕХ (ITMS 26220220180).

Литература

1. МУРАВЬЕВА, Д.А. 1983. *Тропические и субтропические лекарственные растения*. М: «Медицина», сс. 26.
2. ПЛЕШКОВ, Б.П. 1969. *Биохимия сельскохозяйственных растений*. М.: Колос. 407 с.
3. РЭМСДЕН, Э.Н. 1989. *Начала современной химии*. Л.: Химия. 784 с.
4. СИНЬКО, Л.Т. 1971. Зизифус – одна из ценнейших субтропических плодовых пород на Юге Советского Союза. *Итоги работ по субтропическому плодоводству*. Ялта: ГНБС. Т. 52, сс. 31–53.
5. ЧЕРНОГОРОД, Л.Б. – ВИНОГРАДОВ, Б.А. 2006. Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea* L., содержащие фразанол. *Растительные ресурсы*, т. 42, вып. 2, сс. 61–68.
6. BRINDZA, J. – KARNATOVSKÁ, M. – GRYGORIEVA, O. – VIETORIS, V. – KUCELLOVÁ, L. – ERDÉLYOVÁ, G. 2011. Morphological and organoleptic nature of *Ziziphus jujuba* Mill. In *Potravinárstvo*, vol. 5, 2011, no. 4, pp. 1–11.
7. GRYGORIEVA, O. – АБРАХАМОВА, V. – KARNATOVSKÁ, M. – BLEHA, R. – BRINDZA, J. 2014. Morphological characteristic of fruit, drupes and seeds genotypes of *Ziziphus jujuba* Mill. In *Potravinárstvo*, vol. 8, 2014, no. 1, pp. 306–314.



LATEST IN PRODUCTION AND ASSORTMENT OF SHORTCRUST SEMI-PRODUCTS

Khlopko Taras, Gyrka Olga, Bodak Mykhailo

Lviv University of Trade and Economics, Lviv, Ukraine

E-mail: tarasakarock@gmail.com

A lot of overviews and analyses dedicated to the latest trends in production and diversification shortcrust semi-products by using unconventional materials. Prospects for further research in this area are: study the new types of plant origin, developing and implementation an appropriate regulatory and technical documentation for new types of shortcrust semi-products, which have pronounced antibacterial, antioxidant and curative properties, without increasing sugar production.

Keywords: assortment, shortcrust, non-traditional, semi-product

НОВИТНЕ У ВИРОБНИЦТВІ ТА АСОРИМЕНТІ ПІСОЧНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Хлопко Тарас, Гирка Ольга, Бодак Михайло

Вступ

Значний обсяг наукових досліджень у галузі харчування присвячений пошуку шляхів розширення асортименту та нових джерел сировини; розробці біологічно повноцінних продуктів, які сприятливо впливають на організм та активізують його захисні функції. Недостатнє надходження вітамінів, мінеральних речовин та інших біологічно активних речовин знижує працездатність, опірність організму до захворювань, посилює негативну дію шкідливих умов зовнішнього середовища. Такі різноманітні прояви дефіциту заданих сполук пов'язані в першу чергу з порушенням специфічних функцій вітамінів, які беруть участь у біохімічних реакціях.

Матеріали і методи дослідження

Визначали органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні властивості та харчову цінність напівфабрикату з пісочного тіста, що містить різну кількість борошна з насіння гарбуза. Встановлено, що дослідний зразок за всіма показниками не поступається контрольному (Артемова і Власова, 2011).

Запропоновано для виготовлення різних видів пісочного печива, курабье, пісочних напівфабрикатів, а також кексів та інших виробів спеціалізовані маргарини для пісочного тіста. Розглянуто вплив маргарину на якість виробів з пісочного тіста та його основні виробничі характеристики. Відзначено властивості та переваги маргарину "СолПро" (Бурилова, 2010).

Внесення у рецептуру пісочних напівфабрикатів фруктово-ягідної сировини позитивно впливає на харчову та біологічну цінність виробів. Розроблено технологію отримання пюре із заморожених плодів дрібноплідних яблунь з використанням НВЧ-нагрівання. Проведено промислову апробацію отримання пюре із заморожених плодів (Кох, 2011).

Викладено спосіб застосування порошків з дикорослих плодів глоду при виробництві пісочних напівфабрикатів функціонального призначення. Поряд з особливостями хімічного



складу добавок враховували і їх вплив на реологічні властивості тіста і якість готових виробів (Джабоева і Шаова, 2009–2010).

Для розробки рецептури і технології пісочного напівфабрикату з гречаним борошном проведено експерименти, спрямовані на визначення оптимального співвідношення добавки і впливу заміни частини меланжу водою, зменшення кількості цукру і внесення кислоти, впливу НВЧ і сухого нагріву. Встановлено, що можливе використання 10% гречаного борошна в технології приготування пісочного напівфабрикату, доцільне зниження масової частки цукру на 10% і заміна 30% меланжу водою (Позднякова і Новицкая, 2012).

Вивчено вплив співвідношення жиру і цукру в рецепті печива на структуру запропонованого продукту та зв'язок структури з органолептичними, механічними властивостями і акустичними характеристиками печива.

Екстракт з насіння винограду вводили в печиво у звичайному та інкапсульованому стані. Встановлено, що використання мікроінкапсульованого екстракту дозволяє поліпшити забарвлення печива. Детально розглянуто результати органолептичної оцінки збагаченого антиоксидантами печива (David-Pardo et al., 2012).

Печиво випікали в звичайній печі з природною і форсованою циркуляцією повітря та в гібридній паровій печі за температури 165, 180 і 190 °C в різних проміжках часу. У всіх варіантах випічки, концентрація акриламідів і рівень потемніння поверхні збільшувалися при підвищенні температури. Встановлено істотну кореляцію між рівнем утворення акриламідів і індексом потемніння (ІП), який розраховується на основі колірних характеристик L, a, і b за Хантером. Індекс потемніння є хорошим індикатором концентрації акриламідів в печиві. Кінетика утворення акриламідів та потемніння відповідає реакції першого порядку з константою швидкості 0,023–0,077 і 0,019–0,063 мин^{-1} , відповідно. Вплив температури випікання на колір і рівень утворення акриламідів відповідає рівнянню Арреніуса з енергією активації для реакції утворення акриламідів 6,87–27,84 кДж/моль, а для ІП – 19,54–35,36 кДж/моль для всіх типів печей. Випікання у паровій печі забезпечує найменший вміст акриламідів в продукті за температури 165 °C та найменший рівень потемніння поверхні при всіх температурах випікання.

Розроблено рецептуру і технологію отримання збивного печива на основі продуктів переробки нетрадиційної рослинної сировини, виключаючи застосування пшеничного сортового борошна і хімічних розпушувачів. До складу печива вводили борошно нутове і кукурудзяне в різних співвідношеннях, маргарин, сіль кухонну харчову, порошоківий напівфабрикат черемші. Досліджували вплив складу тіста на ароматичні сполуки печива. Представлено дані хімічного складу, харчової та біологічної цінності продукту, які можуть бути рекомендовані для функціонального харчування.

З метою вдосконалення асортименту і розробки нових борошняних кондитерських виробів проведено ряд досліджень з використання рослинної сировини в технології пісочного напівфабрикату. Можливість отримання пісочного напівфабрикату з використанням борошна з насіння гарбуза становить науковий і практичний інтерес. Якість пісочного напівфабрикату в роботі оцінювали за органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними показниками, за харчовою та енергетичною цінністю (Варавская, 2012).

У традиційній рецептурі печива була проведена заміна частини пшеничного борошна вищого гатунку на борошно з сочевиці і порошку топінамбура, а також проведена заміна цукру на фруктозу. Внесення цих інгредієнтів збагачує печиво целюлозою, білком, мінеральними речовинами та інуліном. Печиво рекомендовано для дітей і людей, які страждають на цукровий діабет (Мезнова і Казакова, 2010).

Отримана математична модель рецептури нового печива є формалізованою моделлю рецептури. Вона дозволяє прогнозувати якість готового пісочного печива, збагаченого натуральними діабетичними добавками. На основі даної моделі можливо оптимізувати дозування добавок топінамбура і стевії залежно від узагальненої оцінки якості, а також



знайти значення факторів для бажаного рівня органолептичної оцінки і вмісту вітамінів групи С і компонентів з Р-вітамінною активністю (флавоноїдів типу рутина). Модель рецептури дозволяє також відпрацювати технологію печива у виробничих умовах.

Науково обгрунтовано можливість використання рослинної сировини – “Клітковини пшеничної з брусницею” і “Макухи кедрового горіха” та спеціальної кондитерської суміші в рецептурах пісочного тіста. Встановлено, що при використанні цієї сировини поліпшуються реологічні характеристики тіста.

Вивчено вплив інтенсивного заморожування і низькотемпературного зберігання напівфабрикатів пісочного тіста з добавками «Клітковини пшеничної з брусницею» і «Макухи кедрового горіха» замість частини пшеничного борошна на якість випечених виробів. Всі вироби володіють високими органолептичними властивостями. Заміна частини пшеничного борошна на рослинні добавки дозволяє підвищити вміст біологічно-активних компонентів у виробах, випечених із замороженого напівфабрикату протягом всього терміну їх зберігання (Магомедов та ін., 2012).

Інтенсивне заморожування і низькотемпературне зберігання напівфабрикату пісочного тіста з добавками дозволяє зберегти їх якісні характеристики протягом 6 міс. і забезпечити збереження поліфенольних сполук. Розроблено нову технологію заморожених виробів з пшеничного тіста підвищеної харчової цінності з начинками зі свіжих ягід, які піддаються короткотривалій тепловій обробці.

Наведено результати роботи інноваційно-технологічного центру ВО “Зелені лінії” з підбору та розробки ароматизаторів колекції “DelAr”, різноманітність смаків і ароматів яких задовольняє різні запити сучасного споживача. Створюють ці запахи, які роблять продукцію привабливою, флейвористи.

Наведено опис жирів, які використовуються в кондитерській промисловості: заміників масла какао SDS 300, SDS 400, SDS 600; жирів для кремів на рослинній основі SDS Cream 700 і ін.; жирів спеціального призначення для виробництва борошняних кондитерських виробів SDS CB 131, SDS CB 132, Союз 50; жирів спеціального призначення – мортенінгів; високожирних маргаринів “Союз Преміум”, “Союз Екстра”.

Пробні випічки показали, що випечений пісочний напівфабрикат з гречаного борошна крім поліпшеного хімічного складу, харчової та енергетичної цінності характеризуються високими органолептичними властивостями. Виріб буде мати колір від світло до темно-коричневого, приємний аромат і ніжний горіховий смак. Використання гречаного борошна в технології пісочного напівфабрикату, в порівнянні з пісочного напівфабрикатом з борошна пшеничного вищого сорту, дозволить підвищити якість виробу, збагатити хімічний склад, надає профілактичну дію і підвищує органолептичні характеристики.

Досліджували вплив жирового компонента на якість напівфабрикату пісочного тіста. Обрано поєднання жирових компонентів, що забезпечує високий рівень технологічних властивостей тіста. Рекомендовано використовувати у виробництві печива рижикову олію з метою створення продукту профілактичного призначення і підвищення показників якості тіста та готових виробів. Розроблено технологію виробництва та зберігання при низьких температурах напівфабрикату пісочного печива у вигляді відформованої палички. Встановлено, що заморожування не викликає негативного впливу на якість готового продукту під час їх зберігання.

Наведено основні способи розширеного асортименту борошна для борошняних кондитерських виробів на борошномельних заводах. Наведено вимоги до борошна для деяких видів кондитерських виробів за показником клейковини, а також показник якості пшеничного борошна різного цільового призначення.

Запропоновано технологію виготовлення борошняних кондитерських виробів з використанням екстрактів зі стевії, а також пророщеної сочевиці. Визначено органолептичні, структурно-механічні показники та харчову цінність отриманих виробів.



Розроблено рецептури борошняних кондитерських виробів профілактичної спрямованості передбачає виробництво пісочного печива, сирцевих пряників та бісквітного напівфабрикату, що містять функціональну добавку – водорозчинний полісахарид арабіногалактан з лисття модрини Сибірської. Досліджено його вплив на органолептичні і фізико-хімічні показники якості виробів.

Розглянуто захисні властивості комбінованої упаковки з поліпропілену та картону для здобного пісочного печиво. Встановлено високу ефективність такої упаковки з кольоровим оформленням і вибором оптимальної товщини матеріалів, які забезпечують тривале збереження споживних властивостей борошняних кондитерських виробів.

Висновки

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що використання у виробництві пісочних напівфабрикатів насіння гарбуза, плодів глоду, кісточок винограду, добавок топінамбура і стевії, борошна з насіння гарбуза, гречаного, нутового, кукурудзяного з сочевиці і порошку топінамбура в різних співвідношеннях, екстракту стевії, лисття модрини, пюре із заморожених плодів дрібноплідних яблунь порошоків з дикорослих плодів сприятиме одержанню пісочних напівфабрикатів функціонального призначення, а застосування в пакувальних матеріалах комбінованої упаковки з поліпропілену та картону дозволить зберегти якість виробів.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є: дослідження нових видів збагачувачів рослинного походження, що дозволить розробити та впровадити відповідну нормативно-технічну документацію на нові види пісочних напівфабрикатів з вираженими бактерицидними, антиоксидантними і лікувально-профілактичними властивостями, без підвищення цукристості продукції.

Література

1. АРТЕМОВА, Е.Н. – ВЛАСОВА, К.В. 2011. Мука из семян тыквы в технологии производства полуфабриката из песочного теста. *Кондитерское производство*, № 5, pp. 13–14.
2. БУРИЛОВА, И.А. 2010. Роль маргарина при производстве изделий из песочного теста. *Хлебопечение России*, № 6, pp. 34–35.
3. ВАРОВСКАЯ, О.Д. 2012. *Разработка технологии мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности* : автореферат. К. 20 р.
4. ВЛАСОВА, К.В. – АРТЕМОВА, Е.Н. 2010. Разработка технологии песочного полуфабриката с мукой семечек тыквы и оценка его качества. *Технол. и товаровед. инновац. пищ. продуктов*, № 3, pp. 12–16.
5. ДЖАБОВЕВА, А.С. – ШАОВА, Л.Г. 2009–2010. *Применение порошков из дикорастущих плодов боярышника при производстве песочных полуфабрикатов функционального назначения* : конференция. Ч. Т. 2, pp. 23–26.
6. КОХ, Д.А. 2011. *Технология получения полуфабриката и мучных кондитерских изделий из замороженных плодов мелкоплодных яблонь Красноярского края* : автореферат. К. 18 р.
7. МАГОМЕДОВ, Г.О. – ЛУКИНА, С.И. – ЖУРАВЛЕВ, А.А. – КУГАЕВА, И.Н. 2012. *Печенье на основе продуктов переработки растительного сырья* : конференция. Ч. 2, pp. 150–152.
8. МЕЗНОВА, О.Я. – КАЗАКОВА, О.Н. 2010. Моделирование рецептуры диабетического песочного печенья с добавлением стевии и топинамбура. *Вестн. Междунар. акад. холода*, № 4, pp. 23–26.
9. ПОЗДНЯКОВА, Я.И. – НОВИЦКАЯ, Е.А. 2012. *Применение гречневой муки в производстве песочного полуфабриката* : конференция. pp. 132–135.
10. СКРИГИНА, А.П. 2010. Разработка песочного полуфабриката на основе мучной композиции. *Технол. и товаровед. инновац. пищ. продуктов*, № 3, pp. 32–37.
11. DAVID-PARDO, G. – MORENO, M. – AROZARENA, I. – MARIN-ARROYO, M.R. – BLEIBAUM, R.N. – BRUCH, C.M. 2012. Sensory and consumer perception of the addition of grape seed extracts in cookies. *J. Food Sci*, 77, № 12, pp. 430–438.



BIOCHEMICAL FEATURES AND MEDICAL PROPERTIES OF CORNELIAN CHERRY (*CORNUS MAS L.*)

**Klymenko Svitlana¹, Kucharska Alicja², Brindza Ján³,
Piorecki Narcyz⁴, Grygorieva Olga¹**

¹M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

²Wroclaw University of Environmental and Life Sciences, Wroclaw, Poland

³Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic

⁴Arboretum and Institute of Physiography in Boleszasyce, Poland

E-mail: cornusklymenko@gmail.com

There are about 65 species of cornelian cherry (*Cornus* spp.) distributed primarily throughout the temperate regions of the northern hemisphere. Most species used as ornamentals and only a few species are grown for their fruits. Among species *Cornus mas* L. is the most widespread because of its better fruit characteristics. The cultivation of cornelian cherry in the Ukraine has occurred for centuries. Fruits of this species are mainly used for food, medicine, ornamental and honey plant. Biochemical composition of cornelian cherry fruits are very rich, they contain a complex of biologically active substances in large quantity such as anthocyanins, catechins, flavonoids, P-actin compounds that strengthen the walls of blood vessels, normalizes blood pressure, prevent multiple sclerosis. All parts of the cornelian cherry plant are widely used in folk medicine for the prevention and treatment of many diseases such as scarlet fever, anemia, diabetes, gastrointestinal, skin, and others. The content of important substances in the pulp of ripe fruit is (in %): solids – 19.0–23.0, the amount of sugar – 8.1–12.6, pectins – 0.75–1.30; tannins – 0.12–0.37; organic acids – 2.8–3.5; vitamin C – 85.0–110.0–153.0 mg %; anthocyanins – in the flesh – 28.0–208.0 mg %, in the skin – 177.0–875.0 mg %. It is shown that Cornelian cherry is an important traditional plant that deserves special attention for widespread growing in Ukraine due to its high biochemical characteristics, as well as useful nutritional and medicinal properties. There are many way of storing and processing of Cornelian cherries that allows to preserve useful bioactive components. Cornelian cherry is a valuable fruit tree with the biological productivity of 25–100 kg per tree depending on its age and the duration of the productive period is 100–150 years. Plants are not damaged by pests and diseases and require no processing chemicals.

Keywords: *Cornus mas* L., fruit, chemical composition, medicinal properties

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА КИЗИЛА НАСТОЯЩЕГО (*CORNUS MAS L.*)

**Клименко Светлана, Кухарская Алисия, Бриндза Ян,
Пиорецки Нарцис, Григорьева Ольга**

Введение

Детоксикация радиоактивных изотопов для сохранения здоровья человека – очень актуальная проблема в условиях загрязнения окружающей среды. Продукты растительного



происхождения способны поддерживать иммунитет благодаря содержанию в них многих веществ, имеющих профилактическое и лечебное значение.

Кизил настоящий или обыкновенных (*Cornus mas* L.), украинское название дерен, дринкове дерево – очень древнее культурное растение, в Украине известно со времен Киевской Руси (Клименко, 1990).

Используют кизил как плодовое, лекарственное, техническое и декоративное растение (Brindza et al., 2006). Вкусные кисло-сладкие плоды со своеобразным ароматом употребляют в пищу в сыром виде, а также для изготовления прекрасных на вкус варенья, желе, мармелада, джема, экстрактов, сиропов, начинок, кваса, компотов. Очень вкусные прохладительные напитки из кизила (Pantelidis et al., 2007).

Способы использования кизила как пищевого сырья очень разнообразны. Местное население, где кизил известен испокон веков, готовит из него национальные блюда. Особенно ценятся на Кавказе продукты из кизила «туршу» и «лаваш» – это концентраты (они очень долго сохраняются), которые используют как высоковитаминный продукт, изысканную приправу к разным блюдам, особенно мясным (Rop et al., 2010).

Во многих странах Европы кизил тоже известен давно. Доктор Н. Pirс, австрийский селекционер кизила, отмечает, что жители сельских местностей Италии, Австрии, Швейцарии, Словакии сотни лет используют кизил как лекарственное средство, особенно ценится самогон из кизила как болеутоляющее и панацея от всех болезней (Pirс, 1994). В последние десятилетия ученые и практики обратили внимание на кизил, как ценное плодовое растение, начали создаваться фермерские и любительские сады.

В Украине зарегистрированы 14 сортов кизила селекции Национального ботанического сада, где создан богатый генофонд по разным показателям. Сорта Выдубецкий, Лукьяновский, Гренадер, Светлячок, Семен и др. – с красными плодами, Нежный, Янтарный – с желтыми, Коралловый Марка и Коралловый – с розовыми (как у черешни) плодами (Сорта плодовых и ягодных..., 2013).

Подготовлены к сортоиспытанию еще несколько сортов с интересными помологическими характеристиками – формой, величиной, окраской плодов и ценными биохимическими показателями. Это сорта – Мрия Шайдаровой, Старокиевский, Оригинальный, Костя, Приорский. Теперь в коллекции Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины (НБС) есть пять сортов с желтыми плодами. Кроме Нежного и Янтарного, интересен сорт Алёша – очень раннего срока созревания (Клименко, 2004, 2013).

Материалы и методы исследования

Объектами наших исследований были сорта кизила селекции НБС. Для проведения биохимических исследований использовали общепринятые методики: сумму сахаров определяли пометоду Бертрана (Ермакови др., 1972), аскорбиновую кислоту – пометоду Имури (восстановление красителя 2,6-дихлорфенолинофенол); кислотность – кислотноосновным титрованием; сухое вещество – методом озоления, антоцианы – спектрофотометрическим методом, количественное определение пектина – по К.П. Петрову (1978).

Результаты и их обсуждение

Разные по вкусу и биохимическим показателям плоды кизила сортов селекции НБС содержат 8,1–12,0% сахаров (рис. 1), наиболее богаты ими сорта Выдубецкий, Евгения, Светлячок, Коралловый, янтарный. Содержание сахаров в плодах очень коррелирует со степенью их зрелости и погодными условиями. Общая кислотность (свежесобранных) плодов у красноплодных сортов находится на уровне 3,0–3,5%, у розовоплодных и желтоплодных этот показатель ниже – 2,8–2,9%. Количество дубильных веществ в плодах невысокое – от 0,2 до 0,3–0,37%.



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

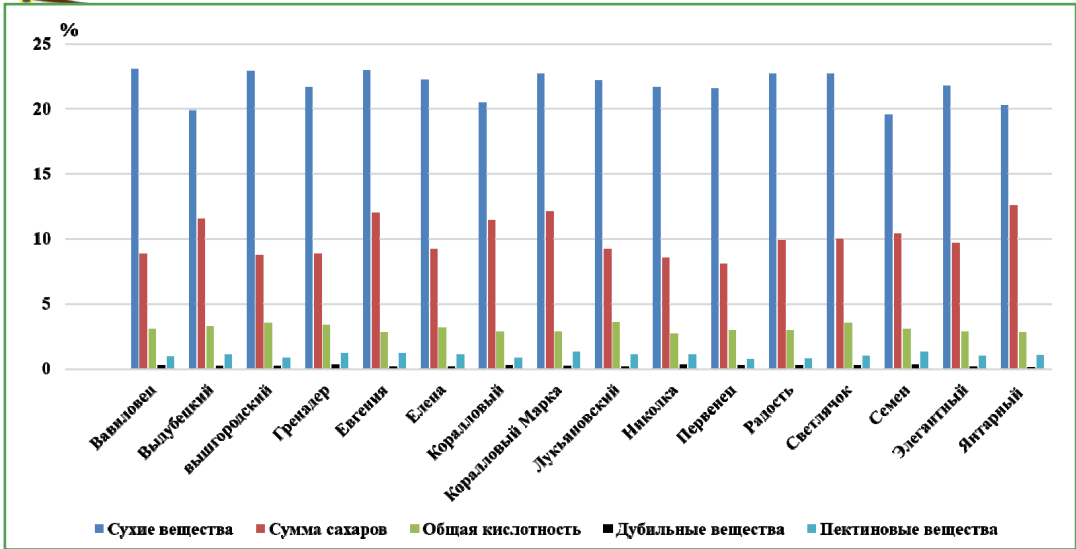


Рисунок 1 Биохимический состав плодов кизила сортов селекции НБС НАН Украины (2007 г., Киев)
Figure 1 The biochemical composition of fruits of cornelian cherry cultivars breeding in NBS NAS of Ukraine (2007, Kyiv)

Плоды кизила – богатый источник пектинов, которые способны связывать радиоактивные изотопы стронция, кальция, кобальта, а так как пектины практически не перевариваются в пищеварительном тракте человека, то с ними выводится из организма большая часть этих изотопов. Большое количество пектина в плодах кизила определяет также их ценность для консервной промышленности (Brindza et al., 2007).

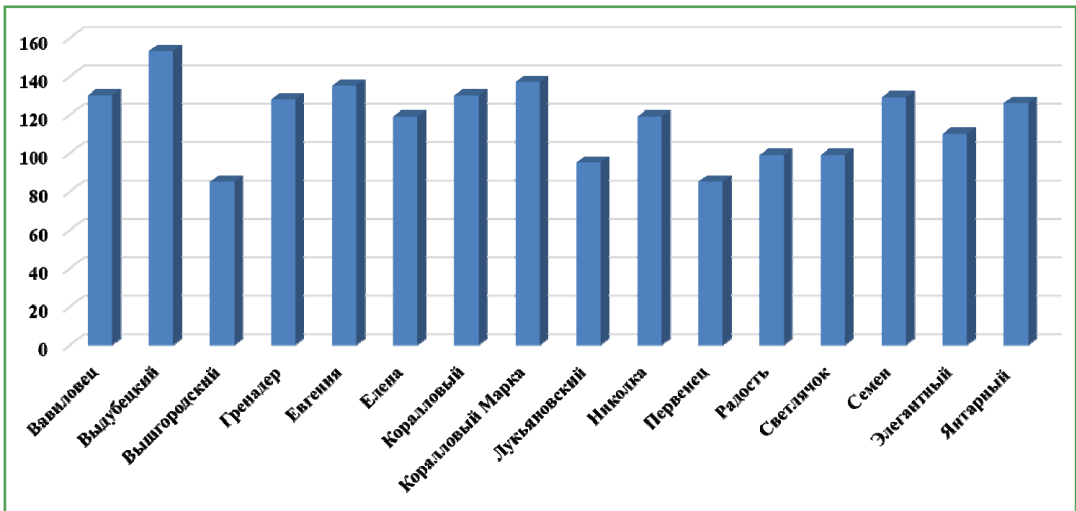


Рисунок 2 Содержание витамина С в плодах кизила сортов селекции НБС НАН Украины (мг %) (2007 г., Киев)
Figure 2 The content of vitamin C in the fruits of cornelian cherry cultivars breeding in NBS NAS of Ukraine (mg %) (2007, Kyiv)



Известно, что пектины являются стабилизаторами аскорбиновой кислоты. Мы установили прямую связь между накоплением пектинов и аскорбиновой кислоты у сортов Выдубецкий, Коралловый Марка, Семена, Коралловый.

Наши исследования содержания пектиновых веществ в разных сортах кизила свидетельствуют о том, что минимальное количество их у сорта Первенец, максимальное – у сортов Коралловый Марка и Семена (рис. 1).

Количество аскорбиновой кислоты в плодах находится в пределах 85,0–153,0 мг %, у большинства сортов показатель витамина С составляет 100,0–120,0 мг %, у сортов Вавиловец, Евгения, Семен, Коралловый Марка, Коралловый, Выдубецкий он значительно выше (от 130,0 до 153,0 мг % (рис. 2).

Плоды кизила имеют яркую окраску кожуры и мякоти и содержат большое количество антоциановых пигментов. Антоцианы – активные метаболиты растений, защищающие их от пониженных температур и повышенной радиации. Количество их в плодах является очень важным биологическим показателем пищевой ценности, так как они используются в пищевой и медицинской промышленности как биологически активные красители. Количество антоцианов в спелых плодах разных сортов составляет 114,0–198,0 мг % – в мякоти, 710,0–875,0 мг % – в кожце (рис. 3).

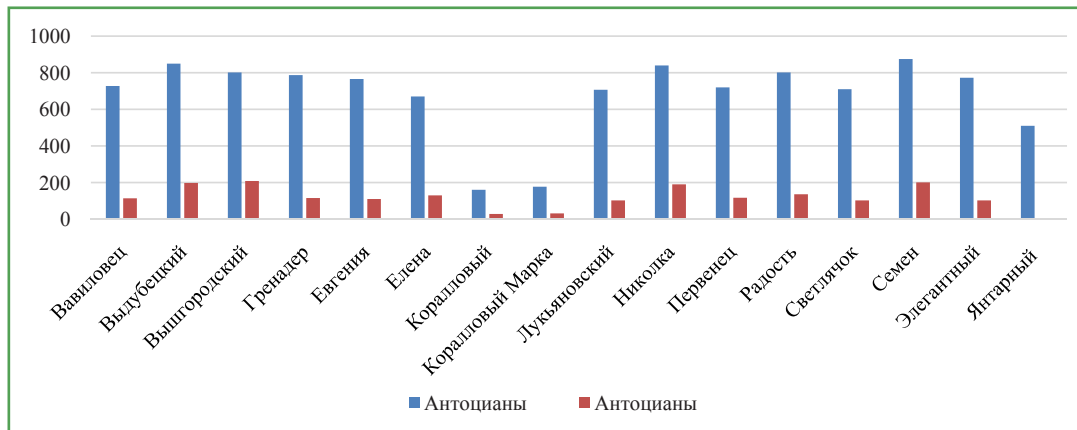


Рисунок 3 Содержание антоцианов в кожце и мякоти плодов кизила сортов селекции НБС НАН Украины (мг %) (2007 г., Киев)

Figure 3 The content of anthocyanins in the skins and pulp of fruits cornelian cherry cultivars breeding in NBS NAS of Ukraine (mg %) (2007, Kyiv)

У розовоплодного сорта Коралловый антоцианы в мякоти выявлены в очень небольших количествах – в мякоти 28,0 мг %, 160,0 мг % – в кожце. Как видно, количество антоцианов в кожце намного выше, чем в мякоти плодов.

Дубильные вещества также играют важную роль в подавлении в организме так называемых свободных радикалов, провоцирующих в нем патологические процессы. Как известно, важным источником дубильных веществ являются верхушки побегов чая китайского. В них содержится до 35% дубильных веществ. В листьях кизила в разные фазы развития накапливается 8,34–11,78% дубильных веществ (Осіпова і Клименко, 2006).

Листья кизила отличаются высоким содержанием биологически активных веществ в течение всего вегетационного периода и могут быть источником дешевого сырья для создания витаминных профилактических фитокомпозиций.



В листьях и цветках выявлен рутин, галловая и эллаговая кислоты, в цветках – изокверцитин. В листьях содержатся кверцитин, кемпферол, кофейная и ферулловая кислоты. В цветках, листьях и коре кизила содержится β -гликозид вербеналин.

Мы идентифицировали в листьях восемь фенолкарбоновых кислот (ФКК): п-оксибензойная, галловая, кофейная, сиригвая, п-кумаровая, ферулловая, о-кумаровая, коричная. Сумма их составляет 262,8 мкг/г воздушно сухой массы. В корнях свободных фенолкарбоновых кислот содержится значительно меньше – 108 мкг/г. Это галловая – 66,7 мкг/г, сиригвая – 34,6 и синаповая – 7,2 мкг/г (Клименко и др., 2012).

Из эндокарпа (косточки) кизила выделена липидная фракция, представляющая собой маслянистую бесцветную жидкость с характерным запахом. Состав и количественное соотношение жирных кислот определяют их биологическую активность. Свыше 90% состава жирных кислот в липидном комплексе кизила составляют ненасыщенные жирные кислоты. Доминирующими являются полиненасыщенная эссенциальная линолевая кислота (62,9%) и мононенасыщенная олеиновая кислота (26,1%). Эти кислоты отличаются высокой биологической и фармакологической активностью. Около 8% липидного комплекса приходится на пальметиновую кислоту. Незначительное количество составляют стеариновая, линоленовая, эйкозеновая, гондоиновая и др. кислоты. Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот, выявленных в липидном комплексе косточек, свидетельствует об их высокой биологической активности и перспективности для создания масляных препаратов – естественных антиоксидантов, биостимуляторов и т.д. (Ковальский та ін., 2010).

В поисках новых источников биологически активных веществ (БАВ) и наиболее полного потенциала растений для повышения лечебно-профилактических свойств продукции плодородства в Никитском ботаническом саду – Национальном Научном центре проведено изучение химического состава листьев некоторых плодовых культур, входящих в Реестр сортов растений Украины.

Результаты исследований показали, что листья многих плодовых растений содержат ценные биологически активные вещества, что дает возможность применять их в виде БАВ для лечебной профилактики.

Антиоксиданты являются профилактическими и фитотерапевтическими средствами, которые нейтрализуют свободные радикалы, что ассоциируются с патогенезом разнообразных заболеваний.

Данные об антиоксидантных свойствах листьев разных плодовых растений приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы, высокими антиоксидантными свойствами обладают листья плодовых растений, особенно черешни, персика, вишни, яблони, но самая высокая антиоксидантная активность оказалась у кизила – 97%.

Исследованиями последних лет установлено, что плоды кизила губительно действуют на бактерии тифодизентерийной группы, стрептококка, туберкулезную палочку и показаны при желудочно-кишечных расстройствах. Приводим некоторые рецепты использования плодов, листьев, коры и косточек кизила.

При воспалительных заболеваниях желудочно-кишечного тракта, гриппе, рахите и ангине используют сушеные и свежие плоды. Отвар плодов готовят из расчета 2 столовые ложки сырья на 1 стакан горячей воды, кипятят 30 мин., процеживают горячим и доводят объем до исходного. Принимают по $\frac{1}{2}$ стакана 3 раза в день. Для детей варят кисель из расчета 3 столовые ложки размоченных или свежих плодов на 1 стакан воды. Принимают по $\frac{1}{3}$ стакана 3 раза в день до еды. При желудочных коликах как болеутоляющее хорошо помогает кизилевое варенье, кизилевый настой из свежих или сухих плодов.

Плоды кизила, содержащие большое количество солей железа, калия, магния, органических кислот, стимулируют кроветворение, поддерживают кислотно-щелочное



равновесие, выводят избыток мочевой кислоты. При малокровии, для восстановления сил при истощении, стимулирующего действия на центральную нервную систему используют измельченные плоды. С этой же целью настоев свежих или сухих плодов (1–5 столовых ложек измельченного сырья на 0,5 л кипятка настоять 8 час.) принимают по 2–5 столовых ложки 3 раза в день.

Таблица 1 Содержание некоторых химических веществ и свойства листьев плодовых культур (Полонская и др., 2007)

Table 1 The content of some of the chemical substances and properties in leaves of fruit plants (Polonskaya et al., 2007)

Плодовые культуры	Сухое вещество (%)	Аскорбиновая кислота (мг/100 г)	Фенольные вещества (мг/100 г)	Антиоксидантная активность (%)
Алыча	91,0	12,49	987	48
Вишня	90,88	14,13	–	78
Гранат	86,50	10,20	515	64
Зизифус	85,17	28,03	537	57
Инжир	90,75	27,20	270	64
Киви	92,30	29,0	163	39
Кизил	89,66	33,26	1012	97
Маслина европейская	91,80	6,10	493	59
Мушмула	90,30	6,41	212	71
Персик	91,80	9,72	–	70
Слива	89,55	7,64	67	34
Хурма восточная	90,89	11,09	390	73
Черешня	88,0	17,90	480	80
Яблоня	90,0	36,34	978	97

При лихорадочном состоянии применяют 1 столовую ложку измельченных сухих плодов на 1 стакан кипятка, настаивают 4 часа, принимают по 1 столовой ложке 3 раза в день этого отвара.

Для устранения аллергических проявлений (зуд, крапивница) применяют свежие раздавленные плоды в виде аппликаций, для лечения пародонтита, стоматита используют настои свежих или сухих плодов (в виде полосканий).

Листья обладают желчегонным, мочегонным и сахароснижающим действием. Для приготовления настоя 1 столовую ложку листьев заливают 1 стаканом горячей воды, кипятят в эмалированной посуде 15 мин., остужают, процеживают и доводят объем кипяченой водой до исходного. Принимают по 1/3 стакана 3 раза в день до еды.

При болезнях печени, нарушении обмена веществ, атрофии мышц, нервных заболеваниях, склерозе, малярии применяют отвар из такого сбора: 3 весовых части листьев кизила, 3 – плодов шиповника, 2 части листьев мяты и 1 часть листьев Melissa. На 600 мл холодной воды кладут 100 г измельченной смеси в эмалированной посуде, настаивают в прохладном месте 10–12 часов, кипятят 5 мин., настаивают 30 мин. Пьют по 200 мл трижды в день через час после еды.



При тех же болезнях применяют отвар коры из молодых веток кизила. Одну столовую ложку измельченной коры (свежей или сушеной) заливают 350 мл холодной сырой воды. Настаивают и варят так же, как и в предыдущем рецепте. Принимают по 100 мл 3 раза в день после еды. Противомаларийное действие коры и корней кизила обусловлено содержанием в них гликозида корнина (как хинин из коры хинного дерева).

Корни кизила применяют от камней в почках. 10 г измельченных корней кизила заливают 1 л воды, уваривают до 300 мл, отцеживают и пьют 3 раза в день по 100 мл. Лечение проводят в течение 10 дней, если нужно – повторяют через 2 недели.

Выводы

Культура кизила в Украине известна в течение многих столетий. Кизил – ценное пищевое, медоносное и лекарственное растение, лечебно-профилактические свойства которого обусловлены содержанием в плодах комплекса биологически активных веществ: антоцианов, катехинов, флавоноидов, витаминов, сахаров (в основном – глюкозы и фруктозы). Лекарственными свойствами обладают все части растения – плоды, листья, побеги, корни, кора, косточки. Благодаря фармакологическим свойствам их используют как вяжущее, противодиабетическое, тонизирующее, бактерицидное, противогингивальное, противоревматическое средство. Плоды – ценное сырье для детских и диетических продуктов, нынче пасту и желе готовят для питания моряков и космонавтов в продолжительных экспедициях. Биохимический состав плодов кизила очень богат, они содержат комплекс биологически активных веществ в больших количествах. Это – антоцианы, катехины, флавоноиды, Р-активные соединения, которые укрепляют стенки кровеносных сосудов, нормализуют кровяное давление, предотвращают склероз. Все части растения кизила широко используются в народной медицине для профилактики и лечения многих заболеваний – скарлатины, анемии, диабета, желудочно-кишечных, кожных и др. Биохимический состав зрелых плодов, %: сухие вещества – 19,0–23,0, сумма сахаров – 8,1–12,6, пектины – 0,75–1,30; дубильные вещества – 0,12–0,37; органические кислоты – 2,8–3,5; витамин С – 85,0–110,0–153,0 мг %; антоцианы – в мякоти – 28,0–208,0 мг %, в кожице – 177,0–875,0 мг %. Продуктивность растений составляет 25–100 кг с дерева, продолжительность плодоношения растений – 100–150 лет. Растения практически не повреждаются вредителями и болезнями.

Благодарность

Данная статья была подготовлена при активной участии исследователей международной сети AgrobioNet по выполнению международной программы “Агробиоразнообразие для улучшения питания, здоровья и качества жизни” (TRIVE ITMS 26110230085) в рамках проектов «Содействие инновационных технологий специальных натуральных продуктов для здорового питания людей» (ITEBIO ITMS 26220220115) в Центре сохранения и использования агробиоразнообразия на Факультете агробиологии и продовольственных ресурсов Словацкого аграрного университета и проекта АГРОБИОТЕХ (ITMS 26220220180).

Литература

1. ЕРМАКОВ, А.И. и др. 1972. *Методы биохимического исследования растений*. Ленинград: Колос. Ленингр. отд-нию 456 с.
2. КЛИМЕНКО, С.В. – ОСИПОВА, И.Ю. 2012. Фенольные соединения вегетативных органов растений видов семейства Cornaceae Dumort. *Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы докладов VIII Международного симпозиума*. М.: ИФР РАН; РУДН, сс. 553–557.



3. КЛИМЕНКО, С.В. 1990. *Кизил на Украине*. Киев: Наук. Думка. 174 с.
4. КОВАЛЬСЬКИЙ, О.В. – КОНОВАЛОВА, О.Ю. – КЛИМЕНКО, С.В. 2010. Дослідження жирнокислотного складу насіння кизилу звичайного (*Cornus mas* L.) сорту Елегантний. *Фітотерапія*, № 2, сс. 82.
5. ОСІПОВА, І.Ю. – КЛИМЕНКО, С.В. 2006. Біологічно активні речовини нетрадиційних плодово-ягідних рослин. *Матер. Міжнар. наук. конф. «Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень»*. К., сс. 317–322.
6. ПЕТРОВ, К.П. 1978. *Методы биохимии растительных продуктов*. Киев: Вища школа. 224 с.
7. ПОЛОНСКАЯ, А.К. – ЕЖОВ, В.Н. – КОРНИЛЬЕВ, Г.В. – ГРЕБЕННИКОВА О.А. 2007. Биологически активные вещества листьев некоторых плодовых культур в связи с перспективой их использования в пищевых продуктах. *Уч. зап. Тавр. нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Сер. Биология, химия*, вып. 20, № 3, сс. 122-127.
8. *Сорта плодовых и ягодных растений селекции Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко*. 2013. Под ред. С.В. Клименко. Киев: Фитосоциоцентр. 104 с.
9. BRINDZA, P. – BRINDZA, J. – TOTH, D. – KLIMENKO, S. – GRIGORIEVA, O. 2006. Biological and commercial characteristics of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) population in the Gemer region in Slovakia. I International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits 818, pp. 85–94.
10. BRINDZA, P. – BRINDZA, J. – TÓTH, D. – KLIMENKO, S.V. – GRYGORIEVA, O. 2007. Slovakian Cornelian cherry (*Cornus mas* L.): potential for cultivation. *II international symposium on plant genetic resources of horticultural crops*. Leuven: International Society for Horticultural Science, pp. 433–437.
11. KLYMENKO, S.V. 2004. The cornelian cherry (*Cornus mas* L.). Collection, preservation and utilization of genetic resources. *J. Fruit Ornament Plant res.*, vol. 12, pp. 93–98.
12. MAMEDOV, N. – CRAKER, L.S. 2002. Cornelian cherry: a prospective source for phytomedicine. *Acta Hort.*, vol. 629, pp. 83–86.
13. PANTELIDIS, G.E. – VASILAKAKIS, M. – MANGANARIS, G.A. – DIAMANTIDIS, G. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102, pp. 777–783.
14. PIRC, H. 1990. Selection von grobfruchtigen *Cornus mas* L. *GARTENBAUWISSENSCHAFT*, vol. 55, 1990, no. 5, pp. 217–218.
15. PIRC, H. 1994. Kornelkirschen – eine weitere Obstart für die Zukunft. *GARTENBAUWISSENSCHAFT*, vol. 2, pp. 14–16.
16. ROP, O. – MICEK, J. – KRAMAROVA, D. – JUROKOVA, T. 2010. Selected cultivars of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) as a new food source for human nutrition. *Afr. J. of Biotechnology*, vol. 9, 2010, no. 8, pp. 1205–1210.



SOIL MICROBIAL ASSOCIATIONS OF URBANIZED ECOSYSTEMS

Kryvtsova Maryna, Bobryk Nadia

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

E-mail: f-k-m-79@mail.ru

A complex study of the state of the microbiota and contents of heavy metals in the soils of urbanized ecosystems is conducted, and the air pollution is analyzed by chemical and microbiological indicators. The soils of the lawns (grass-plots) located in the proximity of heavy traffic are shown to be characterized by a heightened content of Pb and Cu as compared with the maximum permissible concentrations (MPC) for these metals, and increased concentrations of all heavy metals reviewed as compared with their background figures. The soil microbiocoenosis is established to have undergone a reconstruction characterized by an increased number of oligonitrophils and ammonifiers, and a decreased content of *Azotobacter* and actinomycetes (ray fungi).

Keywords: microbiota, soil microbiocoenosis, soils

МІКРОБНІ АСОЦІАЦІЇ ҐРУНТУ УРБАНІЗОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ

Кривцова Марина, Бобрик Надія

Вступ

Інтенсивний техногенний вплив на довкілля в межах урбанізованих територій обумовлює актуальність наукових робіт спрямованих на комплексне вивчення всіх ланок функціонування урбоекосистем як середовища існування багатьох мікро- та макроорганізмів. Ґрунт є найбільш чутливим індикатором еколого-геохімічної обстановки на території урбоекосистем, оскільки в ньому перетинаються всі шляхи міграції хімічних елементів, зокрема й токсикантів. Для цього особливо важливо враховувати реакцію та роль мікробних асоціацій ґрунту, які з одного боку чутливо реагують на техногенний вплив, а з іншого – беруть участь у процесах ґрунтоутворення та у значній мірі визначають ґрунтові умови розвитку рослин.

Мета роботи – вивчення мікробіоти ґрунту та повітря у зоні впливу автотранспорту, паркової зони та лучної екосистеми в околицях м. Ужгород.

Матеріали і методи дослідження

Для визначення мікробіоти ґрунту та мікрофлори повітря проби ґрунту відбирали у трьох точках м. Ужгорода: площа Б. Хмельницького, яка характеризується високою завантаженістю транспортного потоку й одночасно малою швидкістю руху автомобілів, парку «Боздош», який є рекреаційною зоною міста і знаходиться у відносно екологічно-чистому районі міста та ґрунт лучної екосистеми, що знаходиться на значній відстані від впливу антропогенного навантаження.

Мікробіологічний аналіз повітря проводили методом седиментації мікробів за Кохом, з використанням елективних середовищ. Аналіз мікробного ценозу ґрунту проводили з використанням диференціально-діагностичних поживних середовищ методом серійних



розведень ґрунтової суспензії. Відбір проб ґрунту проводився у 4–5 точках вибраних ділянок на глибині 10–15 см. Амоніфікуючі бактерії враховували на м'ясо-пептонному агарі (МПА), актиноміцети та мікобактерії – на крохмаль-аміачному агарі (КАА), оліготрофи – на середовищі Ешбі, мікобактерії – на картопляному агарі, мікроміцети – на середовищі Чапека-Докса, оліготрофи – на голодному агарі, *Azotobacter* – на середовищі Ешбі за методом обростання грудочок ґрунту, бактерії групи кишкової палички (БГКП) – на середовищі Плоскірева (Звягинцев, 1991). Результати виражали числом колонієутворюючих одиниць в 1 г абсолютно сухого ґрунту (КУО/г).

Результати та їх обговорення

Аналіз ґрунтової мікробіоти газонного ґрунту площі Б. Хмельницького поблизу автошляху, для якого характерна значна інтенсивність руху та низька швидкість автомобілів, показав, що на даній території реєстрували перебудову мікробного ценозу ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1 Мікробіоценоз ґрунту урбанізованих екосистем (КУО/г гр. $\times 10^5$)

Table 1 Soil microbiocoenosis of urbanized ecosystems (CFU/g of soil $\times 10^5$)

Точка відбору проб	Група мікроорганізмів			
	амоніфікатори	мікроміцети	актиноміцети	мікобактерії
Боздош (контроль)	230,0 \pm 5,0	6,0 \pm 0,8	85,0 \pm 1,0	5,0 \pm 1,0
пл. Б. Хмельницького	830,0 \pm 4,0	15,0 \pm 0,5	15,0 \pm 0,9	95,0 \pm 0,9
Лучна екосистема (околиця м. Ужгород)	15,3 \pm 1,5	6,7 \pm 0,4	10,0 \pm 1,0	32,4 \pm 3,1

Точка відбору проб	Група мікроорганізмів		
	мікобактерії	олігонітрофіли	азотфіксатори (%)
Боздош (контроль)	20,0 \pm 3,0	31 \pm 1,0	100,0
пл. Б. Хмельницького	25,0 \pm 2,0	74,0 \pm 1,0	36,4
Лучна екосистема (околиця м. Ужгород)	13,2 \pm 1,1	89,0 \pm 2,3	99,7

У пробах ґрунту, відібраних з газонів, що зростають в районі інтенсивного руху автомобілів, реєстрували підвищену кількість амоніфікаторів (830×10^5 КУО/1 г гр.), на фоні зростання кількості БГКП до 45×10^5 КУО/1 г гр., проти 3×10^5 КУО/1 г гр. ґрунту паркової зони. У ґрунті лучної екосистеми виявлено найменшу кількість БГКП ($1,9 \times 10^5$ КУО/1 г гр.) в порівнянні з іншими ділянками. У ґрунті, який був відібраний на пл. Б. Хмельницького, встановлена лише тенденція до зростання мікроскопічних грибів (15×10^5 КУО/1 г гр.). Кількість мікобактерій практично не відрізнялась від ґрунту паркової зони (20×10^5 КУО/1 г гр.) і становила 25 КУО/1 г гр., а у ґрунті під луками їх кількість знижувалась вдвічі ($13,2 \times 10^5$ КУО/1 г гр.). У ґрунті центра міста реєстрували значне підвищення (у 2,5 рази) кількості олігонітрофілів, а також зниження рівня актиноміцетів у 5,7 разів (15×10^5 КУО/1 г гр.) на фоні підвищення кількості мікобактерій (5×10^5 КУО/1 г гр.).

Встановлено значне зниження відсотку вільноживучих азотфіксаторів роду *Azotobacter* у ґрунтах, що знаходяться в зоні впливу автотранспорту (36,4%). У ґрунтах з лучним фітоценозом виявлено високу кількість азотфіксаторів (99,7%).

Аналіз таксономічної структури мікробіоти ґрунту показав, що у зоні інтенсивного впливу автотранспорту перебудова мікробного ценозу супроводжувалась підвищенням кількості бактеріальної флори з одночасним зниженням кількості актиноміцетів (рис. 1).

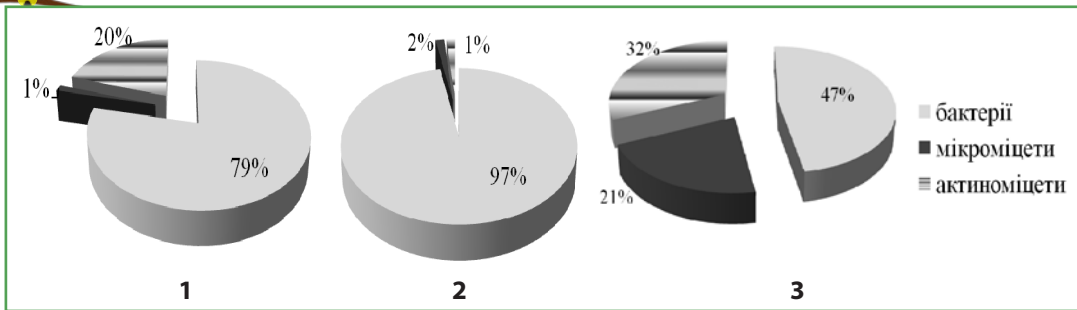


Рисунок 1 Таксономічна структура мікробного ценозу ґрунтів газонних екосистем
1 – пл. Б. Хмельницького; 2 – паркова зона «Боздош»; 3 – лучна екосистема (Ужгород, 2015)

Figure 1 Taxonomic structure of the microbial soil coenosis of lawn ecosystems
1 – Khmelnytsky Square; 2 – Bozdosh Park; 3 – grassland ecosystem (Uzhhorod, 2015)

Дослідження мікрофлори повітря примігстральних територій показали, що на пл. Б. Хмельницького, де реєструється висока навантаженість автомобільним транспортом та низька швидкість руху автомобілів, зафіксовані високі показники ЗМЧ ($3820 \pm 1,5$ КУО/1м³) та 636 КУО/1м³ мікроміцетів. Слід зазначити, що високий рівень ЗМЧ забезпечувався за рахунок бактеріальної мікрофлори, яка була представлена споровими бактеріями, умовно-патогенною мікрофлорою.

Аналіз мікробіоти ґрунту показав, що середовище містата інтенсивний рух автотранспорту суттєво впливає на формування мікробних угруповань ґрунту, що проявляється у значному зниженні відсотку бактерій роду *Azotobacter* (на 64%); серед бактерій, що використовують мінеральні форми азоту, значно знижується кількість актиноміцетів. Виявлені тенденції свідчать про зниження інтенсивності азотфіксації у ґрунті газонів в умовах інтенсивного руху автотранспорту, що призводить до домінування у мікробному ценозі олігонітрофілів, які здатні розвиватись при низьких концентраціях азоту (Іутинська, 2006; Frey B., 2006; Бобрик, 2012).

Перебудова мікробного ценозу ґрунту виявлялась також у підвищенні рівня ентеробактерій. У мікробіоті ґрунту, що знаходиться в зоні інтенсивного руху автотранспорту, значно збільшується відсоток бактеріальної мікрофлори за рахунок амоніфікаторів, в тому числі ентеробактерій. Зниження рівня актиноміцетів супроводжує процеси сповільнення розкладання органічних решток. Подібні тенденції встановлено за результатами досліджень ряду вчених. Так, у роботах з вивчення техногенного навантаження на ґрунтову мікробіоту, показано, що кількість мікроміцетів у контрольних зразках становила 35,6% від загальної чисельності мікрофлори, а в техногенних ґрунтах – лише 2,8–7,3% (Костюченко, 2015). Виявлено, що під впливом промислового забруднення змінюється відносний вміст систематичних груп мікроорганізмів, зокрема зменшується відносна кількість грибів (Стефурак, 1981). Це дозволяє розглядати ґрунтову мікрофлору як діагностичний показник забрудненості ґрунтів (Андреюк, 2001; Іутинська, 2006).

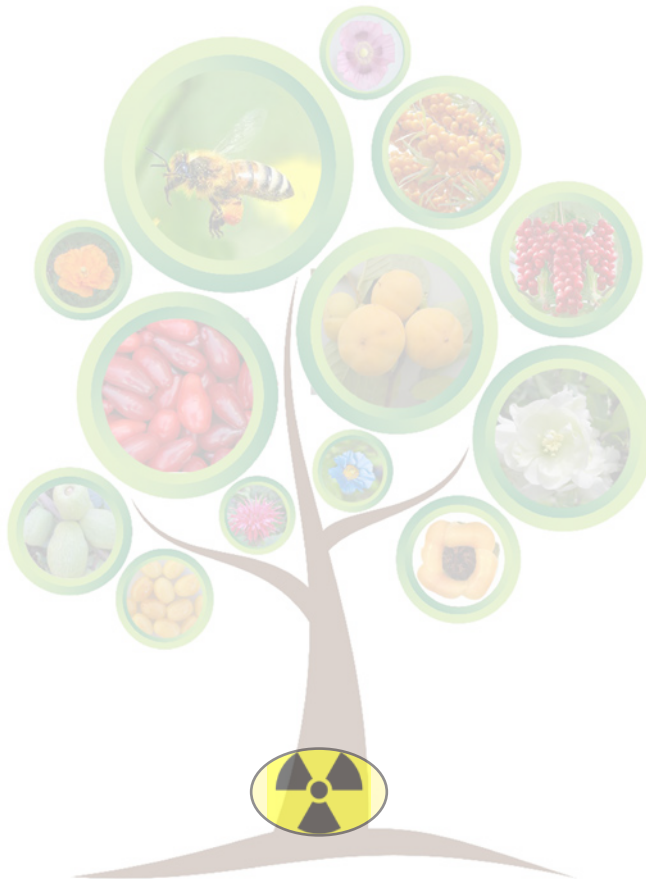
Висновки

Показано, що у ґрунті урбанізованих екосистем відбувається перебудова мікробного ценозу, що супроводжується суттєвим зниженням кількості вільноживучих азотфікаторів та актиноміцетів, підвищенням олігонітрофілів, різким зростанням амоніфікаторів за рахунок ентеробактерій.



Література

1. АНДРЕЙОК, К.І. – ІУТИНСЬКА, Г.О. – АНТИПЧУК, А.Ф. 2001. *Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження*. Київ: Обереги. 240 с.
2. БОБРИК, Н.Ю. – КРИВЦОВА, М.В. – НІКОЛАЙЧУК, В.І. 2012. Мікробіоценоз ґрунту в умовах впливу залізничного транспорту. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. вип. 2, № 20. сс. 3–9.
3. ЗВЯГИНЦЕВ, Д.Г. 1991. *Методи ґрунтової мікробіології та біохімії*. Под ред. Д.Г. Звягинцева. Москва. Из-во МГУ. 330 с.
4. ІУТИНСЬКА, Г.О. 2006. *Ґрунтова мікробіологія*. Київ. Арістей. 284 р.
5. КОСТЮЧЕНКО, Н.І. 2015. Вплив техногенного навантаження на екологічний стан ґрунтів басейну річки Мокра Московка (Запорізька область). *Збірник наукових праць V-ого Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю*, сс. 201.
6. СТЕФУРАК, В.П. 1981. Влияние промышленного загрязнения на почвенную микрофлору. Микробные сообщества и их функционирование в почве. *Сб. науч. Тр.* Киев: Наукова думка. 280 с.
7. FREY, B. – STEMMER, M. – WIDMER, F. – LUSTER, J. – SPERISEN, C. 2006. Microbial Activity and Community Structure of a Soil after Heavy Metal Contamination in a Model Forest Ecosystem. In *Soil Biology & Biochemistry*. vol. 38, no. 7, pp. 1745–1756.





ADAPTOGENIC AND RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF BLUE HONEYSUCKLE (*LONICERA CAERULEA* L.) FRUITS

Kuklina Alla

Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: alla_gbsad@mail.ru

Medical and prophylactic properties of fruits of *Lonicera caerulea* L. (Caprifoliaceae) are caused by high levels of bioflavonoids (up to 2248 mg %), the impact of which is greatly enhanced through the synergy with vitamin C (up to 88 mg %) and microelements. For those people who suffered by the influence of radioactive radiation, fresh fruits of *Lonicera caerulea* must become a mandatory part of their diet.

Keywords: *Lonicera caerulea*, fruit, biochemical composition, radionuclide

АДАПТОГЕННЫЕ И РАДИОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛОДОВ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ (*LONICERA CAERULEA* L.)

Куклина Алла

Введение

В условиях загрязнения окружающей среды продукты радиоактивного распада – радионуклиды попадают в организм человека при дыхании, через кожу, с водой и пищей. Для сохранения здоровья необходима детоксикация радиоактивных изотопов с использованием безопасных способов. Для очистки организма имеют значение продукты питания, обладающие адаптогенными и радиозащитными свойствами. Свежие плоды и ягоды являются мощным резервом для поддержания иммунитета и защиты здоровья от вредных влияний. Многие продукты растительного происхождения имеют профилактическое и лечебное значение, но в разной степени насыщены полезными веществами. Известно, что содержащиеся в свежих плодах пектины, в присутствии сахаров и органических кислот, выступают в качестве энтеросорбентов, образуя гелеобразные нерастворимые пектинаты, выводимые из организма. Витамины, особенно аскорбиновая кислота, биофлавоноиды (витамин P), а также каротиноиды и некоторые микроэлементы, служат как адаптогены и радиопротекторы (Шавловская, 2014). В связи с этим важно знать, какие свежие плоды особенно полезны для включения в пищу людей в районах, загрязненных радионуклидами.

Жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L., Caprifoliaceae) – широкоареальный вид, объединяющий более мелкие географические расы со съедобными плодами (*L. altaica* Pall., *L. edulis* Turcz. ex Freyn, *L. turczaninowii* Pojark., *L. kamtschatica* (Sevast.) Pojark. и др.), является перспективной ранозревающей ягодной культурой (Скворцов и Куклина, 2002). Лечебные и профилактические свойства плодов жимолости используются в народной медицине при анемии, болезнях желудка и печени, при стоматитах и авитаминозе, как мочегонное и общеукрепляющее средство. Плоды способствуют улучшению прочности и проницаемости капилляров, что очень важно при сердечно-сосудистых заболеваниях, атеросклерозе, гипертонии (Скворцов и др., 2005).



По биохимическим данным Т.Е. Бочаровой (2008) в плодах жимолости синей отмечено до 59,6 мг % витамина С, до 0,38 мг % каротиноидов, есть флавонолы (до 645 мг %) и особенно много антоцианов (до 2332 мг %). При этом в них обнаружено до 1,28% пектиновых веществ (табл. 1).

Таблица 1 Биохимический состав плодов жимолости в Тамбовской области (Бочарова, 2008)
Table 1 Biochemical composition of *Lonicera caerulea* in the Tambov region (Bocharova, 2008)

Вещества	M±m	Min–Max	Коэффициент вариации (CV) (%)
Витамин С (мг %)	39,5±2,9	29,7–59,6	23,8
Каротиноиды (мг %)	0,24±0,1	0,12–0,38	48,5
Антоцианы (мг %)	1494,0±9,4	806,0–2332,0	34,5
Катехины (мг %)	235,0±23,9	123,0–528,0	50,5
Флавонолы (мг %)	349,0±6,7	186,0–645,0	35,3
Пектиновые вещества (%)	0,97±0,1	0,65–1,28	18,3

Содержание пектинов в плодах жимолости синей сортов Золушка, Берель и Бархат составляет 0,7–0,8 мг %. Немного выше – у сортов Вилига, Гжелка, Гжельская Поздняя, Раменская, Соска, Шахиня (1,5–1,7 мг), Кубышка, Сластена, Гжельская Ранняя, Куминовка (1,8–2,2 мг %) и Ульяна (до 2,6 мг %). Если концентрация пектинов в плодах не высока, то по комплексу полезных фенольных соединений жимолость занимают передовые позиции среди известных ягодных культур. Сумма биофлавоноидов в ее плодах достигает 388–2248 мг %, ими богаты сорта Герда (1837мг %) и Галочка (1653 мг %) (Ершова, 2010).

Биологически активные фенольные вещества в плодах *Lonicera caerulea* представлены антоцианами (до 1200 мг %), лейкоантоцианами (до 145 мг %) и катехинами (39–631 мг %). Из флавонолов и флавонов обнаружены рутин (4,1–31,7 мг/100 г), изокверцитин (2,4–18,7 мг /100 г), гликозид лютеолина (1,5–20,7 мг/100 г) и диосмин. В плодах выявлены оксикоричные кислоты – хлорогеновая (44–174 мг/100 г) и кофейная (9–49 мг/100 г), обладающие сильным антиоксидатным, гепатопротекторным, активированным и противоопухолевым воздействием. Биофлавоноидами богаты сорта Волхова, Нимфа, Амфора, Память Гидзюка, Томичка и др., отличающиеся десертным вкусом плодов (Стрельцина и др., 2006). Комплекс перечисленных веществ обладает адаптогенными качествами. Известно, что витамин С (аскорбиновая кислота) и витамины РР (биофлавоноиды) являются антиоксидантами, способствующими сохранению здоровых клеток, предотвращают их повреждение свободными радикалами и снижают опасность появления злокачественных образований (<http://www.silazdorova.ru/poleznye-svoystva-zhimolosti>). В связи с этим плоды жимолости рекомендованы людям, проживающим в районах, зараженных радионуклидами (Кевра, 1993).

Сок плодов жимолости насыщен калием (70,3 мг %), магнием (21,7 мг %), натрием (35,2 мг %), фосфором (35,7 мг %), кальцием (19,3 мг %), в меньшей степени железом (0,82 мг %). Выявлены микроэлементы – йод (0,929 мг %), марганец (3,12 мг %), медь (0,064 мг %), кремний (0,084 мг %) и алюминий (2,733 мг %) (Руш, Лизунова, 1972).

Целью данной работы заключалась в оценке биохимического состава плодов жимолости синей как продукта, пригодного для детоксикации и оздоровления организма человека.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН (Москва). Материалом для изучения служили сорта и отборные формы *Lonicera caerulea*. При



изучении биохимического состава плодов сухое вещество определяли методом озоления; аскорбиновую кислоту – по методу Имури (восстановление красителя 2,6-дихлорфенолинофенол); кислотность – кислотно-основным титрованием; сумму сахаров – по методу Бертрана (Практикум..., 2008). Для обобщающего анализа использовали литературные данные по биохимическому составу плодов жимолости.

Результаты и их обсуждение

В плодах сортовой жимолости, произрастающей на московских плантациях, содержится 11,6–19,2% сухого вещества, 32–88 мг % витамина С, 2,6–11,7% сахаров и 1,9–4,9% органических кислот (табл. 2). Весь комплекс витаминов, сахаров и органических кислот способствует поддержанию здоровья человека. Свежие плоды жимолости нежного кисло-сладкого вкуса, без горечи, с очень мелкими семенами и тонкой кожицей являются продуктом диетического питания.

Из сахаров в плодах преобладают глюкоза (до 54%) и фруктоза (до 26%), в меньшей степени – галактоза (5,3%), сахароза (2,3%), выявлены диетические вещества – сорбит (15%) и инозит (4%). Органические кислоты представлены лимонной (90%), а также яблочной кислотой (6%) и в незначительной степени янтарной, щавелевой кислотами (Скворцов и др., 2005).

Таблица 2 Биохимический состав плодов *Lonicera caerulea* в Москве

Table 2 Biochemical composition of *Lonicera caerulea* in Moscow

Сорт, форма	Сухое вещество (%)	Витамин С (мг %)	Сумма сахаров (%)	Титруемая кислотность (%)
Синичка	16,0	85,0	8,7	4,0
Московская 23	14,0	78,0	7,3	2,9
Фортуна	13,8	49,0	5,2	3,9
Таежная	12,4	66,3	6,3	3,6
Рюмочка	15,4	81,0	4,9	3,7
Соска	19,2	48,9	11,7	3,0
Шахия	18,5	41,6	9,0	2,7
Форма 9	13,6	32,7	5,4	1,9
Форма 22	15,5	88,0	7,4	5,1
Форма 28	15,9	73,9	5,6	5,7
Форма 37	11,6	45,4	2,6	1,4
Форма 80	15,5	52,8	7,1	4,2
Форма 149	13,3	51,2	4,9	3,9
Форма 158	12,9	49,3	5,2	4,6

Благодаря высокой концентрации антоцианов, о чем свидетельствует интенсивно-яркая окраска сока, наличию витаминов, микроэлементов и пектинов плоды могут быть использованы в качестве детоксикационного продукта растительного происхождения.



Выводы

Лечебно-профилактические свойства плодов жимолости синей обусловлены высоким уровнем содержания биофлавоноидов, воздействие которых в значительной степени усиливается, благодаря синергизму с витамином С (до 88 мг %) и некоторыми микроэлементами. Для людей, попавших в зону воздействия радиоактивного излучения, свежие плоды жимолости синей должны стать обязательной частью пищевого рациона.

Литература

1. БОЧАРОВА, Т.Е. 2008. Биохимическая оценка и урожайность сортообразцов жимолости в условиях Тамбовской области. *Автореферат диссертации*. Мичуринск, 22 с.
2. ЕРШОВА, И.В. 2010. Биохимический состав плодов жимолости в условиях лесостепной зоны Алтайского края. *Состояние и перспективы развития культуры жимолость в современных условиях*. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, сс. 172–174.
3. КЕВРА, М.К. 1993. *Растения против радиации*. Минск: Вышэйшая школа. 350 с.
4. КУКЛИНА, А.Г. 2012. Селекция устойчивых ягодных сортов жимолости синей в ГБС РАН. *Плодоводство и ягодоводство России*, т. 31, ч. 1, сс. 316–321.
5. *Практикум по агрохимии*. 2008. Под ред. В.В. Кидина. Москва: Колос. 599 с.
6. РУШ, В.А. – ЛИЗУНОВА, В.В. 1972. Макро- и микроэлементы дикорастущих ягод Сибири. *Продуктивность дикорастущих ягодников и их хозяйственное использование*. Киров, сс. 44–47.
7. Сила здоровья. 2010 [online] 2010-2016 [cit. 2016-04-08] <http://www.silazdorovya.ru/poleznye-svoystva-zhimolosti/>
8. СКВОРЦОВ, А.К. – ВИНОГРАДОВА, Ю.К. – КУКЛИНА, А.Г. – КРАМАРЕНКО, Л.А. – КОСТИНА, М.В. 2005. *Формирование устойчивых интродукционных популяций: абрикос, черешня, черемуха, смородина, арония*. Москва: «Наука». 187 с.
9. СКВОРЦОВ, А.К. – КУКЛИНА, А.Г. 2002. *Голубые жимолости. Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России*. Москва: «Наука». 160 с.
10. СТРЕЛЬЦИНА, С.А. – СОРОКИН, А.А. – ПЛЕХАНОВА, М.Н. – ЛОБАНОВА, Е.В. 2006. Состав биологически активных фенольных соединений сортов жимолости в условиях северо-западной зоны плодводства РФ. *Аграрная России*. Москва: «Фолиум», № 6, сс. 67–72.
11. ШАВЛОВСКАЯ, Е. 2014. *Путь к здоровью и успеху*. [online] 2014-07-04 [cit. 2016-04-06] <http://elenashavlovskaya.ru/>



OPTIMIZATION OF THE HUMAN IODIC STATUS UNDER CONDITIONS OF RADIOACTIVE POLLUTION

Lebedynets Vira, Buryachenko Lubov

Lviv Academy of Commerce, Lviv, Ukraine

E-mail: vlebedynets@mail.ru

In Ukraine, there has been a dramatic increase in various diseases among Chernobyl disaster-affected communities. It is believed that background iodine deficiency among the population of Ukraine has played a role in the increased frequency of thyroid cancer after the Chernobyl accident. The urgency of use of marine algae for chronotropic food fortification, the deficit of which is in different regions of Ukraine is showed in the article. The conducted research allows expanding the range of food products with algae as a source of micronutrients and ways to prevent iodine deficiency of the human. On the basis of rational combination of traditional vegetable ingredients and algae (*Laminaria* and *Cystoseira*) vegetable marinades as functional products of special nutrition for the prevention of iodine deficiency diseases have been introduced. The pickles were made on the basis of traditional vegetable raw materials: "Green Vegetable with *Cystoseira*" with carrot, leek, tomato puree and celery; "Vegetable with *Cystoseira*" and with beet, carrot and onion; "Vegetable with tomato and *Laminaria*" which contains carrots, parsley roots and tomato puree. To enrich the vegetable pickles the part of the main raw material were replaced for *Laminaria* and *Cystoseira* in recipes. Optimum concentration of seaweed (*Laminaria* and *Cystoseira*) to obtain vegetable pickles with required organoleptic characteristics and the most balanced content of nutrients have been found. The mineral composition of *Laminaria* and *Cystoseira* has been compared and the iodine content in marinades with their addition has been investigated.

Keywords: iodine, iodine deficiency, canned vegetables, marinades, *Laminaria*, *Cystoseira*

ОПТИМІЗАЦІЯ ЙОДНОГО СТАТУСУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Лебединець Віра, Буряченко Любов

Вступ

В Україні спостерігається різке зростання різних захворювань у населення, яке постраждало від Чорнобильської катастрофи. Слід зауважити, що особливо гостро і важко хворіють ліквідатори аварії і діти: ракові захворювання, хвороби ендокринної, травної систем, крові і кровотворних органів, порушення обміну речовин, вроджені аномалії (Лисицын, 2002).

Радіоактивне забруднення у початковий період після аварії на ЧАЕС обумовлювалось викидами короткоживучих радіонуклідів: радіоізотопами цирконію, ніобію, барію, які в подальшому втратили гігієнічну значущість. У найбільш важливого з них, ізотопу йоду 131, період напіврозпаду становить 8,04 діб, а вклад у дозу опромінення населення, особливо дітей, дуже великий (Ліхтарьов та ін., 2006).

Вважається, що фоновий дефіцит йоду у населення України безпосередньо вплинув на підвищення частоти патології щитоподібної залози після аварії на Чорнобильській АЕС.



Аварія на японській АЕС «Фукусіма-1» змусила світ знову заговорити про безпеку та недоліки під час ліквідації аварії. Експерти Всесвітньої природоохоронної організації Greenpeace вважають, що в разі масштабної аварії на АЕС населення сьогодні так само погано захищене від впливу радіації, як і в 1986 р. на ЧАЕС, недостатньо проінформовано про її наслідки, вживання необхідних профілактичних і лікувальних заходів, відчуває психологічний дискомфорт (Кіреєв та ін., 2012).

Проблеми збереження і поліпшення здоров'я населення України є пріоритетом держави. В останні роки спостерігається стійка тенденція з використання профілактичного і лікувального харчування йододefіцитних станів населення України. У зв'язку з цими вчені, медики і харчовики об'єднали свої зусилля зі створення відповідної групи спеціалізованих продуктів.

У зв'язку з цим розробка рецептур та технологій виготовлення овочевих консервів з використанням природної йодовмісної сировини, а саме морських водоростей є перспективним напрямом у сучасній харчовій промисловості.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених показали, що в умовах довгострокового надходження радіонуклідів для зниження всмоктування та накопичення в організмі радіонуклідів стронцію, цезію та йоду доцільно вживати морепродукти – рибу, молюски і, особливо, водорості та продукти їхньої переробки, які містять усі мікроелементи, необхідні для синтезу гормонів щитоподібної залози.

У зв'язку з цим нами було розроблено овочеві консерви, а саме маринади з додаванням морських водоростей. Маринади виготовляли з використанням 4% цистозіри та ламінарії: «Овочевий зелений з цистозірою» – на основі моркви, цибулі порею, томатного пюре та селери; «Овочевий з цистозірою» – буряка столового, моркви та цибулі; «Овочевий з томатом і ламінарією» – моркви, коріння петрушки та томатного пюре.

В подальшому було порівняно мінеральний склад ламінарії та цистозіри та досліджено вміст йоду у розроблених маринадах з додаванням ламінарії та цистозіри.

Результати та їх обговорення

В якості цінної добавки у харчові продукти рекомендують використовувати гідробіонти рослинного походження – морські водорості. Вони дозволяють збагатити харчовий раціон дефіцитними для більшості продуктів біогенними елементами, йодовмісними сполуками, поліненасиченими жирними кислотами, органічними кислотами. Біологічно активні речовини водоростей мають багатоаспектну позитивну дію на організм людини (Смертина і Федянина, 2012).

Досліджено харчову цінність ламінарії та цистозіри, яку добувають у Чорному морі та рекомендують використовувати для збагачення багатьох харчових продуктів, в тому числі і овочевих консервів.

У Чорному морі виростає 310 видів макрофітів, з яких 74 належать до бурих водоростей. Серед останніх найбільші промислові скупчення утворюють два види цистозіри – бородата і кошлата.

Визначено, що в тканинах цистозіри чорноморської міститься 70–80% вологи і від 20–30% сухих речовин, у висушеній – біля 10,0% вологи і до 90,0% – сухих речовин. Сухі речовини складаються з мінеральних і органічних речовин. До складу входять більше 28 макро- і мікроелементів – у загальній кількості 17,0%.

Дослідження виявили, що цистозіра чорноморська, як і інші бурі водорості має високий вміст йоду, але у порівнянні з ламінарією – в 3,5 раза менше (рис. 1).

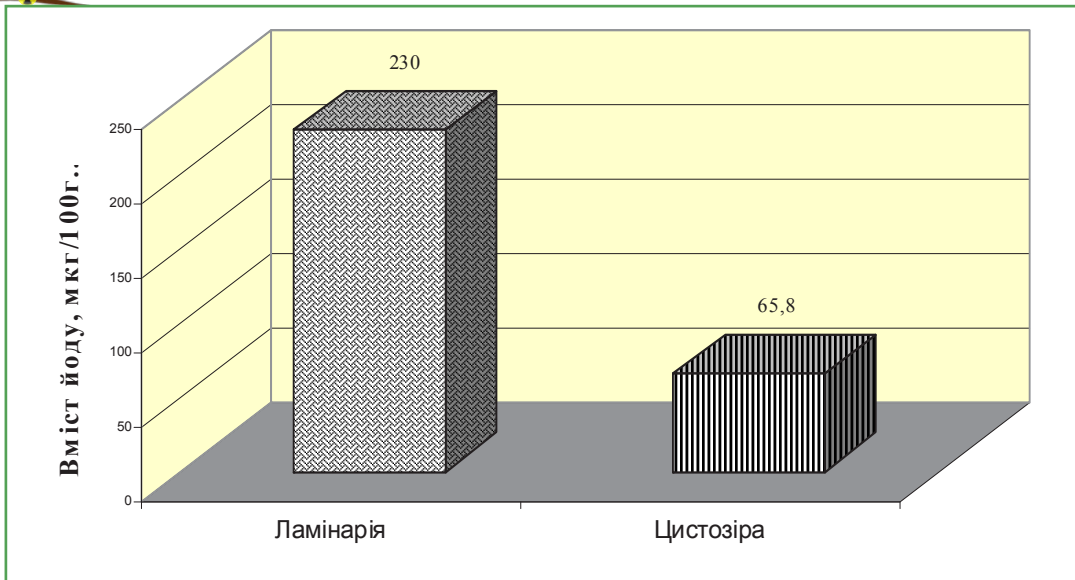


Рисунок 1 Вміст йоду в морських водоростях (мкг/100 г)
Figure 1 Iodine content in algae ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)

Потрібно відзначити, що 1 грам (сухої речовини) цистозіри забезпечує добову потребу людини в йоді, марганці, селені. За вмістом йоду ($65\text{--}85\text{ мг}\times(100\text{ г})^{-1}$), селену ($30\text{--}35\text{ мг}\times(100\text{ г})^{-1}$), заліза ($30\text{--}47\text{ мг}\times(100\text{ г})^{-1}$), кобальту ($1,0\text{--}1,5\text{ мг}\times(100\text{ г})^{-1}$) та інших мікроелементів цистозіра займає перше місце серед інших харчових продуктів України, що підтверджують і інші автори (Барашков, 1972; Аминина і Вишнева, 2001).

Нами розроблено овочеві маринади з морськими водоростями. Маринади – це продукти, приготувані із свіжих або попередньо засолених овочів цілих, або нарізаних, або асорті – суміші цілих або нарізаних з додаванням рослинної олії або без неї, з додаванням прянощів і залитих маринадною заливкою. Нами було використано свіжі овочі, а саме моркву, буряк столовий, цибулю порей, селеру, коріння петрушки, а також томатне пюре.

Оскільки морські водорості передбачалось вносити в овочеві маринади у відвареному стані (для забезпечення хороших властивостей готових страв), вважаємо необхідним та доречним відварювати їх протягом 2 год., при цьому вони перебувають у найкращому їстівному стані, а втрати йоду хоч і значні, але залишок його буде забезпечувати добову потребу цього мікронутрієнта, а інші мінеральні речовини та солі альгінової кислоти будуть компенсувати нестачу в організмі біологічно цінних макро- і мікронутрієнтів та знижувати накопичення радіонуклідів.

Нами було досліджено вміст йоду у розроблених маринадах з використанням морських водоростей. Результати досліджень представлені на рисунку 2.

Слід зауважити, що всі розроблені овочеві маринади мали високий вміст йоду, що підтверджується внесенням у їх рецептури морських водоростей. Найбільшу кількість йоду містив маринад «Овочевий з томатом та ламінарією», оскільки ламінарія характеризується підвищеним вмістом йоду порівняно з цистозірою. Одночасно маринад «Овочевий зелений з цистозірою» та «Овочевий з цистозірою» містили 417 та 397 $\text{мг}/100\text{ г}$ йоду відповідно, тобто у порівнянні з контрольними зразками вміст йоду збільшився у 261 та у 124 рази.

Отже, при вживанні маринадів (50 г/добу) значно покращується забезпечення споживача мікронутрієнтами, особливо мікроелементом йодом. Доведено, що вживання маринадів з водоростями забезпечує потребу організму людини в йоді на 130–540%.

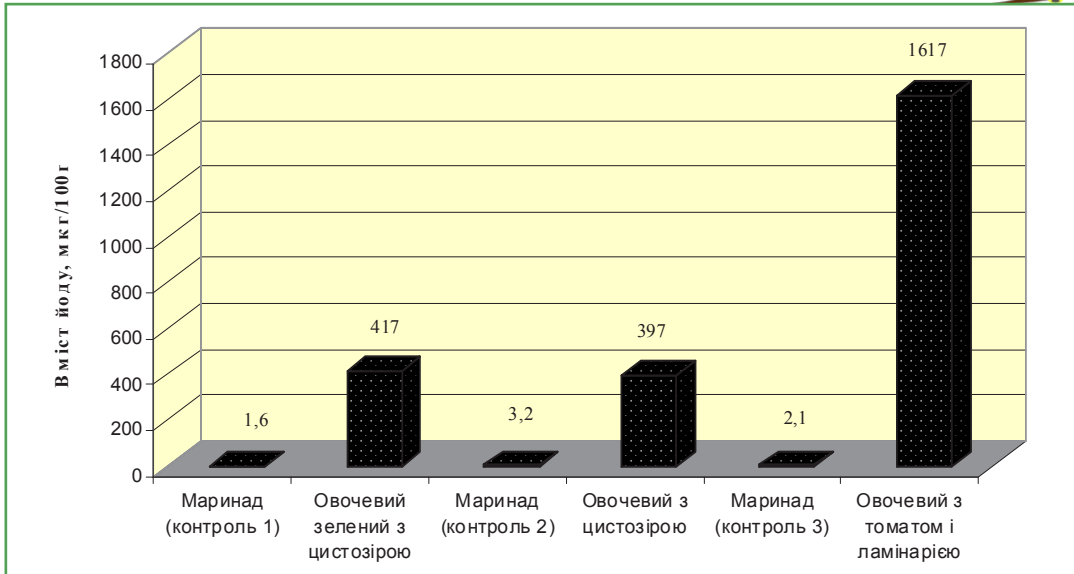


Рисунок 2 Вміст йоду в розроблених маринадах (мкг/100 г)

Figure 2 Iodine content in the prepared marinades (µg/100 g)

Висновки

Завдяки високому вмісту йоду ламінарію і цистозіру рекомендують використовувати як цінну добавку при виробництві різноманітних харчових продуктів профілактичного спрямування. Запропоновано і обґрунтовано можливість використання морських водоростей у рецептурах овочевих маринадів з метою збагачення їх органічним йодом. Овочеві маринади з водоростями рекомендується вживати населенню, яке проживає в радіоактивно забруднених та ендемічних за зобом регіонах, особливо з ризиком розвитку тиреоїдної патології та з захворюваннями, спричиненими йоддефіцитом.

Література

1. СМЕРТИНА, Е. – ФЕДЯНИНА, Л. 2012. Инновационные подходы использования гидробионтов растительного происхождения в хлебопечении. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, № 9, сс. 13–14.
2. АМИНИНА, Н. – ВИШНЕВСКАЯ, Т. 2001. Перспективы использования бурых водорослей в лечебно-профилактическом питании. *Пища, экология, человек: мат. IV Межд. науч.-техн. конф. М.*, сс. 41–42.
3. БАРАШКОВ, Г. 1972. *Сравнительная биохимия водорослей*. М.: Пищ. пром. 320 с.
4. КИРЕЄВ, С. – ГОДУН, Б.О. – ВИШНЕВСЬКИЙ, Д. 2012. Радіаційний стан на території 30-кілометрової зони відчуження у 2011 році. *Надзвичайна ситуація*, № 4, сс. 25–36.
5. ЛИСИЦЫН, А. 2002. Мясные продукты функционального назначения для населения экологически неблагоприятных регионов. *Хранение и переработка сельхозсырья*, № 9, сс. 9–11.
6. ЛІХТАРЬОВ, Л. – КОВГАН, Л. – БОЙКО, З.Н. 2006 Актуальні проблеми дозиметрії післячорнобильського періоду. *Журн. АМН України*, № 1, сс. 148–160.



RADIOECOLOGICAL EVALUATION OF MELLIFEROUS LAND IN ZHYTOMIR POLISSYA

Lisogurska Dina, Furman Svitlana, Kryvyi Mykhailo,
Shulyar Alyona, Shulyar Alina

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

E-mail: lisogurska@mail.ru

In this paper, there was established, that honey and pollen, which were collected from the natural honey's flora of Zhytomyr Woodlands, contain 2–3 times more of ^{137}Cs , than in cultural. Natural plant communities, which constitute of 89% land, are contaminated with ^{137}Cs in much greater extent and on a much larger area compared to the cultural. So natural plants communities determine the type and level of collecting honey and radioactive contamination of beekeeping production in the region.

Keywords: honey, pollen, honey land, specific activity of ^{137}Cs

РАДІОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА МЕДОНОСНИХ УГІДЬ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Лісогурська Діна, Фурман Світлана, Кривий Михайло,
Шуляр Альона, Шуляр Аліна

Вступ

Строки штучної та природної дезактивації Чорнобильських аварійних викидів до дозволених рівнів в Україні будуть тривати десятиріччями, і агропромислове виробництво треба буде здійснювати в умовах радіоактивного забруднення земель (Пристер та ін., 1991; Гудков і Ткаченко, 1993; Славов і Високос, 1997). Вміст радіонуклідів у продуктах бджільництва з часом зменшується. На даний час бджільництво можна вести без обмежень на всій території України, де дозволена трудова діяльність. Але ще існує реальна загроза одержання продуктів бджільництва, непридатних для споживання (Рафальський, 1998; Лісогурська та ін., 2003, 2005; Фурман і Лісогурська, 2007). Тому ця галузь тваринництва може стати досить перспективною лише тоді, коли будуть докладно вивчені особливості кормової бази бджільництва регіонів, які зазнали радіоактивного забруднення. Дослідження цієї проблеми потрібні в різних адміністративно-територіальних та природних зонах України, особливо на Українському Поліссі, яке є геохімічною провінцією, що характеризується інтенсивною міграцією ^{137}Cs та інших радіонуклідів з ґрунту в сільськогосподарську продукцію (Марей та ін., 1974; Гаргер та ін., 2000).

Метою роботи було дати радіоекологічну оцінку медоносних угідь Житомирського Полісся, яке зазнало радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.



Матеріали та методи дослідження

За статистичними даними розрахована структура медоносних угідь Житомирського Полісся та їх частка залежно від щільності забруднення ґрунту ¹³⁷Cs. На пасіках господарств 7 районів (Ємільчинський, Коростенський, Лугинський, Малинський, Народицький, Овруцький, Олевський) Житомирської області були відібрані зразки відкачаного товарного меду. Також проведений науково-господарський дослід, у ході якого протягом медоносного сезону від бджолиних сімей-аналогів (*n* = 10) відібрані зразки меду та обніжжя. Згідно з ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» (2006) та ДСТУ 3127-95 «Обніжжя бджолине (Пилок квітковий) і його суміші. Технічні умови» (1995) визначили ботанічне походження цих продуктів бджільництва та вміст ¹³⁷Cs у них.

Результати та їх обговорення

Медоносні рослинні угруповання Житомирського Полісся представлені культурними та природними і природно-антропогенними фітоценозами (рис. 1). Найбільшу площу (89%) тут займають природні і природно-антропогенні угруповання. Культурних фітоценозів у 18 разів менше. Відкриті водойми та землі без рослинного покриву не мають практичного значення для бджільництва. Їх у 16 разів менше, ніж земель, які визначають кормову базу цієї галузі у даній місцевості.



Рисунок 1 Структура медоносних угідь Житомирського Полісся (%)
Figure 1 Structure of honey lands of Zhytomyr Polissya (%)

Встановлено, що 51% луків та 56% лісів мають щільність забруднення ґрунту від 37 до 185 кБк/м² (рис. 2). Для культурних фітоценозів цей показник становить 40%, що у 1,3–1,4 рази менше у порівнянні з площею природних. 10 та 20% площ, які займають луки та ліси, забруднені в межах 185–555 кБк/м². Культурні угіддя з аналогічною щільністю забруднення становлять 6%, що у 3 та 2 рази відповідно менше.

Культурні фітоценози, які забруднені понад 555 кБк/м², займають 1%, що у 3 рази менше у порівнянні з луками та у 6 разів – у порівнянні з лісами. У цілому 47% площі культурних медоносних фітоценозів має рівень забруднення понад 37 кБк/м². Це 1,4–2,0 рази менше у порівнянні з природними рослинними угрупованнями.

У 65% господарств Житомирського Полісся мед збирають з медоносної флори природних фітоценозів. Із нектароносів культурних рослинних угруповань мед одержують у 35% господарств, тобто майже у 2 рази менше.

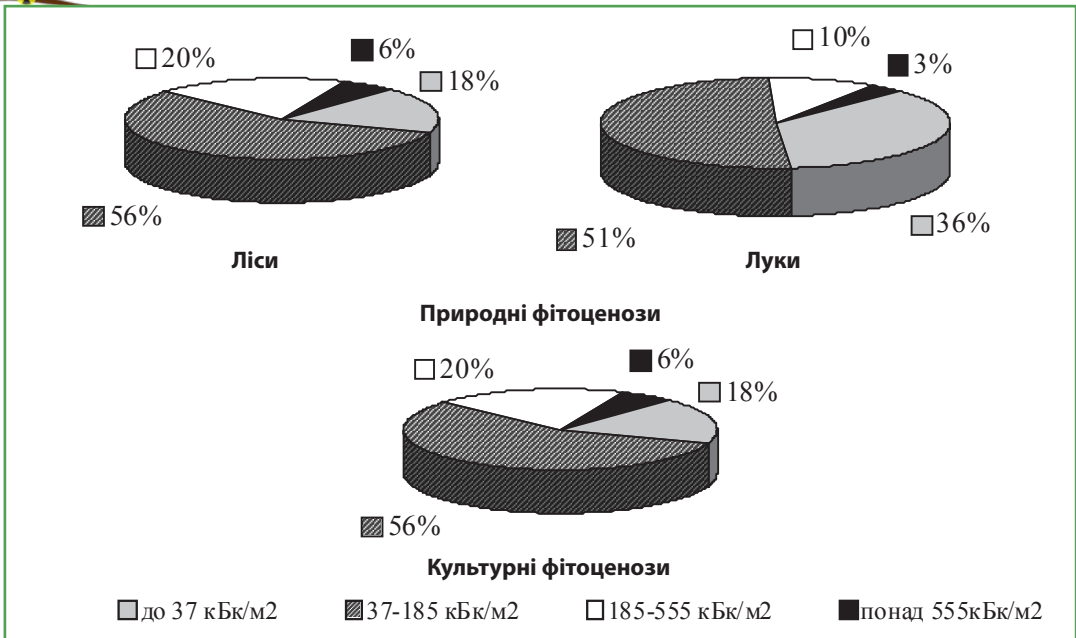


Рисунок 2 Структура медоносних угідь Житомирського Полісся залежно від рівня забруднення ¹³⁷Cs (%)

Figure 2 Structure of honey lands of Zhytomyr Polissya depending on the level of contamination ¹³⁷Cs (%)

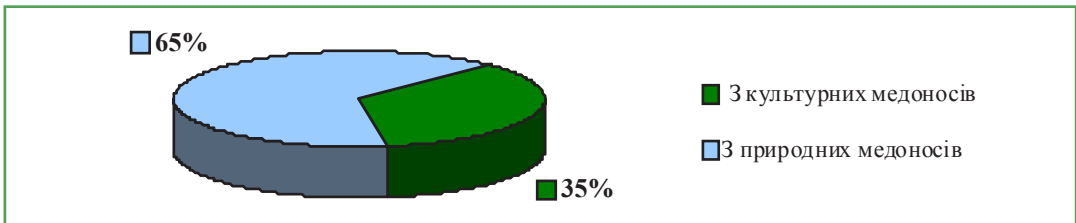


Рисунок 3 Питома вага товарного меду, який одержують з природних і культурних медоносів у зоні радіоактивного забруднення Житомирського Полісся (%)

Figure 3 The share of marketable honey, derived from natural and cultural honey plants in the zone of radioactive contamination of Zhytomyr Polissya (%)

Аналіз результатів гамма-спектрометричного дослідження показує, що в середньому питома активність ¹³⁷Cs у меді та обніжжі (табл. 1), зібраних з природної флори, у 2–3 рази більша ($P < 0,001$), ніж з культурної.

Таблиця 1 Питома активність ¹³⁷Cs у бджолиному меді та обніжжі (Бк/кг) ($M \pm m$, $n = 40$)

Table 1 The specific activity of ¹³⁷Cs in bee honey and pollen (Bq/kg) ($M \pm m$, $n = 40$)

Продукт бджільництва	Тип фітоценозу	
	природний	культурний
Мед	28,9±3,48	9,7±0,92
Обніжжя	53,8±5,06	28,7±2,81



Мед та обніжжя, зібрані з природних і культурних медоносів, мають неоднакове ботанічне походження. Цим, у першу чергу, пояснюється різниця за рівнем радіоактивного забруднення. Але, окрім цього, щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs на природних медоносних угіддях в 1,3 рази більша ($P < 0,001$), у порівнянні з ґрунтом культурних фітоценозів (табл. 2).

Таблиця 2 Щільність забруднення ґрунту медоносних угідь ^{137}Cs , кБк/м² ($n = 50$)
Table 2 The density of soil contamination of bee lands ^{137}Cs , kBq/m² ($n = 50$)

Медоносні угіддя	М±m
Культурні	74,7±1,31
Природні	96,6±3,13

Саме цей факт, на нашу думку, є визначальним і обумовлює значно вищу активність ^{137}Cs у продуктах бджільництва, зібраних з медоносної флори природних фітоценозів.

Висновки

Отже, бджолиний мед та обніжжя, зібрані з природної медоносної флори Житомирського Полісся, містять у 2–3 рази більше ^{137}Cs , ніж з культурної. Природні фітоценози, які становлять 89% усіх угідь, забруднені ^{137}Cs у значно більшій мірі і на значно більшій площі порівняно з культурними. Тому саме вони обумовлюють тип медозбору та рівень радіоактивного забруднення продуктів бджільництва даного регіону.

Література

1. ГАРГЕР, Є.К. та ін. 2000. Комплексний аналіз радіоекологічної ситуації на забруднених сільськогосподарських угіддях Українського Полісся. *Вісник ДААУ. Спецвипуск*, сс. 87–88.
2. ГУДКОВ, І.М. – ТКАЧЕНКО, Г.М. 1993. *Основи сільськогосподарської радіобіології і радіоекології: Підручник*. Київ: Вища школа. 261 с.
3. ЛІСОГУРСЬКА, Д.В. – КРИВИЙ, М.М. – ФУРМАН, С.В. 2005. Ветеринарно-санітарна оцінка бджолиного меду, одержаного у зоні радіоактивного забруднення. Матеріали наук.-практ. конф. «Проблеми становлення галузі тваринництва в сучасних умовах». *Вінниця: ВДАУ*, вип. 22, ч. I, сс. 32–36.
4. ЛІСОГУРСЬКА, Д.В. – ФУРМАН, С. В. – ПОЛІЩУК, В.П. 2003. Ветеринарно-санітарна оцінка бджолиного обніжжя, одержаного на Поліссі Житомирщини. *Науковий вісник НАУ*, вип. 63, сс. 276–279.
5. МАРЕЙ, А.Н. – БАРХУДАРОВ, Р.М. – НОВИКОВА, Н.Я. 1974. *Глобальные выпадения цезия-137 и человек*. Москва: Атомиздат. 168 с.
6. *Мед натуральний*. 2006. Технічні умови : ДСТУ 4497:2005 – ДСТУ 4497:2005. [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України. 21 с. (Національні стандарти України).
7. *Обніжжя бджолине (пилок квітковий) і його суміші*. 1995. Технічні умови : ДСТУ 3127-95 – ДСТУ 3127-95. [Чинний від 1996-07-01]. К.: В-во стандартів. 25 с. (Національні стандарти України).
8. ПРИСТЕР, Б.С. – ЛОЩИЛОВ, Н.А. – НЕМЕЦ, О.Ф. – ПОЯРКОВ, В.А. 1991. *Основы сельскохозяйственной радиологии: 2-е изд., перераб и доп.* Киев: Урожай. 472 с.
9. РАФАЛЬСЬКИЙ, В.Ю. 1998. В умовах підвищеної радіації. *Пасіка*, № 1, сс. 15.
10. СЛАВОВ В.П. – ВИСОКОС, М.П. 1997. *Зооекологія*. Київ: Аграрна наука, 375 с.
11. ФУРМАН, С.В. – ЛІСОГУРСЬКА, Д.В. 2007. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs в системі ґрунт-рослини-продукти бджільництва. *Тваринництво України*, № 11, сс. 39–40.



ECOLOGICAL EXPEDIENCY OF USING THE BEE PASTURAGE OF WINTER RAPE IN THE RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORIES OF ZHYTOMYR POLISSYA

Lisogurska Olga

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

E-mail: lisogurska2012@mail.ru

It has been established that the honey, produced in the radioactively contaminated territories of Zhytomyr Polissya, meets the highest grade standards in terms of quality. The ^{137}Cs concentration in the loosened honey is 16 times and ^{90}Sr – 8 times lower than the acceptable contamination level. The radioactive contamination of rape honey is characterized by high variability, as it is determined by the contamination level of soil as well as by the share of rape nectar in it. The honey which contains more than 80% of pollen rape seeds has 3 times lower ^{137}Cs concentration than the honey which has less than 50% of them. In the area with ^{137}Cs deposition densities of 224 Bq/m the honey pasturage of winter rape can be used for the spring breeding of bee colonies and obtaining the rape honey, which meets the highest grade standards and has an acceptable contamination level.

Keywords: rape, rape honey, bee pasturage, radioactive contamination

ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕДОНОСНИХ УГІДЬ РІПАКУ ОЗИМОГО В ЗОНІ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Лісогурська Ольга

Вступ

У період інтенсивного освоєння людиною навколишнього середовища відбувся значний перерозподіл у співвідношенні природної та культурної рослинності. Багато видів рослин звузили свій ареал або взагалі зникли. За цих умов розвиток бджільництва можливий лише за рахунок сільськогосподарських медоносних культур. З культурних медоносних угідь у зоні Полісся найбільш перспективні посіви гречки їстівної, ріпаку, гірчиці білої, буркуну білого та жовтого, конюшини білої та гібридної (Славов та ін., 2003; Бондарчук, 2011). За даними К.І. Ємця та ін. (2012), для повноцінного запилення посівів основних ентомофільних культур в Україні існує потреба в нарощенні чисельності бджолиних сімей до 5,2 млн. та в збільшенні площі посівів медоносних культур. За ринкових умов, коли ніхто не може нав'язати господарю, сіяти ту чи іншу культуру, в тому числі і гречку, проблему нектару може вирішити використання посівів ріпаку, які в Україні передбачається довести до 2,0 млн. га (Приймак, 2007). Вирощувати ріпак для українців не в новинку. На початку ХХ століття посіви цієї культури на території України займали до 40 тис. га. Ріпак – це олійна, кормова, медоносна культура та чудовий попередник для багатьох сільськогосподарських культур, є справжнім фітосанітаром ґрунту, який можна успішно використовувати для рекультиватії землі, забрудненої радіацією (Галич та ін., 2000; Іванченко, 2005). Безумовно,



програма розвитку ріпаківництва має надзвичайно важливе економічне значення для України. Але, як відомо, успішне вирощування ріпаку не можливе без використання пестицидів для боротьби з шкідниками, хворобами та бур'янами. Це може позначитись на якості та безпеці продуктів бджільництва, до яких ставляться високі вимоги як до продуктів спеціального призначення, що використовуються для дитячого, дієтичного, лікувально-профілактичного харчування. Окрім того, забезпечення високого рівня якості продуктів бджільництва необхідне для успіху на світовому ринку (Приймак, 2007; Бугера, 2009). Тому наразі проблеми економіки та екології украї необхідно вирішувати комплексно, шукаючи між ними компроміс, що дозволить зберегти природний ресурсний потенціал для задоволення потреб нинішнього і майбутніх поколінь людини.

Мета роботи – зробити екологічне обґрунтування доцільності використання медоносних угідь ріпаку озимого в зоні радіоактивного забруднення Житомирського Полісся.

Матеріали і методи дослідження

Для досягнення мети був проведений науково-господарський дослід. Для цього на початку медоносного сезону було сформовано 8 бджолиних сімей-аналогів, з якими кочували на медозбір з ріпаку озимого у зоні радіоактивного забруднення на Житомирському Поліссі із середньою щільністю радіоактивного забруднення території ^{137}Cs 224 кБк/м². У кінці медозбору від бджолиних сімей були відібрані зразки відкачаного меду. Показники якості та безпеки у меді визначені згідно з ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» (2006).

Результати та їх обговорення

Відібраний ріпаків мед мав приємний специфічний аромат, солодкий, ніжно-пекучий, приємний смак, салоподібну консистенцію та дрібнозернисту кристалізацію. Колір меду варіював від світло-жовтого до світло-коричневого. Як відомо, чистий ріпаків мед абсолютно білого кольору. Але отримати його практично не можливо, оскільки терміни цвітіння ріпаку озимого співпадають з іншими медоносами. Тому й колір меду може відрізнятися залежно від частки нектару цього медоносу (Осот, 2013).

Для остаточного з'ясування ботанічного походження отриманого меду, у зразках було визначено масову частку пилкових зерен ріпаку озимого. Визначений показник виявився дуже мінливими ($C_v = 31$) та коливався від 43,7 до 87,4%. Це свідчить про те, що мед, отриманий з ріпаку, неоднорідний і містить різну частку нектару з цієї рослини. Висока мінливість вмісту пилкових зерен ріпаку у меді пояснює варіювання його кольору від світло-жовтого до світло-коричневого. Світліші зразки меду містять більшу частку нектару з цієї рослини. За результатами наших досліджень деякі зразки меду кристалізувалися дуже повільно – від двох тижнів до місяця. Зазвичай кристалізація монофлорного ріпаків меду відбувається протягом 3–7 днів після відкачування (Калининин, 2013).

Аналіз результатів дослідження (рис. 1) показав, що між масовою часткою пилкових зерен ріпаку озимого та швидкістю кристалізації меду є сильний позитивний зв'язок, про що свідчить величина коефіцієнта кореляції – 0,9. Зі збільшенням частки пилку ріпаку у меді збільшується швидкість його кристалізації.

За показниками якості отриманий ріпаків мед відповідав вищому гатунку. Він містив води не більше 18,5%, цукрів – не менше 80%, сахарози – не більше 3,5%, діастази – не менше 15 од. Готе, кислотність становила не більша 40 міліеквівалентів NaOH на 1 кг. Мінливість цих показників була невисокою, оскільки коефіцієнт варіації яких коливався від 3 до 18%. Результати лабораторних досліджень узгоджуються з літературними даними (Заикина, 1999).

Як показали результати радіологічних досліджень (табл. 1), стебла і листя ріпаку озимого накопичують однакову кількість ^{137}Cs .



Рисунок 1 Кореляційний зв'язок між масовою часткою пилоквих зерен ріпаку озимого та швидкістю кристалізації меду ($r = 0,9$)

Figure 1 Correlative relationship between the mass fraction of pollen grains of winter rapeseed and honey crystallization rate ($r = 0.9$)

Таблиця 1 Вміст ^{137}Cs у ґрунті, рослині ріпаку озимого та ріпаковому меді (Бк/кг)

Table 1 The content of ^{137}Cs in the soil, in plant of winter rapeseed and rapeseed honey (Bq/kg)

Об'єкт дослідження	<i>n</i>	$M \pm m$	C_v
Ґрунт	10	208,6±10,68	16
Стебло	10	18,9±0,76	13
Листок	10	20,2±0,55	9
Квітка	10	24,0±0,23	3
Відкачаний мед	8	12,3±2,54	59

У ці частини рослини надходить у 10–11 разів менше даного радіонукліда, ніж його міститься у ґрунті. Для квіток ця різниця становить 9 разів, які містять у 1,2–1,3 рази більше ^{137}Cs , ніж стебла і листя. Відкачаний мед накопичує у 2 рази менше даного радіонукліда, ніж квітки та у 17 – ніж ґрунт. Різниця між цими показниками достовірна при $p \leq 0,001$, листям і медом – при $p \leq 0,01$, стеблами і медом – при $p \leq 0,05$.

Вміст ^{137}Cs у ріпаковому меді варіює від 4,7 до 23,6 Бк/кг і характеризується надто високою мінливістю на відміну від вмісту у самій рослині. Коефіцієнт варіації питомої активності ^{137}Cs у меді становить 59%, тоді як для ґрунту, листя, стебел і квіток він не перевищує 20%. Це, очевидно, є свідченням того, що вміст даного радіонукліда у ріпаковому меді визначається не лише його рівнем у ґрунті. Тому, на нашу думку, даних щодо вмісту ^{137}Cs у ґрунті для прогнозу забруднення ріпакового меду ^{137}Cs , замало. Між вмістом ^{137}Cs у меді та його кольором існує корелятивний зв'язок (рис. 2).

Так, мед, який має світло-коричневий колір, містить у 3 рази більше даного радіонукліда, ніж мед світло-жовтий, жовтий та темно-жовтий (різниця достовірна при $p \leq 0,001$). Саме мед жовтих відтінків містить більшу частку пилоквих зерен ріпаку, а тому й нектару ріпаку. Отже, радіоактивне забруднення ріпакового меду визначається не лише рівнем радіоактивного забруднення ґрунту, а й часткою нектару ріпаку у ньому. Мед, у якому є понад 80% пилоквих зерен ріпаку містить у 3 рази менше ^{137}Cs , ніж мед, який має їх менше 50% (різниця достовірна при $p \leq 0,001$).

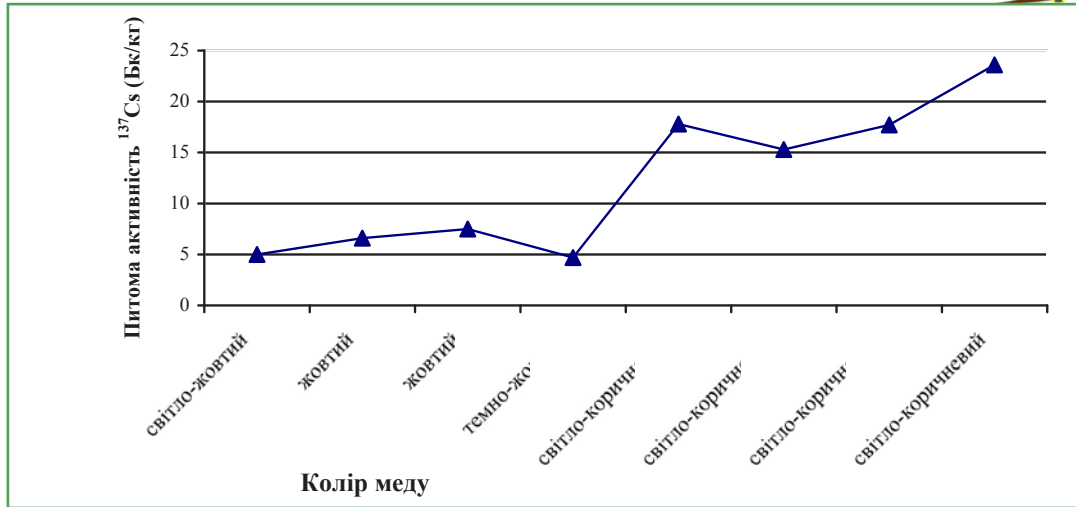


Рисунок 2 Зв'язок між вмістом ¹³⁷Cs та кольором ріпакового меду

Figure 2 Relationship between the content of ¹³⁷Cs and color of rapeseed honey

Вміст ⁹⁰Sr у ріпаковому меді становив 6 Бк/кг, тобто у 2 рази менше, ніж ¹³⁷Cs ($p \leq 0,05$), що обумовлено меншим вмістом даного радіонукліда у ґрунті. Хоча корелятивний зв'язок між питомою активністю цих радіонуклідів у ріпаковому меді малий ($r = 0,3$). Спостерігається лише тенденція до збільшення вмісту у ньому ⁹⁰Sr при збільшенні вмісту ¹³⁷Cs, а чверть зразків меду містила більше ⁹⁰Sr, ніж ¹³⁷Cs. У цілому середній вміст ¹³⁷Cs у відкачаному ріпаковому меді у 16, ⁹⁰Sr – у 8 разів менший за встановлені допустимі рівні, які наразі становлять 200 та 50 Бк/кг відповідно.

Висновки

Ріпаківий мед, отриманий у зоні радіоактивного забруднення Житомирського Полісся, за показниками якості відповідає вимогам вищого ґатунку. Вміст ¹³⁷Cs у відкачаному меді у 16, ⁹⁰Sr – у 8 разів менший за встановлені допустимі рівні. Радіоактивне забруднення ріпакового меду характеризується високою мінливістю, оскільки визначається не лише рівнем радіоактивного забруднення ґрунту, а й часткою нектару ріпаку у ньому. Мед, у якому є понад 80% пилкових зерен ріпаку містить у 3 рази менше ¹³⁷Cs, ніж мед, який має їх менше 50%. На території зі щільністю радіоактивного забруднення ¹³⁷Cs на рівні 224 кБк/м² медоносні угіддя ріпаку озимого можна використовувати для весняного нарощування бджолиних сімей та отримання ріпакового меду, який відповідає вимогам вищого ґатунку та допустимих рівнів радіоактивного забруднення.

Література

1. БОДНАРЧУК, Л.І. 2011. Медоносні угіддя : як раціонально їх використати і примножити. *Пасіка*, № 4, сс. 18–21.
2. БУГЕРА, С.І. 2009. Світова організація торгівлі та галузь бджільництва України. *Пасіка*, № 1, сс. 3–5.
3. ГАЛИЧ, М.А. – ДАНКЕВИЧ, Є.М. – МАНДРІЙЧУК, В.Я. та ін. 2000. *Науково-методичні рекомендації по ресурсозберігаючих технологіях вирощування ярого ріпаку в умовах Житомирської області*. Житомир : Полісся. 10 с.
4. ЄМЕЦЬ, К.І. – ДЕГОДІЮК, В.М. 2012. Медодії та їх запилення. *Укр. пасічник*, № 8, сс. 38–40.



5. ЗАЙКИНА, В.И. 1999. *Экспертиза меда и способы обнаружения его фальсификации*. Москва : Издательский дом Дашков и Ко. 142 с.
6. ІВАНЧЕНКО, Н.І. 2005. Перспективи ріпаку доторкнуться і бджільництва. *Пасіка*, № 10, сс. 29.
7. КАЛИНИХИН, В.В. 2013. Рапсовый мед – будьте осторожны! *Пасека от «А» до «Я»*, № 5, сс. 7.
8. КАРАСЕВ, В. 2013. Рапс. Будем оптимістами. *Пасека от «А» до «Я»*, № 5, сс. 6.
9. ОСОТ, А. 2013. Чистый рапсовый мед. *Пасека от «А» до «Я»*, № 5, сс. 7.
10. ПРИЙМАК, Г. 2007. Про бджільництво України дбаймо разом. *Укр. пасічник*, № 8, сс. 26–27.
11. СЛАВОВ, В.П. – ЛИСОГУРСКАЯ, Д.В. – ФУРМАН, С.В. 2003. Экологическая оценка медоносных фитоценозов. *Агроекологічний журнал*, № 2, сс. 34–37.
12. ТАРАНОВ, Г.Ф. 1987. *Промышленная технология получения и переработки продуктов пчеловодства*. Москва : Агропромиздат. 320 с.

QUALITY EVALUATION OF BEE PRODUCTS IN THE CONTEXT OF THE CHERNOBYL ACCIDENT

Lokutova Olena

National University of Life and Environmental Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: e.veridar@ukr.net

The level of pollution is increasing worldwide, so the issues of environmental control of the situation becomes actual with every year. This is especially important in Ukraine, where 30 years ago there was an accident at the Chernobyl nuclear power stations. This has resulted to the contamination of agricultural products with radionuclides, including and contamination of bee products. Quality control of bee products includes control of radionuclides, as well as environmental monitoring, based on the method of pollen analysis of honey and bee pollen loads.

Keywords: radionuclides, contamination, bee products, bee pollen loads, pollen analysis, biological monitoring, radioecological evaluation, ugly pollen grains

Introduction

As a result of the Chernobyl accident a significant part of the territory of Ukraine, Belarus, Russia and Europe was contaminated with radionuclides – radioactive substances. Terms of artificial and natural decontamination of the Chernobyl accident emissions into permit levels will continue for decades in the Ukraine, and agroindustrial production will have to be carried out in conditions of radioactive contamination of land. Thus, although the date of the accident have passed 30 years, but the control issues of radioecological evaluation remain relevant today.

According to research data, the content of radionuclides in bee products, eventually reduced. Currently, beekeeping can be carried without restriction in the whole territory of Ukraine, but still exists real threat of getting poor-quality, contaminated honey and bee pollen loads.

Peculiarities of forage base of beekeeping in regions that suffered from radioactive contamination, coefficients of transition radioisotopes in the soil – plant – bee products and also features accumulation of radionuclides by plants, honey and pollen loads different botanical origin,



has been studied by Ukrainian scientists (Алексеницер и др., 1996; Лісогурська та Фурман, 2000; Рязанов та ін., 2013; Bogdanov et al., 2005).

Methods and equipment for the radioecological evaluation and assessment of the degree of contamination are improved and become more and more expensive. Great interest in this connection are methods that enable to determine the botanical identification of bee products (honey and bee pollen loads) and environmental pollution in areas where these products were obtained. It is to such methods belong the method of pollen analysis based on microscopic examination (Дзюба, 2006; Локутова, 2014).

It is proved that the processes of formation and development of pollen are very sensitive to external factors, particularly to radiation. Studies show, under the influence of radiation plants produce large amounts of abnormal, ugly pollen grains. It is also proved that worsening of environmental condition increases the percentage of ugly pollen grains and vice versa.

Therefore, along with the determination of the botanical origin of bee products by the method of pollen analysis it is possible to determine the ecologically unfavorable, contaminated, including radionuclides, regions (Дзюба и др., 2001). Some pollen types (birch, pine, plantain and nettle, etc.) has a high sensitivity to various types of contamination and can be used as a test for monitoring objects (Ерохина и др., 2011).

Materials and methods

Material research – samples of honey and bee pollen loads, selected on private apiaries and markets in the Forest-Steppe of Ukraine. Geographic range of bee product was represented by main honey-producing regions of Ukraine.

Radionuclides in the samples were determined by the methods of gamma-spectrometry (¹³⁷Cs and ⁴⁰K) and radiochemistry (⁹⁰Sr). In total, radionuclide content was determined for 53 samples, 34 ones of pollen loads and 19 ones of honey.

For research of honey and pollen loads used method of pollen analysis (Бурмистров, Никитина, 1990; Louveaux et al., 1978; Sawyer, 1988). Identification of pollen and pollen photography was performed using a light microscope Nikon in the Laboratory of Pollen Analysis of Institute of Beekeeping of Austria (Lunz Am See) and scanning electron microscope – in the laboratory of the M.M. Gryshko National Botanical Garden (Ukraine, Kyiv).

Results and discussion

The results of statistical treatment of the obtained data are given in the Tables 1 and Tables 2. High levels of ¹³⁷Cs contamination were detected only in two inhabited localities of the Rivne region (Bogdanov et al., 2005).

Table 1 Characteristic of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr pollen contamination levels (Bc/kg)

Characteristic of region		¹³⁷ Cs (Bc/kg)		⁹⁰ Sr (Bc/kg)	
		max.	min.	max	min.
1	Radio-environmentally safe (32 samples)	1.3	7.8	1.4	8.0
2	Radio-environmentally unsafe (2 samples)	118	300	3.2*	–

*no samples

With actually identical species structure of bee plants and equal levels of natural potassium accumulations, pollen loads from radio-environmentally unsafe areas has considerably (by one or



two orders) different radio cesium accumulation rates than taken in radio-environmentally safe region.

Also, the studied areas differed in their levels of pollen accumulation of strontium compared with radiocesium. The cesium/strontium ratio turned out to be within a range of 0.2–1.4 in radio-environmentally safe areas and 36 and more in radio-environmentally unsafe ones.

Table 2 Characteristic of ¹³⁷Cs contamination degrees in honey (Bc/kg)

Characteristic of region		¹³⁷ Cs content	
		min	max
1	Radio-environmentally safe (14 samples)	below 0.4	
2	Radio-environmentally unsafe (5 samples)	80.5	428.2

Obtained data indicate that on the greatest part of Ukraine’s territory the levels of contamination of bee products (honey and bee pollen loads) with radionuclide’s ¹³⁷Cs and s ⁹⁰Sr are insignificant and can be only detected using hight-sensitivity spectrometric equipment. And radionuclide’s easily detectable by ordinary radiometers do not exceed allowable levels.

Studies samples of honey and bee pollen loads by the methods of pollen analysis revealed a insignificant amount of abnormal, ugly pollen grains, which indicates that the quality of these products is sufficiently high.

Figure 1 presents photographs of pollen grains *Taraxacum officinale* Wigg. (dandelion), morphological features which correspond to normal and with modified, abnormal, ugly morphological structures.

Photos pollen grains *Taraxacum officinale* Wigg. (Figures 1) show differences in morphological structure typical, normal and abnormal, ugly pollen grains.

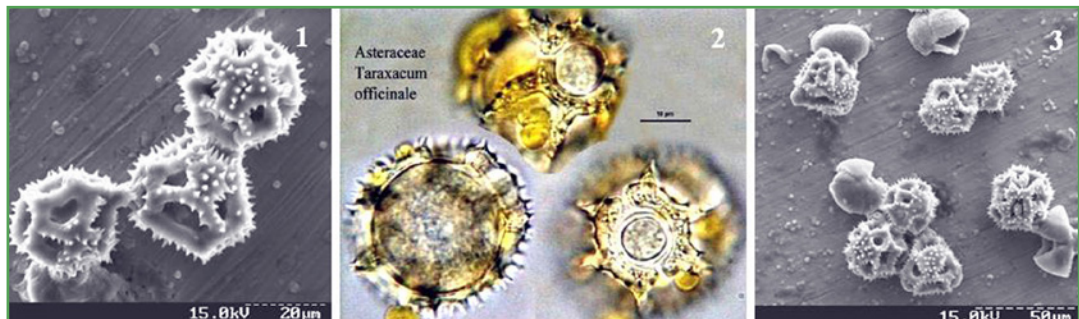


Figure 1 Pollen grains *Taraxacum officinale* Wigg.
1, 2 – typical, normal pollen grains; 3 – abnormal, ugly pollen grains (scanning electron microscope and light microscope (× 1000))

Conclusion

The obtained results allowed making the following conclusions:

1. The consequences of the Chernobyl accident did not significantly influence the level radioactivity in bee products. This gives reason to believe that these products are not a source of danger to human health and does not recommend any restrictions on their use.
2. By the method of pollen analysis of bee products (honey and bee pollen loads) by the number of abnormal, ugly pollen grains can carry out monitoring state of the environment in the region, where these products were obtained.



References

1. АЛЕКСЕНИЦЕР, М.А. – БОДНАРЧУК, Л.И. – КУБАЙЧУК, В.П. 1996. Рациональное ведение пчеловодства в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды. *Экологические аспекты загрязнения окружающей среды*, сс. 204–205.
2. БУРМИСТРОВ, А.Н. – НИКИТИНА, В.А. 1990. *Медоносные растения и их пыльца*. М.: Росагропромиздат. 192 с.
3. ДЗЮБА, О.Ф. 2006. *Палиноиндикация качества окружающей среды*. Спб.: Недра. 198 с.
4. ДЗЮБА, О.Ф. – БОРЕЙША, И.К. – ЯКОВЛЕВА, Т.Л. – ШЕЙНЕРМАН, Н.А. – НАДПОРОЖСКАЯ, М.А. 2001. Качество пыльцы высших растений и некоторых клеточных структур и животных организмов в условиях промышленной площадки ЛАЭС и городе Сосновый Бор. *Международный семинар: Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции*. Санкт-Петербург, сс. 69–78.
5. ЕРОХИНА, И.С. – ЕЛЬКИНА, Н.А. – МАРКОВСКАЯ, Е.Ф. 2011. Палиноиндикация природной среды г. Костомукши. *Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия Естественные и технические науки*, № 6, сс. 20–23.
6. ЛІСОГУРСЬКА, Д.В. – ФУРМАН, С.В. 2000. Радіоекологічна оцінка медоносних угідь Полісся Житомирщини. *Вісн. ДААУ. Спец. вип.*, сс. 332–333.
7. ЛОКУТОВА, Е.А. 2014. Комплексное исследование качества пчелиной обножки и мониторинг окружающей среды. *Биоразнообразие и устойчивое развитие: Материалы 3-й международной научно-практической конференции*, сс. 197–199.
8. РАЗАНОВ, С.Ф. – ВОЗНЮК, О.І. – БЕРЕЖНЮК, Н.А. – СЕРЕБРЯКОВ, М.П. 2013. Вплив якості бджолиного гнізда на питому активність радіонуклідів та концентрацію важких металів у меді. *Збірник наукових праць ВНАУ Безпека продуктів харчування*, вип. 3 (73), сс. 219–223.
9. BOGDANOV, G. – MIKHAILOV, A. – TSIGANKOV, N. – DRONIK, G. – LOKUTOVA, O. 2005. The result of radiation monitoring of apiproducs. *Materialy z XLIII naukowej konferencji pszczelarska*. Poland, Pulawy, pp. 142–143.
10. LOUVEAUX, J. – MAURIZIO, A. – VORWOHL, G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World*, vol. 59, № 4, pp. 139–157.
11. SAWYER, R. 1988. *Honey identification*. Cardiff: Academic Press, 1988, 115 p.



COMPLEX RADIOBIOLOGICAL INVESTIGATIONS OF SMALL MURINE MAMMALS FROM THE CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

Lypska Alla, Burdo Olena, Sova Olena, Ryabchenko Natalia

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

E-mail: oburdo@ukr.net

The results of complex radiobiological investigations of *Clethrionomys glareolus* from the The Chornobyl Exclusion Zone are presented. The content of radionuclides in the body of small rodents and monitoring test sites from the CNPP was studied. Qualitative changes in hematopoiesis in animals from CHEZ manifested in the disturbance of bone marrow cell maturation, hematopoiesis foci formation in liver and spleen. Major changes were registered in erythroid lineage. High level of genotoxic and cytotoxic effects in bone marrow was observed. Differences between the reference and exposed groups were found by the study of morphological parameters of the internal organs of voles, which confirm the activation physiological stresses in exposed animals.

Keywords: Chernobyl Exclusion Zone, radionuclides, contaminanion, blood cells, bone marrow cells, cytogenetic anomalies

Introduction

Radionuclide contamination of large areas due to the Chernobyl disaster has set a number of important radioecological and radiobiological problems, among which is the science-based forecast for the combined impacts of radiation factors on biota and human. (ChEZ) is a unique natural testing ground allowing research of the processes occurring in natural populations under the effects of ionizing radiation. Due to wide dissemination, close contact with the upper layers of contaminated soil and high reproduction rates, rodents are commonly used as bio-indicator species in radioecological and radiobiological research.

Purpose of this work is to investigate radiation-induced changes in the blood system of small rodents from Chernobyl exclusion zone using the complex of cytogenetic and hematologic parameters.

Materials and methods

Clethrionomys glareolus (bank voles) sampled during autumn of 2012–2015 from the two sites were the object of our research. Experimental group was formed with animals from the Yaniv testing ground, within the 10-km exclusion zone, referred to as the Red Forest. For the reference group we choose the animals collected at the “Mizhrichynsky” regional landscape park, located in the south-eastern part of Chernihiv region and occupying the area of mixed forests. These testing grounds have similar ecological and faunal characteristics. Specimens between 2–3 months of age captured in Sherman live traps were used in the study. Animals’ identity to *Clethrionomys glareolus* was determined according to the morphologic characteristics and karyotyping.

At the sites of animal trapping assessment of the exposure rate of γ -radiation and beta particle flux above the soil surface was carried out using the “Pripyat” radiometer. Soil and



vegetation samples were also collected for evaluation of radionuclide content and determination of the territory contamination density.

Spectrometric examinations of soil, plant and animal samples were performed with CANBERRA γ -spectrometer and "SEB-50" β -spectrometer. Spectral processing was performed using WINSPECTRUM and BETAfit programs.

Blood sampling and dilution were performed by the treat-tube method; counting of peripheral blood cells (erythrocytes, leukocytes) was carried out with the help of the Goryaev's chamber. Blood smears and imprints of hemopoietic organs were stained according to the May-Grünwald-Romanovsky method (Запорожан та ін., 2002).

Preparations for bone marrow cytogenetic studies were prepared by the standard method (Shmid, 1975).

Examination of voles' morphophysiological parameters was performed using biological statistics and method of the morphophysiological indicators (Шварц и др., 1968). Statistical significance of differences was assessed by the Student's test. Statistical data processing was performed using Microsoft Excel 2003 and Statistica 7.0.

Results and discussion

Yaniv testing ground is located – 2.4 km from the Chernobyl emergency power unit and referred to as a highly radioactive territory of Red Forest. Cereal grasses prevails among vegetation of the ground. Its radiological examination has revealed the territorial irregularity of radioactive pollution due to condensing and fuel components of accidental release, irregular (spotted) distribution of radionuclides. The exposure dose rate of γ - radiation was in the range of 600 to 3000 $\mu\text{R}/\text{h}$. The range of contamination density was: ^{137}Cs – $13\div 62 \text{ MBq}/\text{m}^2$; ^{90}Sr – $2.7\div 15.6 \text{ MBq}/\text{m}^2$; ^{241}Am – $0.5\div 1.6 \text{ MBq}/\text{m}^2$. Examination of radionuclide content in phytomass showed the activity of ^{137}Cs in the range of 170–730 kBq/kg ; ^{90}Sr – 121–283 kBq/kg . The largest range of fluctuations of ^{137}Cs concentration has been noted in mushrooms, its content in sporocarps varied up to 16 times.

The content of radionuclides in the body of small rodents showed that radioactive contamination also varied in wide ranges: for ^{137}Cs it was 200–1800 kBq/kg , ^{90}Sr – 60–1700 kBq/kg . The observed variations of radionuclide content in the Chernobyl murine rodents can be caused by heterogeneity of their daily diet and radionuclides' removal from the body. It should be emphasized that a significant divergence in the obtained data could be caused foremost by a high level of metabolism of murine organism. In the experiments of evaluation of ^{137}Cs and ^{90}Sr removal parameters it was shown that ^{137}Cs removal is well described by two-component exponential dependence. The mean elimination half-life values were: $T_1 = (1.94\pm 0.31)$ days, $T_2 = (61\pm 17)$ days. Decrease of ^{90}Sr content in the vole body was much slower in comparison with ^{137}Cs . According to the two-component model, 49 to 74% of ^{90}Sr initial content is excreted with elimination half-life period of 45–130 days. Thus, in natural conditions levels of radionuclides in rodents repeatedly and significantly vary during their lifetime, depending on their nutrition. The amplitude of variations of ^{137}Cs total content can reach several dozen times. At the same time, the total content of ^{90}Sr , most likely, will vary not as much.

Obtaining quantitative dosimetric information, necessary for accurate interpretation of the effects in ecosystems under the influence of ionizing radiation, is an important radiobiological task. However, unlike laboratory experiments, where the experimental conditions and radiation doses are under control, in natural populations dosimetric studies meet number of problems caused by stochastic distribution of ionizing radiation sources in ecosystems; simultaneous impact of external and internal exposure on organism; different environmental habitat conditions; species-typical features; trophic specialization; natural behavior etc.



In our research calculation of the absorbed dose (AD) in bank voles from Yaniv test ground was made according (Маклюк та ін., 2007; Гайченко, 2009) and taking into account external and internal radiation factors based on the results of radiometric and spectrometric measurements. Calculation of the external exposure took into account the duration of animals' stay on the soil surface and in burrow throughout the day. Since the direct evaluation of animals' time budget and their daily allocation was not performed, we accepted conditional ratio of time on the ground and in the burrow from the published data about (Башенина, 1981).

Because the frequency of radionuclides' specific activity distribution was log-normal, in our calculations we used their geometric mean value to calculate doses of internal exposure for certain groups of animals. Total AD for external and internal irradiation were 5.03 mGy/day. It should be noted that animals with a high content of radionuclides in the body were significantly higher than the average value and reached 8.5 mGy/ day. During the years after the accident the contribution of internal and external irradiation to AD has changed: contribution of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs incorporated into the total AD significantly increased and for certain animals it reach up to 89% of the total AD. Contribution of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr into internal dose at Yaniv ground was practically identical.

The comparative analysis of hematological, morphological and physiological parameters of animals from the Chernobyl exclusion zone and background areas was carried out. Hematological study of quantitative parameters found statistically significant difference in the total content of leukocytes and erythrocytes in the peripheral blood of animals from contaminated areas and reference group. It was manifested both in increasing and decreasing of average values comparatively reference levels in different years of observation. For example, number of bone marrow cells during 2012 and 2013 increased for 40%, while in 2015 – decreased by 40%; the number of white blood cells and red blood cells was reduced throughout the period of study, 20% and 70% in 2015, respectively.

Analysis of blood smears showed changes in leukocyte formula in animals from the ChEZ (Table 1).

Table 1 The content of difference forms of leukocytes in peripheral blood bank voles

Group	Stab neutrophils	Segmented neutrophils	Eosinophils	Monocytes	Basophils	Lymphocytes
Reference group	4.17±0.65	20.67±2.44	4.00±0.58	2.50±0.43	0±0	68.33±3.40
Janiv 2013	2.75±1.55	14.00±3.89	7.00±4.08	0±0	0.25±0.25	75.05±9.29
Janiv 2015	3.80±0.86	14.80±1.56	6.20±0.97	0.60±0.40	0±0	74.40±1.89

In blood smears of irradiated animals the decrease of stab neutrophils for 32%, increase of eosinophils – for 19%, atypical lymphocytes (basophilic cytoplasm, polymorphic nuclei, binucleated cells, etc.) – for 2.3% were observed. These changes are typical for internal exposure and indicate stressful state of immune system, as confirmed by examination of smears of lymphoid organs. Analysis of thymus tissue smears showed high levels of blast cells, immunoblasts and mitotic cells. Qualitative changes in erythrocytes of peripheral blood – expressed anisopoikilocytosis and polychromatophilia were also observed, indicating violation in the maturation of erythroid precursor cells along with increase of cytogenetic anomalies in bone marrow cells. Herewith in spleen tissue preparations from animals with high content of incorporated radionuclides formation of hematopoiesis foci (mainly of erythroid cells), which can be regarded as a compensatory



response to the depression of bone marrow hematopoiesis were registered. All the above changes indicate significant defects in blood system of chronically exposed animals (Figure 1).

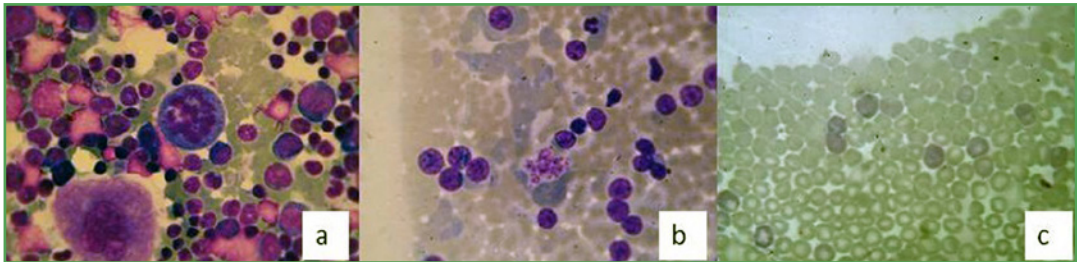


Figure 1 Changes in blood system of chronically exposed bank voles from the Chernobyl exclusion zone
 a – abnormal mitosis in bone marrow; b – hematopoiesis foci formed in spleen; c – immature erythrocytes in peripheral blood

Our study has shown that in remote period after the Chernobyl accident elevated levels of genetic and cytotoxic damage in bone marrow of a number of small rodents' generations from contaminated areas are still observed against the lability of the studied markers. It is shown that during years of observation frequency of binucleated and micronucleated kariocytes, apoptotic cells exceeded spontaneous levels in – 4; 3 and 2 times, respectively (Figure 2).

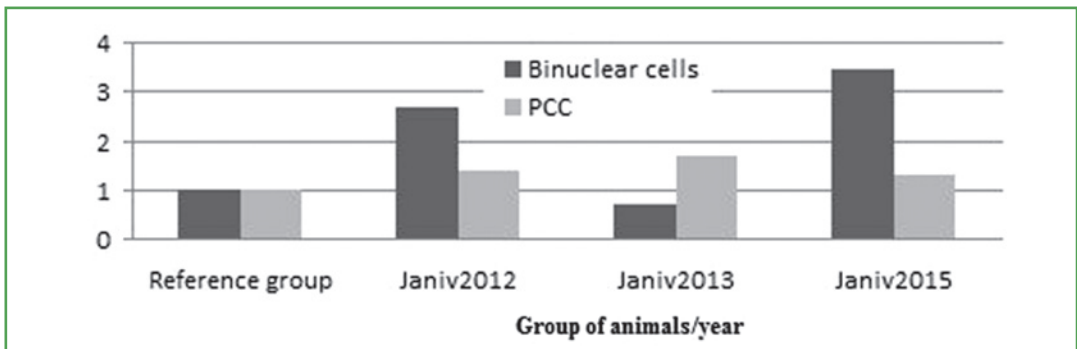


Figure 2 The level binucleated cells and PCC in relation to the reference group

These changes are the result of the continued radiation induced violations in processes of bone marrow cells' division and differentiation. Up to 30% of the analyzed reticulocytes were cells with multiple micronuclei. The tendency to decrease of their levels with time after the accident was marked. Increased levels of bone marrow cells with pathological features were accompanied by activation of their apoptotic elimination. It should be nouted, that in our investigation, dose-response biological effects were not revealed.

Examinations of morphophysiological parameters of internal organs have shown the differences between the reference and irradiated groups. Decrease in thymus, spleen mass indexes of impact animals was observed, however mass indexes of liver, heart, and adrenal glands had significantly higher values if compared with reference (Table 2).



Table 2 The indexes of the internal organs of the bank vole

Group of animals	The indices of weight, mg/g					
	Liver	Thymus	Spleen	Heart	Kidney	Adrenal
Reference group	59.78±2.35	3.56±1.22	3.84±0.36	5.54±0.15	11.84±1.15	0.23±0.01
Janiv 2013	57.00±7.26	3.05±0.17	2.51±0.63	*6.87±0.72	11.23±1.00	*0.35±0.04
Janiv 2015	*72.90±6.53	1.99±0.33	*1.81±0.08	*6.09±0.20	*11.49±0.40	0.26±0.03

* $p > 0.05$

These effects can be considered as the outcome of metabolic and energy processes in the irradiated organism. Changes in morphological parameters indicate stress in the physiological state of irradiated animals caused by the negative effects of ionising radiation. The complex of the experimental results indicates activation of the compensatory and adaptive processes in populations of small rodents in the Chernobyl exclusion zone.

Conclusion

Levels of ^{137}Cs and ^{90}Sr accumulation in the body of rodents from the ChEZ were estimated; their high lability during the time after the accident and inter-individual and were found. Radiation doses and structure of radiation loads on small rodents from contaminated sites are determined. During the years after the accident contribution of external and internal radiation in total absorbed dose has changed, indicating significant contribution of incorporated ^{90}Sr and ^{137}Cs .

Qualitative changes in hematopoiesis in animals from ChEZ manifested in the disturbance of bone marrow cell maturation, hematopoiesis foci formation in liver and spleen. Major changes were registered in erythroid lineage. High level of genotoxic and cytotoxic effects in bone marrow was observed.

Differences between the reference and exposed groups were found by the study of morphological parameters of the internal organs of voles, which confirm the activation physiological stresses in exposed animals.

The observed complex biological changes appear as the result of chronic combined exposure, complex compensatory and adaptive processes in natural populations of small rodents from the Chornobyl exclusion zone.

References

1. ЗАПОРОЖАН, В.М. – НАПХАНЮК, В.К. – ГОРЯНОВА, Н.О. та ін. 2002. *Морфологія клітин крові лабораторних тварин і людини*. Атлас: ОДМУ. 117 с.
2. ШВАРЦ, С.С. – СМІРНОВ, В.С. – ДОБРІНСКИЙ, Л.Н. 1968. *Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных*. Труды ИЭРиЖ. 387 с.
3. МАКЛЮК, Ю.А. – ГАЩАК, С.П. – МАКСИМЕНКО, А.М. та ін. 2007. Величина й структура дозових навантажень у дрібних ссавців Чорнобильської зони через 19 років після аварії. *Ядерна фізика та енергетика*, вип. 8, № 3(21), сс 81–91.
4. ГАЙЧЕНКО, В.А. 2009. Особливості формування дозових навантажень деяких наземних тварин. *Наук. вісн. Національного ун-ту біоресурсів і природокористування України*, вип. 134, ч. 1, сс. 134–141.
5. БАШЕНИНА, Н. В. 1981. *Европейская рыжая полевка*. М.: Наука. 352 с.
6. SHMID, W. 1975. *Mutat. Res.*, vol. 31, pp. 9–15.



INVESTIGATION OF MACRO- AND MICROELEMENTS CONTENTS IN AERIAL PORTIONS OF INTRODUCED *ASTRAGALUS* SPECIES

**Lysiuk Roman¹, Darmohray Roman¹, Zaritska Yeva², Galaburda Anna²,
Yanovych Dmytro², Bondarchuk Oleksandr³, Rakhmetov Dzhamal³**

¹Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

²State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products
and Feed Additives, Lviv, Ukraine

³M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: pharmacognosy.org.ua@ukr.net

Phytochemical investigation of aerial portions of introduced *Astragalus* species (*A. falcatus* and *A. canadensis*) in Ukraine has been carried out. The contents of microelements have been determined by the method of atomic absorption spectroscopy on VARIAN AA 240Z after mineralization in the microwave Milestone Start D. The contents of macroelements and biochemical characteristics for the analyzed plant species have been investigated. The research outcomes allowed estimation of the both species as promising ones for medicinal and veterinary application.

Keywords: microelements, selenium, AAC/EA, *Astragalus falcatus*, *Astragalus canadensis*

ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ НАДЗЕМНИХ ОРГАНІВ ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ РОДУ *ASTRAGALUS* L.

**Лисюк Роман, Дармограй Роман, Заріцька Єва, Галабурда Анна,
Янович Дмитро, Бондарчук Олександр, Рахметов Джамал**

Вступ

У процесі вирощування, заготівлі, сушіння та переробки ЛРС може проходити її забруднення токсичними речовинами (контамінантами), що не властиві самим рослинам. Ці речовини можуть бути присутніми постійно у навколишньому середовищі і нагромаджуватися в лікарських рослинах під впливом різних факторів. Через надмірне використання й утилізацію таких сполук, забруднюючі речовини з джерел довкілля можуть бути присутніми навіть у органічно культивованих рослинах (WHO Guidelines for Assessing Quality..., 2007). Токсичні домішки можуть утворюватися, виходячи з умов, у яких лікарські рослини культивуються, післязбиральної обробки рослинного матеріалу (зокрема фумігантами) і завершальних стадій виробництва готової продукції (наприклад, залишки органічних розчинників) (Chan, 2003).

Рід Астрагал (*Astragalus* L.) родини Бобових (Fabaceae) – найбільш численний серед судинних рослин – представлений близько 3000 однорічними і багаторічними видами (Safar et al., 2014). Ресурсний потенціал роду Астрагал охоплює окремі групи кормових, фітомеліоративних, медоносних, декоративних та лікарських рослин (Белоус, 2005). Рослини роду Астрагал споживаються сільськогосподарськими тваринами у різних кількостях, що зумовлене їх опушенням, жорсткістю пагонів, наявністю гіркої смаку або їдкої запаху,



небажаних для тварин речовин. Проте, відомі численні види цього роду, які добре у природних умовах поїдаються сільськогосподарськими тваринами (Медведев и Сметанникова, 1981; Белоус, 2005).

Значна кількість багаторічних видів даного роду, які стійкі до посухи, добре переносять випас, швидко відновлюються у рості та можуть виявлятися корисними в організації довгострокових сінокосів і пасовищ. Шляхом формування великої кількості вузликів на коренях, рослини роду астрагал збагачують ґрунт азотом, а також завдяки добре розвиненій кореневій системі покращують структуру ґрунту, підвищують її родючість, а також є цінними попередниками для зернових культур і проса (Белоус, 2005).

Види роду Астрагал давно використовуються в офіційній та народній медицині багатьох країн як серцево-судинні, антигіпертензивні, сечогінні, жовчогінні, протимікробні й противірусні фітозасоби (Белоус, 2005; Попова, 2008).

Хронічна ниркова недостатність є актуальною проблемою в розвинених країнах світу, і зокрема пов'язана з низькою концентрацією селену у сироватці крові і зниженням активності тромбоцитарної глутатіонпероксидази (Kuo and Tarng, 2010).

Асортимент нефропротекторних (гіпоазотемічних) препаратів рослинного походження вітчизняного виробництва на сучасному фармацевтичному ринку України досить обмежений. Види родини бобових вважаються перспективним джерелом для розробки нових нефропротекторних фітопрепаратів, завдяки вмісту у них флавоноїдів гіпоазотемічної дії (зокрема робініну), а також мікроелемента селен.

Мікроелемент селен відіграє важливу роль у клітинному антиоксидантному захисті в якості необхідного компонента селенопротеїнів. Глутатіонпероксидаза (ГПО, GPx) є найбільш відомим селенопротеїном, для якого було встановлено захисний ефект при цисплатин-індукованій нефротоксичності (Ebadī, 2007).

Рослиною – надконцентратом селену є астрагал китицевий, *Astragalus racemosus* Pursh. (вміст селену у золі трави – 1–3%) (Коновалова, 2012), тому важливим завданням є встановлення вмісту даного мікроелемента у видах даного роду.

Метою даної статті є дослідження перспективності використання деяких інродукованих в Україні видів роду Астрагал у медицині та ветеринарії, вивчення біохімічних показників, складу певних макро- і мікроелементів надземної частини цих видів.

Матеріали і методи дослідження

Досліджувані зрізці сировини (надземні частини астрагалу серпоплідного та астрагалу канадського) було зібрано на інтродукційних ділянках Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

Мікроелементи у досліджуваних зразках рослинної сировини кількісно визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії з електротермічною атомізацією (AAC/EA) після повної мікрохвильової мінералізації зразків у системі «Milestone Start D». Розчин зразків аналізували на атомно-абсорбційному спектрометрі AA 240 Z (Zeeman Atomic Absorption Spectrometer) VARIAN, обладнаного електротермічним атомізатором з графітовою кюветою (GTA 120 Graphitetube Atomizer) і автосамплером (PSD 120 Programable Sample Dispenser) (Янович та ін., 2015).

Основні фізико-хімічні фізико-технологічні параметри, яких дотримувались при визначенні кількісного вмісту мікроелементів, наведено у таблиці 1.

Біохімічна характеристика надземної маси рослин встановлювалась у біохімічній лабораторії відділу нових культур згідно загальноновживаних методик (Котюк та ін., 2012).



Таблиця 1 Параметри методу атомно-абсорбційної спектроскопії досліджуваних зразків видів роду *Astragalus* spp.

Table 1 Atomic absorption spectroscopy parameters, applied for investigation samples species of *Astragalus* spp.

Показники	Мікроелемент			
	манган	мідь	свинець	кадмій
Лінії поглинання елементу довжиною хвилі (nm)	279,5	327,4	283,3	228,8
Напруга лампи резонансного випромінювання (mA)	10	10	5	5
Швидкість потоку аргону (L/min)	0,3	0,3	0,3	0,3
Температура стадії озолення (°C)	700	800	400	250
Температура стадії атомізації (°C)	2400	2300	2100	1800
Ширина щілини монохроматора (nm)	0,2	0,5	0,5	0,5

Результати та їх обговорення

Астрагал серпоплідний (*Astragalus falcatus* Lam.) здавна введений в культуру в Західній Європі, США і Канаді. Має велике значення як кормова сільськогосподарська культура, в тому числі при вирощуванні в суміші зі злаковими і бобовими травами. За вегетаційний період при збиранні у фазі бутонізації формує два укоси. Врожайність зеленої маси другого року життя в перший укіс становить близько 13,3 т/га, на третій рік за два укоси – 29,0 т/га. Вихід сіна – 3,4 і 7,2 т/га відповідно. Максимальний збір сіна – 8,2 т/га. Урожайність насіння у другий рік вегетації – 550 кг/га (Медведев и Сметанникова, 1981).

Астрагал серпоплідний серед традиційних бобових культур (люцерна, конюшина та ін.) вирізняється довголіттям. Для селекції слід використовувати різні екоморфи з цінними біологічними та господарськими ознаками.

У медицині використовуються листки і квітки *A. falcatus* (*Folia et flores Astragali falcati*), в яких накопичується флавоноїд робінін, лікарський засіб на його основі фларонін (*Flaroninum*) застосовують у комплексній терапії хронічної ниркової недостатності з явищами гіперазотемії. Робінін підсилює азотвидільну функцію нирок, знижує вміст в крові залишкового азоту, сечовини та креатиніну, а також збільшує діурез (Kemertelidze, 2008).

Астрагал канадський (*Astragalus canadensis* L.) поширений в зоні субтропічного та помірного клімату, зустрічається по усій території Канади і США у багатьох середовищах існування, включаючи водно-болотні угіддя, лісові масиви, поля. Невиблагливий до ґрунтів, добре зростає як на кислих, так і залужених ґрунтах. *A. canadensis* є витривалим до посушливих умов, але не стійким до холоду, оскільки не переносить зниження температури до -10 °C (Sarah et al., 2006).

Входить до різнотрав'я пасовищних територій і добре поїдається кроликами та ВРХ. Культивують тільки для потреб медичної галузі. Через можливе накопичення в надземній частині селену як сінокісна рослина не використовується, хоча існують дані, які вказують на те, що в результаті селекційного добору, можна отримати форми та сорти для кормовиробництва.

У народній медицині використовують кореневу систему астрагала канадського для тамування болю та при геморагічній хворобі. Також корінь вживають свіжим або у формі чаїв і відварів для покращення відхаркувальної функції, при кашлі, болю в спині, грудях та як жарознижуючий засіб. Компреси, виготовлені на основі коренів даного виду, виявляють антисептичну й ранозагоювальну дію.



Дані щодо кількісного вмісту деяких мікроелементів у надземних органах досліджуваних видів роду Астрагал, визначеного за допомогою методу атомно-абсорбційної спектрометрії, представлено у таблиці 2.

Таблиця 2 Кількісний вміст деяких мікроелементів у досліджуваних зразках рослинної сировини інтродукованих видів роду *Astragalus* spp.

Table 2 Quantitative contents of some microelements in analyzed plant samples of introduced species *Astragalus* spp.

Вид	Манган (мг/кг)	Мідь (мг/кг)	Селен (мг/кг)	Свинець (мг/кг)	Кадмій (мг/кг)
<i>A. falcatus</i> Lam.	10,5	4,9	0,12	0,13	0,006
<i>A. canadensis</i> L.	29,3	3,6	0,07	0,23	0,014

Визначений вміст селену свідчить про те, що досліджені види не є гіперакумуляторами селену та, відповідно, можуть рекомендуватись для медичного й ветеринарного використання.

За вмістом свинцю та кадмію аналізована рослинна сировина відповідає вимогам, що регламентуються директивами ВООЗ: не більше 10 мг/кг та 0,3 мг/кг відповідно (Quality control methods..., 1998).

Визначено біохімічний склад надземної частини рослин *Astragalus falcatus* Lam й *Astragalus canadensis* L., заготовлених у період бутонізації-цвітіння в умовах інтродукції в НБС ім. М.М. Гришка НАН України (таб. 3). *A. falcatus* суттєво переважає *A. canadensis* за вмістом загальних цукрів, аскорбінової кислоти, протеїну, клітковини, азоту та теплоємністю сировини у досліджуваний період. Перевага *A. canadensis* встановлена за вмістом каротину, кальцію, фосфору та золи. За іншими показниками інтродуценти виявилися близькими.

Таблиця 3 Біохімічна характеристика надземної маси рослин інтродукованих видів роду *Astragalus* spp., заготовлених у період бутонізації – цвітіння

Table 3 Biochemical characteristics of above-ground mass of plant of introduced species *Astragalus* spp., harvested during budding/flowering stages

Показник	Вид	
	<i>A. falcatus</i>	<i>A. canadensis</i>
Суша речовина (%)	18,14	17,36
Загальні цукри (%)	13,09	6,96
Аскорбінова кислота (мг %)	904,05	285,26
Каротин (мг %)	1,33	4,06
Жири (%)	2,50	2,61
Протеїн (%)	21,58	13,45
Клітковина (%)	25,29	17,77
Кальцій (%)	0,256	0,444
Фосфор (%)	0,115	0,214
Азот (%)	3,46	2,15
Теплоємність (кал/г)	4233	4083
Зола (%)	2,40	3,28



Висновки

Проведене дослідження вмісту селену та інших мікроелементів і біохімічна характеристика надземної маси рослин видів роду *Astragalus* L., інтродукованих в Україні, дають підстави вважати їх перспективними, зокрема, як сінокісних рослин для кормовиробництва, а також використання у фармацевтичній промисловості як джерела нових видів лікарської рослинної сировини.

Література

1. БЕЛОУС, В.Н. 2005. Виды рода *Astragalus* L. и их роль в растительном покрове Предкавказья: Дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника». Ставрополь, 174 с.
2. КОНОВАЛОВА, О.Ю. – МИТЧЕНКО, Ф.А. – ШУРАЄВА Т.К. – ДЖАН, Т.В. 2012. Мінеральні елементи лікарських рослин та їх роль у життєдіяльності людини. *Навчальний посібник*. К., ПП «Блудчий М.І.», 192 с.
3. КОТЮК, Л.А. – ВЕРГУН, О.М. – РАХМЕТОВ, Д.Б. 2012. Біохімічні особливості *Dracoscephalum moldavica* у зв'язку з інтродукцією в умовах Полісся України. *Екосистеми, их оптимизация и охрана*, вып. 7, № 7, сс. 159–166.
4. МЕДВЕДЕВ, П.Ф. – СМЕТАННИКОВА, А.И. 1981. Кормовые растения европейской части СССР. Л.: 336 с.
5. ПОПОВА, Н.В. – ЛИТВИНЕНКО, В.И. 2008. Лекарственные растения мировой флоры. Харьков, 510 с.
6. ЯНОВИЧ, Д.В. – ЗАРИЦЬКА, Є.Г. – ГАЛАБУРДА, А.В. 2015. Визначення селену в індикаторних рослинах та кормах методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії з електро-термічною атомізацією. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і інституту біології тварин*, вип. 16, № 2, сс. 423–429.
7. CHAN, K. 2003. Some aspects of toxic contaminants in herbal medicines. In *Chemosphere*, vol. 52, pp. 1361–1371.
8. EBADI, M.S. 2007. *Pharmacodynamic basis of herbal medicine*. 2nd ed. CRC Press. 699 p.
9. KUO, K.L. – TARNG, D.C. 2010. Oxidative stress in chronic kidney disease. In *Adaptive Medicine*, vol. 2, no. 2, pp. 87–94.
10. KEMERTELIDZE, E. P. 2008. Biologically Active Compounds and Medical Preparations from Some Plants Growing in Georgia. In *Chemistry for Sustainable Development*. no. 16, pp. 75–83.
11. *Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials*. 1998. WHO, Geneva. 115 p.
12. SAFAR, K.N. 2014. Re-assessment of subspecific taxa in *Astragalus* section Anthylloidei (Fabaceae) based on molecular evidence. In *Progress in Biological Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 219–234.
13. SARAH, M.J.C. – HOLZWORTH, L. 2006. Symbiotic Nitrogen Fixation and Establishment of Six Montana Native Legume Species. United States Department of Agriculture. Natural resources conservation service. *Plant Materials Technical Note*, no. MT-54, pp. 1–3.
14. *WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues*. 2007. World Health Organization, Geneva. 118 p.



**BIOLOGICAL ASPECTS OF INFLUENCE OF “UKRAINS’KA JODOVANA”
WATER ON ANIMALS IN CONDITIONS OF COMBINED EFFECTS
OF RADIATION AND STRESS**

Maksin Victor¹, Melnichenko Vasiliy², Yaroshchuk Anatoliy³

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²LTD Science manufacture company “Iodis”, Kyiv, Ukraine

³International concern “Yark-Kiev”, Kyiv, Ukraine

E-mail: vimaksin@i.ua

The influence of “Ukrains’ka jodovana” in daily water consumption in doses of 20 and 100 µg/kg of animal weight on mature male rats in combination with irradiation and stress was studied. The examined product demonstrated the possibility to normalize the activity of marker enzymes aspartate aminotransferase and alkaline phosphatase, which were increased in the result of irradiation and stress action. Ultimately the metabolism normalization promoted the optimization of blood clotting duration and testosterone level which were disturbed in the result of radiation and stress in blood of lab rats. It is possible that the normalizing influence factor is connected with antioxidant activity of examined product, based on the data on normalization of malondialdehyde and catalase level in blood serum, as well as increasing of erythrocyte membrane resistance to the action of hemolytic agent.

Keywords: drinking water, preparation “Jodis-concentrate”, radiation, stress, the membrane of red blood cells, lipid peroxidation, the dose

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ВОДЫ «УКРАИНСКАЯ
ЙОДИРОВАННАЯ» НА ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ
КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ И СТРЕССА**

Максин Виктор, Мельниченко Василий, Ярошчук Анатолий

Введение

Техногенная катастрофа на Чернобыльской атомной электростанции значительно ухудшила и без того неблагоприятную обстановку на территории Украины. В ряде промышленных городов отмечено увеличение заболеваний нервной системы почти вдвое, органов дыхания – в 2,7 раза, аллергических заболеваний – в 6,2 раза (Астахова и др., 1995). В большинстве районов радиационного контроля, где проживает до 7 млн. человек, в послеаварийный период снизился уровень рождаемости, зарегистрировано больше случаев выкидышей, врожденных дефектов, смертности. Неблагоприятное влияние так называемых малых доз облучения на организм подтверждается экспериментальными данными. Отмечена высокая возбудимость нервной системы и у потомков облученных самок. В этом потомстве наблюдали дезорганизацию нейроэндокринной системы: через 5,5–7 месяцев после облучения развивались опухоли молочных желез, матки и эндокринных органов (Гридько, 1997). У самцов – гипофункция щитовидной железы, угнетение функции тестикул, угнетение реакции на стресс. В поколении самцов, родившихся от облученных самок, существенно



сокращалась продолжительность жизни. В реальных условиях воздействие ионизирующей радиации происходит на фоне других факторов, которые могут в значительной форме модифицировать радиационные эффекты, часто значительно увеличивая уровень неблагоприятного воздействия на организм. Одним из таких факторов является психоэмоциональный стресс, который особенно проявляется в условиях, создавшихся при аварии на ЧАЭС (Пасишвили, 1997). Серьезность сложившейся в Украине ситуации требует проведения комплекса необходимых мероприятий, важное место среди которых должны найти средства, способствующие повышению сопротивляемости организма к неблагоприятным факторам внешней среды. Для предотвращения такого воздействия является желательным использование пищевых добавок с широким спектром лечебно-профилактического действия для повышения защитных сил организма и уменьшения проявления неблагоприятных эффектов, вызванных радиацией и другими факторами реальной среды. Одним из отрицательных эффектов Чернобыльской катастрофы является поражение щитовидной железы, состояние которой зависит от йодного обмена в организме. Установлено, что патология усугубляется при недостаточном поступлении в организм человека и животных йода с питьевой водой и продуктами питания. При йодном дефиците не образуются в достаточном количестве гормоны щитовидной железы тироксин и трийодтироксин, что приводит к ослаблению окислительных процессов, понижается интенсивность потребления кислорода и обменных реакций, нарушается психическое и физическое развитие у маленьких детей и плода, страдает репродуктивная функция. Для нормализации содержания йода в организме используют воду или продукты питания. Таковой является ряд питьевых вод на основе продукта «Йодис-концентрат» (Мельниченко и др., 2004), изготовляемого на основе очищенной слабоминерализованной природной воды, добываемой из водоносного горизонта (86 м) в Киевской области. Нами была взята минеральная вода «Украинская йодированная», которая является слабоминерализованной гидрокарбонатной магниево-кальциевой лечебно-столовой водой с определенным содержанием органических веществ, насыщенная йодом. Она предназначена в качестве столового напитка и для лечения при хронических гепатитах, холециститах, холангитах, дискинезии желчных путей и желчного пузыря. Ее также применяют при мочекаменной болезни, хронических заболеваниях почек и мочевыводящих путей и заболеваниях, связанных с дефицитом йода. На сегодняшний день продукты с высоким содержанием йода стали неременной составляющей питания в мире. Это также актуально для лиц, обитающих на экологически неблагоприятных территориях.

Цель работы состояла в экспериментальной оценке медико-биологических свойств минеральной воды «Украинская йодированная». Для решения поставленной цели были решены следующие задачи: влияние воды на показатели эндокринной системы и биохимические показатели крови у интактных животных в условиях комбинированного воздействия облучения и стресса; на устойчивость мембран эритроцитов; на перекисное окисление липидов у животных.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на половозрелых белых беспородных крысах-самцах с массой тела около 130–160 г (40 животных). Всего было сформировано четыре экспериментальные группы: – контрольная; – группа, подвергнутая комбинированному воздействию облучения и стресса; – группа, получающая йодированную воду в дозе 20 мкг/кг массы и подвергнутая комбинированному воздействию облучения и стресса; – группа, получающая йодированную воду в дозе 100 мкг/кг массы и подвергнутая комбинированному воздействию облучения и стресса. Животные всех групп содержались в одинаковых условиях. Регулярно проводилась оценка их состояния, взвешивание, определение температуры тела,



частота дыхания и частота сердцебиения. Методика состояла в одноразовом тотальном облучении исследуемых групп (кроме контрольной) животных экспозиционной дозы 0,5 Гр с последующим воздействием иммобилизованного стресса (в специальных устройствах), применяемого в физиологических исследованиях (Гурин и др., 1993; Горбань, 1996). Изучалось влияние йодированной воды в дозах 20 и 100 мкг/кг массы животных в условиях одновременного ежедневного использования питьевой воды. Затем после забоя животных проводился весь комплекс необходимых биохимических исследований.

Объектом служили эндокринные органы и кровь животных. Изучали влияние ионизирующего излучения в течение 1 месяца и комбинированное действие ионизирующего облучения с йодированной водой на содержание гормонов в сыворотке крови, активности мембраносвязанных ферментов, перекисное окисление липидов органов. Обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам (Владимиров и др., 1972; Славнов, 1998). При этом использовали параметрические методы, а в определенных случаях непараметрические. Различия считали достоверными при значениях $P < 0,05$. Было использовано следующее оборудование: центрифуги VAC-125, "Вестман", К-26Д, "Coolspin", РС-6, ОПН-3 и ОПН-8, весы лабораторные ВРЛ-200, весы торсионные ВТ-50, весы электронные ER-182А и FZ-320, спектрофлуориметр Hitachi f-629, колориметр фотоэлектрический КФК-2, иономер -102, рН-метр -М620, гамма-счетчик Trac-1191.

Результаты и их обсуждение

По результатам эксперимента можно отметить, что из всех изученных физиологических показателей достоверно отличаются только показатель длительности свертывания крови у животных, подвергшихся облучению и стрессу. По остальным показателям ни у контрольных, ни у экспериментальных животных значимых изменений не наблюдалось. Это свидетельствует об отсутствии токсического эффекта природной питьевой йодированной воды. Весьма интересным является то, что под влиянием исследуемой питьевой воды нормализуется уровень тестостерона в сыворотке крови, что может свидетельствовать о нормализации уровня стероидных гормонов. Это может быть как результатом центральных влияний, так и метаболических процессов, что требует дальнейших исследований.

Изучена устойчивость мембран эритроцитов (табл. 1). В результате было установлено, что одним из основных эффектов благоприятного воздействия обогащенной препаратом «Йодис-концентрат» питьевой воды является мембраностабилизирующий эффект. Кроме того, как правило, при комбинированном воздействии облучения и стресса происходит увеличение каталазной активности крови за счет увеличения адреналина в крови и образования пероксида водорода, являющегося субстратом для каталазы. Также происходит реальное снижение гемоглобина в крови. У крыс, получавших йодированную питьевую воду после указанных воздействий, не развивается повышенная активность каталазы и предотвращается снижение гемоглобина в крови.

Таблица 1 Влияние воды «Украинская йодированная» на устойчивость мембран эритроцитов в условиях кислотного гемолиза

Table 1 Effect of "Ukrains'ka jodovana" Water on the stability of erythrocyte membranes under acidic hemolysis

Показатели	Контроль	Облучение + стресс	Облучение + стресс + доза 1	Облучение + стресс + доза 2
Время начала гемолиза (с)	127,0 ±5,4	85,4±2,7	108±5,2	128±4,1
Длительность гемолиза (с)	271,0±8,4	188±8,1	276±10,4	267±6,4



Установлено, что изучаемый продукт обладает способностью нормализовать активность маркерных ферментов аспаратаминротрансферазы и щелочной фосфатазы, повышенную в результате воздействия радиации и стресса. Нормализация обменных процессов в конечном итоге способствует нормализации длительности свертывания крови и уровня гормона тестостерона в крови опытных крыс, также измененных при комбинированном воздействии радиации и стресса. Возможными механизмами нормализующего влияния может быть антиоксидантная активность изучаемого продукта, о чем свидетельствует нормализация уровня малонового диальдегида (МДА) и каталазы в сыворотке крови, а также повышение устойчивости мембран эритроцитов к действию гемолитического агента. Обе использованные дозы воды (20 и 100 мкг/кг массы) обладали практически одинаковым действием на изучаемые показатели (табл. 2). Токсические эффекты не отмечались ни по одному показателю. Эти дозы соответствуют 200–1000 мл воды с концентрацией йода 2,5 мг/дм³ на человека в сутки. Длительность применения воды (эксперимент продолжался на протяжении 30 суток) в перерасчете на человека составляет не менее 6 месяцев при отсутствии токсических эффектов.

Таблица 2 Влияние воды «Украинская йодированная» на перекисное окисление липидов
Table 2 Effect of Water “Ukrains’ka jodovana” lipid peroxidation

Показатели	Контроль	Облучение + стресс	Облучение + стресс + доза 1	Облучение + стресс + доза 2
Каталаза (мкмоль/мг)	2930,0 ±42	3970±212	108±5,2	2950±42
Гемоглобин (мг/см ³)	0,064±0,002	0,049±0,003	0,06±0,002	20,55±0,03
МДА (моль/см ³)	1,79±0,02	2,26±0,15	1,93±0,08	1,82±0,1

Полученные данные имеют практическое значение в том, что вода «Украинская йодированная», а также питьевые воды, приготовленные на основе препарата «Йодис-концентрат», могут быть использованы для обогащения продуктов питания и кормов для животных при воздействии экологически неблагоприятных факторов.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о мембраностабилизирующих и антиоксидантных протекторных свойствах как воды, так и других вод на основе «Йодис-концентрата» в условиях воздействия малых доз радиации в комбинации со стрессом.

Литература

1. АСТАХОВА, Л.Н. – ДЕМИДЧИК Е.П. – ПОЛЯНСКАЯ О.Н. 1995. Состояние основных систем радиационного риска: карцинома щитовидной железы у детей Республики Беларусь после аварии на Чернобыльской АЭС. *Сб. материалов 3 Междунар. конф Чернобыльская катастрофа: Прогноз, профилактика и медико-психологическая реабилитация пострадавших*: Минск, сс. 119–127.
2. ВЛАДИМИРОВ, Ю.А. – АРЧАКОВ, А.И. 1972. *Перекисное окисление липидов в биологических мембранах*. Москва.: Наука, сс. 236–242.
3. ГОРБАНЬ, Е.Н. 1996. Влияние низких доз ионизирующего излучения на эндокринную систему организма. *Укр. радиологический журнал*, №2, сс. 102.
4. ГРИДЬКО, О.М. 1997. Резуьтати ультразвукового дослідження щитовидної залози у хворих на вузловий зоб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС. *Лікарська справа*, № 5, сс. 39–45.



5. ГУРИН, В.Н. – ДУДИНА, Т.В. – ЕЛКИНА, А.И. 1993. Функция системы гипоталамус – щитовидная железа в отдаленные сроки после облучения и коррекция выявленных нарушений нейротропином. *В Бюлл. эксперим. биологии и медицины*, т. 115, №4, сс. 64–68.
6. МЕЛЬНИЧЕНКО, В.Н. – МАКСИН, В.І. – ЯРОЩУК, А.П. 2004. “Йодис-концентрат” – сырье для производства полноценных пищевых продуктов. *Продукты & ингредиенты*, № 4(5), сс. 26–28.
7. ПАСИШВИЛИ, Л.М. 1997. Влияние малых доз радиации на организм человека и функциональное состояние органов пищеварения. *Международный медицинский журнал*, т.3, №3, сс. 91–92.
8. СЛАВНОВ, В.Н. 1988. *Радиоиммунологический анализ в клинической эндокринологии*. Киев: Здоров'я. 198 с.

EVALUATION OF SPATIAL BACKGROUND RADIATION IN LANDSCAPE OF VASYSCHIVSKY FOREST

Maksymenko Nadiya, Voronin Vladyslav

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: nadezdav08@gmail.com

Based on the maps of radiation contamination of the territory of Kharkiv region before the Chernobyl accident and immediately after it, the analysis of spatial and temporal changes have been made. In modern map of the background radiation of Kharkiv region, 3 areas with high irradiation rates have been selected. Within Zmiev area, Vasyschivskiy forest has been chosen as a test zone where background radiation was studied by continuous shooting in key points. Based on the data, mapping models of background radiation level have been created which led to spatial analysis. The main causes of the areas with high background radiation have been determined and conclusions about the time change have been made.

Keywords: background radiation, Vasyschevskiy Forestry, spatial differences, landscape

ПРОСТОРОВА ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ В ЛАНДШАФТАХ ВАСИЩІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА

Максименко Надія, Воронін Владислав

Вступ

Останнім часом перед людством загострюються питання залежності росту захворюваності населення від радіаційних чинників. У зв'язку з цим зростає науковий інтерес до вивчення радіаційного фону певних територій. Особливої актуальності ця проблематика набуває напередодні 30-х роковин з моменту аварії на Чорнобильській атомній електростанції.

Радіаційний контроль території України проводився завжди, оскільки п'ята частина електроенергії в Україні отримувалась від АЕС, але щільність розміщення пунктів радіаційного контролю, зумовлює дуже великий ступінь генералізації. Завдяки наявності даних щодо



радіаційного забруднення України до і після аварії на ЧАЕС є можливим оцінити просторове розповсюдження впливу аварійного витoku радіації.

Постановка проблеми. Шляхом порівняння карт щільності забруднення території Харківської області цезієм-137 до і після аварії, що розроблені за матеріалами (Радіаційне забруднення України, 2010) можна зробити висновок, що показник забрудненості збільшився на порядок (рис. 1). Це підтверджує той факт, що і Харківська область зазнала суттєвого впливу аварії на ЧАЕС.

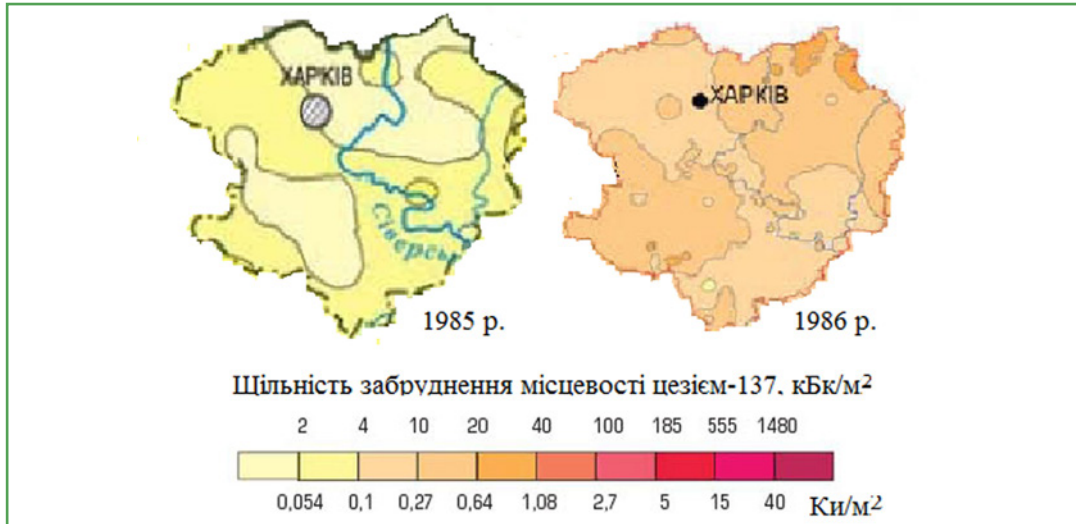


Рисунок 1 Забруднення території Харківської області до і після аварії на Чорнобильській АЕС (Радіаційне забруднення України, 2010)

Figure 1 Contamination of the Kharkiv region before and after the accident at the Chernobyl NPP

З часом радіаційний фон здатен зменшуватись завдяки дії як природних, так і антропогенних чинників. За доступними картографічними матеріалами, що готувались до 20-ї річниці аварії на ЧАЕС створено карту сучасного загального радіаційного фону в Харківській області (рис. 2).

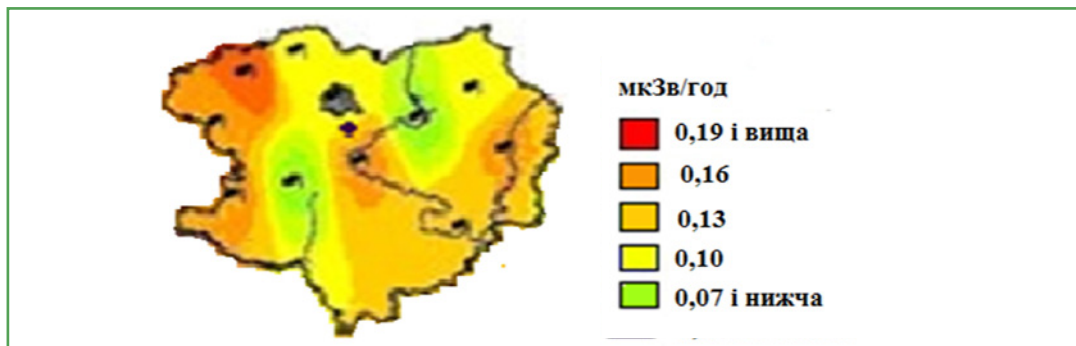


Рисунок 2 Сучасний загальний радіаційний фон у Харківській області (Радіаційне забруднення України, 2010)

Figure 2 Present general background radiation of Kharkiv region



Аналіз карти дозволяє виділити три регіони, у яких рівень радіаційного фону вищий за середній по області (12 мЗв/год, Радіаційне забруднення України, 2010):

- ▶ **Богодучівсько-Краснокутський** – знаходиться на північно-західній межі області. Радіаційний фон сягає 0,19 мкЗв/год і вище. Окрім наслідків аварії на ЧАЕС, причиною цього, на наш погляд, є висока щільність військових частин на суміжних територіях;
- ▶ **Зміївський** – знаходиться в центральній частині області. Радіаційний фон коливається від 0,13 до 0,16 мкЗв/год. Окрім зазначених чинників підвищення фону, на наш погляд, додатковий вплив здійснює потужна Зміївська ТЕС;
- ▶ **Куп'янський** – знаходиться на східній межі області. Радіаційний фон сягає також показників від 0,13 до 0,16 мкЗв/год. Додатковим джерелом ми вважаємо промисловість як самого Куп'янського промвузла, так і суміжної Луганської області.

Окрім того, як окремий природний чинник збереження високих значень радіаційного фону автори розглядають рослинність. На вказаних територіях значні площі вкриті лісами, у т.ч. листяними, що, як відомо (Мелькумов і Агафонов, 2010), здатні акумулювати забруднення. Саме тому вивчення просторового розподілу радіаційного забруднення в лісових ландшафтах є досить актуальним для загальної оцінки екологічного стану території.

Метою роботи є аналіз просторового розподілу радіаційного забруднення в лісових ландшафтах Харківської області (на прикладі Васищівського лісництва).

Матеріали і методи дослідження



Оскільки Васищівське лісництво знаходиться в межах одного з названих вище регіонів з підвищеним радіаційним фоном в Харківській області – Зміївського, у 2016 році проведено обстеження радіаційного фону урочища Бір-2.

На 40 тестових точках (рис. 3) проведено замір рівня радіації приладом TERRA-P з 10-кратною повторністю і у розрахунки взято середній показник.

Рисунок 3 Мережа контрольних точок урочища Бір-2 Васищівського лісництва
Figure 3 The control points of the Bir-2 at the Vasyschevskiy Forest



Результати та їх обговорення

На екологічному факультеті Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна тривалий час проводиться вивчення екологічного стану ландшафтів Васищівського лісництва (урочище Бір-2).

Попередніми дослідженнями встановлено, що у ландшафтному відношенні ця територія належить до Золочівсько-Чугуївського району Харківської схилово-височинної області Лісостепової зони. На місцевому рівні лісництво межує з антропогенними територіями, які негативно впливають на стан ґрунтового покриву, атмосферного повітря, підземних вод. Також лісництво межує з природними ландшафтами, які являють собою геохімічні бар'єри і є фільтруючими елементами забруднюючих речовин. На території лісництва виявлено суміжні конфлікти, між антропогенними ландшафтами (рис. 4): сільськогосподарськими, селітебними, лінійно-дорожніми, дорожньо-лісовими.

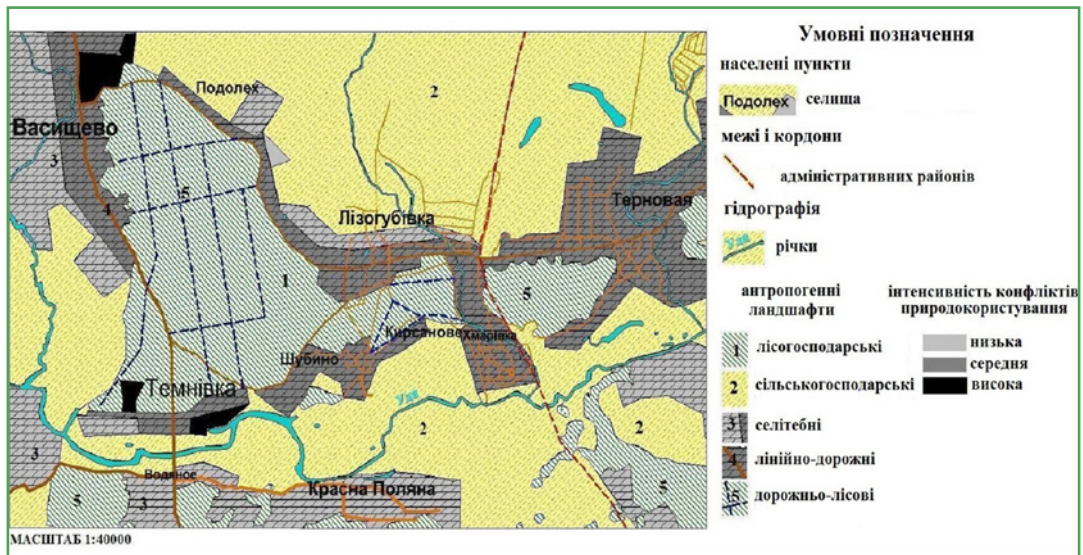


Рисунок 4 Іntenсивність конфліктів природокористування досліджуваної території
Figure 4 Land-use conflict intensity at the research territory

Радіаційний моніторинг території України свідчить, що середні значення потужності дози радіаційного забруднення навколишнього середовища для Харківської області складає 0,12 мЗв/час (Радіаційне забруднення України, 2010). На тестовій ділянці Бір-2, за даними польового дослідження, перевищення середнього рівня радіаційного фону України не показало, але є перевищення середнього значення для Харківської області (рис. 5).

За картою радіаційного фону урочища Бір-2 (рис. 5), можна виділити 3 зони з підвищеним рівнем радіації. На півдні урочища радіаційний фон має амплітуду коливання від 0,11 до 0,22 мЗв/час, на заході від 0,08 до 0,22 мЗв/час, схід урочища має меншу амплітуду коливання, але максимальне значення дорівнює 0,20 мЗв/час. Такі показники можна пояснити інтенсивністю конфліктів тестової ділянки (рис. 4).

Західна зона ділянки має велике антропогенне навантаження: на території розташовані будинки, сільськогосподарські угіддя. Східна ділянка межує з селітебним ландшафтом, який має середню інтенсивність конфліктів природокористування, і спричиняє підвищення рівня радіації. Деревостан південної частини представлений листяними породами, які, як відомо мають здатність до накопичення радіонуклідів (Алексахин и Нарышкин, 1977), завдяки цьому зростає вторинне радіаційне забруднення. Квартали № 98, 102, 107, де виявлений підвищений



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

радіаційний фон, у своєму породному складі мають: вільху вегетативного походження, сосну звичайну та березу звичайну. Цей породний склад сформувався на окраїні кварталів, що межують з агроландшафтами.

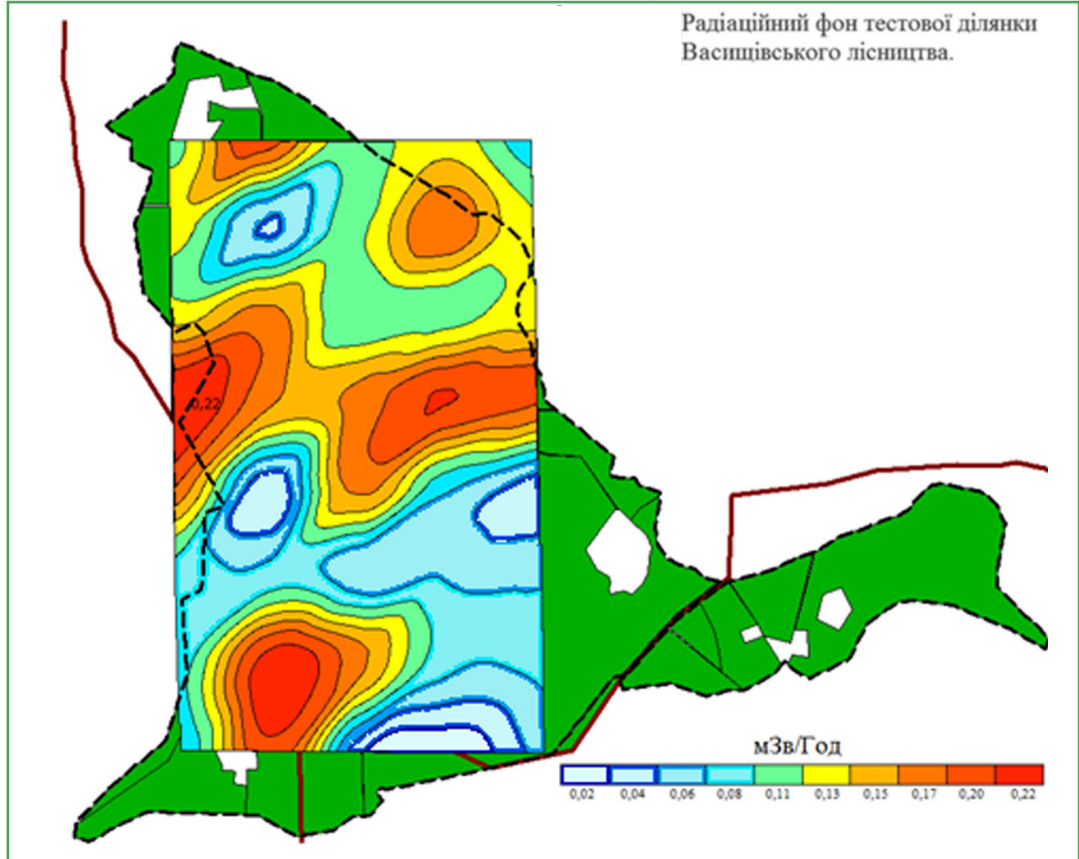


Рисунок 5 Радіаційний фон урочища Бір-2 Васищівського лісництва
Figure 5 The radiation background of Bir-2 at the Vasyschivskiy Forest

Висновки

За 30 років після аварії на Чорнобильській АЕС, зміни які відбулися в лісових ландшафтах свідчать про зменшення рівню фонові радіації та покращення загальної екологічної ситуації.

Література

1. АЛЕКСАХИН, Р.М. – НАРЫШКИН, М.А. 1977. *Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах*. М.: Наука. 144 с.
2. МЕЛЬКУМОВ, Г.М. – АГАФОНОВ, В.А. 2010. Влияние экологических факторов на древесный компонент парко-ценозов города Воронежа в *Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология*. № 2, сс. 140–143.
3. *Радіаційне забруднення України*. 2010. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://chornobyl.in.ua/>.



SAFETY OF FOOD CONSUMPTION UNDER RADIOACTIVE CONTAMINATION

Minevych Galina

Lviv Academy of Commerce, Lviv, Ukraine

E-mail: galunaminevuch@gmail.com

Negative influence of cesium-137 and strontium-90 and their hit of foodstuffs on the human organism is analysed. The unconcern of mushrooms consumption, which is investigated as the most "accumulators" of radioactive elements. The necessity of realization of radiological control is argued with the aim of prevention of hit of radioactive elements in the organism of man.

Keywords: radio-activity, safety, cesium-137, strontium-90, mushrooms

БЕЗПЕЧНІСТЬ СПОЖИВАННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ В УМОВАХ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Міневич Галина

Вступ

Економічна безпека кожної держави, без сумніву, залежить від безпеки харчової продукції та продовольчої сировини і визначається спроможністю країни ефективно контролювати виробництво й ввезення безпечного та якісного продовольства на загальнодержавних у світі засадах. Взагалі, під безпечністю розуміють відсутність будь-якої несприятливої дії на організм людини (токсичної, канцерогенної, алергенної тощо) при споживанні харчових продуктів у загальноприйнятій кількості, межі якої встановлюються Міністерством охорони здоров'я України (Малигіна, 2009). Однак у сучасних умовах активного розвитку атомної енергетики занепокоєння викликає радіаційна безпечність навколишнього середовища, а особливо, продуктів харчування. На жаль, рівень радіації не можна визначити за зовнішніми ознаками, оскільки це невидима загроза, яка не має ні кольору, ні запаху, але разом з тим, є дуже небезпечною, оскільки спричиняє зміни в біологічній структурі клітин людського організму, які можуть привести до їх загибелі, викликає смертельну променеву хворобу (Куценко, 2013).

Матеріали і методи дослідження

Враховуючи небезпеку потрапляння радіоактивних елементів в організм людини із продуктами харчування, важливим та необхідним є проведення дослідження на предмет їх безпечності та контролювання вмісту радіонуклідів у продуктах. Об'єктами досліджень обрано гриби, які, як відомо, здатні до міграції та значного акумуляування радіонуклідів.

Вимірювання активності радіонуклідів проводять відповідно до Методичних вказівок "Відбір проб, первинна обробка та визначення вмісту ^{90}Sr та ^{137}Cs в харчових продуктах". Вимірювання ^{137}Cs проводять на гамма-спектрометрі з блоками детектування у свинцевому захисті. Виходячи з чутливості вітчизняних та імпортованих гамма-спектрометрів (мінімальна вимірювана активність 3–10 Бк/пробу), при вимірі ^{137}Cs у харчових продуктах доцільно



використовувати метод виміру нативних проб. Встановлена даними методичними вказівками маса (об'єм) середньої проби, що аналізується, забезпечує прийнятну похибку отриманого результату при вимірі в стаціонарній геометрії – посудина Марінеллі об'ємом 1,0 л. Для концентратів і сухих продуктів (молоко сухе, сухі овочі, фрукти, ягоди, гриби, чай, риба сушена) та дорогих продуктів зі значенням допустимого рівня активності більше 120 Бк/кг (приправи, кава, дорога риба, ікра та ін.) можливий вимір у посудинах Марінеллі об'ємом 0,5 л і в чашках Петрі. У тих випадках, коли чутливість гамма-спектрометра не достатня для одержання достовірності результату в нативних пробах, проводять термічне концентрування (випарювання, висушування, обвуглювання чи озолення) проб з наступним виміром отриманого концентрату.

Для вимірювання активності ^{90}Sr рекомендуються бета-спектрометри (СЕБ-01, Гамма-плюс тощо), які характеризуються значенням мінімальної вимірюваної активності 0,5–1,5 Бк/пробу. У разі, коли чутливості бета-спектрометра не вистачає для виміру вмісту ^{90}Sr у нативних пробах, проводять концентрування шляхом термічної обробки чи за допомогою спеціальних радіохімічних методик. Радіохімічні методики концентрування використовуються також для продуктів, термічне концентрування яких важке і потребує багато часу, наприклад, молочні продукти, згущене молоко, жири, тощо. В основу цих методик покладені методи хімічного розкладання (денатурація білка, омилення жирів, тощо) з наступним осадженням ^{90}Sr та ^{90}Y з оксалатами кальцію чи іншими неізотопними носіями. Одержані осади служать рахунковими зразками при бета-спектрометричних вимірах.

Існують також спектрометри (наприклад, СЕБ-01-150), які дозволяють проводити вимірювати як ^{90}Sr так і ^{137}Cs одночасно. В цьому випадку вимірювання активності проводять відповідно до інструкції на спектрометр.

Визначення безпеки харчових продуктів, придатності їх для споживання за рівнями вмісту радіонуклідів здійснюється відповідно до вимог ГН 6.6.1.1-130-2006.

Результати та їх обговорення

30 років, що минули з часів Чорнобильської катастрофи, дещо притупили пильність українців до радіаційного забруднення, але питання вмісту радіонуклідів у продуктах харчування не втрачає своєї актуальності і по сьогоднішній день, адже джерела радіації можуть бути дуже різними. Шляхів потрапляння радіонуклідів до організму людини є два: інгаляційний (через повітря, яке вдихає людина) та пероральний (з продуктами харчування). При цьому шкода від вживання продуктів харчування, у яких вміст радіонуклідів перевищує допустимий рівень, не менша, ніж від зовнішнього опромінення. Справа в тому, що більшість радіонуклідів мають властивості близькі до тих чи інших хімічних елементів, з яких складається тіло людини. Тому організм сприймає їх за «потрібні йому речовини» і накопичує у різних органах, де й продовжується випромінювання (Цірук і Колотов, 2012). У продукти харчування потрапляють найбільш небезпечні радіонукліди-«довгожителі»: цезій-137 (^{137}Cs) і стронцій-90 (^{90}Sr). Внаслідок довготривалого періоду напіврозпаду (близько 30 років) ці елементи довго зберігають свою активність і з плином часу включаються в харчові ланцюги. Найбільшими «акумуляторами» цезію вважаються гриби, які активно «тягнуть» його з ґрунту. При цьому за поглинаючою здатністю основні види їстівних грибів розташовуються у ряд: моховик жовто-бурий > польський гриб > сиріжка (види) > лисичка > білий гриб > красноголовець. Стронцій же при потрапленні в організм концентрується в кістках та згодом руйнує їх, тому норми щодо його вмісту більш жорсткі (Куценко, 2013).

Групують господарські цінні види грибів за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs . При цьому значення коефіцієнта переходу у різних видів грибів можуть істотно відрізнятись. До групи видів, що слабо накопичують ^{137}Cs (у свіжих плодових тілах $K/P < 5$), належить опеньок осінній, дощовик їстівний; групу середнього накопичення ($K/P = 5-20$) складають білий



гриб, підберезовик, лисичка справжня. Акумуляторами радіоцезію ($KP > 50$) є маслюк жовтий, моховик жовто-бурий, польський гриб. Різняться за накопичувальною здатністю радіонуклідів і різні частини грибів. Так, внаслідок нерівномірного розподілу біомаси 90–95% сумарної активності ^{137}Cs грибів міститься в міцелії і лише 5–10% – у плодових тілах (Гнатів, 2010).

Для контролю безпеки харчових продуктів Міністерством охорони здоров'я України відповідно до Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» затверджено Державні гігієнічні нормативи «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді», відповідно до яких якісними показниками радіаційної безпеки є допустимі рівні радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr під час виготовлення, імпорту, експорту та обігу продуктів харчування. В Україні існує кілька державних систем, на які покладено відповідальність за радіологічний контроль продуктів харчування: Міністерство охорони здоров'я, де цими питаннями займається науково-дослідний інститут, і Санітарно-епідеміологічна служба. Відділення цієї служби знаходяться у всіх великих населених пунктах і мають кошти для радіологічного контролю. На продовольчих ринках радіологічний контроль покладено на ветеринарну та фіто-санітарну службу України. Продукцію лісу (гриби, деревину, ягоди) контролюють радіологічні лабораторії Державного комітету лісового господарства України (Цірук і Колотов, 2012).

Усі види харчової продукції, особливо гриби, підлягають обов'язковому радіометричному контролю в акредитованих лабораторіях. На сьогоднішній день складну проблему контролю продуктів харчування на предмет вмісту радіонуклідів та їх кількості всередині продукту і в його клітинній структурі вирішує пристрій, що називається спектрометром. Для вимірювання активності ^{90}Sr рекомендуються бета-спектрометри (СЕБ-01, Гамма-плюс тощо), які характеризуються значенням мінімальної вимірюваної активності 0,5–1,5 Бк/пробу. Для вимірювання активності ^{137}Cs використовують сцинтиляційні і напівпровідникові гамма-спектрометри, значення мінімальної вимірюваної активності яких становить 3–10 Бк/пробу. Отримана під час вимірювання первинна інформація, яка називається спектром, оброблюється спеціальним програмним забезпеченням. Кінцева інформація містить перелік наявних у продукті радіонуклідів та їх концентрації (кількість беккерелів на одиницю ваги або об'єму (кг або л). Питому активність радіонуклідів у харчових продуктах у сумарній кількості можна виражати в одиницях кюрі (Ки). Продукт вважається придатним до реалізації і споживання, якщо виконується співвідношення:

$$C_{\text{Cs}} / DP_{\text{Cs}} + C_{\text{Sr}} / DP_{\text{Sr}} < 1$$

де:

C_{Cs} і C_{Sr} – результат вимірів питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у даному харчовому продукті

DP_{Cs} і DP_{Sr} – нормативи вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr для даного харчового продукту, Бк/кг, Бк/л (допустимі рівні вмісту радіонуклідів у воді, молоці визначають у Бк на 1 л, в інших продуктах – у Бк на 1 кг)

У випадку, якщо: $C_{\text{Cs}} / DP_{\text{Cs}} + C_{\text{Sr}} / DP_{\text{Sr}} > 1$, то реалізація продукту заборонена (Бабюк, 2013).

Радіаційні вимірювання об'єктів дослідження проводилися у науково-виробничому випробувальному центрі харчової продукції ДП «Львівстандартметрологія». Випробувальні лабораторії Центру акредитовані на технічну компетентність та незалежність Національним агентством з акредитації України відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025 на здійснення випробувань згідно з галуззю акредитації. Підприємство оснащено двома сучасними спектрометрами: бета-випромінювання – СЕБ 01-150 та гама-випромінювання – СЕГ 01-63. Отримані під час вимірювання первинні дані (спектр), обробляються спеціальною



програмою AKWIN. Результати випробувань грибів білих, відібраних з торговельної мережі м. Львова, наведено у таблиці 1 (протокол досліджень випробувальної лабораторії ДП "Львівстандартметрологія" № 239-Х/15 від 30 жовтня 2015 р.).

Таблиця 1 Результати випробувань зразків грибів білих
Table 1 The test results of white mushroom samples

Найменування показника, одиниці вимірювань	Значення показника		Похибка випробувань (%)	Позначення НД на методи випробувань
	відповідно до вимог НД	результати випробувань		
Питома активність радіонуклідів (Бк/кг) не більше:				
¹³⁷ Cs	2500	65,2	30	МИА ГИР від 07.05.96 р.
⁹⁰ Sr	250	42,8	30	МИА БИР від 05.05.96 р.
$C_{Cs} / DP_{Cs} + C_{Sr} / DP_{Sr}$	1	0.20	–	ГН 6.6.1.1-130-2006

Отримані результати дозволяють стверджувати, що досліджувані зразки грибів білих відповідають вимогам Державних гігієнічних нормативів «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді» і допускаються до реалізації в торговельній мережі.

Безпечність споживання продуктів харчування, зокрема грибів, можна досягти за рахунок зменшення вмісту радіонуклідів різними способами. З цього приводу проводилось багато наукових досліджень. Було доведено, що застосовуючи заходи по очищенню можна суттєво знизити рівні опромінення людини. Так, встановлено, що зниження вмісту ¹³⁷Cs в грибах можна досягти варкою впродовж 30–60 хвилин в солоній водій. Ефективність підсилюється, якщо додати небагато лимонної кислоти або оцту. У процесі варки бажано 2–3 рази зливати відвар. За такої кулінарної обробки вдається зменшити забруднення сиріжок ¹³⁷Cs в 20 разів, а підберезовики та білі гриби стають чистішими у 60 разів.

Висновки

Враховуючи достатньо високий рівень радіаційного забруднення у чотирьох областях України (Рівненській, Житомирській, Волинській, Київській), споживачам не варто уникати, а ретельно стежити за тим, щоб будь-яка продукція відповідала вимогам нормативних документів. Споживач, який хоче бути впевненим у цілковитій безпечності того чи іншого товару, повинен цікавитись наявністю сертифікатів чи гігієнічних висновків на харчову продукцію та не купувати продукти в місцях стихійної торгівлі. Жителям інших регіонів не слід втрачати пильності, оскільки продукція може надійти з «проблемних» регіонів.

Література

1. БАБЮК, А.В. 2013. Контроль за вмістом радіонуклідів у продуктах харчування і продовольчій сировині. *Екологія*. Режим доступу: <http://www.rusnauka.com>.
2. ГНАТІВ, П.С. – ГОЛУБ, С.М. – ГОЛУБ, В.О. 2010. Вивчення акумуляції цезію-137 макроміцетами в умовах Волинського Полісся у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Біологія*, № 7, сс. 169–176.
3. КУЩЕНКО, Ж. 2013. *Невидима небезпека*. Режим доступу : <http://exo.in.ua>.
4. МАЛИГІНА, В.Д. – ТИТАРЕНКО, Л.Д. 2009. *Основи експертизи продовольчих товарів : навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів*. К. : Кондор, 296 с.
5. ЦІРУК, Р. – КОЛОТ, В. 2012. *Радіологічний контроль продуктів харчування*. Споживач. інфо. 2012-04-17 [2016-04-07] Режим доступу : <http://spojivach.info/akzent/1730-radiatsia.html>.



**EFFECT OF CHRONIC IONIZING RADIATION
ON THE PROOXIDANT-ANTIOXIDANT STATUS OF SHOOT CELLS
OF *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH. IN THE AREAS
OF THE CHERNOBYL EXCLUSION ZONE WITH DIFFERENT LEVELS
OF RADIOACTIVE CONTAMINATION**

Morozova Valeriia, Bishchuk Yevheniia, Otreshko Liudmyla

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

E-mail: mvs@uiar.org.ua

Adaptation to chronic ionizing radiation of organism is performed via epigenetic regulation of gene expression and genome stabilization. Reactive oxygen species are involved in the epigenetic regulation processes in stress conditions, including ionizing radiation due to signalling function of reactive oxygen species, which is implemented via the functioning of the cellular antioxidant defence system. In this regard, the prooxidant-antioxidant status of cells of shoots of *Arabidopsis thaliana* plants that grow in natural conditions in the areas of the Chernobyl Exclusion Zone with the values of the absorbed dose rate from the external exposure of 0.45, 0.61, 1.05, 4.81 and 6.80 $\mu\text{Gy/h}$ was evaluated. The decrease of the content of thiobarbituric acid reactive compounds in the shoots of *Arabidopsis thaliana* was revealed under the external dose rate of 4.81 and 6.80 $\mu\text{Gy/h}$ by 38% and 48%, respectively, compared to this parameter value under the external dose rate of 0.45 $\mu\text{Gy/h}$. In the investigated samples the activity of guaiacol peroxidase increases, catalase and ascorbate peroxidase decreases significantly with the increase of the external dose rate from 0.45 to 6.80 $\mu\text{Gy/h}$. Probably, revealed changes in the prooxidant-antioxidant status of cells of shoots of *Arabidopsis thaliana* in the conditions of the radiation contamination are directed toward the adaptation of plants to the radiation influence.

Keywords: Chernobyl Exclusion Zone, radioactive contamination, external dose rate, cellular antioxidant defence system, lipid peroxidation

Introduction

After the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant (NPP) in 1986 and the Fukushima Daiichi NPP in 2011 problems of the radiation protection of the environment after the nuclear and radiation accidents for the territories with relatively high levels of ionizing radiation for nonhuman biota have become actual (Andersson et al., 2009; Geras'kin et al., 2008). According to the obtained data of numerous researches, devoted to problems of the radiation protection of the environment after the nuclear and radiation accidents, adaptation to ionizing radiation is a complex process involving epigenetic regulation of gene expression and genome stabilization that improves plants' resistance to environmental mutagens (Kovalchuk et al., 2004). Reactive oxygen species (ROS) are involved in the epigenetic regulation processes in stress conditions, including ionizing radiation (Baird et al., 2014), due to signalling function of ROS (Grodzynsky et al., 2008), which is implemented via the functioning of the cellular antioxidant defence system.

After reviewing the roles and functions of ROS in the transduction of intracellular signal the scientific interest in investigation of parameters of the prooxidant-antioxidant status of animal and plant organisms has increased (Kreslavski et al., 2012). Currently, there are numerous data on



the effects of different types of ionizing radiation at different doses on the prooxidant-antioxidant status of plant organisms (Kolomytseva, 2003; Vanhoudt et al., 2011; Ren et al., 2014) but this data is unstructured and multidirectional. As it has been recommended during the IAEA Chernobyl Forum (Anspaugh and Balonov, 2011), for a comprehensive study of the effects of chronic ionizing radiation on the functional state of the cellular antioxidant defence system of plants and in order to investigate the role of ROS in the adaptation of plants to ionizing radiation in natural conditions systematic, deep, fundamental researches of parameters of prooxidant-antioxidant status and epigenetic changes in reference species of plants of the Chernobyl Exclusion Zone under the different levels of radioactive contamination must be carried out.

The goal of this work is to evaluate the influence of chronic ionizing radiation with the different external dose rates on the prooxidant-antioxidant status of cells of shoots of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. plants that grow in natural conditions in areas of the Chernobyl Exclusion Zone with different levels of radioactive contamination.

Materials and methods

Arabidopsis thaliana plants were collected in the areas with different radionuclide contamination level of the Chernobyl Exclusion Zone (Table 1). Plants were washed with distilled water and quickly dried with filter paper. Shoots were separated and divided into portions of 100 mg (approximately). Then collected samples were frozen in liquid nitrogen. All described procedures were conducted immediately. Samples were transported to the laboratory and stored for the following studies.

During the sampling the value of the absorbed dose rate from the external exposure was obtained for each sampling site (P_{ext} , $\mu\text{Gy/h}$). The absorbed dose rate is equal numerically to the equivalent dose rate ($\mu\text{Sv/h}$) that is measured in the field conditions with help of radiometer-dosimeter RKS-01 "STORA-TU" (ECOTEST, Ukraine).

The content of thiobarbituric acid reactive compounds (TBA-rc) was estimated according to method described in (Vanhoudt et al., 2014). Enzyme extraction was performed as described in (Vanhoudt et al., 2014; Venisse et al., 2001). Frozen shoot tissue of 200 mg was homogenized with 3 ml of the extraction buffer containing 50 mM sodium phosphate buffer (pH = 7.8), 1 mM EDTA, 1 mM phenylmethylsulfonyl fluoride, 1 mM dithiothreitol, 8 % polyvinylpyrrolidone, 0.1 % Triton X-100 in a cold mortar on an ice bath. The homogenate was centrifuged at 20 000 g and 4 °C for 10 minutes. The supernatant was used for the enzyme activity measurement. The enzyme activities were measured spectrophotometrically under non-limiting reaction conditions at 25° C. Catalase activity was assayed at 240 nm according to the method of Bergmeyer (Bergmeyer et al., 1974). Ascorbate peroxidase and guaiacol peroxidase activities was measured at 290 nm and 470 nm, respectively, as described in (Venisse et al., 2001). Protein content in the extract was assayed by Bradford method using Coomassie Brilliant Blue G-250 (Bradford, 1976.).

All the analyses were repeated twice, each with three replications. Statistical analysis was performed using Student's *t*-test. $p \leq 0.05$ was considered statistically significant. Results are presented as mean \pm standard deviation (S.D.).

Results and discussion

The results of the enzyme activities and TBA-rc content in the shoots of *Arabidopsis thaliana*, which have been collected in the areas with different radionuclide contamination level of the Chernobyl exclusion zone are presented in Table 1.

A decrease of the TBA-rc content in the shoots of *Arabidopsis thaliana* was revealed under the external dose rate of 4.81 and 6.80 $\mu\text{Gy/h}$ by 38 % and 48%, respectively, compared to the



samples under the external dose rate of 0.45 $\mu\text{Gy/h}$ (Table 1). Revealed decrease of the TBA-rc content indicates the reduction of the intensity of lipid peroxidation processes, which can possibly be related to the activation of the cellular antioxidant defence system of the shoots of *Arabidopsis thaliana* in the conditions of the radiation contamination. Activation of the cellular antioxidant defence system is evidenced by the increase of the guaiacol peroxidase activity in the shoots of *Arabidopsis thaliana*, which is 1.8; 3.1 and 3.3 times greater under the external dose rate of 1.05; 4.81 and 6.80 $\mu\text{Gy/h}$, respectively, than this parameter value under the external dose rate of 0.45 $\mu\text{Gy/h}$ (Table 1).

Table 1 The parameters of the prooxidant-antioxidant status of cells of shoots of *Arabidopsis thaliana* plants collected in the areas of the Chernobyl Exclusion Zone with different levels of radioactive contamination

Coordinates of the areas	External dose rate ($\mu\text{Gy/h}$)	Content of thiobarbituric acid reactive compounds, $\mu\text{mol}/\text{Fresh Weight}$	Enzyme activities		
			guaiacol peroxidase, nmoles of tetraguaiacol/ min-mg protein	catalase, $\mu\text{moles of H}_2\text{O}_2/\text{min-mg protein}$	ascorbate peroxidase, nmoles of ascorbate oxidized/ min-mg protein
N 51.39120 E 30.05929	0.45	41.1 \pm 4.7	306.1 \pm 35.7	85.1 \pm 7.1	1220.3 \pm 138.2
N 51.34714 E 30.12447	0.61	N/M	314.6 \pm 24.9	67.6 \pm 7.5	891.7 \pm 82.5*
N 51.34679 E 30.12477	1.05	N/M	557.5 \pm 45.5*	58.9 \pm 6.2*	N/M
N 51.38052 E 30.02660	4.81	25.3 \pm 3.3*	951.6 \pm 75.1*	56.6 \pm 5.4*	710.1 \pm 43.1*
N 51.39063 E 30.06962	6.80	21.2 \pm 1.8*	1005.8 \pm 82.1*	55.3 \pm 5.3*	388.5 \pm 58.7*

Values are expressed as mean \pm S.D; * – statistical significance at $p \leq 0,05$ compared to the values under the external dose rate of 0.45 $\mu\text{Gy/h}$; N/M – not measured; FW – fresh weight

In the shoots of *Arabidopsis thaliana* the catalase activity decreases by 31 %, 33 % and 35 % under the external dose rate of 1.05, 4.81 and 6.80 $\mu\text{Gy/h}$, respectively, compared to the samples under the external dose rate of 0.45 $\mu\text{Gy/h}$. In addition, the ascorbate peroxidase activity under the external dose rate of 0.61; 4.81 and 6.80 $\mu\text{Gy/h}$ is 1.4, 1.7 and 3.1 times lower, respectively, than this one under the external dose rate of 0.45 $\mu\text{Gy/h}$ (Table 1). A possible explanation for the decreased catalase and ascorbate peroxidase activities in the contaminated areas is the role of hydrogen peroxide as signalling molecule (Kolupaev and Oboznyi, 2013). As such, an increased level of hydrogen peroxide may be provided in the plant cells, which is necessary for the intracellular signal transduction in order to activate adaptation processes, including modulation of the cell antioxidant defence system.

Conclusion

Thus, the changes in the prooxidant-antioxidant status of cells of shoots of *Arabidopsis thaliana* in the conditions of the radiation contamination are possibly directed toward the adaptation of plants to the radiation influence. However, more antioxidative enzymes and the concentration of antioxidative metabolites (ascorbate and glutathione) will be analysed to further investigate this effect.



Acknowledgments

The research was performed as part of the scientific research work "Scientific monitoring of the radiobiological effects of the chronic ionizing radiation on the reference plant species in the areas radioactively contaminated by Chornobyl NPP" and international COMET (Coordination and implementation of a pan-european instrument for radioecology) project.

References

1. ANDERSSON, P. – GARNIER-LAPLACE, J. – BERESFORD, N. A. et al. 2009. Protection of the environment from ionising radiation in a regulatory context (protect): proposed numerical benchmark values. In *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 100, no. 12, pp. 1100–1108.
2. ANSPAUGH, L. – BALONOV, M. 2011. *Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience : report of the Chernobyl forum expert group "Environment"*. Vienna : International Atomic Energy Agency. 180 p.
3. BAIRD, A-M. – O'BYRNE, K. J. – GRAY S. G. 2014. Reactive Oxygen Species and Reactive Nitrogen Species in Epigenetic Modifications. In Laher, I. *Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants*. Springer Berlin Heidelberg, Part 1, p. 437–455.
4. BERGMAYER, H. U. – GAWEHN, K. – GRASSL, M. 1974. Enzymes as biochemical reagents. In Bergmeyer, H.U. *Methods of Enzymatic Analysis*. New York : Academic Press, p. 425–522.
5. BRADFORD, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. In *Analytical Biochemistry*, vol. 72, no. 1–2, pp. 248–254.
6. GERAS'KIN, S.A. – FESENKO, S.V. – ALEXAKHIN, R.M. 2008. Effects of non-human species irradiation after the Chernobyl NPP accident. In *Environment International*, vol. 34, no. 6, pp. 880–897.
7. GRODZYNSKY, D.M. – GUSHA, M.I. – DMITRIEV, O.P. et al. 2008. *Radiobiological effects of chronic ionizing radiation in the zone affected by the Chernobyl accident*. Kyiv : Naukova Dumka. 373 p. In Ukrainian
8. KOLOMIYTSEVA, I. K. 2003. Nonmonotonic of the dose-effect dependence at low doses of ionizing radiation. In *Radiatsionnaia biologii, radioecologii*, vol. 43, no. 2, pp. 179–181. In Russian
9. KOLUPAEV, Y.Y. – OBOZNYI, A.I. 2013. Reactive oxygen species and antioxidant system in the cross-action adaptation of plants to abiotic stressors. In *Newsletter of V.V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University*, vol. 3, no. 30, pp. 18–31. In Ukrainian
10. KOVALCHUK, I. – ABRAMOV, V. – POGRIBNY, I. – KOVALCHUK, O. 2004. Molecular Aspects of Plant Adaptation to Life in the Chernobyl Zone. In *Plant Physiology*, vol. 135, no. 1, pp. 357–363.
11. KRESLAVSKI, V. D. – LOS, D. A. – ALLAKHVERDIEV, S. I. – KUZNETSOV, VL. V. 2012. Signalling role of reactive oxygen species in plants under stress. In *Russian Journal of Plant Physiology*, vol. 59, no. 2, pp. 163–178. In Russian
12. REN, J. – LIU, L. – JIN, X. L. – FU, L. – DING, Z.C. 2014. Physiological and morphological responses induced by α -particle radiation on *Arabidopsis thaliana* embryos. In *Genetics and Molecular Research*, vol. 13, no. 4, pp. 9569–9577.
13. VANHOUDT, N. – CUYPERS, A. – HOREMANS, N. – REMANS, T. et al. 2011. Unraveling uranium induced oxidative stress related responses in *Arabidopsis thaliana* seedlings. Part II: responses in the leaves and general conclusions. In *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 102, pp. 638–645.
14. VANHOUDT, N. – HOREMANS, N. – WANNIJN, J. et al. 2014. Primary stress responses in *Arabidopsis thaliana* exposed to gamma radiation. In *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 129, pp. 1–6.
15. VENISSE, J-S. – GULLNER, G. – BRISSET, M-N. 2001. Evidence for the involvement of an oxidative stress in the initiation of infection of pear by *Erwinia amylovora*. In *Plant Physiology*, vol. 125, pp. 2164–2172.



ECOTOXICOLOGICAL STUDIES IN GARDEN AGROCENOSIS

Motyleva Svetlana, Kulikov Ivan

Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery", Moscow, Russia

E-mail: motyleva_svetlana@mail.ru

The results of the experimental assessment of anthropogenic influence of the blade iron and steel enterprises in the accumulation of mobile forms of Pb, Ni, Zn and Cu in soil and Pb, Ni, Zn, Cu and Fe in the Apple fruits. Set the distribution of metals in the soil horizons. Studied the agro-ecosystem of a garden (an orchard) at different distances from the object of pollution. The peculiarities of accumulation of heavy metals by Apple fruit tree. Revealed the leading role of anthropogenic factors in the degradation of garden agrocenosis. It is established that in the zone of technogenic load, the ratio of the investigated elements in tree fruits changes. Correlation coefficients were calculated between the content of HM in the soil and their accumulation in leaves and fruits of Apple.

Keywords: heavy metals, soil, garden agrocenosis, Apple, high performance liquid chromatography

ЭКОТОКСИЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В САДОВОМ АГРОЦЕНОЗЕ

Мотылева Светлана, Куликов Иван

Введение

Негативное развитие экологической ситуации за последние 30–40 лет привело к появлению серьезных признаков перерастания локальных экологических кризисов в глобальные. До настоящего времени вызывает серьезную озабоченность качество продуктов питания, производимых на территориях России, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Это территории Брянской, Орловской, Калужской областей. Годовые дозы постепенно уменьшаются и в настоящее время радиационная обстановка на территории Орловской области остается стабильной (Захарченко и др., 2011). В орловской области существует шлакоотвал металлургических предприятий, который представляет собой сыпучие в основном мелкофракционные и пылевидные отходы, содержащие свинец, никель, марганец, медь, кобальт, хром, цинк, и является открытым источником поступления ТМ в окружающую среду (Доклад..., 2000). Отмечена устойчивая тенденция повышения содержания ТМ в почвах Орловской области (Кузнецов, 2000; Ляшук и др., 2007). Имеются данные о загрязнении плодов и ягод ТМ при повышенном их содержании в окружающей среде (Мотылева, 2000). На разном удалении от шлакоотвала расположены частные хозяйства и яблоневые сады, которые в настоящее время утрачивают промышленное значение. В этой связи особую актуальность приобретают исследования содержания подвижных форм ТМ в почве участков, прилегающих к шлакоотвалу, и их поступление в плодовую продукцию. Никель, цинк и медь относятся к наиболее характерным загрязнителям окружающей среды в составе отходов производства предприятий



металлургической и металлообрабатывающей отраслей. Свинец – основной антропогенный загрязнитель из группы тяжелых металлов в большинстве регионов России.

Цель исследований заключалась в выявлении особенностей накопления и распределения подвижных форм ТМ – свинца, никеля, цинка и меди в почве и содержание свинца, никеля, цинка, меди и железа в плодах яблони в районе шлакоотвала и на фоновой территории – яблоневых садах, удаленных более чем на 50 км от источника загрязнения.

В задачи исследования входило:

- ▶ выбор точек отбора проб, обоснование набора исследуемых ТМ;
- ▶ исследование накопления и распределения подвижных форм ТМ по горизонтам почвы;
- ▶ определение содержания ТМ в плодах;
- ▶ расчет отношений концентрации биогенного элемента железа к концентрациям токсичных элементов, как показатель устойчивости яблони к стрессу;
- ▶ выявление зависимостей между содержанием ТМ в почве и плодах яблони.

Материалы и методы исследования

Исследование образцов почвы и плодов яблони проведено на разной удаленности от шлакоотвала: 400, 800, 3000–5000 и 50 000 м. Сады, удаленные от шлакоотвала на 3000–5000 м испытывают дополнительную нагрузку из-за близости автомагистрали, а сад на расстоянии 4000 м от шлакоотвала ближе остальных расположен к металлургическим предприятиям г. Мценска. Возраст яблоневых деревьев во всех местах отбора проб одинаков – 12–15 лет. Исследования проведены в 2000–2006 гг. В работе использованы стандартные методы отбора образцов почвы, листьев и плодов: «Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами», 1981; Фомин, Фомин (2001). Определение подвижных форм ТМ в почве и их содержание в плодах проводили методом жидкостной хроматографии на микроколоночном хроматографе «Милихром-4 УФ» в соответствии с «Методикой определения тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn, Cu) в пищевых продуктах, пищевом сырье и в вытяжках модельных сред из таро-упаковочных материалов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК4.1.053-96», 1996.

Анализировали образцы почвы горизонтов 0–20; 20–40 и 40–60 см. Образцы высушивали до воздушно – сухого состояния, взвешивали на аналитических весах, проводили извлечение подвижных форм ТМ ацетатно-аммонийным буфером pH 4,8 (РД 52.18.289-90 «Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом, 1990). Навеску средней пробы яблок высушивали в сушильном шкафу при $T = 60^{\circ}\text{C}$ до постоянного веса. Подготовка почвенных экстрактов, листьев и плодов к анализу ТМ проводилась методом сухого озоления (сжигание в муфельной печи при $T = 480^{\circ}\text{C}$ в течение 48 часов) по «ГОСТ 26929-86 Сырье и пищевые продукты. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов», 2010. Дальнейшая подготовка пробы заключалась в растворении золы смесью 10% соляной и азотной кислот, разбавлении кислого экстракта до 10–15мл бидистиллированной водой, во взаимодействии ионов металлов Pb, Ni, Zn, Cu с диэтилдитиокарбаминатом натрия в интервале pH 4–6 с образованием нерастворимых комплексов; осаждении их на стеклянном фильтре Шота № 2 и последующим растворением в ацетонитриле и анализе полученного раствора на жидкостном хроматографе, используя аналитическую хроматографическую колонку КАХ-6, заполненную обращено – фазным сорбентом Силасорб С-18 и подвижную фазу состава – ацетонитрил : хлороформ : раствор диэтилдитиокарбамината натрия: ацетатный буферный раствор (pH 5,1). Использовался двухволновой режим детектирования. Идентификация металлов осуществлялась по времени удерживания хроматографических



пиков идентифицируемых компонентов и соответствующих стандартных образцов (ГСО растворов ионов металлов). Результаты рассчитаны исходя из проведения анализов в трех повторностях ($n = 3$). Среднее квадратическое отклонение не превышало 1,2–6,9%. Математическая обработка подтверждает достоверность полученных результатов, которые представлены в таблицах 1–4. Нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) ТМ в почве приведены в таблицах на основании «Перечня предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве», 1991.

Результаты и их обсуждение

Степень накопления, распределения и переноса ТМ в почве зависит от физико-химических свойств почвы и интенсивности антропогенной нагрузки. Металлы в почве могут находиться в разной степени связанности, растворимости и подвижности и при изменении условий и соотношений других соединений могут переходить из одной формы в другую. Подвижные формы ТМ почвы более доступны растениям и более информативны для оценки степени загрязнения. Загрязнение окружающей среды в районе шлакоотвала в основном происходит за счет выветривания отвала и вымывания шлака атмосферными осадками. Исследования показали, что в точках отбора проб содержание Cu в 1,5–2,0 раза превышает ПДК, остальные элементы находятся в пределах санитарных норм, но их содержание в среднем в 2–7 раз выше содержания подвижных форм ТМ в почве контроля (табл. 1–3).

В верхнем горизонте почв в районе шлакоотвала содержание ТМ колеблется в пределах: Pb 0,57–0,27; Ni 2,49–0,28; Zn 9,03–3,51; Cu 5,62–3,86 мг/кг воздушно сухой почвы соответственно.

Таблица 1 Содержание подвижных форм ТМ в образцах почвы (мг/кг воздушно сухой почвы), почвенный горизонт 0–20 см

Table 1 The content of HM mobile forms in soil samples (mg/kg air dry soil), soil horizon 0–20 cm

Фактор В (удаленность от шлакоотвала (м))	Фактор А (исследуемые ТМ)				Среднее по фактору В НСР01-0,03
	Pb	Ni	Zn	Cu	
	нормы ПДК (мг/кг воздушно сухой почвы)				
	6,0	4,0	23,0	3,0	
800	0,5730	2,4997	9,0277	5,6170	4,4291
1600	0,4280	2,3823	6,4610	4,3020	3,3933
3000	0,3330	1,5620	4,9890	3,4880	2,5931
4000	0,3700	1,8897	5,3433	6,6983	1,9793
6000	0,2697	0,2813	3,5033	3,8630	0,9057
50 000	0,1253	0,2880	1,5527	1,6570	2,8127
Среднее по фактору А НСР01 – 0,04	0,3498	1,4838	5,1461	4,2709	2,8127

По мере удаления от шлакоотвала концентрация всех исследуемых металлов в почвенных горизонтах снижается, однако в саду на удалении 4000м от шлакоотвала наблюдаются более высокие концентрации ТМ, чем на удалении 3000 м и 6000 м, что вероятно обусловлено.



Таблица 2 Содержание подвижных форм ТМ в образцах почвы (мг/кг воздушно сухой почвы), почвенный горизонт 20–40 см

Table 2 The content of HM mobile forms in soil samples (mg/kg air dry soil), soil horizon 20–40 cm

Фактор В (удаленность от шлакоотвала (м))	Фактор А (исследуемые ТМ)				Среднее по фактору В НСР01 – 0,03
	Pb	Ni	Zn	Cu	
	нормы ПДК (мг/кг воздушно сухой почвы)				
	6,0	4,0	23,0	3,0	
800	0,2650	1,9127	1,8920	4,9900	2,2673
1600	0,2013	1,2480	5,6803	5,8777	3,2523
3000	0,2030	1,1213	4,5987	3,2907	2,3031
4000	0,1877	1,0357	1,2950	4,6237	1,7582
6000	0,0983	0,2643	1,0823	1,3260	0,6927
50 000	0,0827	0,1013	1,1040	1,2463	0,6356
Среднее по фактору А НСР01 – 0,01	0,1730	0,9472	2,7336	3,5591	1,8532

суммарным воздействием шлакоотвала, выбросами металлургических предприятий и близостью автотрассы. Подвижные формы металлов по профилю почвы распределяются следующим образом:

концентрация Pb уменьшается в каждом горизонте почвы почти вдвое; концентрации Ni, Zn и Cu по горизонтам изменяются неравномерно и зависят от мест отбора пробы; на распределение подвижных форм ТМ по профилю почвы влияют особенности почвообразовательных процессов в точках отбора проб.

Таблица 3 Содержание подвижных форм ТМ в образцах почвы (мг/кг воздушно сухой почвы), почвенный горизонт 40–60 см

Table 3 The content of HM mobile forms in soil samples (mg/kg air dry soil), soil horizon 40–60 cm

Фактор В (удаленность от шлакоотвала (м))	Фактор А (исследуемые ТМ)				Среднее по фактору В НСР01 – 0,03
	Pb	Ni	Zn	Cu	
	нормы ПДК (мг/кг воздушно сухой почвы)				
	6,0	4,0	23,0	3,0	
800	0,0953	0,5577	0,3193	4,7563	1,4322
1600	0,0807	1,2413	3,7230	5,0670	2,5281
3000	0,0547	1,0717	3,007	2,2163	1,5872
4000	0,0377	1,9057	3,4513	7,8033	3,2995
6000	0,0253	1,0137	4,8290	2,9883	2,2141
50 000	0,0200	0,0553	0,2700	1,9437	0,9854
Среднее по фактору А НСР01 – 0,08	0,0522	0,9742	2,8862	4,1292	2,0104

Изучение состояния плодовых насаждений в районах исследования важно с позиции выявления устойчивости (неустойчивости) яблони к повышенным техногенным



воздействиям. Анализировались яблоки двух сортов яблони, наиболее распространенных в садах Орловщины – Антоновка обыкновенная и Осеннее полосатое. Существенных различий в накоплении ТМ между исследуемыми сортами не установлено.

Выявлено активное накопление ТМ в плодах яблонь, произрастающих на загрязненной территории. Так содержание свинца в яблоках вблизи шлакоотвала (на расстоянии 800 м) в 1,4 раза превышает ПДК, никеля – в 5 раз; содержание цинка приближается к ПДК; меди содержится в 1,1 раза выше ПДК (табл. 4). ПДК составляют: свинец – 0,4; никель – 0,5; цинк – 10,0, железо 50,0 и медь – 5,0 мг/кг сырых плодов.

Таблица 4 Содержание ТМ в плодах яблони (мг/кг сырых плодов), среднее по сортам
Table 4 The HM content in tree fruits (mg/kg fresh fruit), secondary cultivars

Фактор В (удаленность от шлакоотвала (м))	Фактор А (исследуемые ТМ)				Среднее по фактору В НСР01 – 0,03
	Pb	Ni	Zn	Cu	
	нормы ПДК (мг/кг воздушно сухой почвы)				
	0,4	0,5	10,0	50,0	
800	0,5732	0,6581	10,1420	0,8420	4,0210
1600	0,4286	0,6572	9,3571	0,8871	3,8452
3000	0,3333	0,6580	8,3977	1,0180	3,3170
4000	0,3724	1,2727	5,8100	1,1018	3,3570
6000	0,2716	0,4250	4,9300	1,1180	1,2110
50 000(контроль)	0,1014	0,2492	1,8880	2,1730	0,7572
Среднее по фактору А НСР01 – 0,06	0,3467	0,6534	6,7541	1,1864	2,7505

В плодах яблони сада, расположенного на расстоянии 4000м от шлакоотвала наблюдается повышенное содержание всех исследуемых элементов, по сравнению с точками на расстоянии 3000м и 6000м, аналогично содержанию ТМ в почве.

По мере удаления от шлакоотвала происходит снижение содержания всех исследуемых элементов до допустимого уровня, но продолжает оставаться выше, чем в яблоках на удалении 50км в 2,6 по содержанию свинца, в 1,8 раза по содержанию никеля и в 1,8 и 4,3 раза по содержанию цинка и меди соответственно. Железо в плодах яблонь вблизи шлакоотвала содержится примерно в одинаковых концентрациях (от 0,918 до 1,222 мг/кг) и в среднем в 2 раза меньше, чем в контроле.

Содержание железа в плодах характеризует их диетическую ценность, органическое железо хорошо усваивается организмом. Снижение железа в плодах может быть обусловлено действием механизмов синергизма и антагонизма между элементами в условиях произрастания яблони. По данным Foy et al. (1998) наземные части растений накапливают большие количества никеля за счет атмосферного воздействия, при этом может нарушаться (снижаться) поступление железа. Нами подтверждено, что высокое накопление никеля в яблоках, особенно в точках, приближенных к шлакоотвалу, приводит к снижению в них железа.

Показателем нарушения естественного соотношения элементов в растении является отношение биогенных элементов (в частности железа) к токсичным элементам в плодах загрязненных территорий (табл. 5).

Увеличение соотношения металлов в зоне загрязнения к контролю подтверждает преимущественное поступление свинца и никеля в плоды яблони за счет влияния



шлакоотвала. Влияние шлакоотвала на накопление ТМ в листьях и плодах яблони подтверждается также и коэффициентами корреляции, которые составляют:

Почва-лист – $K_{Pb} = 0,50$; $K_{Ni} = 0,22$; $K_{Zn} = 0,94$;

Почва-плод – $K_{Pb} = 0,74$; $K_{Ni} = 0,39$; $K_{Zn} = 0,93$; $K_{Cu} = 0,52$;

Лист-плод – $K_{Pb} = 0,26$; $K_{Ni} = 0,44$; $K_{Zn} = 0,98$; $K_{Cu} = 0,59$.

Таблица 5 Отношение железа к токсичным элементам в плодах яблони

Table 5 Relationship of iron to toxic elements in apple fruits

Удаленность точек отбора проб от источника загрязнения (м)	Отношение элементов	
	Fe/Pb	Fe/Ni
800	1,6	0,4
1600	2,4	0,4
3000	3,4	0,7
4000	2,9	0,6
6000	4,5	4,3
50 000 (контроль)	10,8	8,4

Увеличение соотношения металлов в зоне загрязнения к контролю подтверждает преимущественное поступление свинца и никеля в плоды яблони за счет влияния шлакоотвала. Влияние шлакоотвала на накопление ТМ в листьях и плодах яблони подтверждается также и коэффициентами корреляции, которые составляют:

Почва-лист – $K_{Pb} = 0,50$; $K_{Ni} = 0,22$; $K_{Zn} = 0,94$;

Почва-плод – $K_{Pb} = 0,74$; $K_{Ni} = 0,39$; $K_{Zn} = 0,93$; $K_{Cu} = 0,52$;

Лист-плод – $K_{Pb} = 0,26$; $K_{Ni} = 0,44$; $K_{Zn} = 0,98$; $K_{Cu} = 0,59$.

Следовательно, накопление ТМ в плодах яблони (на примере сортов Антоновка обыкновенная и Осеннее полосатое) существенно зависит от экологического состояния района, в котором располагаются сады. По мере удаления от шлакоотвала, содержание металлов снижается до санитарно-гигиенических норм, но остается значительно выше контрольного участка.

Выводы

Высокий уровень техногенной нагрузки в районе шлакоотвала приводит к аккумуляции ТМ почвой, повышению концентрации их подвижных форм в почве. Изменение химического состава листьев и плодов яблони в условиях загрязнения выражается в накоплении элементов, связанных с техногенезом (ТМ), в нарушении природных соотношений элементов питания. Установлена зависимость содержания ТМ в плодах и листьях яблони от их содержания в почве. Полученные результаты являются вкладом в развитие теории общей устойчивости яблони к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Литература

1. ГОСТ 26929-86 Сырье и пищевые продукты. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. 2010. М.: Стандартинформ. 12 с.
2. Доклад о состоянии окружающей природной среды Орловской области в 1999 году. 2000. Орел, 147 с.



3. ЗАХАРЧЕНКО, Г.Л. – ПОЛЯКОВА, Е.В. – МИЛОВАНОВ, С.Н. – ЕФИМОВ, Ю.М. 2011. Радиационная обстановка на территории Орловской области, подвергшейся загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. *Радиационная гигиена*, т.4, № 2, сс. 120–124.
4. КУЗНЕЦОВ, М.Н. 2000. *Экологические последствия загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами в зонах техногенного воздействия (на примере Думчинского отвала Орловской области)*: автореферат дисс. ... к.с.-х.н: Орел. 21с.
5. ЛЯШУК, Р.Н. – КУЗНЕЦОВ, М.Н. – ГУРИН, А.Г. 2007. *Тяжёлые металлы и продуктивность экосистем*. Орёл: изд-во Орёл ГАУ. 197 с.
6. *Методика определения тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn, Cu) в пищевых продуктах, пищевом сырье и в вытяжках модельных сред из таро-упаковочных материалов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии*. МУК4.1.053-96.1996. М.: Изд. Госкомсанэпиднадзора России, 27 с.
7. *Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами*. 1981. М.: Гидрометеиздат, сс. 9–33.
8. МОТЫЛЕВА, С.М. 2000. *Особенности содержания тяжёлых металлов (Pb, Ni, Zn, Fe, Cu) в плодах, ягодах и атмосферных осадках в связи с оценкой сортов для использования в селекции*: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: СПб. 23 с.
9. *Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. Издание специальное*. 1991. М.: Изд. Госкомсанэпиднадзора России, 18 с.
10. РД 52.18.289-90 «Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом». 1990. М.: Государственный комитет ССР по гидрометеорологии, 36 с.
11. ФОМИН, Г.С. – ФОМИН А.Г. 2000. *Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам*, М.: Изд-во «Протектор», 305 с.
12. FOY, C.D. – CHANEY, R.L. – WHITE M.C. 1998. The physiology of metal toxicity in plants. *Annu. Rev. Physiol.*, №.29, pp. 511–520.



THE POST-CHORNOBYL CONSEQUENCES AND POSSIBILITIES OF RADIATION SAFETY IN UKRAINE – SITUATION OF PROBLEM

Palamarchuk Olena¹, Dzhurenko Nadiya¹, Steshenko Olga², Chetverniya Sergij¹

¹M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

E-mail: lena_pastinn@mail.ru

The problem of prevention of the radiation damage is becoming increasingly important due to the expansion of the use of the ionizing radiation sources in different areas of human activity, the possibility of accidents at nuclear power plants, increasing the threat of nuclear terrorism. As a result, contamination of large areas of Chernobyl origin of Ukraine by radionuclides, for the increasing body resistance to the negative effects of ionizing radiation and environmental factors, study of natural food products and preparations goes out on the foreground. And these are adaptogens. Such natural bioregulators are capable without detrimental effects on the body indirectly reduce or prevent the effects of chronic low-level exposure of radiation in combination with other natural and man-made extreme factors; facilitate the removal of radionuclides from the body.

Keywords: Post-Chernobyl consequences, radiation safety, radioprotectors, adaptogens, active natural substances, antioxidants, immunostimulants, adaptation potential, functional foods of the special setting

СТАНПРОБЛЕМИПОСТЧОРНОБИЛЬСЬКИХНАСЛІДКІВТАПОТЕНЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ

Паламарчук Олена, Джуренко Надія, Стешенко Ольга, Четверня Сергій

Вступ

Розвиток цивілізації за останні десятиліття відзначається проявом несприятливої тенденції зростання антропогенних небезпек: природних, техногенних і екологічних катастроф з одночасним збільшенням їх руйнівного ефекту, значними людськими втратами і економічними збитками (Губский и др., 1993). Водночас, сучасний прогрес науково-технічної революції унеможливує використання ядерної енергії у найрізноманітніших галузях життєдіяльності людини, що, зрештою, призводить до постійного забруднення довкілля радіоактивними матеріалами (Виленчик, 1983; Алексахин и др., 1990; Научный комитет ООН., 2001). Між тим, безперервний розвиток ядерної енергетики (ЯЕ) і застосування джерел іонізуючих випромінювань (ІВ) у промисловості, науці і інших сферах діяльності людини створюють потенційну загрозу радіаційної небезпеки, неминуче підвищують ризик виникнення радіаційних аварій (Губский и др., 1993). Особливу гостроту проблема безпеки ЯЕ набула після аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС, 1986 р.), яка супроводжувалась пролонгованим викидом у довкілля довгоживучих радіонуклідів активністю більше 50 Мкр, включенням їх в біологічні ланцюги міграції, що, відповідально, сформувало додаткове до природного фону джерело опромінення людини і всього живого



у вражаючих дозах (Пути миграции..., 1999; Международная конференция..., 2001). За своїми масштабами і завданям збиткам на усі сфери життєдіяльності – це найбільша техногенна (ядерна) катастрофа, яка поставила на порядок дня рішення нових науково-технічних і, особливо, медичних проблем, відколи доквілля і людство випробовують на собі дію найсильнішого мутагенного пресу. Говорячи про наслідки дії радіоактивних речовин на організм, необхідно відмітити, що сильні дози радіації здатні змінювати різні властивості живої клітини або приводити її до загибелі. Однак, вважається, що головним патогенним фактором чорнобильської катастрофи є малі дози іонізуючої радіації. Слабкі дози поступово переносяться без усіляко видимих порушень, але здатні викликати безповоротні процеси у структурі ДНК (мутації) (Малюк, 1994). Як наслідок дії мутагенів – ескалація мутацій, природжені потворності, злаякісні новоутворення, що відмічаються понині (Рамзаев и др., 1987; Чернобыльская катастрофа, 1995; Чернобыльск, 2006).

Незважаючи на тривалий період з моменту аварії, проблеми її радіоекологічних, медико-біологічних, соціально-психологічних, економічних і інших наслідків не втрачають своєї актуальності. Тим більше, що причинами, які викликають гостре або хронічне променеве ураження, можуть стати і тотальні опромінення організму з лікувальною метою (Лучевая диагностика..., 2003; Балонов, 2006), вимушене довготривале вживання продуктів, контамінованих довгоживучими радіонуклідами, накопичення яких в організмі сприяє порушенню активних фізіологічних систем. Отже, з повітрям, водою, їжею в організм людини щогодини потрапляє велика кількість важких металів, радіонуклідів і інших шкідливих речовин, які знижують імунітет організму і викликають різні захворювання, особливо онкологічні, в результаті яких на Україні за останні десятиліття смертність переважає над дітородінням (Рыбаковский, 1992; Анистратенко, 1994; Иванов, 2001; Радиационная медицина..., 2001; Глазачев, 2006). Якщо в перші роки основні наукові дослідження були присвячені уособленій дії ІВ, то сьогодні особливу увагу привертають дослідження комбінованої дії на організм ІВ і інших патологічних чинників, зокрема, інтоксикації ксенобіотиками.

В системі медичного протирадіаційного захисту і для профілактики гострих радіаційних уражень своєчасне застосування засобів – радіопротекторів (chemical protection) – речовин різного походження, що підвищують стійкість організму до ІВ, радіомітигаторів (radiomitigators), засобів для захисту від інкорпорації в організм техногенних радіонуклідів і тих, що запобігають (купірують) прояву первинної реакції на опромінення, підвищуючи вірогідність сприятливого результату гострої променевої хвороби, навіть при дії ІВ в абсолютно смертельних дозах (Корзун и др., 1995; Легаза, 2001; Васин, 2006). У зв'язку з небезпеками радіоекологічної кризи особлива увага приділяється пошуку шляхів захисту від дії хронічного опромінення ІВ низької інтенсивності в природних умовах – декорпорантів – особливих речовини і фармакологічних засобів, здатних прискорювати виведення з організму радіонуклідів (Руднев и др., 1995). Традиційні радіопротектори з їх короткочасною дією і високою токсичністю виявилися непридатними при хронічному опроміненні. Як радіопротекторні засоби були випробувані тисячі препаратів різних хімічних груп, але найбільш виражений ефект був виявлений серед похідних імідазолу, у амініолів і ін. (Легаза, 2001; Kudryashov, 2004; Васин, 2006). Однак, наявні в арсеналі медичної науки протипроменеві препарати також мають ряд істотних недоліків – низьку ефективність і вузьку широту терапевтичної дії, високу токсичність і малу за часом тривалість радіопротекторного ефекту.

Для мінімізації негативних наслідків наднормативного опромінення в розвинених країнах світу проводяться широкомасштабні роботи з пошуку, створення і випробування нових високоєфективних радіозахисних препаратів і засобів ранньої патогенетичної терапії променевих уражень (Лучевая диагностика..., 2003; Kudryashov, 2004; Васин, 2006). В Україні синтетичні радіопротектори також виявилися непридатними для застосування в ситуації, що склалася після чорнобильської катастрофи, в той час, як природні радіопротектори



стали препаратами вибору завдяки поєднанню цілого ряду позитивних властивостей – детоксикаційних, радіопротекторних, адаптогенних, гемо- та імуностимулюючих антиоксидантних, антистресорних, тощо (Корзун и др., 1995; Барабой и др., 1997). Тому проблема підвищення ефективності реабілітації осіб даного контингенту зводиться, по суті, до пошуку оптимальних радіопротекторів.

Оскільки виключити контакт людини з чинниками мутагенної, генотоксичної дії практично неможливо, а істотний, негативний їх вплив поступово руйнує імунологічну реактивність організму, викликаючи різного роду імунодисфункції, посилюючи різке зростання спадкових захворювань, передчасне старіння, зменшення тривалості життя і т.п., важливу актуальність набуває залучення природних радіопротекторів, детоксикантів, (ентеро- або фітосорбентів), здатних зв'язувати і виводити з організму радіонукліди, важкі метали, нітрати і інші токсичні речовини, що потрапляють ззовні, а також токсини внутрішнього походження та запобігти їх цитогенетичній дії і посилити адаптивний статус організму людини (Брехман, 1988; Малюк, 1991; Давыдов, 1996; Хобракова, 2010; Поздеев, 2011). Однак, пошук коректорів мутагенних ефектів незамінних природних нешкідливих ксенобіотиків як профілактичних засобів захисту генетичних структур людини є, мабуть, одним з найважливіших завдань сьогодення.

В сучасній радіоекології є спроби створити протипроменеві препарати комплексної дії, здатні не лише сорбувати і виводити з організму радіонукліди, але і мати антиокислювальну активність адаптогена, стимулюючи ефекторні функції імункомпетентних клітин і загальну стійкість організму до радіаційно-хімічних дій у поєднанні з іншими екстремальними природними і техногенними чинниками (Давыдов, 1996; Хобракова, 2010). В результаті тривалих пошуків серед тисяч речовин різних хімічних груп переважили засоби підвищення радіорезистентності організму – радіомодулятори (biological protection) – різні імуномодулятори, зокрема, біологічно активні речовини, у тому числі адаптогени – антиоксиданти, що коригують тканинний метаболізм за допомогою модуляції біологічних процесів через ряд адаптивних зрушень, що спричиняють за собою підвищення антиоксидантного захисту організму. Подібні стимулятори радіорезистентності здатні проявляти протипроменеву активність не лише при гострому, але і при хронічному опроміненні, в умовах як профілактичного, так і лікувального застосування. Окрім цього, вони здатні проявляти широкий спектр фармакологічної дії: включати підвищення неспецифічної резистентності організму, стимуляцію різних ланок імунітету, поліпшення гуморальної регуляції репаративних процесів, антиоксидантну і адаптогенну дію, і, тим самим, знайти широке застосування і поза умов надзвичайних ситуацій (Яременко, 1990; Изучение и применение..., 2000; Ледина, 2010; Поздеев, 2011).

Підвищення загальної резистентності організму як з лікувальною, так і з профілактичною метою найбільш ефективно шляхом корекції додатковими функціональними продуктами спеціального призначення, здатними не тільки забезпечити організм енергією, а і компенсувати дефіцит незамінних есенціальних макро- і мікронутрієнтів, що є важливим у профілактиці можливих тяжких захворювань. Враховуючи це, вже запропонована значна кількість фітопрепаратів, харчових добавок і біологічно активних речовин (БАР), добре відомих в народній медицині, але уперше використаних в цілях захисту організму від шкідливих наслідків хронічного опромінення, зв'язуючи радіонукліди в структури, що швидко виводяться з організму – адекватніших поєднань сорбентів по відношенню до ксенобіотиків – важких металів, радіонуклідів, пестицидів і інших забруднень, з урахуванням спектру їх доз (Гончаренко, 1991; Моисеева, 1992; Маянский, 1994; Изучение и применение..., 2000; Василенко, 2002; Ледина, 2010). Однак, і по сьогодні, питання фармакологічного фітотерапевтичного і, особливо, профілактичного, захисту населення від радіаційного і іншого ураження залишаються відкритими.



Матеріали і методи дослідження

Створення засобів функціонального і лікувально-профілактичного призначення нового покоління неможливо без вживання поживних харчових і біологічно активних речовин, які б сприяли профілактиці хронічної інтоксикації, виведенню з організму чужорідних речовин – радіонуклідів, солей важких металів, пестицидів і інших та зміцненню захисних функцій організму людини (Брехман, 1988; Барабой и др., 1997).

Більшість адаптогенів випускають у формі лікарських засобів. Проте доцільним і необхідним є розроблення технологій функціональних харчових продуктів адаптогенної дії. Доцільно до їх складу вводити сухі та рідкі екстракти натуральних адаптогенів з сировини рослинного та тваринного походження.

Для підвищення адаптивних можливостей людини до несприятливих факторів середовища розроблено і запропоновано високоєфективні структуровані біологічно активні дієтичні детоксикаційні засоби нового класу – додаткові функціональні продукти спеціального призначення. У їх основу лягли водні структуровані витяги з лікарських рослин з використанням нових технологій екстракції, вибором умов стабілізації і обліком оптимальних фаз заготівлі лікарської сировини.

Запропоновано пектиновітамінні лікувально-профілактичні засоби у вигляді желейних продуктів спеціального призначення разом з пектином (50–60%) – фітосорбентом-детоксикантом, включаючи клітковину, вітаміни, мікроелементи, фруктозани, здатні поглинати (сорбувати), радіонукліди, ксенобіотики і сприяти їх виведенню з організму. Обґрунтовано і розроблено фітоадаптогенну суміш, яка складається з сушених листків ехінацеї, елеутерококу, аралії та гінкго білоба з метою внесення до рецептури желейних (мармеладних) виробів. Склад суміші зумовлений фізіологічними властивостями її компонентів. На основі рідкої субстанції (сік з м'якушем плодів обліпихи крушиновидної, калини звичайної, шовковиці білої) і, окремо підбраного, фітосорбенту (яблучного пектину) також розроблено інший вид желейної продукції – фруктові вітамінні продукти спеціального призначення з детоксикаційними та радіопротекторними властивостями. Основою медового желе є плоди лимонника, надземна частина м'яти, гінкго, лафанту з комплексом флавоноїдів, ліпідів, вітамінів. Даний фітозасіб володіє антиоксидантною, вітамінною, загальнозміцнюючою, цитостатичною активністю.

При створенні фітозасобів на основі водних структурованих витягів з коренів лопуха, листя подорожника та іншої природної сировини використовувались оптимальні технології екстракції з особливим вибором умов стабілізації. Один з них – "Фітосорбент" – дієтична добавка желе з водної субстанції листя подорожника та лопуха великого і екологічно чистого пектину, стабілізованого антиоксидантом (аскорбінова кислота). Інший фітозасіб «Арктан» – рідка желева форма з водного витягу свіжого кореня лопуха, стабілізованого фруктовим пектином, на основі структурованих комплексів інуліну, антиоксидантних вітамінів, поліфенольних, сірковмісних сполук, що входять до складу коренів лопуха великого.

Перевага у фітозасобах фітосорбента пектина – структуроутворювача, стабілізатора желеутворювача, ґрунтувалася на його властивостях і біологічній дії. Яблучний пектин – полімерний рослинний регулятор обміну речовин, що виконує роль фізіологічного детоксиканту зі значною біологічно-сорбційною і захисною активністю, що відіграє істотну роль в моделюванні нових лікарських форм. Крім того, пектини покращують функціональність клітин в організмі людини, вуглеводну, ліпідну і ін. активність. Він послабляє токсичну дію кислих радикалів. SH – групи в молекулі метіоніну обумовлює його протекторні властивості від мутагенної дії іонізуючого опромінення. Показує високу ефективність з прискореного виведення радіонуклідів з організму, тому пектиновмісні водорозчинні препарати, здатні за 20–25 днів знижувати на 30–40% вміст цезію-137 в організмі людини (Моисеева, 1992; Комиссаренко, 1998).



Результати та їх обговорення

Дослідження показали наявність імуномодулюючих властивостей у ряду БАР, в т.ч. у флавоноїдів, ліпополісахаридних комплексів, протекторів, виділених з різних біологічних субстратів, які позитивно впливають на імунітет і резистентність організму до несприятливих дій і, в принципі, можуть характеризувати наявність радіозахисного ефекту і мати, в тому числі, виражені адаптогенні властивості. Більше того, полісахариди (пектини, слизи), біофлавоноїди вважаються одними з найкращих імуномодуляторів, антиоксидантів, фітоадаптогенів, оскільки вони є одними з первинних ланок запуску детоксикаційних процесів, нормалізації імунodefіциту, порушеного обміну речовин, передусім, перекисного окислення ліпідів, проявляючи значну стимулюючу, захисну та біосорбційну активність щодо різноманітних шкідливих чинників (Моисеева, 1992; Давыдов, 1996; Комиссаренко, 1998; Ледина, 2010).

Фізіологічний ефект пов'язаний з наявністю у "Фітосорбенті" комплексу основних антиоксидантів поліфенольної, вітамінної, полісахаридної (пектину) і інших біоактивних речовин, які і обумовлюють детоксикуючу, антиоксидантну, імуностимулюючу, радіопротекторну і антимутагенну дію. «Фітосорбент» призначений для відновлення порушеного обміну речовин при хронічних інтоксикаціях, захворюваннях печінки, судинної і дихальної системи, променевого ураження, перешкоджаючи старінню. Засіб «Арктан» містить в комплексній формі полісахарид-інулін, слиз, ксилани, фруктани, олігосахариди, арабани, що утворюють об'ємні структури у шлунково-кишковому тракті, нормалізуючи швидкість всмоктування харчових продуктів, зв'язуючи токсини, прискорюючи процес виведення їх і важких металів з організму, а також активну протипухлинну речовину арктогенін, що має лігнанову структуру. Біоактивні сполуки, що входять до складу фітозасібу "Арктан", здатні зв'язувати токсини, прискорюючи процес виведення їх, важких металів і радіонуклідів, а також активної протипухлинної речовини арктогеніну з організму. "Арктан" рекомендований Міністерством охорони здоров'я України для профілактики захворювань опорно-рухового апарату (артритів, артрозу, остеохондрозів), порушення обміну речовин, цукрового діабету другого типу, алергій і як детоксиканта за різного типу променевого ураження (Паламарчук, 2008; Четверня и др., 2008).

Желейні продукти спеціального призначення з антиоксидантними, антимутагенними, генопротекторними, детоксикуючими, радіопротекторними властивостями та високою біологічною цінністю призначені для використання як допоміжних засобів комплексного оздоровлення організму при первинній і вторинній профілактиці в умовах повсякденної дії стресових, агресивних чинників хімічної і фізичної природи. Розроблена фітоадаптогенна суміш, склад якої зумовлено БАР листя ехінацеї, елеутерококу, аралії та гінкго білоба, здатна використовуватись як функціональний інгредієнт для створення продуктів спрямованої фізіологічної дії, зокрема цукрових кондитерських виробів (мармелад, желе, льодяники, батончики, суфле, парфе, тощо), кисломолочних продуктів (йогурти, десерти), напоїв (Стешенко и др., 2015). Нетрадиційна плодово-ягідна сировина з комплексом БАР – потенційна сировина для створення функціональних фітопродуктів. Профілактичний прийом створених сорбційних композицій підвищує загальну радіорезистентність організму, нормалізує порушений обмін речовин, сприяє підвищенню адаптаційного потенціалу за рахунок натуральних біоактивних речовин з антиоксидантними, антимутагенними, тощо, властивостями. Отримані желейні продукти з плодів обліпихи, калини, шовковиці були представлені на Міжнародній виставці "Їжа і життя. XXI століття" і інших регіональних виставках, де отримали визнання в якості лікувально-профілактичних засобів для відновлення дефіциту природних біорегуляторів (Джуренко и др., 2008; Паламарчук и др., 2008). Ці продукти – потенційні допоміжні засоби для комплексного оздоровлення організму при первинній і вторинній профілактиці в умовах повсякденної дії стресових, агресивних чинників хімічної і фізичної природи.



Висновки

Таким чином, головними перевагами фітопрепаратів та функціональних продуктів спеціального призначення є висока ефективність, особливо при хронічних процесах, відсутність побічної токсичної дії на організм. Завдяки нетоксичній дії комплексу наявних БАР, вони прискорюють виведення з організму радіонуклідів, мають антиокислювальну активність, покращують ряд негативних, придбаних при хронічному опроміненні, показників організму, проявляють виражені радіосорбційні властивості. Природні засоби перешкоджають накопиченню радіонуклідів в організмі і сприяють їх виведенню. На користь природних засобів слід також відзначити їх характерну низьку токсичність і алергогенність, комплексність дії на організм, можливість тривалого застосування без побічних ефектів. Пропоновані фітозасоби, не зважаючи на відносно мало виражену, з першого погляду, фармакологічну активність, виявляються ефективнішими за синтетичні або очищені фітопрепарати, які складають біля третини сучасних ліків і здатні знайти широке застосування і поза умовами надзвичайних ситуацій.

Література

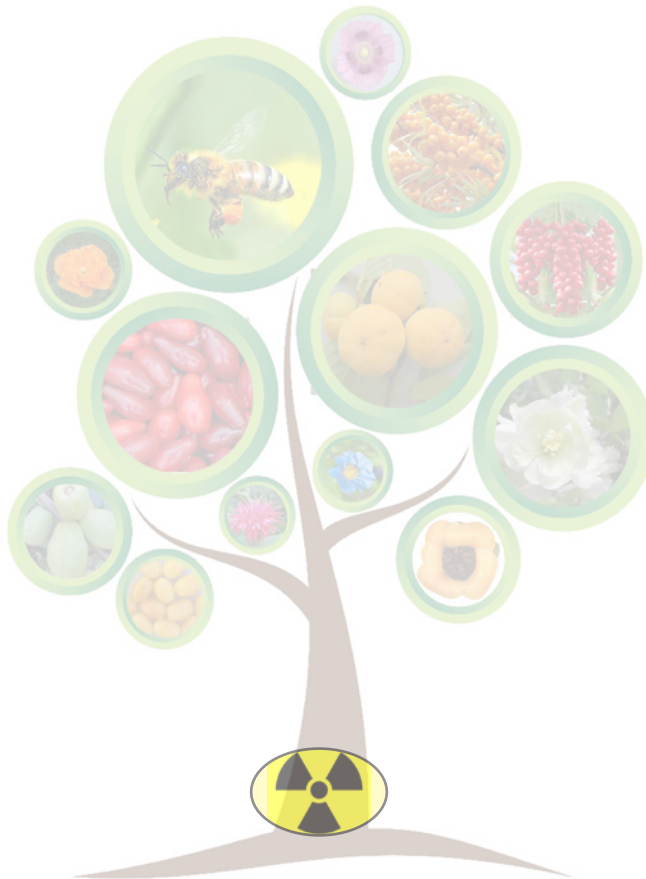
1. АЛЕКСАХИН, Р.М. – АРХИПОВ, И.П. и др. 1990. Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: *Миграция и биологические действия на популяции и биоценозы*. М., сс. 120.
2. АНИСТРАТЕНКО, Т.И. 1994. Влияние алиментарного фактора на антиоксидантную и иммунную системы организма в условиях воздействия радиации. Чернобыль и здоровье населения. *Тез. докл. н.-пр. конф.*, т.1., сс. 35–36.
3. БАЛОНОВ, М.И. 2006. Последствия Чернобыля: 20 лет спустя. *Радиация и риск*, том 15, № 3–4, сс. 97–119.
4. БАРАБОЙ, В.А. – ЯТЧЕНКО, О.О. 1997. Харчові продукти та добавки з антирадіаційною активністю (радіологічне обґрунтування їх застосування). *УРЖ*, 5, вип. 2, сс. 184–188.
5. БРЕХМАН, И.И. – НЕСТЕРЕНКО, И.Ф. 1988. Природные комплексы биологически активных веществ. Л.: Наука, 93 с.
6. ВАСИЛЕНКО, С.А. 2002. *Влияние биологически активных пищевых добавок на восстановление пострадиационных нарушений*: автореф. дис. канд. мед наук. СПб. 18 с.
7. ВАСИН, М.В., 2006. Средства профилактики и лечения лучевых поражений. М., 340 с.
8. ВИЛЕНЧИК, М.М. 1983. *Радиобиологические эффекты и окружающая среда*. М.: Энергоатомиздат, 29 с.
9. ГЛАЗАЧЕВ, О.С. 2006. Болезни цивилизации в аспекте учения В.И. Вернадского. *Успехи современного естествознания*, № 3, сс. 36–47.
10. ГОНЧАРЕНКО, Г.Н. – КУДРЯШОВ, Ю.Б. 1991. Противолучевые средства природного происхождения. *Успехи современной биологии*, т.3, вып.2, сс. 302–316.
11. ГУБСКИЙ, Ю.И. – ДОЛГО-САБУРОВ, В.Б. – ХРАПАК, В.В. 1993. *Химические катастрофы и экология*. Киев: Здоров'я, 224 с.
12. ДАВЫДОВ, В.В. – ЖЕЛЕЗКОВА, Е.В. – МОРОЗОВ, В.Г. 1996. Фитоадаптогены как перспективные иммуномодуляторы. *Актуальные проблемы создания новых лекарственных средств*. Санкт-Петербург, сс. 131–132.
13. ДЖУРЕНКО, Н.И. – ПАЛАМАРЧУК, Е.П. – СКРИПЧЕНКО, Н.И. 2008. Нетрадиционные плодово-ягодные растения – потенциальное сырье для получения лечебно-профилактических продуктов. *Зб. матеріалів Міжнар. наук. конфер. «Навколишнє середовище і здоров'я людини Кам'янець-Подільський»*, сс. 9–12.
14. ДЖУРЕНКО, Н.И. – ПАЛАМАРЧУК, О.П. – КРОПИВНИЦЬКА, І.О. та ін. 2008. Желейний продукт антимуутагенний. Патент на корисну модель № 34049. *Державний реєстр патентів України на винаходи від 25.07.2008.*, № заявки и 2008 02507.



15. ИВАНОВ, Е.В. – ШУБИК, В.М. 2001. Медицинские последствия Чернобыльской аварии. *Факты и размышления 15 лет спустя*, СПб. 58 с.
16. *Изучение и применение лечебно-профилактических препаратов на основе природных биологически активных веществ*. 2000. Под ред. В.Г. Беспалова и В.Б. Некрасовой. СПб Эскулап, сс. 44–53.
17. КОМИССАРЕНКО, С.Н. – СПИРИДОНОВ, В.Н. 1998. Пектины – их свойства и применение (Обзор). *Растительные ресурсы*, т. 34, вып. 1, сс. 111–119.
18. КОРЗУН, В.Н. – НЕДОУРОВ, С.И. 1995. *Радиация: защита населения*. К.: Наукова думка, 112 с.
19. ЛАЗАРЕВА, Д.Н. – АЛЕХИН, Е.К. 1985. *Стимуляторы иммунитета*. М.: Медицина, сс. 159–160.
20. ЛЕГАЗА, В.И. 2001. *Медицинские средства противорадиационной защиты: Пособие для врачей*, СПб., 96 с.
21. ЛЕДИНА, А.Ф. – ПРИЛЕПСКАЯ, В.Н. 2010. Флавоноиды: биологические эффекты и применение в медицине. *Воен.-мед. журн.*, т. 331, № 5. сс. 44–46.
22. *Лучевая диагностика и лучевая терапия на пороге третьего тысячелетия*. 2003. Под ред. Власовой М.М. СПб Норма, 468 с.
23. МАЛЮК, В.И. 1991. О природных противорадионных фармакологических средствах. Медицинские последствия аварии на ЧАЭС. *Информ. бюл.*, К., сс. 312–319.
24. МАЛЮК, В.И. 1994. Малые дозы излучений: фармакологические подходы к профилактике и коррекции. *Влияние низких доз ионизирующей радиации и других факторов окружающей среды на организм*. К.: Наук. думка, сс. 192–198.
25. МАЯНСКИЙ, Г.М. 1964. *Исследование лечебного действия препаратов элеутерокка и женьшеня при хронической лучевой болезни (экспериментальное исследование)*: Автореф. дисс.... канд. мед. наук. Владивосток, 21 с.
26. *Международная конференция «Пятнадцать лет Чернобыльской катастрофы. Опыт преодоления»*. 2001. Основные выводы. Киев, 18-20 апреля. Он-лайн: http://chernobyl.undp.org/russian/conf_kiev_2001.pdf.
27. МОИСЕЕВА, Г.Ф. – БЕЛИКОВ, В.Г. 1992. *Иммуностимулирующие полисахариды высших растений (Обзор)*. №3, сс. 79–84.
28. *Научный комитет ООН по действию атомной радиации*. 2001. Источники и эффекты ионизирующей радиации. Пер. с англ. Под ред. Ю.С. Рябухина и С.П. Ярмоненко. М.: РАДЭЖОН.
29. ПАЛАМАРЧУК, О.П. – ДЖУРЕНКО, Н.І. та ін., 2008. Перспективи застосування деяких рослин флори України, які мястять полімерні вуглеводи фруктанової та полігалактуронової структури. *Зб. матеріалів Міжнар. наук. конфер. «Наволишніє середовище і здоров'я людини»*. Кам'янець-Подільський, сс. 33–35.
30. ПОЗДЕЕВ, А.В. 2011. Исследование радиозащитного действия фитопрепаратов при острых лучевых поражениях. *Экономика, государство и общество в 21 веке: материалы междунар. науч.-практ. конф.*, сс. 229–231.
31. *Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде*. 1999. Радиоэкология после Чернобыля. Под ред. Ф. Уорнера и Р. Харрисона. М.: Мир, 512 с.
32. *Радиационная медицина*. 2001. Радиационные поражения человека. Под ред. Л.А. Ильина. М.: Издат, том. 2. 432 с.
33. РАМЗАЕВ, П.В. – ИВАНОВ, Е.В. – БАЛЛООНОВ М.И. и др., 1987. Прогноз медицинских последствий аварии на ЧАЭС для населения. *Ближайшие и отдаленные последствия радиационной аварии на Чернобыльской АЭС*. М.: МЗСССР, сс. 348–354.
34. РУДНЕВ, М.И. – МАЛЮК, В.И. – КОРЗУН, В.Н. 1995. *Декорпоранты. Чернобыльская катастрофа*. К.: Наук. думка, сс. 548–549.



35. РУДНЕВ, М.И. – МАЛЮК, В.И. 1995. *Радиопротекторы. Чернобыльская катастрофа*. К.: Наук. думка, сс. 546–547.
36. РЫБАКОВСКИЙ, Л.Л. 1992. Демографические последствия аварии на Чернобыльской АЭС. *Социологические исследования*, №9, сс. 40–50.
37. СТЕШЕНКО, О.М. – АРСЕНЬЄВА, Л.Ю. – ПАЛАМАРЧУК, О.П. – ДЖУРЕНКО, Н.І. 2015. Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії. Патент на корисну модель № 98029. *Держ. реєстр патентів України на корисні моделі від 10.04.2015*, № заявки и 2014 1244.
38. ХОБРАКОВА, В.Б. 2010. Перспективы использования средств растительного происхождения для коррекции иммунодефицитов. *Бюл. ВСНЦ СО РАМН*, № 3 (73), сс. 278.
39. *Чернобыльская катастрофа*. 1995. Под ред. В.Г. Барьяхтара. К.: Наук. думка, 559 с.
40. *Чернобыльский Форум*. 2006. Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Белоруссии, России и Украины. 2-е испр. изд., Вена: МАГАТЭ.
41. ЧЕТВЕРНЯ, С.О. – МАКСЮТИНА, Н.П. 2008. «Арктан» і «Арктолігнан» – нові структуровані форми біологічно активних добавок з кореня *Arctium lappa* L. *Фармацевтичний часопис*, № 2, сс. 40–44.
42. ЯРЕМЕНКО, К.В. 1990. *Адаптогены как средства профилактической медицины*. Томск, сс. 88–106.
43. KUDRYASHOV, YU.V. – GONCHARENKO, E.N. 2004. Modern problems of antiradation chemical defense of organisms. *Effects of Low Dose Radiation*, vol. 95, № 9, pp. 396–419.





THE QUANTITATIVE ASSESSMENT OF RADIATION-INDUCED CHROMOSOMAL DAMAGES IN HUMAN LYMPHOCYTES AT THE ACTION OF CO-MUTAGENE

Pylypchuk Olena, Domina Emiliya

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

E-mail: lena.pylypchuk@ukr.net

Investigated calibration curves “dose-effect” over a wide dose range on the level and range of radiation-induced chromosomal aberrations in lymphocytes of the peripheral blood of healthy donors and for additional action co-mutagen. It is shown that radiation – induced cytogenetic effects of the action of mutagens are well approximated by linear regression model.

Keywords: “Dose-effect” chromosome aberrations, mathematical model, co-mutagen

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНИХ АБЕРАЦІЙ ХРОМОСОМ В ЛІМФОЦИТАХ ЛЮДИНИ ЗА УМОВ ДОДАТКОВОЇ ДІЇ КОМУТАГЕНІВ

Пилипчук Олена, Дьоміна Емілія

Вступ

Класичним методом біологічної дозиметрії радіаційного впливу іонізуючої радіації (IP) на людину визнано аналіз частоти аберацій хромосомного типу в Т-лімфоцитах периферичної крові (ЛПК), які вважаються найбільш радіочутливими клітинами (Пикалова, 2007). Важливим етапом оцінки негативних медико-біологічних наслідків опромінення у широкому діапазоні доз є визначення характеру залежності кривих «доза-ефект» для різних біологічних показників, що є необхідною умовою для прогнозування генетичного та канцерогенного ризиків радіаційного впливу на організм людини. Досліджуючи медико-біологічні ефекти IP, необхідно звернути увагу на сполуки, які здатні потенціювати пошкоджуючи дії мутагенів навколишнього середовища – комутагени (Бочков и Дурнев, 2011). Врахування додаткової дії комутагенів, які здатні потенціювати пошкоджуючи дію IP (Domina et al., 2014) при виконанні біологічної дозиметрії, в тому числі, побудові коректних калібрувальних кривих на основі аналізу аберацій хромосом в ЛПК може впливати на оцінку ризиків радіаційного мутагенезу та канцерогенезу. Тому метою роботи є дослідження характеру калібрувальних кривих «доза-ефект» в широкому діапазоні доз за рівнем і спектром радіаційно-індукованих аберацій хромосом у ЛПК умовно здорових донорів та за умов додаткової дії комутагенів із залученням математичних моделей.

Матеріали і методи дослідження

В роботі використана тест-система культури ЛПК умовно здорових осіб. Культивування ЛПК здійснювали за модифікованим методом (World Health Organization, 2011). Культуру



ЛПК опромінювали на рентгенівській установці «РУМ-17» в діапазоні доз 0,3–2,0 Гр. Умови опромінення: потужність дози 0,89 Гр/хв, сила струму 10 мА, напруга 200 кВ, фільтр – Cu (0,5 мм). Метафазний аналіз хромосом виконували за загальноприйнятими критеріями (IAEA, 2011). В якості комутагену обрано медичний препарат верапаміл (Вп), який вводили в культуру ЛПК після опромінення в концентрації (4,0 мкг/мл крові), що перевищує значення терапевтичної концентрації в 4 рази. Для апроксимації залежностей кількісних показників радіаційно-індукованих хромосомних аберацій від дози ІР та в умовах комутагенної модифікації використовували моделі лінійної $y = aD + b$; та лінійно-квадратичної регресії $y = aD + bD^2 + c$; де y – кількість аберацій хромосом на кожні 100 проаналізованих метафаз; a, b, c – коефіцієнти моделей (Клюшин и Петунин, 2008).

Результати та їх обговорення

За результатами попередніх досліджень ((Domina et al., 2015) нами встановлено, що Вп здатний потенціювати пошкоджуючу дію малих доз ІР. З метою більш об'єктивної оцінки цитогенетичних ефектів, індукованих в ЛПК здорових осіб в умовах комбінованої дії ІР та комутагену Вп нами нами проведена кількісна оцінка структурних перебудов хромосом в даних експериментальних умовах. Цитогенетичні дослідження показали, що середнє значення спонтанної частоти аберацій хромосом в групі здорових осіб складає $2,2 \pm 0,86$ на 100 метафаз. Загальна частота абераційних клітин не перевищувала верхньої межі популяційної норми – $3,0/100$ проаналізованих метафаз. Додаткова дія Вп в дослідженій концентрації істотно не впливала на величину спонтанного рівня аберацій хромосом і становила $2,5 \pm 0,64$, що підтверджує відсутність мутагенних властивостей даного препарату.

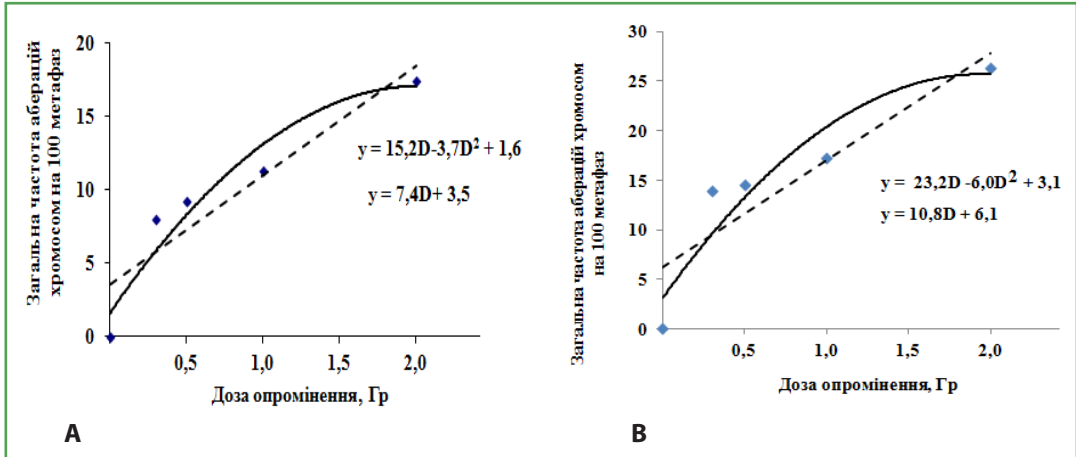


Рисунок 1 Дозова залежність загальної частоти аберацій хромосом
 А – дія ІР; В – комбінована дія ІР та комутагену; ◆ експериментальні дані, — — лінійна модель, ——— лінійно-квадратична модель

Figure 1 Dose dependent overall frequency of chromosomal aberrations
 А – action of IR; В – the combined action of IR and co-mutagen; ◆ experimental data, — — linear model, ——— linear-quadratic model

Досліджено частоту та спектр радіаційно-індукованих аберацій хромосом при опроміненні культури ЛПК умовно здорових осіб в G0 періоді клітинного циклу (на 0 годину інкубації) в діапазоні доз 0,3–0,5–1,0–2,0 Гр, а також в умовах комутагенної модифікації променевих ефектів (рис. 1–3). З використанням методів обчислення коефіцієнтів лінійної, лінійно-квадратичної регресії було отримано значення параметрів моделей для залежності



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

частоти аберантних клітин (y) від дози опромінення (D) (рис. 1 А) та в умовах додаткової дії комутагена (рис. 1 В); залежності загальної частоти аберацій хромосом (y) від дози опромінення (D) (рис. 2 А) та в умовах додаткової дії комутагена (рис. 2 В); залежності частоти аберацій хромосомного типу (y) від дози опромінення (D) (рис. 3 А) та в умовах додаткової дії комутагена (рис. 3 В).

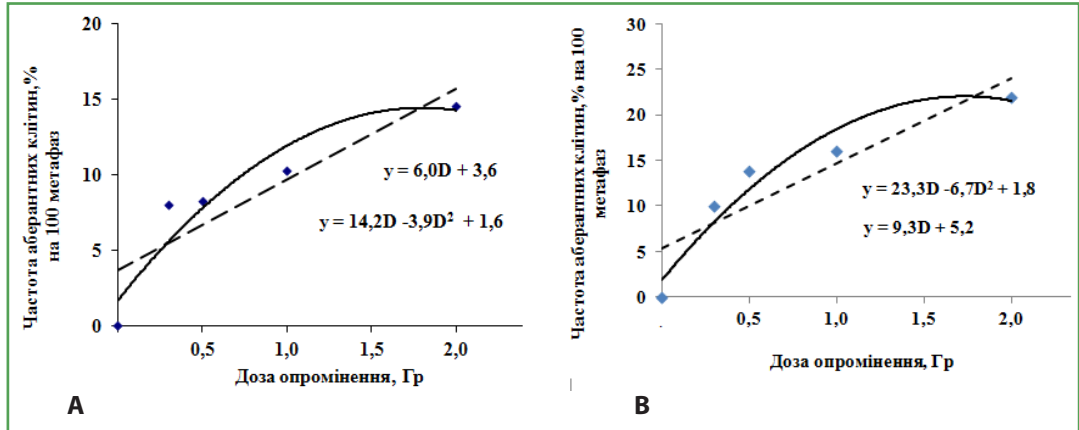


Рисунок 2 Дозова залежність частоти аберантних хромосом
 А – дія ІР; В – комбінована дія ІР та комутагену; ◆ експериментальні дані, — — лінійна модель, ——— лінійно-квадратична модель

Figure 2 Dose dependent frequency aberrant chromosomes
 А – action of IR; В – the combined action of IR and co-mutagen; ◆ experimental data, — — linear model, ——— linear-quadratic model

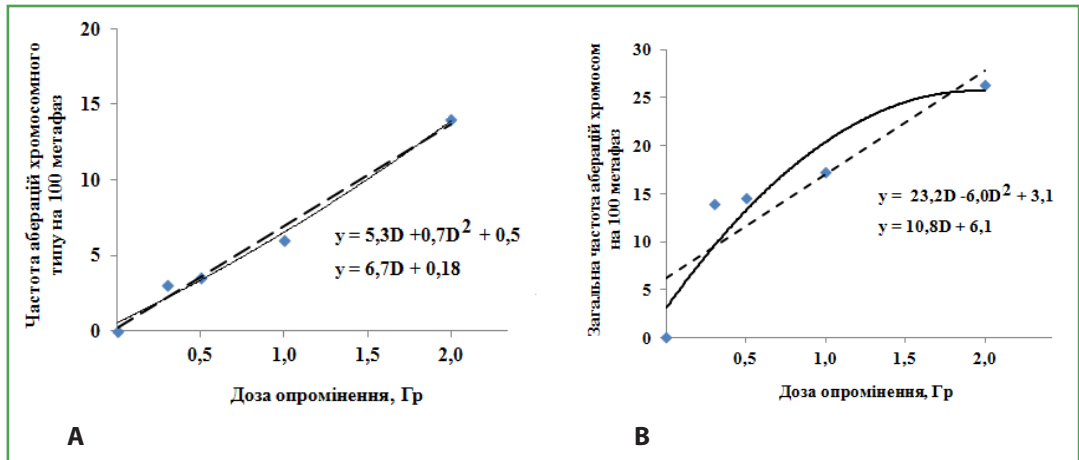


Рисунок 3 Дозова залежність виходу аберацій хромосомного типу хромосом
 А – дія ІР; В – комбінована дія ІР та комутагену; ◆ експериментальні дані, — — лінійна модель, ——— лінійно-квадратична модель

Figure 3 The dose dependence of aberrations chromosomal type
 А – action of IR; В – the combined action of IR and co-mutagen; ◆ experimental data, — — linear model, ——— linear-quadratic model

Для кривих виходу радіаційно-індукованих аберантних клітин і загальної кількості аберацій хромосом в умовах комбінованої дії з Вр характерна перевага лінійної компоненти,



що підтверджується значенням α -коефіцієнта моделі лінійної регресії, при цьому квадратичний коефіцієнт β був значно менше 1, або мав від'ємне значення.

Показано, що загальна частота аберацій хромосом в діапазоні малих доз 0,3–0,5 Гр зростає в 3,6 і 4,0 рази в порівнянні із контрольними показниками спонтанного рівня. При подальшому підвищенні дози опромінення до 1,0 Гр в порівнянні з контролем частота аберацій хромосом зростає в 5,2 рази, а при опроміненні у відносно високій дозі 2,0 Гр – у 7,9 рази у порівнянні з інтактним контролем. Показано, що додаткова дія Вр в концентрації 4,0 мкг/мл крові збільшує вихід аберацій хромосом в 1,7; 1,6; 1,5; 1,5 раз в діапазоні доз опромінення 0,3–0,5–1,0–2,0 Гр відповідно.

Розглядаючи спектр аберацій хромосом, можна стверджувати, що істотний внесок в ускладненні стабільності генетичного апарату соматичних клітин людини вносять аберації хромосомного типу, а саме радіаційні маркери. В нашому дослідженні при опроміненні у дозі 0,3 Гр аберації хроматидного переважали відносно аберацій хромосомного типу в 1,6 рази. При підвищенні дози опромінення до 0,5–1,0 Гр відношення між хромосомними і хроматидними абераціями хромосом становило майже 1. При максимальній дозі опромінення 2,0 Гр у спектрі переважали аберації хромосомного типу, а саме дицентричні хромосоми та парні фрагменти і частота аберацій хромосомного типу таким чином підвищилась в 2,9 рази в порівнянні із хроматидними. В умовах додаткової дії комутагену у спектрі індукованих пошкоджень переважали аберації хромосомного типу частота яких зростала з дозою ІР, так частота аберацій хромосомного типу при опроміненні в дозі 2,0 Гр становить $(14,0 \pm 0,8)$ на 100 метафаз, а в умовах комутагенної модифікації з Вр (4,0 мкг/мл) їх частота зростає $(22,0 \pm 0,52)$ на 100 метафаз. Інтенсивний темп утворення аберацій хромосомного типу з підвищенням променевого навантаження на генетичний апарат клітини та додаткової дії сполук-комутагенів свідчить про те, що при опроміненні ЛПК здорових осіб в G0-періоді клітинного циклу дані перебудови відіграють важливу роль у формуванні хромосомної нестабільності.

Висновки

Встановлено, що дозові криві, які побудовані з урахуванням комбінованого впливу іонізуючої радіації та комутагену верапамілу на формування хромосомної нестабільності в клітинах людини із залученням моделі лінійної регресії майже в усіх випадках кращим чином апроксимують функціональну залежність радіаційно-індукованого генетичного ефекту від величини дози опромінення в порівнянні з лінійно-квадратичною моделлю.

Література

1. БОЧКОВ, Н.П. – ДУРНЕВ, А.Д. 2011. Очевидное и невероятное в представлениях о мутационном процессе у человека. *Гигиена и санитария*, № 5, сс. 9–10.
2. КЛЮШИН, Д.А. – ПЕТУНИН, Ю.И. 2008. *Доказательная медицина. Применение статистических методов*. М.: Диалектика. 316 с.
3. ПИКАЛОВА, Л.В. 2007. Применение цитогенетических методов исследования хромосом в радиологии. *Молекулярная биология*, т. 9, сс. 160–168.
4. DOMINA, E.A. – PYLYPCHUK, O.P. – MIKHAILENKO, V.M. 2014. Destabilization of human cell genome under the combined effect of radiation and ascorbic acid. *Experimental oncology*, vol. 36, № 4, pp. 236–240.
5. DOMINA, E.A. – PYLYPCHUK, O.P. – MIKHAILENKO, V.M. 2015. The modifying effect of co-mutagens on the frequency and spectrum of radiation-induced chromosome aberrations in human cells. *Pharm Anal Acta*, vol. 6, № 377, pp. 1–6.
6. World Health Organization. 2011. *Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies*. International Atomic Energy Agency. 232 p.



MODIFICATION EFFECTS OF LOW DOSES OF IONIZING RADIATION IN NON-MALIGNANT CELL OF ONCOLOGICAL PATIENTS

Pylypchuk Olena¹, Domina Emiliya¹, Rybachuk Oksana²

¹R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of NAS
of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Bogomolets Institute of Physiology NAS Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: lena.pylypchuk@ukr.net

Peculiarities of action to potential co-mutagens on genome irradiated non-malignant cell of oncological patients were investigated. It was shown that reducing the level of radiation-induced chromosomal rearrangements under the influence of verapamil at a concentration of 1.0 mg/ml of blood may be associated with activation of caspase-3, which in turn indicates the start of an irreversible process of apoptosis. Verapamil at a concentration of 4.0 mg/ml of blood reveals co-mutagenic properties in irradiated at low dose (0.3 Gy) cells of cancer patients. It causes the overall growth rate of chromosomal rearrangements compared with radiation effect of 1.2 times.

Keywords: verapamil, peripheral blood lymphocytes, chromosome aberrations, apoptosis, ionizing radiation

МОДИФІКАЦІЯ ЕФЕКТІВ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ В НЕМАЛІГНІЗОВАНИХ КЛІТИНАХ ОНКОЛОГІЧНИХ ХВОРИХ

Пилипчук Олена, Дьоміна Емілія, Рибачук Оксана

Вступ

Підвищення радіаційного рівня за рахунок забруднення навколишнього середовища внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС ставить перед дослідниками необхідність поглибленого вивчення дії малих доз іонізуючої радіації (ІР). Одним із наслідків радіаційно-індукованої дестабілізації геному клітин людини є стохастичні ефекти, до яких належать структурні перебудови хромосом та злаякісні новоутворення. Особливу увагу необхідно приділити дослідженням в області малих доз ІР, адже саме малим дозам випромінювання піддається велика кількість населення, в тому числі люди, які проживають на забруднених територіях в наслідок аварії на ЧАЕС, працівників у сфер дії іонізуючих випромінювань. Особливої уваги заслуговує дослідження комбінованої дії малих доз ІР та медичних препаратів з комутагенними властивостями, які здатні підсилювати ефекти мутагенів (Durnev and Seredinin, 2003.). Беручи до уваги тривалу радіоекологічну кризу внаслідок Чорнобильської катастрофи та канцерогенну небезпечність малих доз ІР, яка може бути підсилена за рахунок додаткової дії препаратів комутагенів, актуальним є дослідження комутагенних ефектів медичних препаратів на генетичному рівні опромінених клітин онкологічних хворих.

Мета роботи – визначити особливості дії потенційних комутагенів на геном опромінених немалігнізованих клітин онкологічних хворих (дослідження *in vitro*).



Матеріали і методи дослідження

В даній роботі використана тест-система культури лімфоцитів периферичної крові (ЛПК) онкологічних хворих. Культивування ЛПК здійснювали за модифікованим методом (World Health Organization, 2011). Культуру ЛПК опромінювали на рентгенівській установці «РУМ-17» в дозі 0,3 Гр. Умови опромінення: потужність дози 0,89 Гр/хв, сила струму 10 мА, напруга 200 кВ, фільтр – Cu (0,5 мм). В якості комутагену використано блокатор кальцієвих каналів верапаміл (Вп), який вводили в культуру після опромінення в концентраціях (1,0; 4,0 мкг/мл крові), що відповідають терапевтичній та в 4 рази перевищують її значення. Метафазний аналіз хромосом виконували за загальноприйнятими критеріями (World Health Organization, 2011). В якості показника проліферативної активності визначали мітотичний індекс ЛПК – кількість клітин, які знаходяться на стадії мітозу. Для ідентифікації ядер ЛПК та можливих апоптотичних клітин використовували подвійне імуоцитохімічне забарвлення антитілами до маркера апоптотичних ядер caspase-3 (1 : 200; Molecular Probes Inc., США) та флуоресцентного ядерного барвника Hoechst 33342 (1 : 5000; Sigma-Aldrich, США).

Статистичну обробку отриманих експериментальних даних проводили стандартними методами з використанням програми Excel.

Результати та їх обговорення

Проведений цитогенетичний аналіз ЛПК первинних онкологічних хворих до початку протипухлинної терапії показав, що вихідний спонтанний рівень хромосомних перебудов склав 7,0±0,8 на 100 метафаз. Досліджено частоту радіаційно-індукованих аберацій хромосом в культурі ЛПК первинних онкологічних хворих за дії малих доз ІР (0,3 Гр), середньогрупові значення якої становить 11,0±1,2 аберацій на 100 метафаз. Показано, що

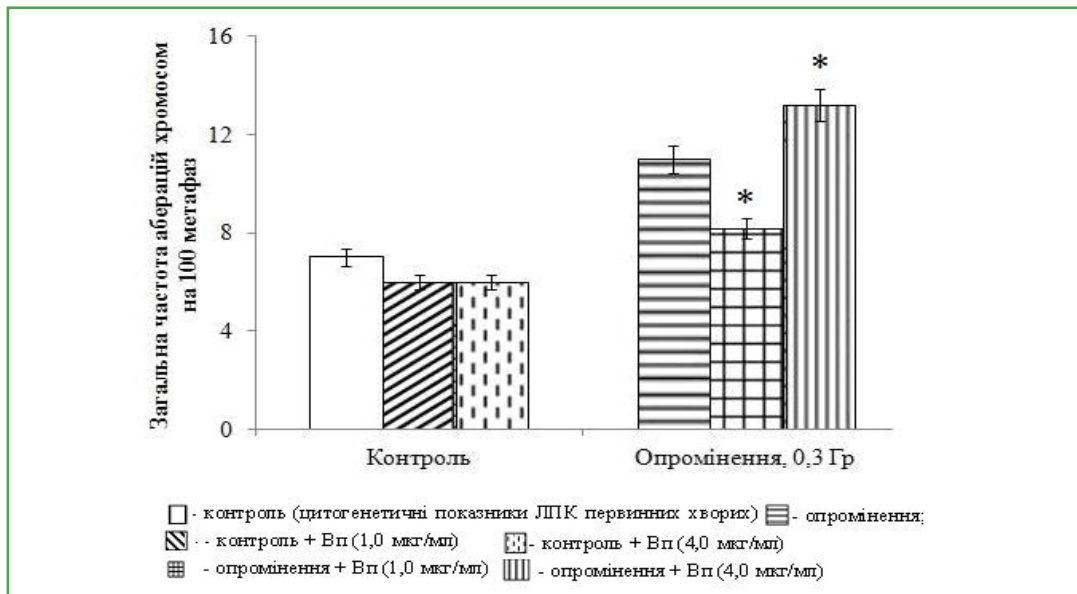


Рисунок 1 Комбінований вплив ІР (0,3 Гр) і Вп (1,0; 4,0 мкг/мл) на частоту індукованих аберацій хромосом в ЛПК онкологічних хворих

* – зміни достовірні у порівнянні з ефектом опромінення, *p* < 0,05

Figure 1 The combined effect of of ionizing radiation (0.3 Gy) and verapamil (1.0; 4.0 mg / ml) on the frequency chromosome aberrations in peripheral blood lymphocytes of cancer patients

* – significant changes in comparison with the effect of irradiation, *p* < 0.05



модифікація Вп променевиx ефектів малиx доз (0,3 Гр) залежала від концентрації препарату. Так, визначено, що за умов додаткової дії Вп у терапевтичній концентрації 1,0 мкг/мл крові рівень радіаційно-індукованих пошкоджень хромосом знижувався в 1,3 рази ($11,0 \pm 1,2$ та $8,2 \pm 1,1$ відповідно $p < 0,05$). Подальше підвищення концентрації Вп до 4,0 мкг/мл крові зумовлює зростання загальної частоти хромосомних перебудов порівняно з променевим ефектом, в 1,2 рази ($11,0 \pm 1,2$ та $13,2 \pm 0,6$ відповідно $p < 0,05$) (рис. 1). Таким чином у відносно високих концентраціях Вп проявляє комутагенні властивості в опроміненних клітинах онкологічних хворих.

Спектр пошкоджень представлений аберациями як хромосомного, так і хроматидного типів. Однак за умов комбінованої дії ІР в малих дозах та Вп (4,0 мкг/мл крові) в ЛПК хворих реєструється підвищення частоти абераций хромосомного типу, а саме парних фрагментів, кільцевих та дицентричних хромосом, в порівнянні з дією Вп у концентрації 1,0 мкг/мл. Співвідношення абераций хромосомного/хроматидного типів за дії препарату Вп у концентрації 4,0 мкг/мл крові складає 1,8. Згідно з даними літератури, препарати з комутагенними властивостями можуть реалізовувати власний комутагенний потенціал за рахунок пригнічення антиоксидантної системи, впливу на метаболізм, апоптоз та ін. (Болтина, 2011). Являючись блокатором кальцієвих каналів, Вп впливає на вільно радикальне окиснення, клітинну проліферацію (Trompier et al., 2004) і тим самим здатний потенціювати пошкодження, що індуковані ІР.

В опроміненних клітинах у відповідь на пошкодження, що індуковані ІР, відбувається затримка клітинного циклу для того, щоб успішно пройшла репарація пошкоджених ділянок ДНК; якщо ж у клітині накопичується велика кількість пошкоджень і система репарації не здатна відновити ушкоджені структури, то запускається процес апоптозу. Найчастіше ідентифікацію апоптозу проводять за морфологічними ознаками, а також визначаючи активність каспаз (Мазуркевич і Аксенінко, 2013). Після проведення імуноцитохімічного дослідження було встановлено, що неمالігнізовані клітини онкологічних хворих (ЛПК) не забарвлюються антитілами до маркера апоптотичних ядер caspase-3. Але при опроміненні клітин в малій дозі (0,3 Гр), в даних клітинах ми спостерігаємо активацію caspase-3. При комбінованій

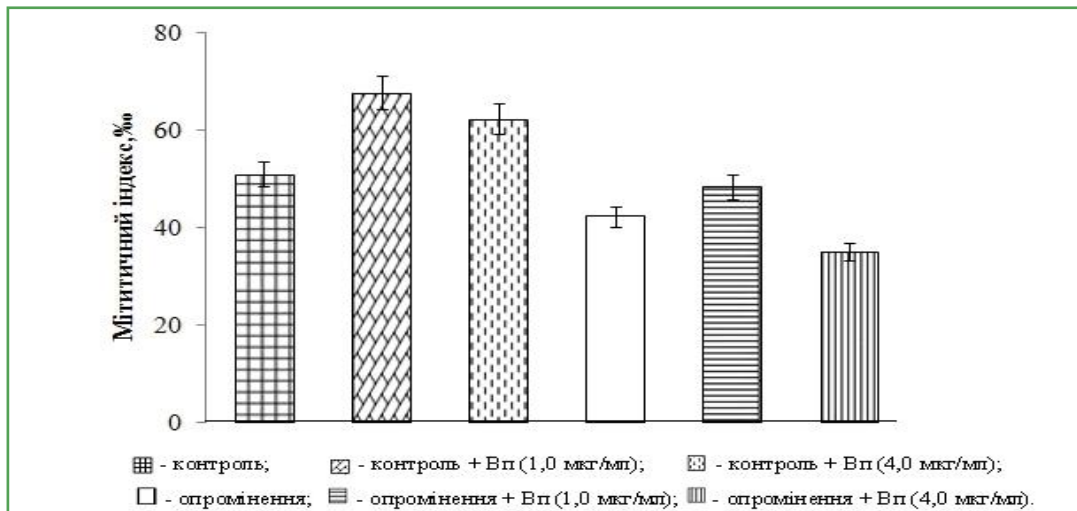


Рисунок 2 Дослідження впливу комбінованої дії ІР (0,3 Гр) і Вп (1,0; 4,0 мкг/мл) на мітотичну активність ЛПК онкологічних хворих

Figure 2 Investigation of the combined effects of ionizing radiation (0.3 Gy) and verapamil (1.0; 4.0 mg/ml) in the mitotic activity of lymphocytes in peripheral blood of cancer patients



дії малих доз ІР та потенційного комутагену Вп кількість caspase-3-позитивних ядер ЛПК певною мірою збільшеться при дії комутагена в терапевтичній концентрації (1,0 мкг/мл крові), що в свою чергу свідчить про запуск незворотних процесів апоптозу. Внаслідок елімінації найбільш пошкоджених клітин відбувається «збереження» клітинної популяції, і таким чином вихід аберацій хромосом відповідно зменшується. Припускаємо зниження рівня радіаційно-індукованих хромосомних перебудов, що спостерігається під впливом Вп в терапевтичній концентрації може бути пов'язано із активацією каспази-3, що в свою чергу запускає каскад реакцій, результатом яких є загибель клітини (Фільченков і Стойка, 2006).

Літературні дані вказують на те, що підсилення апоптозу пов'язане із дисбалансом процесів ко-стимуляції Т-клітин (Фільченков і Стойка, 2006). Враховуючи одержані нами цитогенетичні дані та результати імунцитохімічного дослідження, також визначено проліферативний потенціал немалігнізованих ЛПК первинних онкологічних хворих в умовах опромінення та комутагенної модифікації. Встановлено, що Вп (1,0; 4,0 мкг/мл) стимулює проліферативну активність лімфоцитів крові первинних онкологічних хворих в 1,2–1,3 рази відповідно до концентрації. Однак при опроміненні в малих дозах (0,3 Гр) додатковий вплив Вп у концентрації (4,0 мкг/мл) пригнічує мітотичний індекс ЛПК в 1,2 рази, у порівнянні з променевим ефектом та в 1,4 рази – із значеннями мітотичного індексу не опромінених лімфоцитів хворих (рис. 2).

При зменшенні мітотичного індекса Вп (4,0 мкг/мл) в 1,2 рази у порівнянні з ефектом опромінення водночас спостерігається комутагенний ефект на цитогенетичному рівні ЛПК хворих, який виражається у підвищенні частоти аберацій хромосом в 1,3 рази.

Результати, що одержані на моделі немалігнізованих радіочутливих клітин онкологічних хворих, доцільно використовувати при проведенні променевої терапії. Потенціювання променевих ефектів в здорових клітинах під впливом комутагенів в подальшому може обумовити виникнення вторинних пухлин.

Висновки

На основі отриманих експериментальних даних можна зробити висновок, що комутагенні ефекти препарату Вп в опромінених клітинах первинних онкологічних хворих залежать від концентрації даного препарату. Встановлено потенціюючу дію препарату Вп у терапевтичній концентрації на опроміненні в малій дозі ЛПК онкологічних хворих, що призводить до активації ефекторної каспази-3 та зниженню рівня радіаційно-індукованих аберацій хромосом.

Література

1. БОЛТИНА, И.В. 2011. Влияние *in vitro* верапамила и кетамина на цитогенетические показатели у больных с опухолями головного мозга. *Актуальні проблеми акушерства та гінекології, клінічної імунології та медичної генетики*: зб.наук.пр., вип. 22, сс. 257–266.
2. МАЗУРКЕВИЧ, Т.А. – АКСЕНІНКО, А.В. 2013. Апоптоз та його механізми. *Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України*, № 155, сс. 309–316.
3. ФІЛЬЧЕНКОВ, О.О. – СТОЙКА, Р.С. 2006. *Апоптоз і рак: від теорії до практики*. Тернопіль: ТДМУ. 524 с.
4. DURNEV, A.D. – SEREDININ, S.B. 2003. Co-mutagenesis as new vistas in genotoxicology. *Bulletin of experimental biology and medicine*, vol. 135, 2003, no. 6, pp. 513–520.
5. TROMPIER, D – CHANG, X.B. – BARATTIN, R. et al. 2004. Verapamil and its derivative trigger apoptosis through glutathione extrusion by multidrug resistance protein MRP1. *Cancer research*, vol. 64, 2004, no.14, pp. 4950–4956.
6. World Health Organization. 2011. *Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies*. International Atomic Energy Agency. 232 p.



USING ALGAE IN SYMBIOTIC FERMENTED FUNCTIONAL FOOD

Rudavska Anna, Holub Bohdan

Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

E-mail: bohdan.holub@gmail.com

There are some effective modern approaches for human nutrition correction, directed on overcoming of iodine deficit. More balanced of them is use of algae in food. Some algae have noticeable amount of carbohydrates. Large amount of carbohydrates and minerals could stimulate probiotic bacteria. But most of carbohydrates are polysaccharides and it cannot be fermented without hydrolysis. In nature, lactobacillus and bifidobacteria are not presented in epiphyte microflora of algae, and so they have not hydrolysis enzymes for algae carbohydrates. At the same time in Ukraine there is large reserve of unused brown algae laminaria. We tested some widespread and useful probiotic bacteria for brown algae fermentation for the purpose new synbiotic dairy food developing. It were tested *Bifidobacterium longum* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*. It was not shown significant effect on probiotic bacteria growth. Addition of brown algae in fermented probiotic dairy food by bifidobacteria is useful for iodine and microelements value only.

Keywords: synbiotic, probiotic, bifidobacteria, algae

ЗАСТОСУВАННЯ ВОДРОСТЕЙ У СИНБІОТИЧНИХ ФЕРМЕНТОВАНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Рудавська Ганна, Голуб Богдан

Вступ

В Україні попри притлумлення гостроти проблеми подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, дефіциту уваги з боку влади і більшості суспільства до питання профілактики дефіциту ряду мікронутрієнтів, до усунення дисбалансу у нутрієнтному складі харчових продуктів, що складають основу асортименту у торгівлі, існує нагальна потреба у розширенні асортименту харчових продуктів з профілактичними властивостями. Причому доцільним є врахування локальних рис і особливостей потреби у продуктах певного спрямування. У будь-якому разі перед розробниками таких продуктів постає питання вибору джерел тих чи інших біологічно-активних речовин для включення їх у рецептуру. Існують чисельні розробки нових продуктів у різних асортиментних групах з використанням дикорослої та нетрадиційної рослинної сировини, вторинної молочної сировини тощо. Пребіотична складова синбіотиків зазвичай представлена олігосахаридами, серед яких найширше застосовують фруктоолігосахариди та інулін (фруктозани). Фруктозани різного походження відрізняються ступенем полімеризації (кількістю залишків фруктози у полісахаридному ланцюгу). Ступінь полімеризації складає від 10 для інуліну цибулі та бананів до понад 1000 для агави та бульб жоржин. Пробиотичні культури чутливі до ступеня полімеризації. Найкраще засвоюються фруктозани з коротким та середнім полімерним ланцюгом (8–30 залишків фруктози). Олігофруктози з коротким ланцюгом (до 4 залишків) не можуть бути



пробиотиками, оскільки легко завоюються організмом людини у верхніх відділах кишечника. У технології синбіотичних молочних напоїв фруктоолігосахариди виконують подвійну роль. По-перше, вони стимулюють життєдіяльність пробіотичної мікрофлори, по-друге, виконують роль структуроутворювача завдяки своїм гідрофільним властивостям. Крім того, введення фруктоолігосахаридів, як і інших пребіотиків, підвищує стресостійкість бактерій до чинників навколишнього середовища.

Але часто масове впровадження таких розробок гальмується обмеженістю сировинної бази. А збільшення обсягів виробництва тієї ж нетрадиційної рослинної сировини стримуватиметься або природним обмеженнями, або зменшенням вмісту біологічно-активних речовин через інтенсифікацію вирощування. Водночас існує джерело ряду важливих біологічно-активних речовин у практично необмеженій кількості – водорості.

В силу особливостей хімічного складу та структури асортимент харчових продуктів на основі водоростей досить обмежений. Значно ширше розповсюдження водорості отримали як додатковий компонент. Практично відсутні приклади постійного і широкого застосування водоростей для виготовлення ферментованих харчових продуктів, які могли б стати істотним джерелом пробіотиків та пребіотиків, за виключенням деяких далекосхідних соусів. Перспективність розвитку асортименту ферментованих харчових продуктів з водоростей зумовлюється можливістю забезпечити нове джерело мікроелементів у легко та повно засвоюваній формі органічних сполук.

Як сировину для харчових продуктів чи харчових добавок та інгредієнтів поширення отримали бурі (Phaeophyta), червоні (Rhodophyta) та зелені (Chlorophyta) водорості. Вміст вуглеводів у різних груп водоростей становить в середньому 54–57% сухої речовини, мінеральних речовин 25–26%, білків 15–16%, жирів 1,5–2,0%. Основною речовиною у їх складі є полісахариди різних видів. Полісахариди бурих водоростей головним чином представлені альгінатами та фукоїданами, червоних – галактанами, зелених – целюлозою та геміцелюлозою. Крім того, у водоростях містяться запасні вуглеводи – манніт, сахароза, трегалоза, ламінарін, крохмаль.

Для належного розвитку молочнокислої мікрофлори полісахариди водоростей необхідно спочатку піддати гідролізу. Відомі рекомендовані режими оцукрювання водоростей – тривалість близько 12 годин, температура близько 50 °С. Ці параметри є критичними з точки зору управління небезпечними чинниками, оскільки водорості містять небажану мікрофлору, а відтак перед оцукрюванням потребуватимуть стерилізації.

З літературних джерел відомо, що найкраще для молочнокислого зброджування водоростей придатні бактерії роду *Lactobacillus* – *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. rhamnosus*. Для отримання ферментованих міцно солоних продуктів переробки водоростей (традиційні далекосхідні соуси) застосовують *Tetragenococcus halophilus*, *Tetragenococcus muriticus*, *Tetragenococcus osmophilus*, які ростуть у присутності 12–16% NaCl.

Матеріали і методи дослідження

Нами було проведено дослідження можливості використання добавок бурих водоростей (сублімована дієтична добавка «Ламідан» з ламінарії) у рецептурі молочних синбіотичних біфідовмісних напоїв. Об'єктами дослідження були чисті монокультури біфідобактерій *Bifidobacterium longum* та *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, Обрані види біфідобактерій є одними з найбільш розповсюджених пробіотиків, які використовуються у виробництві ферментованих молочних продуктів профілактичної дії. Монокультура *Bifidobacterium longum* виділена спеціалістами Технологічного інституту молока та м'яса УААН (паспорт культури ІМВ В 7165, в подальшому у тексті МК1). Монокультура *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (*Bifidobacterium* bb-12, в подальшому у тексті МК2) є закваскою прямого внесення, яка використовується для виробництва кисломолочних напоїв (сублімована закваска АВТ-10,



виробник CHR Hansen). Також проводилась інкубація змішаної культури з вищезгаданих біфідобактерій у рівній пропорції (МК1 + МК2). «Ламідан», отриманий висушуванням за запатентованою виробником технологією, вміщував 45,5% суми полісахаридів на суху речовину.

Результати та їх обговорення

Після нарощування біфідобактерій у середовищі з цикорієм визначали рН середовища та приріст чисельності методом граничних десятикратних розведень і наступного висіву 1 см^3 розведень 10^5 , 10^6 , 10^7 і 10^8 у гідролізатно-молочний агар (табл. 1).

Таблиця 1 Кількість та приріст біфідобактерій при вирощуванні у середовищі з «Ламіданом» (10^8 КУО/см³)

Table 1 The number and growth of bifidobacteria in growing among the "Lamidan" (10^8 CFU/cm³)

Досліджувані культури	К	0,1%		0,2%	
		Д	Δ	Д	Δ
МК1	4,00±0,599	1,818±0,011	0,455	2,727±0,110	0,682
МК2	2,273±0,302	6,545±1,005	2,879	0,355±0,019	0,156
МК1+МК2	3,702±0,300	3,103±0,223	0,838	1,987±0,417	0,537

Слід відзначити закономірно вищу пребіотичну активність досліджуваної субстанції щодо *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* у концентрації 0,1%. Підвищення концентрації до 0,2% пригнічувало ріст цієї культури. Натомість *Bifidobacterium longum* навпаки показав кращий ріст при підвищеній концентрації водоростей. Для посилення біфідогенних властивостей слід зменшити частку фракції фруктанів з великою молекулярною вагою шляхом гідролізації. Біфідогенний ефект альгінатів не був підтверджений, хоча це не ставить під сумнів значний профілактичний ефект концентратів бурих водоростей.

Висновки

Слабкий стимулюючий ефект або його відсутність при додаванні «Ламідану» відзначена для обох досліджуваних культур. Це свідчить про незначну кількість доступних для ферментації цукрів. Під час гідролізу альгінати бурих водоростей даватимуть мануранову кислоту. Цей вуглевод не ферментується біфідобактеріями. Отже доцільність внесення водоростей у ферментовані молочні продукти зумовлюється тільки мінеральною цінністю та позитивним впливом на консистенцію через зв'язування частини сироватки альгінатами. З огляду на зменшення кількості клітин біфідобактерій при ферментації субстрату з препаратом бурих водоростей доцільно вносити його після завершення фази активного росту пробіотичних штамів.

Література

1. UCHIDA, M. 2005. Studies on lactic acid fermentation of seaweed. *Bulletin of Fisheries Research Agency*, vol. 14, pp. 21–85.
2. JANG, S. – SHIRAI, Y. – UCHIDA, M. – WAKISAKA, M. 2012. Production of mono sugar from acid hydrolysis of seaweed. *African Journal of Biotechnology*, vol. 1, pp. 1953–1963
3. UCHIDA, M. – MIYOSHI, T. 2013. Algal Fermentation. The Seed for a New Fermentation Industry of Foods and Related Products. *Japan Agricultural Research Quarterly*. JARQ, 47.1, pp. 53–63.
4. HOLUB, B. – DANYLENKO, S. – RUDAVSKA, A. 2009. Prebiotic activity on oligosaccharides natural sources (in Ukrainian). *Commodities and markets*, vol. 1, pp. 21–27.



ACCUMULATION OF ^{137}Cs IN SLAUGHTER PRODUCTS OF BULLS WHEN USING SILO DIETS OF CORN, CEREAL AND BEAN MIX

Savchuk Ivan¹, Stepanenko Valentina²

¹Institute of Agriculture Polesie National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Zhitomir, Ukraine

²Zhytomyr National Agroecological University, Zhitomir, Ukraine

E-mail: stepanenko_64@list.ru

The effect of the use of diets with different silos for feeding bulls on ^{137}Cs transition to the beef in its production in the Polesie Ukraine, contaminated with radionuclide due to the Chernobyl accident. The specific activity of radioactive ^{137}Cs in the long back muscles treated group was 5.9 Bq/kg, or 12.6% higher than in the control group, but did not exceed the DR-2006 (200 Bq/kg). However, the accumulation of radionuclide in the liver of experimental group of bulls compared to the control were 3.0 Bq/kg, or 6.8% ($P > 0,05$) lower.

Keywords: feeding, bulls, silage, rations, cesium, muscle tissue and liver

НАКОПИЧЕННЯ ^{137}CS У ПРОДУКТАХ ЗАБОЮ БУГАЙЦІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ В РАЦІОНАХ СИЛОСІВ ІЗ КУКУРУДЗИ ТА ЗЛАКОВО-БОБОВОЇ СУМІШКИ

Савчук Іван, Степаненко Валентина

Вступ

Враховуючи екологічні умови, що склалися в Україні після аварії на Чорнобильській атомній електростанції, є потреба звернути увагу на основи одержання високоякісної і екологічно безпечної продукції тваринництва. У зоні аварії на ЧАЕС понад 95% радіоактивних речовин надходить до організму сільськогосподарських тварин із кормом, основу якого становлять рослини. Отже, основне завдання тваринництва на забруднених радіонуклідами територіях – забезпечення тварин «чистими» кормами, а населення – екологічно безпечними продуктами харчування.

Тому, з метою передбачення можливих рівнів забруднення молока і м'яса та прийняття контрзаходів, що знижують надходження радіонуклідів до організму людей, необхідно знати основні закономірності їх обміну в організмі тварин (Славов, 1992; Саблюк та ін., 2010).

Організація повноцінної годівлі тварин в зоні радіоактивного забруднення Полісся України має важливе значення ще тому, що протеїновий дефіцит в раціонах великої рогатої худоби у стійловий період досягає 20–30%. Забезпечення тварин необхідною кількістю повноцінного перетравного протеїну – одна з головних проблем тваринництва цієї зони. На сучасному етапі проблема виробництва кормового білка важливіша, ніж нарощування обсягів виробництва кормів. Встановлено, що при дефіциті протеїну, мінеральних речовин



в раціонах, і, як наслідок, низькій продуктивності тварин, накопичення ^{137}Cs і важких металів в молоці та м'ясі значно збільшується в порівнянні з повноцінною годівлею (Ратошнюк, 2010).

З усього розмаїття кормів, що використовуються для годівлі сільськогосподарських тварин у зимовий період, а в посушливих районах – і в літні місяці при нестачі пасовищного корму, найбільше значення має силос. Наукою і практикою доведено, що значно кращими силосованими кормами, ніж силос із кукурудзи, є багатокомпонентні силоси із зеленої маси ярих зернофуражних культур (Бойко, 1980; Вудмаска і Притула, 2001; Столярчук та ін., 2001).

За рахунок зернобобових в суміші зі злаками поліпшується якість корму, балансується цукрово-протеїнове відношення, підвищується вміст протеїну і фосфору. При сприятливих умовах вирощування зернобобові формують урожай з високим вмістом білка без застосування дорогих азотних добрив за рахунок симбіотичної фіксації атмосферного азоту бульбочковою мікрофлорою (Бабич, 1980; Кокорина і Гузенко, 2000).

В останні роки в зоні Полісся стали широко використовувати овес, вику яру та пелюшку (горох польовий) у складі дво-, три-, чотирикомпонентних злаково-бобових сумішок. Їх використовують як на зелений корм, так і для заготівлі силосу. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов у господарстві, зазвичай, культивують кілька видів трав. Їх вирощують переважно в бобово-злакових травосумішах, що сприяє підвищенню врожайності та якості корму. Навіть за невисокої урожайності зеленої маси (160–180 ц/га) бобові трави економічно вигідні, тому що собівартість їх нижча, ніж зернофуражних культур (ячменю й кукурудзи) в 1,6–2,8 рази (Ратошнюк та ін., 2005).

Отже, на основі одержаних наукових даних можна зробити попередній висновок, що в зоні Полісся України при вирощуванні пелюшко-вівсяної суміші на силос можна отримати корм з майже удвічі меншими енергетичними затратами та кращими кормовими якостями.

Мета дослідження – визначити ефективність використання силосу із 3-компонентної сумішки ярих злаково-бобових зернофуражних культур (овес+пелюшка+вика яра) порівняно із кукурудзяним силосом при годівлі бугайців та перехід ^{137}Cs в яловичину при її виробництві в поліській зоні України, забрудненій радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС.

Матеріали і методи дослідження

Наукові дослідження проведено згідно з державною тематикою відділу тваринництва Інституту сільського господарства Полісся НААН, виконані протягом 2011–2014 років на молодняку української чорно-рябої молочної породи в умовах фізіологічного двору Інституту. Для годівлі тварин під час проведення дослідів використовували корми власного виробництва, вирощені на дослідному полі розміщеному у с. Грозине Коростенського району Житомирської області (III зона радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС).

Зоохіманаліз кормів проводили за загальноприйнятими методиками в лабораторії якості кормів і тваринницької продукції Інституту сільського господарства Полісся НААН. Вміст ^{137}Cs у кормах і продукції тваринництва визначали на гамма-радіометрі РУГ-91 "Адані".

Результати та їх обговорення

Аналізуючи середньодобове споживання кормів та структуру раціонів бугайців під час проведення досліджень, можна відмітити, що різниця в годівлі піддослідних тварин у дослідний період полягала в тому, що для тварин I (контрольної) групи в складі раціону використовували кукурудзяний силос (19,62 кг), а молодняк II (дослідної) групи одержував однакову за масою кількість 3-компонентного злаково-бобового силосу із ярих



зернофуражних культур. Інші корми всім піддослідним бугайцям згодовували в однаковій ваговій кількості

Виходячи із середньодобового споживання кормів тваринами та питомої активності ^{137}Cs в них, розрахували середньодобове надходження радіонуклідів в організм бугайців (табл. 1).

Таблиця 1 Питома активність ^{137}Cs в середньодобових раціонах піддослідних бугайців (Бк)
Table 1 The specific activity of ^{137}Cs in the daily diet of the experimental bulls (Bq)

Корми	Уміст ^{137}Cs в 1 кг корму (Бк)	Групи	
		I – контрольна	II – дослідна
Силос кукурудзяний	42,7	837,77	–
Силос із 3-компонентної злаково-бобової сумішки	46,7	–	916,25
Буряк кормовий	44,5	73,0	73,0
Солома вівсяна	143,0	353,21	353,21
Дерть пшенична	43,6	60,17	60,17
Дерть люпину	122,4	117,5	117,5
Всього в раціоні (Бк/добу)	–	1441,7	1520,1

Питома активність раціонів за ^{137}Cs по піддослідних групах коливалася в межах 1441,7–1520,1 Бк/добу і була більшою на 78,4 Бк/добу, або на 5,4% у II дослідній групі, ніж у контролі. Це пов'язано з дещо більшою концентрацією радіонуклідів в силосі із 3-компонентної злаково-бобової сумішки порівняно з кукурудзяним (46,7 Бк/кг проти 42,7 Бк/кг) (табл. 2). Це підтверджується дослідженнями М.І. Дідуха зі співавторами (2004). Ними доведено, що бобові культури накопичують значно більше радіонуклідів, ніж злакові.

Таблиця 2 Питома активність ^{137}Cs в продуктах забою бугайців (Бк/кг)
Table 2 Specific activity of ^{137}Cs in the bull slaughter products (Bq/kg)

Групи бугайців	Уміст радіоцезію в				Коефіцієнт переходу ^{137}Cs в продукцію (%)
	раціоні (Бк/добу)	продукції (Бк/кг)	± до контрольної групи		
			Бк/кг	%	
Найдовший м'яз спини					
I – контрольна	1441,7	46,9±1,2	–	–	3,25
II – дослідна	1520,1	52,8±2,0	+5,9	+12,6	3,47
Печінка					
I – контрольна	1441,7	43,9±2,3	–	–	3,04
II – дослідна	1520,1	40,9±2,0	-3,0	-6,8	2,69

Перехід радіонуклідів із кормів у продукцію тваринництва залежить від рівня і повноцінності годівлі тварин, їх віку, фізіологічного стану, продуктивності, тому в умовах рівноважного стану в одному кілограмі м'язової тканини великої рогатої худоби накопичується 0,02–0,06% Sr^{90} та 4–9% Cs^{137} , що надходить із добовим раціоном (Вайзенен і др., 1996; Славов і Високок, 2011).



Зокрема, питома активність радіоцезію в найдовшому м'язі спини бугайців дослідної групи виявилась на 5,9 Бк/кг, або на 12,6% більшою, ніж у тварин контрольної групи але не перевищувала ДР-2006 (200 Бк/кг). Проте, накопичення цього радіонуклідів в печінці бугайців дослідної групи, порівняно до контрольних аналогів було меншим на 3,0 Бк/кг, або на 6,8% ($P > 0,05$).

Параметром, який характеризує забруднення продукції тваринництва радіонуклідами та важкими металами залежно від їх надходження до організму тварин з кормами, є коефіцієнт переходу. Це відношення вмісту радіонуклідів в органах чи тканинах до добового його надходження в організм з кормами раціону.

У наших дослідженнях коефіцієнт переходу ^{137}Cs в яловичину складав 3,25–3,47% і був вищим на 0,22% абсолютних у бугайців, які отримували 3-компонентний злаково-бобовий силос, порівняно з використанням кукурудзяного силосу (рис. 1). Коефіцієнт переходу ^{137}Cs в печінку варіював у межах 2,69–3,04% і був на 0,35% абсолютних меншим у молодняку II групи порівняно з I групою.

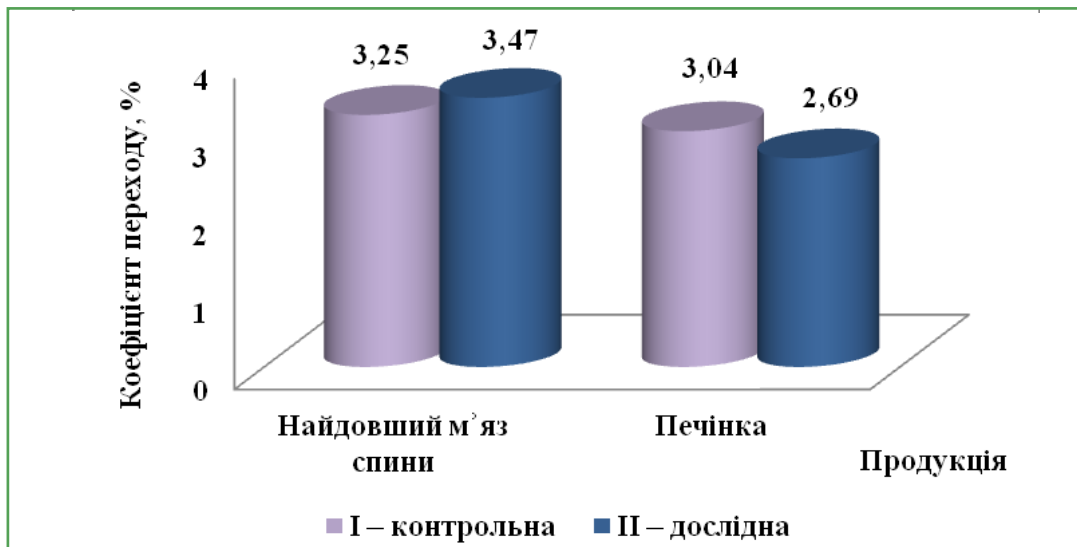


Рисунок 1 Коефіцієнти переходу ^{137}Cs в продукти забою бугайців (%)

Figure 1 Odds transition ^{137}Cs in products of slaughter bulls (%)

Висновки

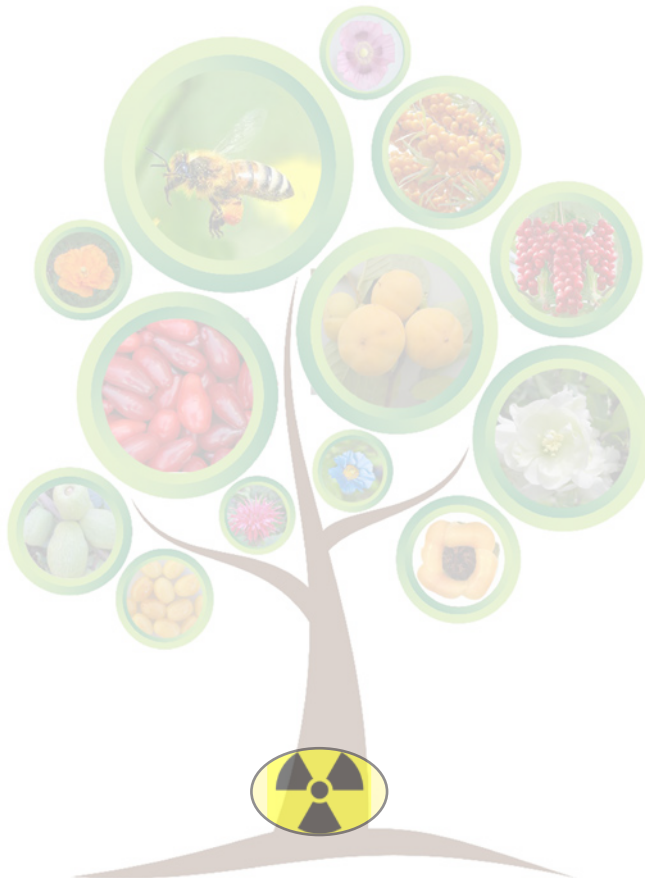
Враховуючи зазначене, можна зробити висновок, що годівля тварин у зоні Полісся України злаково-бобовим силосом порівняно з використанням кукурудзяного силосу, супроводжується незначним підвищенням накопичення ^{137}Cs у найдовшому м'язі спини та його зниженням у печінці тварин за недостовірної міжгрупової різниці.

Література

1. БАБИЧ, А.О. 1980. *Вирощування зернобобових на корм*. Київ: Изд-во Урожай. сс. 14–30.
2. БОЙКО, И.Н. 1980. *Консервирование кормов*. Москва: Изд-во Колос. 170 с.
3. ВУДМАСКА, В.Ю. – ПРИТУЛА, В.М. 2001. Силосовані корми із багатокомпонентних сумішок однорічних культур та їх продуктивний ефект у раціонах корів. *Вісник аграрної науки. Спецвипуск*, сс. 52–54.



4. ВЯЙЗЕНЕН, Г. – ТОКАРЬ, А. – ПЕТРОВА, Л. 1996. Контроль концентрации радионуклидов в кормах и говядине. *Молочное и мясное скотоводство*, № 2. сс. 30–33.
5. ДІДУХ, М.І. та ін. 2004. Ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях Житомирської області та їх комплексна реабілітація на 2004–2010 роки. *Метод. реком.* Житомир: Вид.-во ДАУ. 95 с.
6. КОКОРИНА, А.І. – ГУЗЕНКО, А.В. 2000. Бобовые травы как элементы ресурсосбережения в полевом кормопроизводстве. *Сельскохозяйственные вести*, № 3 (42), сс. 20–21.
7. РАТОШНЮК, В.І. 2010. Виробництво тваринницької продукції в зоні Полісся з використанням зеленої маси бобово-злакових сумішок. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, вип. 2, сс. 185–197.
8. РАТОШНЮК, В.І. та ін. 2005. Продуктивність пелюшки у змішаних посівах з підтримуючими культурами. *Вісник ДАЕУ*, вип 1, сс. 88–93.
9. САБЛУК, П.Т. та ін. 2010. *Економіка виробництва та використання кормів в Україні*. Монографія. Київ: Вид.-во ННЦ ІАЕ. 288 с.
10. СЛАВОВ, В.П. – ВИСОКОС, М.П. 2011. Зооекологія. *Підручник*. Жиитомир: вид.-во ЖДУ ім. І.Франка. 480 с.
11. СЛАВОВ, В.П. та ін. 1992. *Науково-технічний прогрес у молочному скотарстві*. Київ: Вид.-во Урожай. 200 с.
12. СТОЛЯРЧУК, П.З. та ін. 2001. Силосний тип годівлі корів та його перспективи. *Сільський господар*, № 3–4, сс. 18–20.





THE VALUE OF FUNCTIONAL FOODS IN THE CORRECTION OF IODINE DEFICIENCY AND HEALTH PRESERVATION OF POPULATION OF UKRAINE

Shapovalova Natalyya

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

E-mail: shap77@mail.ru

Extremely urgent problem of mankind is the problem of the prevention of iodine deficiency. It causes severe thyroid disease – goiter, hypothyroidism, disrupting the formation and function of the central nervous system that manifests in the form of mental retardation, the cretinism in children, disorders of the reproductive system of women, the rejection in the brain in older people. The most effective way to eliminate the iodine deficiency disorders (IDD) – is iodized salt. However, to limit the IDD prevention of iodized table salt is in expediently. This is due to the limited period of storage, the presence of trends in modern nutrition reduce salt intake by person, particularly by children, is also the possibility of an overdose of iodine, because it is contained in salt in inorganic form. Recently, as an effective tool against iodine deficiency, use Lamidan – the product of the Far Eastern laminarian algae, which is the main advantage of a balanced content of organically connected iodine and selenium – the necessary elements for the synthesis of thyroid hormones and enterosorbentive activity, which is caused by the presence of alginic acid. This product has been used by the authors in the recipes of the whipped pastry to create the new food products for schoolchildren of iodine deficiency regions. The article contains consumable properties of these products and the results of their physiological effectiveness. The article actual problems of enrichment confectionery by vitamins, micronutrients are covered. The aim was presented the principle of fortification of confectionery by biologically active agents.

Keywords: whipped pastry, marshmallow, whipped Turkish delight, Lamidan, Cichorlact

РОЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ У КОРЕКЦІЇ ЙОДОДЕФІЦИТУ ТА ЗБЕРЕЖЕННІ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

Шаповалова Наталія

Вступ

На думку вітчизняних вчених проблема порушення загального гомеостазу населення України з одного боку пов'язана з екологічним пресингом, а з іншого – з дефіцитом в раціоні харчування людини біологічно активних компонентів, рослинних тканин, вітамінів, ненасичених жирних кислот, мінеральних речовин. За багатьма показниками традиційні харчові продукти повсякденного вжитку не забезпечують навіть половини фізіологічних потреб людини. Поліпшення структури харчування населення є необхідною умовою для збереження здорового способу життя та її продовження.

Одне із перспективних, безпечних, біораціональних і економічно вигідних напрямків – масштабне виробництво і широке застосування натуральних функціональних харчових продуктів збагачених біологічно активними речовинами, що гарантують безпеку



і різноманітне застосування в напрямках екології, харчуванні і профілактики здоров'я населення (Рудавська, 2001).

Особливо гостро це стосується мешканців йододефіцитних біогеохімічних провінцій, які складають більше 1/3 території України. Йодна недостатність спричинює важкі хвороби щитовидної залози. Причинами виникнення йододефіциту в Україні є істотні зміни в ендоекології людей внаслідок Чорнобильської катастрофи, хімізація, масові стихійні лиха, які призвели до значного збільшення частоти зобу (Балаболкин, 2007).

Вже минає 30-й рік з дня техногенної аварії на Чорнобильській АЕС. Однак тенденція до подальшого ускладнення радіаційного стану довкілля відзначається в Україні і на сьогоднішній день. За даними клініко-морфологічного реєстру Інституту ендокринології відмічено збільшення кількості випадків раку щитоподібної залози, здебільшого за рахунок осіб, яким на момент аварії було 0–18 років. Тому питання профілактики патології щитовидної залози населення України не втратили актуальності й на сьогоднішній день (Корзун, 2007).

Матеріали і методи дослідження

Найбільш ефективним методом боротьби з йодною недостатністю є масова профілактика, яка полягає в створенні продуктів харчування збагаченими Йодом та Селеном (Рудавська, 2011).

До найбільш поширених продуктів щоденного споживання належать: хліб, вода, молоко, молочнокислі продукти, а у дітлахів, для яких нестача йоду є найбільш шкідливою, улюбленими продуктами є ласощі.

Метою нашої роботи було вивчення можливості корекції йододефіциту за допомогою новітніх харчових продуктів – збивних кондитерських виробів збагачених Йодом.

Враховуючи розвиток йододефіцитних захворювань, нами було обрано саме збивні кондитерські вироби з пінною структурою до яких відносять зефір, пастилу, збивні та кремово-збивні цукерки, східні солодощі типу м'яких цукерок (збивний лукум).

Збивні кондитерські вироби є найбільш улюбленими і доступними ласощами як серед дорослих так і у дітей. Завдяки порівняно низьким температурним режимам обробки вони є перспективними видами кондитерських виробів для надання їм оздоровчих властивостей.

З метою збагачення збивних виробів вітамінами, макро- і мікроелементами, запобігання та ліквідації дефіциту йоду в харчуванні, зниження енергетичного навантаження від споживання розроблених виробів в рецептурах було використано поліфункціональну добавку з ламінарієвих водоростей Ламідан (у вигляді порошку 0,5 г йодовмісної сировини на 100 г готового продукту) (Бабешко, 2007). Окрім того, в розроблених збивних кондитерських виробих 10% цукру замінено на Цикорлакт – суміш цикорію та сухого знежиреного молока (Рудавська і Шаповалова, 2011).

Результати та їх обговорення

Введення у рецептури збивних кондитерських виробів цикорлакту і Ламідану дозволило суттєво підвищити амінокислотний скор лімітованих амінокислот, покращити загальний рівень засвоєння білкових речовин, що суттєво підвищує їх біологічну цінність та їх протекторні властивості. При цьому необхідно зазначити, що добавки, які вводяться, істотно змінюють кількість амінокислот, не впливаючи на їх якісний склад (Шаповалова, 2013).

Більшість цукровмісних кондитерських виробів характеризуються відносно високим вмістом сухих речовин (від 76 до 84%), основну масу яких складають прості цукри (від 63,7 до 76,8). Вуглеводний склад розроблених збивних кондитерських виробів покращений порівняно з контролем. Вміст фруктози дещо вищий, це зумовлено тим, що у процесі виробництва нових виробів, інулін, який входить до складу цикорію частково гідролізується



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

з утворенням фруктоолігосахаридів та фруктози. Завдяки додаванню цикорлакту розроблені вироби збагачені лактозою, яка знижує солодкість готових виробів і таким чином позитивно впливає на смакові властивості готових виробів.

Експериментально встановлено, що застосування Ламідану і Цикорлакту дозволило суттєво збільшилася вміст всіх мінеральних речовин у складі розроблених кондитерських виробів (таблиця). Так, порівняно з контролем у збивних виробках спостерігається збільшення вмісту мікроелементів, а саме: вміст кальцію збільшився у 6–7 разів; магнію – в 1,8 раз, калію у 2,5 раз, сульфур у 3 рази. Нові вироби збагачені фосфором, а також низкою мікроелементів: манганом, ферумом, йодом, селеном, бромом та нікелем.

Споживання рекомендованої добової норми – 2–3 штуки (50–80 г) збивних ласощів забезпечує добову потребу здорової людини у йоді на 30–40%, потреби дітей шкільного віку – на 50%.

Таблиця 1 Мінеральний склад збивних виробів
Table 1 The mineral composition of the whipped pastry

Речовина	Вміст у збивних виробках				Добова потреба людини
	Зефір		Лукум		
	контроль	дослід	контроль	дослід	
Макроелементи (мг/100 г)					
Натрій	24,3±0,05	27,84±0,06	17,05±0,043	19,5±0,05	4000
Калій	146±0,24	308,4±0,44	105±0,20	244,3±0,31	3000
Кальцій	25±0,06	148,8±0,30	21±0,05	147,91±0,30	1000
Магній	24±0,10	43,44±0,20	21±0,09	56,1±0,30	400
Фосфор	не виявлено	63,3± 0,40	не виявлено	57,6± 0,30	1000
Хлор	1,3±0,01	3,43±0,02	1,7±0,01	3,58±0,02	3200
Сульфур	24,3±0,05	75,6±0,06	17,05±0,043	49,5±0,05	400–600
М. ч. золи (%)	0,25±0,03	0,75±0,05	0,22±0,02	0,67±0,04	
Мікроелементи (мкг/100 г)					
Хром	56±0,29	198±0,44	49±0,25	192±0,38	150
Ферум	700±0,22	1137,4±0,3	670±0,20	1119,6±0,32	14000
Манган	500±0,13	1730±0,37	630±0,16	2022,4±0,41	5000
Купрум	30±0,07	31,5±0,07	25±0,06	31,06±0,07	2000
Цинк	2150±0,48	2693,6±0,5	1560±0,38	2600±0,49	10000
Йод	не виявлено	128±0,43	не виявлено	126±0,32	150–200
Селен	не виявлено	4,05±0,02	не виявлено	4,58±0,02	50
Бром	не виявлено	2,27±0,01	не виявлено	2,18±0,01	30
Нікол	не виявлено	154±0,19	не виявлено	141±0,2	500

Примітка: $P \leq 0,05$; $n = 5$

Введення до складу зефіру та лукуму біологічно цінних дієтичних компонентів – Цикорлакту та «Ламідану» збагачує їх вітамінами групи В та Р-активними речовинами.



На базі Науково-дослідного інституту фітотерапії Ужгородського національного університету були проведені медико-клінічні дослідження впливу розроблених кондитерських виробів збагачених органічно-зв'язаним йодом на стан здоров'я та працездатність дітей шкільного віку, що проживають в йододефіцитних районах Закарпатської області.

В дослідженнях використовувались сучасні методи визначення йодної недостатності згідно з методиками, які рекомендовані ВООЗ.

Для вивчення можливості корекції йододефіциту збивні кондитерські вироби збагачені «Ламіданом» були включені до раціону харчування дітей Концівської школи-інтернату Закарпатської області. Профілактично оздоровлено понад 250 дітей старшого шкільного віку. Проведені дослідження рівня забезпеченості школярів Йодом показали, що до початку профілактики діти знаходились у йодному дефіциті.

Використання в раціоні розроблених продуктів з «Ламіданом» дозволило знизити дефіцит Йоду у старшокласників на 75% при збільшенні добової екскреції Йоду з 40,0 до 78 мкг/л при споживанні збивних виробів (рисунок 1).

Включення збивних виробів з «Ламіданом» до раціону харчування сприятиме його збалансованості, вирішенню проблем повноцінного білкового харчування, подоланню йододефіциту та пов'язаних з ним захворювань.

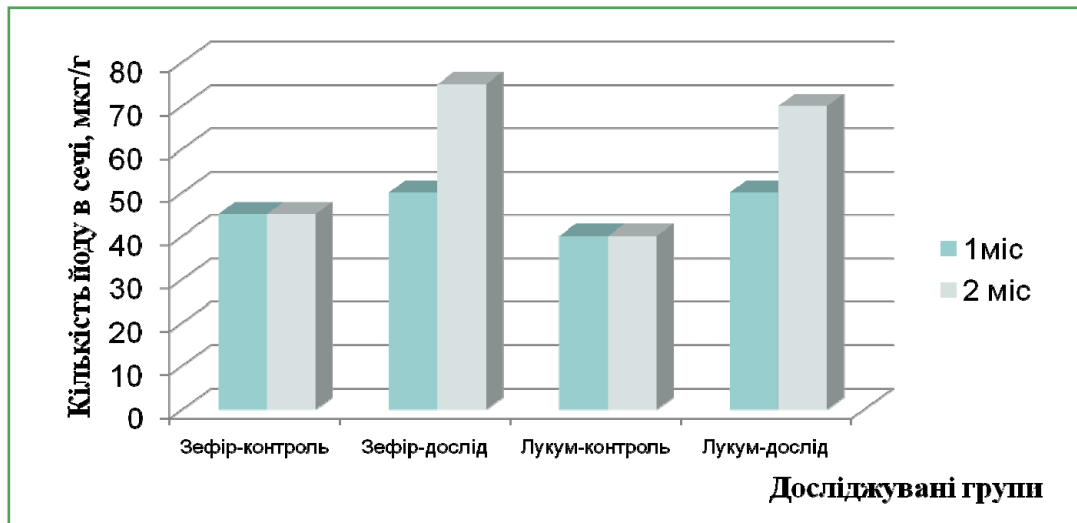


Рисунок 1 Результати дослідження екскреції йоду з сечі
Figure 1 Results of the research of iodine excretion in urine

Разом з тим можна стверджувати, що щоденне вживання даних поліфункціональних продуктів дозволить значно знизити витрати споживачів на профілактику йододефіцитних та інших пов'язаних з нестачею Йоду захворювань. Тому впровадження розроблених зефіру та лукуму у виробництво та споживання має значну соціальну значимість.

Висновки

Таким чином, нові розроблені солодоші мають низку переваг порівняно з традиційною продукцією, що зумовлено зниженням енергетичної цінності, збільшенням вмісту білкових речовин та покращенням мінерального та вітамінного складу.

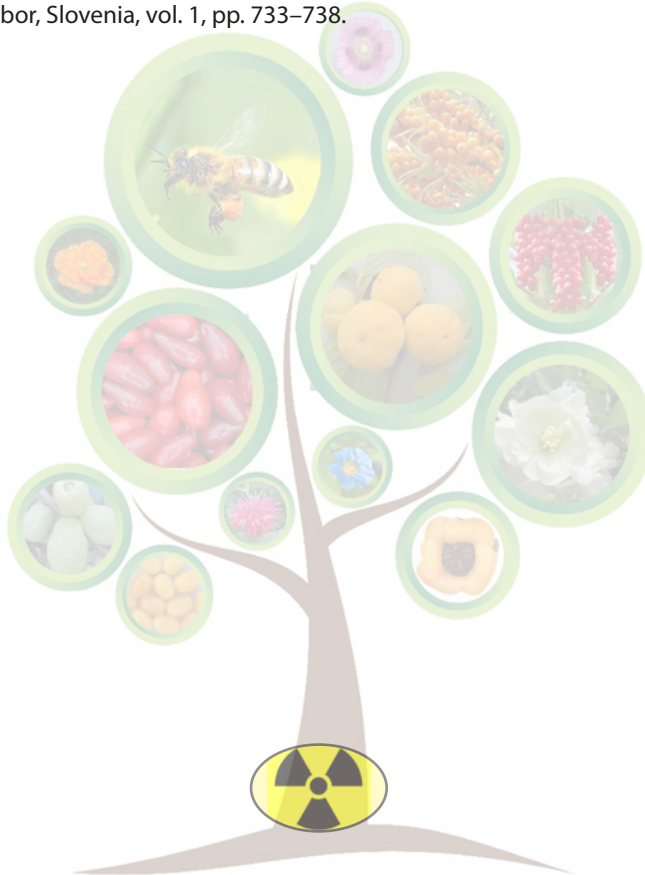
Нові розроблені функціональні харчові продукти збагачені органічно зв'язаним йодом та селеном можуть бути використані у профілактиці йододефіциту, а також фізичного стану



та проведенні біокорекційних заходів як у дітей-старшокласників, так і у дорослих в умовах постійного екологічного пресингу.

Література

1. БАЛАБОЛКИН, М.И. – КЛЕБАНОВА, Е.М. – КРЕМИНСКАЯ, В.М. 2007. *Функциональная и клиническая тиреодология*. М.: Медицина. 816 с.
2. КОРЗУН, В.Н. – КОЗЯТИН, І. П. – ПАРАЦ, А.М. 2007. Проблема мікроелементів у харчуванні населення України та шляхи її вирішення. *Проблеми харчування*, № 1. сс. 5–11.
3. РУДАВСКАЯ, А.Б. – ГОЛУБ, Б.А. 2004. Формирование ассортимента пищевых продуктов для профилактики йододефицитных заболеваний. *Торг. – экономические проблемы регионального бизнес-пространства. Сб. матер. Межд. научн. – прак. конф.*, Челябинск, сс. 205–206.
4. РУДАВСЬКА Г.Б. – ШАПОВАЛОВА, Н.П. 2011. Вплив нових пастильних виробів оздоровчого спрямування на стан здоров'я та працездатність учнів. *Міжн. наук.-практ. конф. «Екзо- та ендоекологічні аспекти здоров'я людини»*. Ужгород : Говерла, сс. 250–253.
5. РУДАВСЬКА Г.Б. – ШАПОВАЛОВА, Н.П. 2012. Мінеральний склад нових пастильних виробів оздоровчого спрямування. *Товарознавчий вісник*, сс. 347–352.
6. ШАПОВАЛОВА, Н.П. 2013. *Формування споживних властивостей пастильних кондитерських виробів підвищеної біологічної цінності*: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. КНЕУ. К. 26 с.
7. RUDAVSKA, A. 2001. Theoretical bases of optimization of health foodstuffs assortment for schoolchildren. *Proceedings of the 13th IGWT Symposium Commodity Science in Global Quality Perspective*. Maribor, Slovenia, vol. 1, pp. 733–738.





SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF MOTIVATION OF THE LOCAL CRAFTS DEVELOPMENT ON THE AREAS WITH ENHANCED ENVIRONMENTAL PRESSURES

Shestakova Anna

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

E-mail: 4ksann@gmail.com

The article presents the main directions of using of modernized traditional rural crafts as a form of alternative employment in Zhytomyr region. Important issues for the implementation of forest products collected in the Polissya region were indicated. Priorities for promote development of rural local crafts and reduce the impact of radiation contamination were outlined. Directions to promote ecotourism and recreational holiday were proposed.

Keywords: rural areas, increased environmental pressures, alternative employment, local crafts, natural resource potential

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ МОТИВАЦІЇ РОЗВИТКУ МІСЦЕВИХ ПРОМИСЛІВ НА ТЕРИТОРІЯХ ПОСИЛЕНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Шестакова Анна

Вступ

В ситуації, коли існує проблема інтенсивного розвитку сільського господарства, вкрай важливо мати власні допоміжні джерела фінансування, що здатні суттєво стабілізувати економічну ситуацію на селі. Такими джерелами можуть бути сільські місцеві промисли та підсобні господарства. Нині в умовах необхідності інтенсивного розвитку сільського господарства України, диверсифікація аграрного бізнесу в сільські місцеві промисли розглядається як один зі способів його розвитку.

Розвиток традиційних сільських промислів сприяє створенню взаємодіючих та взаємовигідних систем підвищення ефективності регіональної економіки, підвищуючи потенціал розвитку регіону та ступінь використання загальної сукупності природно-ресурсних факторів місцевого характеру. Сільські місцеві промисли – це, по суті, нова категорія, що супроводжується не лише розвитком дотичної галузі сільського господарства в загальному балансі АПК, але також створенням окремого кластеру, що буде поєднувати діяльність мисливських парків, природно-рекреаційних заказників, лісогосподарських підприємств, громадських організацій, мисливсько-рибальських товариств, науково-освітню спільноту екологічного і лісового напрямку, а також сприятиме зміцненню сільської економіки.

Аналізу проблем в області раціонального природокористування, лісового господарства та заповідної справи приділили увагу вітчизняні вчені Я. Генік, О. Каспрук, І. Соловій,



М. Чернявський, російські вчені А. Данилкин, А. Вершинин. У працях цих та інших науковців досліджуються окремі методологічні проблеми сталого розвитку лісових екосистем та проблем доступу до них місцевого населення. Однак проблемі розвитку місцевих промислів на територіях посиленого екологічного навантаження приділено недостатньо уваги.

Матеріали і методи дослідження

Об'єктом дослідження є процес розвитку сільських місцевих промислів як виду альтернативної діяльності на сільських територіях Житомирської області. Методологічну основу дослідження становить абстрактно-логічний метод, системно-синергетичний підхід, метод порівняльного аналізу.

Результати та їх обговорення

В сільській місцевості є багато видів ресурсів та умов, які дозволяють місцевим жителям здійснювати альтернативні від існуючої неефективної галузевої структури економіки до нового виду діяльності. Зокрема, склад та кількість видів такої діяльності може суттєво вирізнятися в залежності від природно-економічних особливостей території та низки інших особливостей. В умовах різкого загострення в демографічному та трудовому сегментах села перехід соціально та інноваційно-орієнтованої моделі розвитку набуває пріоритетного значення на територіях допустимого радіаційного забруднення Полісся. Розвиток традиційних сільських промислів на основі інноваційного використання біоресурсів рослинного та тваринного лісового світу вбачає нероз'ємний зв'язок комплексного розвитку сільського, лісового та водного господарства, харчової та переробної промисловості, а також інших галузей АПК. Розроблені пропозиції з організації нестандартних форм ведення сільських місцевих промислів як виду альтернативної діяльності населення, перспективно буде впроваджувати на всій території Житомирської області. Основні напрями використання модернізованих традиційних сільських промислів представлені в таблиці 1.

Регіон Полісся є одним з основних регіонів, де сільське населення споконвіку традиційно користується лісовими ресурсами. Особливе місце тут належить побічному лісокористуванню, а саме збору, заготівлі та справлянні лісових ягід, грибів, березового соку, лікарсько-технічної сировини. Даний промисел сприяє раціональному використанню лісових ресурсів, збільшенню надходжень коштів до місцевих бюджетів, які спрямовані на проведення лісогосподарських робіт та утримання лісів в належному стані з однієї сторони, а з іншої – формує сегмент альтернативної зайнятості в сільській місцевості районів посиленого екологічного навантаження. Оскільки в сільській місцевості населення здебільшого зайняте в підсобному сільському господарстві, рідше в сільськогосподарських підприємствах. Проте, сільське населення навіть в сезон сільськогосподарських робіт намагається не оминати можливості зібрати дари лісу і при цьому мати додаткові джерела поповнення родинних бюджетів.

Продукцію побічного лісокористування в сільського населення частіше скуповують суб'єкти підприємницької діяльності (тимчасові лісокористувачі), котрі здають дану продукцію на заготівельні пункти при лісогосподарських підприємствах. Здійснюють свою діяльність тимчасові лісокористувачі на основі лімітів, затверджених органом виконавчої влади, та дозволів (лісових квитків), виданих постійними лісокористувачами або власниками лісів області (Рішення Житомирської обласної ради № 210 від 17. 05. 2011 р.) (Рішення обласної ради..., 2011; Проблеми доступу місцевого..., 2011). Так у 2014 р. лісомисливськими підприємствами Житомирщини зібрано 1525,0 (тонн) ягід чорниці; 603,0 (тонн) ягід журавлини; 190,0 (тонн) ягід брусниці; 30,0 (тонн) ягід малини; 40,0 (тонн) грибів білих; 374,0 (тонн) грибів лисичок; 229,2 (тонн) лікарської сировини та 23,7 (тонн) березового соку. Найбільші показники збору та заготівлі продукції побічного лісокористування зібрані



Таблиця 1 Основні напрями використання модернізованих традиційних сільських промислів
Table 1 The basic directions of modernized traditional rural crafts

Форма використання	Характеристика
Надання широкого спектру послуг	<ul style="list-style-type: none"> - аматорське та спортивне полювання - промислове полювання - полювання в цілях здійснення науково-дослідної діяльності - полювання в цілях здійснення освітньої діяльності (вивчення біології диких тварин при вольєрному розведенні, розробка ефективних методів біотехнії в т.ч. підкормки мисливських тварин) - збиральництво лісових ягід, грибів, лікарсько-технічної сировини - аматорська та спортивна рибалка - освітньо-пізнавальна участь в риборозведенні на водоймах
Альтернативне сільськогосподарське виробництво	<ul style="list-style-type: none"> - виробництво м'яса диких тварин - виробництво іншої тваринної сировини нетрадиційних видів забійних тварин - виробництво рибної продукції - відведення спеціальної площі лісових угідь під ягідництво та грибярство - реалізація продукції промислів на харчові, технічні потреби та для фармацевтичної та медичної промисловості
Надання нестандартного спектру послуг та асортименту товарів	<ul style="list-style-type: none"> - трофейна продукція - таксидермічна продукція - сувенірна та реміснична продукція - шкіряна, лікарська та харчова продукція - первинна обробка та розділка туш - оформлення ветеринарного сертифікату - послуги товару по кулінарній обробці дичини - продаж мисливських тварин з метою подальшого розселення - інша мисливська та рибальська продукція
Соціально-культурні послуги	<ul style="list-style-type: none"> - готельний комплекс для активного відпочинку - стрілецько-мисливський та рибальський спорт - пізнавальні та освітні лекції - таксидермічна студія-музей - фотополювання, прокат мисливського, рибальського, спортивного та туристичного інвентару - майданчик для обміну досвідом - послуги паркування - екзотична кухня - інтернет та комунікації
Послуги рекреаційного напрямку	<ul style="list-style-type: none"> - мисливський туризм - сільський «зелений» туризм - екологічний туризм - екскурсійно-пізнавальний туризм



на територіях посиленого екологічного навантаження в Олевському, Білокоровицькому, Ємільчинському, Городницькому лісових господарствах Житомирщини. Надходження до місцевого бюджету за збір продукції побічного лісокористування склали 802,5 тис. грн., що порівняно з попереднім роком менше майже наполовину, проте майже вдвічі більше порівняно із 2010–2011 рр. (373,5 тис. грн. та 500,5 тис. грн.) відповідно (Яворська, 2015). Отже, дохід від збору грибів і ягід залишається суттєвим джерелом додаткового доходу та індикатором відтворення трудового потенціалу в альтернативній зайнятості сільського населення.

Дослідження українських вчених в рамках програми «Правозастосування та управління в лісовому секторі східного регіону дії європейського інструменту сусідства і партнерства II (ENPI-FLEG II)» виявили, що спільним для всіх трьох лісозалежних регіонів України (регіон № 1 «Розточчя», регіон № 2 «Закарпаття», регіон № 2 «Полісся») є високий рівень бідності та безробіття. Але, згідно з даними офіційної статистики рівень безробіття невисокий, тому що люди, які володіють земельними паями не вважаються безробітними. Насправді, дохід ведення сільського господарства є низьким, а кількість робочих місць у селі мала, тому населення змушене шукати роботу за кордоном, або в інших великих містах. Регіон Полісся є більш промислово розвинутий у порівнянні з двома першими, а також залежність від лісу є низькою. Села газифіковані, потреба в дровах є незначною, добре розвинуті комунікації та транспортне сполучення. Проте, дохід від збору грибів і ягід залишається вагомим внеском в сімейний бюджет (рис. 1) (Жила та ін., 2016).

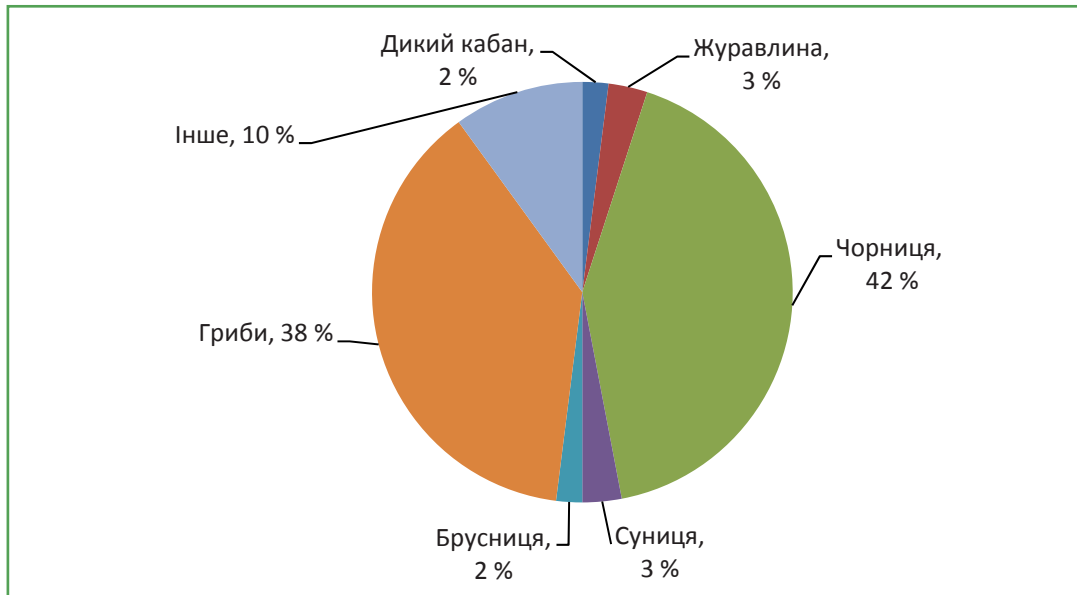


Рисунок 1 Найпопулярніші лісові продукти за величиною отриманих доходів, регіон № 2 «Полісся»
Figure 1 The most popular forest products by largest revenues, region № 2 "Polissya"

Висновки

Отже, найбільш поширеними дохідними лісовими продуктами на Поліссі є чорниця та гриби. Негативною тенденцією виступає найнижча цінова політика на відповідну продукцію, що пов'язано з тим, що при зборі ягід чорниці використовують спеціальні інструменти, внаслідок чого ягоди є більше засмічені. Крім того, на ринку є занижений попит на ягоди



з цього регіону через ризик, що вони можуть бути зібрані на забрудненій території внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Незважаючи на це, місцеве сільське населення продовжує брати участь у відповідному промислі як альтернативному виді діяльності. Тому в основу стратегії регіональної програми розвитку сільських територій мають бути закладені стійкі принципи та інноваційні підходи у веденні сфери місцевих промислів, які вдосконалять лісову політику та законодавство. Пріоритетними напрямками мають стати: підтримка малого та середнього підприємництва в сфері сільських місцевих промислів; удосконалення податкової системи при справлянні збору за побічне лісокористування; сприяння у створенні карбонових лісових насаджень на забруднених радіонуклідами територій; якісна оцінка бонітування угідь. Проте, важливим аспектом нині залишається підтримка соціального діалогу про лісову політику між державою, бізнесом та суспільством, а також сприяння у створенні екологічно стійких джерел доходу для поселень (запуск пілотних проектів з розвитку екотуризму) силами сільських громад, що залежні від лісу.

Література

1. ЖИЛА, Т. – СОЛОВІЙ, І. – ЖИЛА, А. – РУДИЧ, А. – ВОЛОСЯНЧУК, Р. 2016. Дослідження залежності місцевого населення від послуг лісових екосистем. Режим доступу: http://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/1913/forest_dependency_ukraine_-_ukr.pdf
2. *Проблеми доступу місцевого населення до лісових ресурсів та незаконні рубки в лісах Карпат і Західного Полісся*. 2011. За ред. М.В. Чернявського, І.П. Соловія, Я.В. Геніка : монографія. Львів : Зелений Хрест, Ліга-Прес. 256 с.
3. *Рішення обласної ради від 17.05.2011 № 210*. 2011. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zt.gov.ua>.
4. ЯВОРСЬКА, А.В. 2015. Природно-ресурсний потенціал як основа розвитку органічного виробництва. *Матеріали доповідей учасників III Міжнародної науково-практичної конференції "Органічне виробництво і продовольча безпека"*. Житомир: Вид-во "Полісся", сс. 333–337.





LONG TERM CHANGES OF CONTOUR COMMUNITIES IN COOLING POND OF CHERNOBYL NPP

Sylaieva Angelica, Protasov Olexandr

Institute of Hydrobiology of National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: labtech-hb@ukr.net

The succession periods, which are primarily initiated by technogenic factors, were distinguished for zoobenthos and zooperiphyton communities, based on literature data and data of many years of own observations of cooling pond of the Chornobyl NPP. It is the stage of formation during the exploitation of cooling pond first and second parts in the period before the accident, stage of transformation including changing of the dominant species of *dreissenidae* in unstable exploitation of NPP in the post-accident period after removing power plant from exploitation. Significant changes in biomass and structure of contour communities did not happen during almost complete replacement of one species *dreissenidae* by another. Increasing riches and growing quantitative characteristics of invertebrates of contour subsystem occurred upon removal of technogenic loading. For 2012–2013 period, prior to the decommissioning of Chornobyl NPP, cooling pond and lowering its water level the relative stability of taxonomic composition and quantity of invertebrates in Chornobyl NPP cooling pond can be stated. Level of benthos biomass increased as a whole in the cooling pond and in each zone, and zooperiphyton one is kept at the same level at least the past 15 years. A partial lowering of the reservoir water level will lead to a significant restructuring of entire contour subsystem. A significant amount of organic matter will get into draining area during lowering the water level.

Keywords: cooling pond, Chornobyl NPP, contour communities, zoobenthos, zooperiphyton

ДОВГОСТРОКОВІ ЗМІНИ У КОНТУРНИХ УГРУПОВАННЯХ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

Силаєва Анжеліка, Протасов Олександр

Вступ

Водойма-охолоджувач Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) є унікальним гідробіологічним і радіоекологічним об'єктом, модельною водоймою для аналізу і прогнозу сукцесійних змін у «посттехногенній» фазі розвитку екосистеми, наслідків радіоактивного забруднення. З багатьох технічних та економічних причин у 2008 р. за «Програмою зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС» було прийнято рішення про виведення водойми-охолоджувача (ВО) з експлуатації та його спуск. Прогнозні моделі показували, що зниження води призведе до перетворення ВО у складну екосистему з рисами болотної та заплавної. Було прогнозовано зміни важливих біотичних і абіотичних факторів середовища, гідрохімічного і гідробіологічного режиму, відмирання значної кількості гідробіонтів, надходження значної кількості додаткової органічної речовини. Прикладів та аналогів виведення з експлуатації водойми-охолоджувача такого розміру та забруднення, трансформації екосистеми техногенної водойми в умовах штучного зниження рівня води немає.



Метою даних досліджень, що проведені у 2012–2013 рр., була оцінка сучасного стану та довготривалих змін контурних угруповань ВО ЧАЕС в період, передуючий його виведенню з експлуатації та спуску.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження безхребетних у ВО ЧАЕС проводили протягом трьох сезонів: у листопаді 2012 р., у травні та липні 2013 р. Проби зообентосу відбирали по всій водоймі від урізу до глибини близько 10 м, зооперифітону – на кам'яному укріпленні струмененаправляючої дамби, що розташована вздовж ВО та ділить його на дві зони – колишню «теплу» та «холодну», з глибини 0,4 та 2,0 м. При відборі проб використовували загальноновживані гідробіологічні методи (Методи..., 2006). Зообентос відбирали за допомогою дночерпака СДЧ-250, зооперифітон – змивали з субстрату з певної площі. Усі проби фіксували 4% розчином формальдегіду, далі аналізували у лабораторії.

Результати та їх обговорення

Детальні дослідження контурних угруповань (зообентосу і зооперифітону) ВО ЧАЕС розпочалися практично з початку функціонування АЕС (з 1978 р.). Розподіл безхребетних був досліджений у 1979–1984 рр. на різних типах ґрунтів та різних субстратах – кам'яному укріплення дамб і берега, бетонному облицюванні каналів (Гидробиология..., 1991). На перших етапах формування ВО видове багатство зообентосу було невисоким. Середньорічний рівень розвитку «м'якого» зообентосу у 1979–1981 рр. досягав 0,94 г/м², з урахуванням молюсків – 249,12 г/м². При розширенні водойми для другої черги будівництва АЕС рівень розвитку «м'якого» зообентосускладав 0,14–0,30 г/м² з тенденцією зниження від 1982 р. до 1984 р., основу біомаси в більшості складали Chironomidae і Oligochaeta. Показники рясності знижувалися у просторовому аспекті – від півднього каналу (зона найменшого термічного впливу) до відвідного. Детальні дослідження перифітону кам'яного укріплення струменерозподільчої та направляючої дамб, укріплення північного берега, зокрема підводні, були проведені більш як на 130 трансектах. У просторовому розподілі зооперифітону чітко простежувався зв'язок з термічним режимом – склад угруповань і розподіл домінуючих видів були приурочені до певних термічних зон – у відвідному каналі угруповання з домінуванням мохуватки *Plumatella emarginata* Alm., на решті ділянок – з домінуванням дрейсени (*Dreissena polymorpha* Pall.). Було виділено більш як 20 угруповань, що характеризувалися певною різноманітністю за структурою домінування та ряснотою.

Після тривалої перерви, пов'язаної з аварією на ЧАЕС, дослідження безхребетних ВО були проведені у період поступової зупинки енергоблоків у 1999–2001 рр. (Балан та ін., 2002; Лукашев, Северенчук, 2004) та у 2002 р. у рамках проекту INTAS (Протасов, Силаева, 2012; Protasov, Silayeva, 2006a; 2006b). Після виведення з експлуатації енергоблоків ЧАЕС наприкінці 2000 р. термічний і гідродинамічний режими водойми-охолоджувача стали близькими до характеристик природних водойм даного регіону.

У доаварійний період у ВО мешкала лише *Dreissena polymorpha*, у 1990 р. спонтанно вселилась *D. bugensis* Andr., яка після 2000 р. стала домінувати за біомасою. Після зняття термічного навантаження на водойму дрейсеніди розповсюдилися і в колишній «теплій» частині ВО, де раніше ці молюски у бентосі були відсутні.

За даними досліджень 2012–2013 рр. у зообентосі виявлено 89 таксонів безхребетних з 16 груп. Домінували Oligochaeta (26 таксонів) та Chironomidae (23), зообентос ВО ЧАЕС відрізняється наявністю значної кількості таксонів Crustacea (15), «холодна» та «тепла» частини водойми практично не відрізнялися за кількістю таксонів.

У багаторічному аспекті кількість таксонів зообентосу зростала від 29–32 у доаварійний період до 61 таксонів – у 1999–2001 рр. і до 93 таксонів – у 2002 р. У 2012–2013 рр. було



відмічено 89 таксонів. Тобто таксономічне багатство після зняття техногенного навантаження зросло, домінування Oligochaeta та Chironomidae зберігалось протягом всього часу. Таксономічне багатство зообентосу знижувалось з глибиною.

У 2012–2013 рр. чисельність зообентосу змінювалася від 960 до 57480 екз/м², біомаса – від 0,43 до 9148,52 г/м², біомаса «м'якого» (без молюсків) зообентосу – 0,43–50,37 г/м². Загалом чисельність визначали Dreissenidae, Oligochaeta, Chironomidae та Gammaridae. За біомасою домінувала *D. bugensis*, у «м'якому» зообентосі – Gammaridae, Chironomidae, Corophiidae та Oligochaeta. Біомаса зообентосу зростала з 0,25 кг/м² у доаварійний період, до 1,67–10,35 кг/м² – у 1999–2001 рр. У 2002 р. максимальна біомаса досягала 4,97 кг/м². Можна констатувати зростання біомаси зообентосу, проте немає підстав вважати, що цей процес буде продовжуватися. Вірогідно, біомаса зообентосу буде коливатися в середньому біля 3–5 кг/м². Протягом багаторічних досліджень зберігалася тенденція зниження біомаси зообентосу від «холодної» зони до «теплої». За глибиною і у зонах загальна біомаса змінювалася несиметрично щодо направляючої дамби – на глибині 3 м в «холодній» зоні ВО біомаса зообентосу була вищою, ніж «теплій», на глибині 5 м – навпаки. Біомаса «м'якого» зообентосу збільшувалась від доаварійного періоду (0,46 г/м²) до 1999–2001 рр. і 2002 р. (відповідно 5,71 і 5,33 г/м²) та до 9,97 г/м² – у 2012–2013 рр. Також зберігалася тенденція більш значного розвитку безхребетних у «холодній» зоні відносно «теплої», в основному за рахунок Amphipoda у поселеннях дрейсени.

У 2012–2013 рр. у зооперифітоні було відмічено 44 таксони безхребетних з 15 груп, за домінування Oligochaeta та Chironomidae (по 12 таксонів), інші групи нараховували 1–3 таксони. У доаварійний період була відмічена значно більша кількість видів зооперифітону – 122 таксони, ніж за даними досліджень 2002 р. (84). У 2002 р. значно нижче стало видове багатство олігохет (17 проти 31), личинок комах (24 види і форма проти 31) і червоногих молюсків (6 проти 18), проте, з 3 до 5 зростає кількість видів мохуваток, відмічені Kamptozoa (*Urnatella gracilis*). В цілому, можна зробити висновок, що умови підігріву і циркуляції при роботі АЕС створювали різноманітніші умови для існування безхребетних зооперифітону, на сучасному етапі зниження кількості таксонів зооперифітону відбувається стосовно всіх груп.

Після припинення впливу скидних підігрітих вод АЕС угруповання зооперифітону у водоймі-охолоджувачі ЧАЕС стали більш однорідними за показниками рясності. У 2012–2013 рр. чисельність зооперифітону змінювалася у межах 11700–190313 екз/м², біомаса – 1294,03–17782,59 г/м², чіткої диференціації «теплої» та «холодної» зон за біомасою не відмічено, біомаса зооперифітону, як і у інші періоди досліджень, зростала зі збільшенням глибини. Після припинення роботи АЕС, відносно доаварійного періоду, відбулося зниження чисельності зооперифітону у 5 разів, протягом подальших років цей показник стабілізувався на рівні близько 60 тис. екз/м². Біомаса ж, навпаки, зростає у 2 рази і на даний час складає близько 8,5 кг/м².

Основним домінантом за біомасою у контурних угрупованнях з домінуванням дрейсенід. Поселення дрейсени у донних біотопах відзначені практично по усій водоймі, в основному на глибинних горизонтах 3–5 м, на піщаних мілководдях – у друзах та на черепашках крупних *Bivalvia*. Основним біотопом для існування дрейсенід у перифітоні є тверді антропогенні субстрати (бетон, каміння), в основному струмененаправляючої дамби. Як у бентосі, так і у перифітоні *D. bugensis* переважає над *D. polymorpha* за кількісними показниками, так, частка першої складала в середньому більш як 80% чисельності і 90% біомаси двох видів.

Основним фактором, що впливатиме на контурні угруповання при зниженні рівня води у ВО при його спуску, буде осушення значних площ дна у бенталі та твердих субстратів – у перифіталі. Існує певна ймовірність того, що деяка частина бентичних та перифітонних організмів будуть відступати разом з водою, але прикріплені організми, такі як дрейсена, не зможуть змінити свою локалізацію і мають загинути. Тому важливим елементом прогнозу щодо подальшого розвитку контурних угруповань є розрахунки разового запасу безхребетних.



Орієнтовні розрахунки запасу зообентосу та зооперифітону показали, що його можна оцінити відповідно у 5076,2 і 4057,5 т у вологій органічній речовині (без черепашок молюсків). При зниженні рівня води у ВО до 3 м у зону осушення потрапить 1,6 тис. т органічної речовини зооперифітону та зообентосу, при подальшому цей показник зростає до 4,7 тис. т.

У рамках розробки матеріалів до Техніко-економічного обґрунтування спуску ВО був запропонований поетапний, контрольований спуск з можливістю корегування режиму на основі даних моніторингу. У якості значень екологічного потенціалу, тобто комплексу показників водойми, було рекомендовано прийняти показники мезотрофного стану за екологічною класифікацією якості поверхневих вод суші (Методи..., 2006). Проте з 2014 р. відбувається неконтрольоване зниження ВО, екологічні наслідки якого є мало передбачуваними.

Висновки

Угрупування зообентосу та зооперифітону за час існування ВО ЧАЕС проходили ряд сукцесійних змін, які в першу чергу були ініційовані техногенними факторами – період формування при експлуатації ВО першої та другої черги у доаварійний період, період трансформації, в тому числі зміна домінуючого виду дрейсени при нестабільній експлуатації АЕС, у післяаварійний та період після виведення енергостанції із експлуатації. Проте ці зміни не призвели до принципових відмінностей між угрупованнями на різних стадіях розвитку (окрім біотопів з максимально високою температурою під час роботи АЕС). При майже повній заміні одного виду дрейсени іншим, суттєвих змін у показниках біомаси та структури угруповань не відбулося. При знятті техногенного навантаження відбулося збільшення багатства та зростання кількісних показників безхребетних контурної підсистеми. На етапі, що передував спуску ВО, було відмічено відносну стабільність угруповань контурної підсистеми ВО ЧАЕС. Частковий спуск водойми призведе до значної перебудови всієї контурної підсистеми.

Література

1. БАЛАН, П.Г. – ВЕКЛЯРСЬКИЙ, Р.В. – ВЕРВЕС, Ю.Г. та ін. 2002. *Модельні групи безхребетних тварин як індикатори радіоактивного забруднення екосистем*. Київ : Фітосоціоцентр. 204 с.
2. ЛУКАШЕВ, Д.В. – СЕВЕРЕНЧУК, Н.С. 2004. Изменение структуры макрозообентоса водоема-охладителя Чернобыльской АЭС в условиях уменьшения тепловой нагрузки на экосистему. *Гидробиол. журн.*, т. 40, № 4. сс. 64–72.
3. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод*. 2006. За ред. В.Д.Романенка. Київ : Логос. 408 с.
4. ПРОТАСОВ, А.А. – СЕРГЕЕВА, О.А. – КОШЕЛЕВА, С.И. и др. 1991. *Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины*. Киев : Наук. думка. 192 с.
5. ПРОТАСОВ, А.А. – СИЛАЕВА, А.А. 2012. *Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС*. Киев. 274 с.
6. PROTASOV, A.A. – SILAYEVA, A.A. 2006a. Communities of Invertebrates of the Cooling Pond of the Chernobyl Nuclear Power Station. Report 2. Communities of Zooperiphyton, Their Composition and Structure. In *Hydrobiol. J.*, vol. 42, no. 2, pp. 13–30.
7. PROTASOV, A.A. – SILAYEVA, A.A. 2006b. Communities of Invertebrates of the Cooling Pond of the Chernobyl NPS. Report 3. Communities of Zoobenthos, Their Composition and Structure. In *Hydrobiol. J.*, vol. 42, no. 3, pp. 3–23.



ZINC EFFECT AS A FOLIAR FERTILIZER ONTO CHLOROPHYLL CONTENT AND CORN HYBRID PLANTS DEVELOPMENT

Tafij Marina

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

E-mail: kaf-genetics@uzhnu.edu.ua

The article explores impact of differently concentrated zinc salts on the course of physiological biochemical processes, germination and development of nine investigated hybrids of maize. In particular, we investigate how solution of nitrate zinc, sulphate zinc and chloride zinc influence physiological biochemical processes of different maize hybrids. It is examined that due to high concentration the solutions of zinc salt can stop or detain processes of plants growth having an effect of heavy metal. Thereafter, low concentrations of salt solutions of the same element stimulate all development processes. It was found that heavy metals prevent biosynthesis in chloroplasts during the transportation into plants' organs, especially into leaves. Zinc enters active enzyme centres and takes direct participation in chlorophyll synthesis. Symptoms of zinc deficiency are developing throughout the whole plant or are localized on the old lower leaves. At first, brownish grey and purple-colored spots appear on the leaves of lower and middle layers and then spread on the rest of the plant. We took prepared extracts of pigments for estimation of optical density and hybrids coefficient of filtering and placed them into a vial for processing in photoelectric colorimeter. Having determined the optical density extracts of pigments of every hybrid, we defined chlorophyll contents in 50 millilitres of given hybrids' extracts germinated on distilled water, on solutions of zinc nitrate with 0.01% and 0.02% according to calibration schedule. Diagrams were made out of the results.

Keywords: maize, zinc, salt solutions, chlorophyll

ЕФЕКТ ЦИНКУ, ЯК ФОЛІАРНОГО ДОБРИВА НА ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ ТА РОЗВИТОК ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Тaufій Марина

Вступ

Кукурудза в процесі вегетації поглинає значні кількості мікроелементів. Особливо чутливою вона є до цинку. Тому метою наших досліджень було виявити, як різні концентрації важких металів впливають на ріст рослин кукурудзи та на її фотосинтетичні функції. Цинк входить до активних центрів ферментів, безпосередньо бере участь у синтезі хлорофілу (Кость та Петерсон, 2005). Вплив цинку на ріст рослин здійснюється через його контроль синтезу амінокислоти триптофану, яка є попередником ауксину – регулятора росту. Цинк регулює синтез білка, завдяки його впливу на метаболізм нуклеїнових кислот і зокрема РНК. Цинк впливає на фотосинтез і на процеси фосфорилування, тобто на вуглеводний обмін. Присутність цинку є необхідною умовою для синтезу вуглеводів у клітинах. Затримка розвитку кукурудзи навесні призводить до подовження вегетаційного періоду і як наслідок – до зниження врожаю зерна. (Мусієнко, 2005). В умовах поступового зростання



концентрації іонів цинку у середовищі спостерігається поява ознак пригнічення рослинного організму, що проявляється у гальмуванні ростових процесів, хлорозі листків, некрозах верхівок і країв листків, відмиранні коренів (Гуральчук, 2006; Вакерич, Ніколайчук, 2009). Хлоропласти становлять своєрідне джерело ферментів. Під впливом високих концентрацій цинку відбуваються зміни у фотосинтетичному апараті листків кукурудзи: зменшення вмісту основних пігментів та істотне збільшення вмісту сильного антиоксиданту – в-каротину (Таран, 2000; Тарчевський, 1993). Цинк виконує важливі функції в метаболізмі рослин. Найбільш важливі із них – це входження до складу різних ензимів, таких як дегідрогенази, протеїнази, пептидази і фосфогідролази. Зниження фіксації вуглекислого газу під впливом важких металів може бути зумовлене багатьма причинами, такими, як індуковане важкими металами закривання продихів та зменшення вмісту хлорофілу (Моргун та Ткачук, 2001; Косаківська, 2003; Гуральчук, 2006).

Матеріали і методи дослідження

Для всебічного вивчення впливу цинку на дев'ять гібридів кукурудзи, що відрізняються групою стиглості та морфологічними особливостями, ми обрали різні моделі досліджень. В лабораторних умовах, закладаючи дослід з тими ж гібридами та концентраціями солей, ми дослідили вплив 0,01% та 0,02% нітрату цинку на вміст пігментів у листках пророслих гібридів. Проводилось пророщення насіння протягом семи днів, визначали енергію проростання кожного з досліджуваних зразків. З семиденних проростків робили витяжку пігментів за наступною методикою: наважку свіжих листків досліджуваних гібридів по 1 граму нарізали ножицями, ставили в ступу і додавали CaCO₃ для нейтралізації кислот клітинного соку, також трохи подрібненого скла і 5 мл 95% спирту. Цю суміш розтерли і поступово доливали етанол по 5 мл. і зливали розтерту масу у лійку з фільтром. Залишок у ступці промивали невеликими порціями етанолу до повного вилучення пігментів. Фільтрат переносили у мірні циліндри, доводили об'єм до мітки 50 мл. Добуті витяжки використовували для подальших дослідів. Для визначення оптичної густини та коефіцієнту пропускання досліджуваних гібридів брали підготовлені витяжки пігментів, поміщали їх в кювети для обробки у ФЕКу. Для контролю ми робили розчин Гетрі. Результати досліджень оброблені за допомогою варіаційної статистики. Критерії показників розраховані за допомогою сервісних функцій статистичного пакета електронних програм MS Excel.

Результати та їх обговорення

Збільшення чи зменшення кількості цинку при вирощуванні кукурудзи прямо впливає на розвиток фотосистеми досліджуваних зразків, на співвідношення кількостей та якості пігментів, що беруть участь у всіх фізіологічних процесах цієї рослини. Для дослідження фізіолого-біохімічних процесів кукурудзи ми відібрали 9 гібридів, що вирізняються різними характеристиками. Ми пророщували наступні гібриди: ДКС 1, ДКС 2, ДКС 3, ДКС 4, ДКС 5, ДКС 6, Євраліс, Переяславський 230 СВ та Достаток 300 МВ. Показали, що при низьких концентраціях розчинів цинку (0,01% та 0,02%) відбувається стимуляція росту та значне підвищення енергії проростання насіння всіх гібридів. Це пов'язано з тим, що проростання насіння оброблених цинком рослин включає ініціацію низки метаболічних процесів. З результатів визначення впливає, що при пророщенні досліджуваних гібридів на слабо концентрованому розчині нітрату цинку кількість хлорофілу зростає порівняно з контрольним зразком. А зниження концентрації хлорофілу в рослинах під впливом важких металів може бути наслідком як інгібування процесів біосинтезу ферментів, так і їх руйнування. Визначивши оптичну густину витяжки пігментів кожного з гібридів, ми визначили вміст хлорофілу в 50 мл витяжки досліджуваних гібридів, пророщених на дистильованій воді, 0,01% та 0,02% – розчинах нітрату цинку за калібрувальним графіком. За результатами зробили діаграми. Деякі автори



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

вважають, що важкі метали (цинк та інші) можуть викликати зниження вмісту хлорофілу в листках металів (Бессонова, 2006).

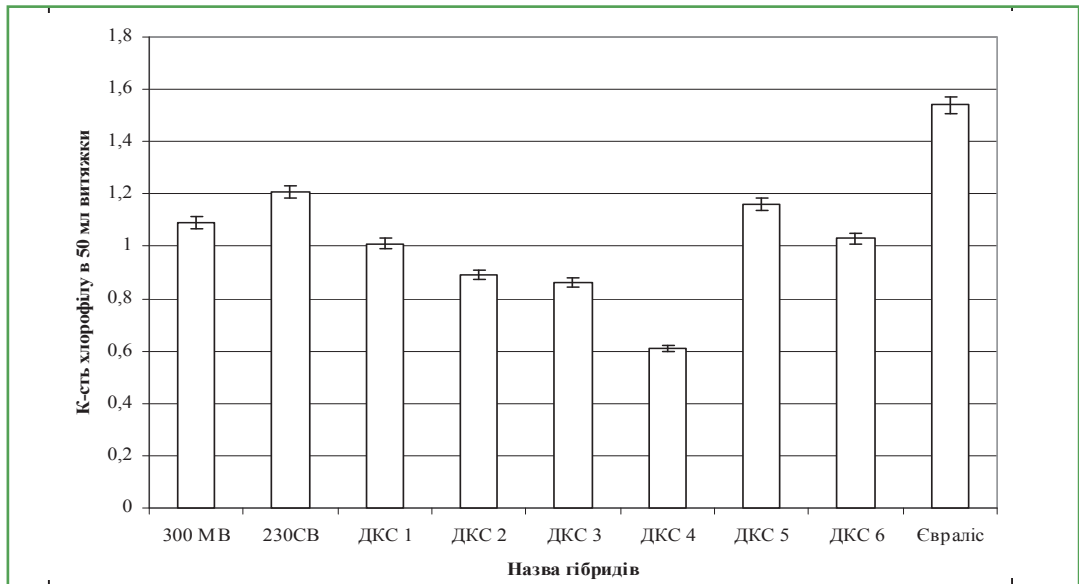


Рисунок 1 Вміст хлорофілу в спиртових витяжках досліджуваних гібридів (контроль)
Figure 1 Chlorophyll content in alcoholic extracts of studied hybrids (control)

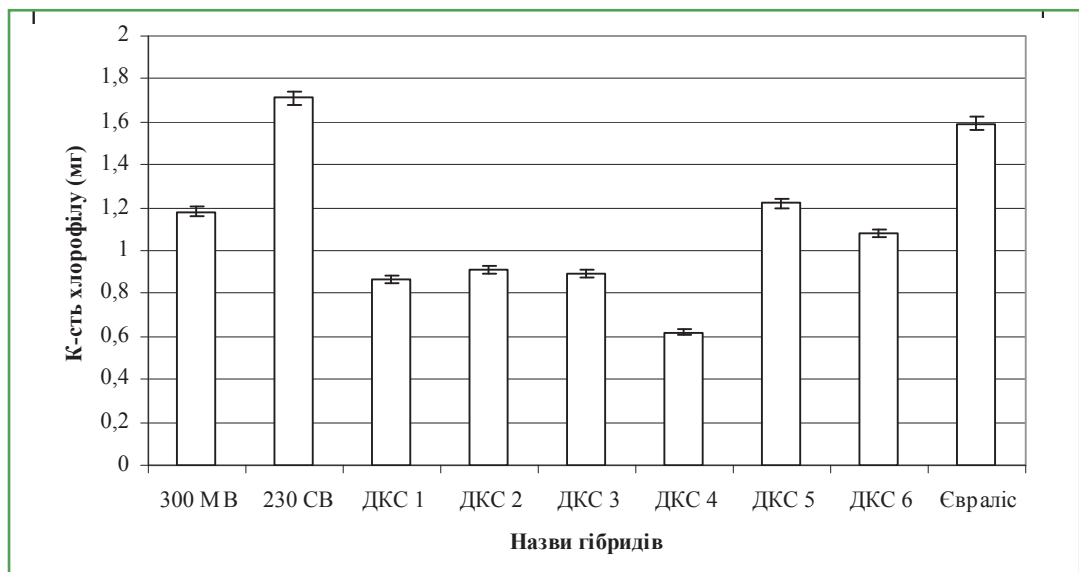


Рисунок 2 Вміст хлорофілу в спиртових витяжках досліджуваних гібридів, пророщених на 0,01% розчині нітрату цинку
Figure 2 Chlorophyll content in alcoholic extracts of studied hybrids germinated at 0.01% zinc nitrate solution



При позакореновому підживленні дев'яти досліджуваних гібридів кукурудзи 0,01% та 0,02% розчином нітрату цинку вміст пігментів збільшився, порівняно з контрольними показниками. Зокрема, гібрид Достаток 300 МВ – збільшення вмісту хлорофілу на 0,17 мг, пророщених на 0,02% розчині нітрату цинку порівняно з контролем і на 0,7 мг більше пророщених на 0,01% відповідно. Гібрид Переяславський 230 СВ показав кращі результати пророщений на 0,02% розчині порівняно з контролем на 0,5 мг. Гібрид ДКС 1 пророщений на 0,01% розчині нітрату цинку на 0,45 мг покращив показники. Гібрид ДКС 2 – на 0,10 мг.

Як відомо, проростання насіння рослин включає ініціацію низки метаболічних процесів і одним із найбільш важливих серед них є посилення енергопродукції, яке супроводжується підвищенням активності дихання їх тканин. Під впливом високих концентрацій цинку відбуваються зміни у фотосинтетичному апараті листків кукурудзи (Бессонова, 1999).

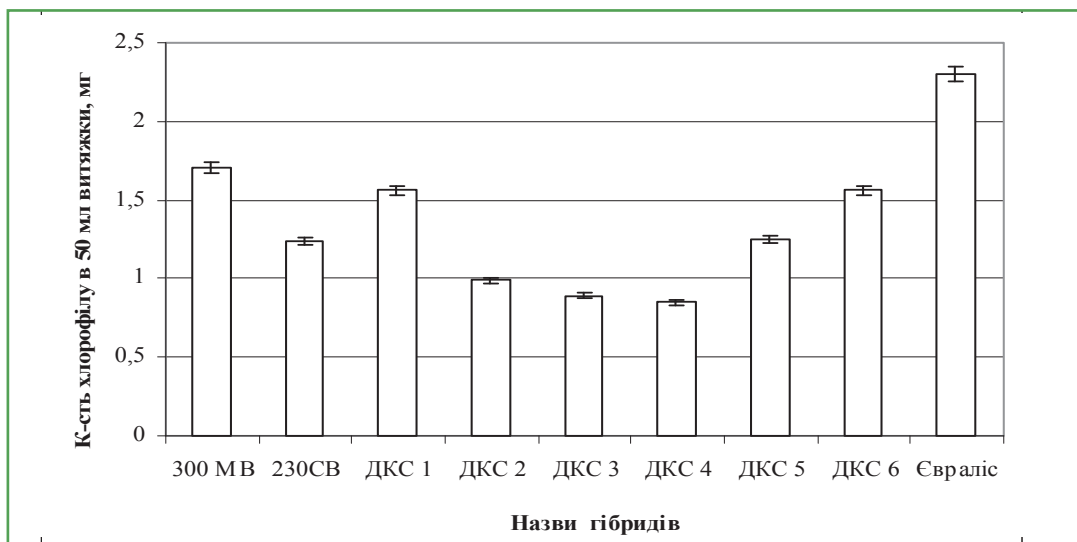


Рисунок 3 Вміст хлорофілу в спиртових витяжках досліджуваних гібридів, пророщених на 0,02% розчині нітрату цинку

Figure 3 Chlorophyll content in alcoholic extracts of studied hybrids germinated at 0.02% zinc nitrate solution

Гібрид ДКС 4 – на 0,24 мг збільшився вміст хлорофілу у пророщених рослин на 0,01% розчині та на 0,01 мг на 0,02%. Гібрид ДКС 5 на 0,01% розчині вміст хлорофілу в витяжках збільшився на 0,09 мг, а в рослинах, пророщених на 0,02% розчині – на 0,06 мг. Гібрид ДКС 6 на 0,52 мг збільшення показників порівняно з контролем та в гібриду Євраліс аж на 0,77 мг.

Висновки

При використанні малих концентрацій нітрату цинку спостерігаються стимулюючі процеси, що виявляються у покращенні фізіологічних та біохімічних показників рослини. Також спостерігаємо коливання вмісту хлорофілу в 50 мл витяжки досліджуваних гібридів кукурудзи, пророщених на 0,01% та 0,02% розчинах солей нітрату цинку. Найкращі результати показав Переяславський 230 СВ – на 0,5 мг, пророщених на 0,02% розчині. Найменшими виявили показники в гібриді ДКС 4, що пророщувався на 0,02% розчині нітрату цинку – 0,01 мг. Прогнозований приріст урожайності на рівні 10–30% та підсилення стійкості до грибкових та бактеріальних хвороб рослин, оброблених азотнокислим цинком 0,01% концентрації. А також підвищення жаростійкості та посухостійкості таких рослин.



Література

1. АНДЕЄВ, І.О. – СПІРІДОНОВА, К.В. – МАЙДАНЮК, Д.М. – КУНАХ, В.А. 2009. Генетичні ефекти культивування ін. вітро тканин кукурудзи. *Фізіологія і Біохімія Культурних рослин*, вип. 41(6), сс. 485–495.
2. БЕССОНОВА, В.П. 2006. *Вплив важких металів на фото системи рослин*. Дніпропетровськ, сс. 142–146.
3. БОЙКО, Н. – БАЛАЖІ, С. – ГАЛАС, Й. – КОВАЛЬ, Г. – КОВАЛЬЧУК, Н. – КОЗЛОВСЬКИЙ, В. – КОЛЕСНИК, А. – ЛЕГАН, О. – РОМАНЮК, Н. – СУХАРЄВ, С. – ТОТ, М. – ЧОНКА, І. – ЧУНДАК, С. – ШИМОН, А. 2008. *Забруднювачі та їх вплив на екологічно вразливі екосистеми Верхнього Потисся*. Ужгород, сс. 370–380.
4. ВАКЕРИЧ, М.М. – НІКОЛАЙЧУК, В.І. 2009. До вивчення впливу фіто активності міді та інших металів на онтогенетичний розвиток рослин. *Фізіологія рослин: Проблеми та перспективи розвитку*. Київ, сс. 287–305.
5. ГРОДЗИНСЬКИЙ, Д.М. 2013. *Адаптивна стратегія фізіологічних процесів рослин*. Наукова думка, Київ. 303 с.
6. ГУРАЛЬЧУК, З.З. 2006. *Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії*. Київ. 208 с.
7. ЄЩЕНКО, В.О. – КОПІТКА, П.Г. – ОПРИШКО, В.П. – КОСТОГРИЗ. П.В. 2005. *Основи наукових досліджень в агрономії*. Київ, сс. 26–30.
8. КОСАКІВСЬКА, І.В. 2003. *Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів*: дисертація; НАН України, Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного. К. : Сталь. 192 с.
9. КОСТЬ, С.Я. – ПЕТЕРСОН, Н.В. 2005. *Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин*. Київ, 150 с.
10. МЕЛЬНИЧУК, Д. – ГОФМАН, Д. – ГОРОДНЬОГО, М. 2004. *Якість ґрунту та сучасні стратегії удобрення*. Київ. 488 с.
11. МОРГУН, В.В. – ТКАЧУК, К.С. 2001. *Проблеми, стан та перспективи розвитку досліджень з фізіології живлення рослин*. Київ. 105 с.
12. МУСІЄНКО, М.М. 2005. *Фізіологія рослин*. Київ. 808 с.
13. НІКОЛАЙЧУК, В.І. – БЕЛЧГАЗІ, В.Й. – ВАКЕРИЧ, М.М. – КОЛЕСНИК, А.В. – КИШКО, К.М. 2012. *Фізіологія рослин. Малий практикум*. Ужгород. 160.
14. ТАРЧЕВСЬКИЙ, І.А. 1993. *Катаболізм и стрес у растений (52-е Тимирязевские чтения)*. Москва. 90 с.



SPECIES DIVERSITY OF VIRUSES AND THEIR VECTORS ON POTATO PLANTS IN A ZONE OF INTENSIFIED RADIATION MONITORING

Taran Oksana¹, Lisovyi Mykola¹, Chumak Vasil²

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

E-mail: idanilych245@gmail.com

An investigation of the spread of viral diseases in potato seed plantations, their agents and the number of insect herbivores, which are vectors of viruses, has been held in Kyiv region, in the area intensified radiation monitoring. The most prevailing viral diseases have been: common mosaic, mottling, parakrinkle and rugose mosaic, causative agents of which are Potato virus Y and Potato virus M. Viruses have been identified by means of ELISA and electron microscopy. Their morphology is identical with known viruses. The population of aphids has been represented by 63 species, 14 of which are viruses' vectors. The most numerous in the seed potato crop have been: *Aphis gossypii*, Glover 1877, *Aphis nasturtii*, Kaltenbach 1843, *Macrosiphum euphorbiae*, Thomas 1878, *Rhopalosiphum padi* Linnaeus 1758, *Acyrtosiphon pisum*, Harris 1776, *Aphis frangulae* Kaltenbach, 1845 and *Aphis fabae* ssp. These data can be used in future monitoring of the biodiversity in areas contaminated with radionuclides.

Keywords: potato, virus diseases, intensified radiation monitoring, aphids, Potato virus Y, Potato virus M, biodiversity

Introduction

Previous research in Chernobyl nuclear power plant's area has showed the negative impact of radiation on the immune system, antioxidant status, reproductive ability of females and sperm production in animals. It is shown that the mutation rate in the area has increased by twenty times in comparison to the normal frequency of mutations background (Møller and Mousseau, 2006). In addition to changes caused by mutations in the organism's vital activity, changes in population and species diversity can be also observed. It has been found out that a large number of investigated taxon has decreased in comparison to the level of background radiation (Møller et al., 2013). Less attention has been paid to the state of biodiversity in other regions of Ukraine that has been contaminated in the result of an accident.

The zone of enhanced radiation monitoring extends to 3.5 thd. sq. km only in Kyiv region. It is densely populated and there is active agricultural production, namely: growing potatoes for seed – covers about 10.000 hectares, most of which is situated in the zone of enhanced radiation monitoring. The phytosanitary status of potato crops mostly determines obtaining of high-quality seeds and controlling the spread of viral diseases that is the key to sustainable production of this crop. Aphids are active and economically important viral vector of potato diseases (Aphididae, Homoptera). That is why such studies of the species that inhabit plantations are necessary while valuation of the site's sustainability for seeds of high reproduction. This data is important for making forecasts on the development and expansion of diseases, together with development of the research practical measurements for their prevention. Moreover, the composition of insect populations may be one of the indicators of the ecological state of territories contaminated in the



result of the Chernobyl accident, as this group is the most numerous among living organisms and can be an indicator of the biological diversity of ecosystems.

As shown by studies conducted in the exclusion zone around the Chernobyl nuclear power plant, there are significant population effects which display an ecological adaptation of animals, namely invertebrates, to radiation stressor. These effects primarily relate to a significant decrease in the number of animals of different taxonomic rank, change of sex and age structure of populations, reduction of reproduction in populations of some species, those are classic ecological indicators of the population state (Møller and Mousseau, 2013; Gaychenko, 2013).

Thus, the purpose of our study has been ascertainment of the diversity of viruses and their vectors – insects-phytophagan in the area of enhanced radiation monitoring on areas contaminated with radionuclides due to the accident at Chernobyl.

Materials and methods

Our studies have been conducted in the Kyiv region in settlements that are assigned to the zone of intensified radiation monitoring. The density of soil contamination with cesium-137 as of 26.04.2006 was made 27.7 kBq/m² at observation points (Kholosha et al., 2008). Plantations of the seed potatoes in areas that are not contaminated, have been investigated under the terms that the calculated effective radiation dose with due account of radionuclide migration in plants and other factors in the area does not exceed 0.5 mSv (0.05 rem) per year over dose received by a person in pre accident period.

The viruses' estimation has been performed by ELISA (double sandwich option, DAS-ELISA, IFA), with the help of commercial test systems – LOEWE, Germany. The results have been recorded by the Termo Labsystems Opsi MR (USA) reader at wavelengths of 405/630 nm. Data processing of optical density of samples has been performed by means of descriptive statistics, determining the average and standard deviation data. The threshold optical density, which distinguishes the positive results of the enzymatic reaction on the value of the background, has been determined for each plate individually as it is recommended (Technical information).

Morphology of viral particles in preparation of potato saps has been investigated by means of transmission electron microscopy (JEM 1230 microscope (JEOL, Japan) using negative contrast agents of 2% solution of phosphoric-tungsten acid within 2 min (Salyha and Snitynskiy, 1999).

Collection of aphids by means of yellow traps Morike has been conducted every one or two days, the count and conservation of the winged species in 75% alcohol has been carried out in the laboratory. Determining the species carried by determinants (Heie, 1980, 1982, 1986, 1992).

Results and discussion

Among the viral diseases that have been found in plantations seed, the most common have been: parakrinkle, mottling and common mosaic. Serious viral diseases – rugose mosaic, severe necrotic mosaic and leaf roll have been met less and not in all the years of research (Figure 1). This distribution in general meets the structure of viral diseases of potato plants in seed plantations, located in unpolluted areas, but it should be noted the emergence of severe viral diseases in separate years – severe necrotic mosaic and leaf roll.

A certain increase in the number of infected plants of the seed potato plantations in uncontaminated areas should be attributed to the appropriate quality and thoroughness growing technology culture. The variability of the number of diseased plants for years is a result of growing technology and expression of biotic factors, including variability in the number of carriers during observations.

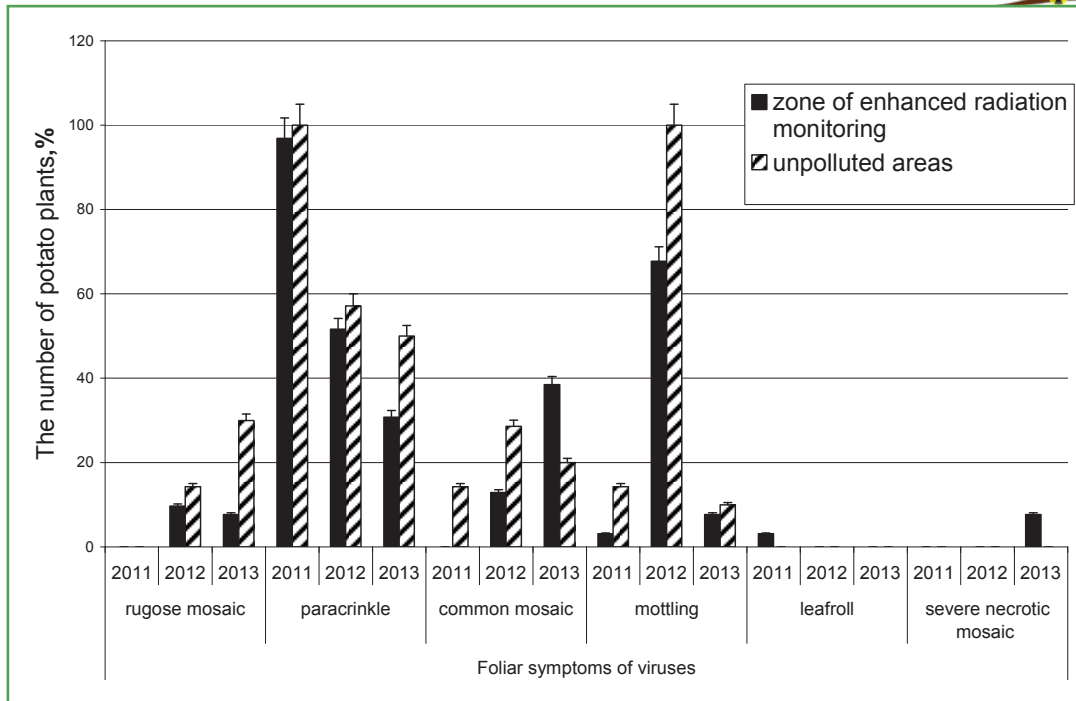


Figure 1 Viral diseases found in seed potato in the zone of intensified radiation monitoring and unpolluted areas, 2011–2013

Discovered agents of the potato disease are viruses, namely Potato leaf-roll virus, Potato virus Y, Potato virus M, which affect both monoinfection and mixed infections by Potato virus S and Potato virus X. Some of them have been identified by ELISA (Table 1.).

Table 1 Comprise of virus's antigens in samples of potato plants with symptoms of viral infection

Symptoms of viral diseases	PVY	PLRV	PVM
Severe necrotic mosaic	0.315±0.005	0.045±0.001	0.846±0.069
Rugose mosaic	0.140±0.023	0.046±0.002	0.685±0.144
Common mosaic	2.995±0.002	0.049±0.001	0.069±0.004
Mottling	2.997±0.002	0.050±0.001	0.075±0.004
	0.167±0.011	0.045±0.002	1.699±0.507
Negativ control	0.126±0.001	0.156±0.001	0.199±0.001
Positiv control	1.743±0.001	0.850±0.001	1.330±0.001

It should be noted that the content of antigen in the sample does not always coincide with the intensity of the manifestations of the symptoms. In particular, showed a relatively low content of Potato virus Y in samples with symptoms of severe necrotic mosaic and rugose mosaic, which causes the virus to mix with Potato virus M. In samples with symptoms of light diseases – common mosaic and mottling contrast, antigen content Potato virus Y has been very high. In addition, viruses have been identified in by electron microscope study of the affected potato plants (Figure 2).

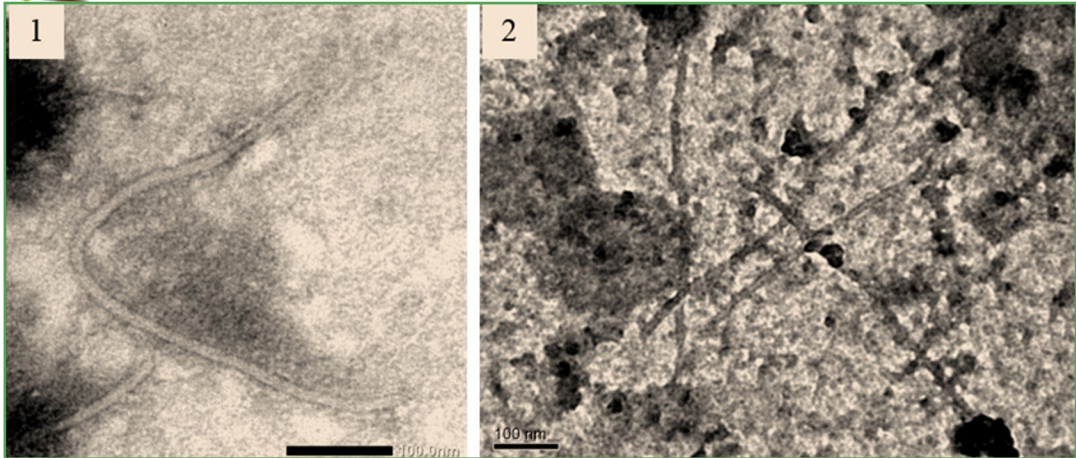


Figure 2 Virus particles in the juice of potato plants
1 – Potato virus Y; 2 – Potato virus M

The sizes of detected particles Potato virus M is 610 ± 15 nm in length and width – 12 ± 1 nm. Threaded particles of Potato virus Y has a length of 770 ± 65 nm and a width of 11 ± 1 nm. The size of these virus isolates correlates with the printed data (Brant, 2001; Brant, 2001).

Vectors of these viruses are aphids that transmit viruses in non-persistent manner, so that the virus persists in the body of the insect for short period of time. In general, the observation points, located in the zone of enhanced radiation monitoring, have identified 63 species of aphids.

Since many species of aphids are highly specialized phytophagous and are not fed by potato plants, their importance as vectors spreading viruses in culture, can be ignored. These types can be considered as dendrophilous monoecious species; species that are monophagous that feed on herbaceous plants and oligophagous species but trophic not related to plants of the family Solanaceae. Number of winged specimens of these species in traps for up period ranged from 1 to 38 pcs. / trap, but generally they were about 34% of the collected samples. During its development cycle associated with woody and herbaceous plants of different families, mostly weeds, but also cultivated plants - wheat, mustard crops that have formed the given ecosystem. The presence of these species in traps may be due to natural migration.

Aphids, playing an important role as vectors of viral diseases, have represented by 14 species in our study. The most numerous species have been *Aphis frangulae*, Kaltenbach 1845 and *Aphis fabae* ssp. Their total number is high – about 72% of the identified insect vectors, has created significant burden on the experimental plots. In addition, the species *Aphis gossypii*, Glover in 1877, *Aphis nasturtii*, Kaltenbach 1843, *Macrosiphum euphorbiae*, Thomas in 1878, *Rhopalosiphum padi*, Linnaeus in 1758 and 1776 *Acyrtosiphon pisum*, Harris also have significant weight in the population that inhabits this area.

We have not found any instance of *Myzus persicae*, which has the greatest weight as a vector, but hard to say whether or not there is a connection between this fact and the radioactive contamination of the territory. It should be noted that the biological effects of radioactive contamination monitoring areas must be taken into account the effects, accumulated over time as a result of continued chronic exposure. Therefore, fixing long-term effects of radiation on organisms one should start from the beginning of the radiation accidents to document trends in populations of animals for a longer time (Mousseau and Møller, 2012). However, the data on



the diversity of populations of insect herbivores received almost 30 years since the Chernobyl accident, can also serve for future research.

Conclusion

A variety of viruses that are circulating in this ecosystem depends primarily on the prevalence of host plants. Viruses that infect potatoes, transmitted from seed tubers and aphids can be transmitted from sick to healthy plants. Therefore, the spread of viral diseases of potatoes has a close relationship with the population of the ecosystem insect vectors. However, phytophagous insects through their trophic relationships with host plants may be exposed to radiation in areas contaminated with radionuclides due to the accident at Chernobyl. The study of the size and composition of populations that are affected by radioactive contamination can provide valuable information about the adaptation mechanisms of species and biodiversity of ecosystems.

References

- BRUNT, A.A. 2001. Potato virus M (PVM; Genus Carlavirus). In *Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes* (Ed. G. Loebenstein et al.). Kluwer Academic Publishers : The Netherlands, pp. 101–109.
- BRUNT, A.A. 2001. Potyviruses. In *Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes* (Ed. G. Loebenstein et al.). Kluwer Academic Publishers : The Netherlands, pp. 77–87.
- GAYCHENKO, V.A. 2013. Radiation adaptation as one of the factors for microevolution processes in animals populations. In *Nuclear Physics and Powervol*, vol. 14, no. 1, pp. 53–56.
- HEIE, O. E. 1980. *Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. I. The families Mindaridae, Hormaphididae, Thelaxidae, Anoeciidae and Pemphigidae*. Klapenborg, 236 p.
- HEIE, O. E. 1982. *II. The family Drepanosiphidae*. Klapenborg, 176 p.
- HEIE, O. E. 1986. *III. The family Aphididae: subfamily Ptero-commatinae et tribe Aphidini of subfamily Aphidinae*. Copengagen, Leiden. 314 p.
- HEIE, O. E. 1992. *IV. Family Aphididae: Part 1 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae*. Brill, Leiden. 189 p.
- KHOLOSHA, V.I. – TABACHNYI, L.Ia. – KOLIMASOV, I.M. 2008. *Radiological status of the territories referred to the radioactive contamination (by districts)*. VETA : Kyiv. 49 p.
- MØLLER, A.P. – MOUSSEAU, T.A. 2006. Biological consequences of Chernobyl: 20 years after the disaster. In *Trends in Ecology and Evolution*, no. 21, pp. 200–207.
- MØLLER, A.P. – MOUSSEAU, T.A. 2013. The effects of natural variation in background radioactivity on humans, animals and other organisms. In *Biological Reviews*, no. 88, pp. 226–254.
- MØLLER, A.P. – NISHIUMI, I. – SUZUKI, H. 2013. Differences in effects of radiation on abundance of animals in Fukushima and Chernobyl. In *Ecological Indicators*, no. 24, pp. 75–81.
- MOUSSEAU, T.A. – MØLLER, A.P. 2012. Entomological studies in Chernobil and Fucushima. In *American Entomologist*, vol. 58, no. 3, pp. 148–152.
- SALYHA, Iu.T. – SNITYNSKYI, V.V. 1999. *Electron microscopy of biological objects*. Lviv. 152 p.
- TECHNICAL INFORMATION. ELISA Data Analysis. Version: 4-11.07.2014.// <http://www.bioreba.ch/?idpage=6>



BEE PRODUCTS APPLICATION IN CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

Turchynyak Marya, Palko Nataliya, Davydovych Oksana

Lviv Academy of Commerce, Lviv, Ukraine

E-mail: palkona@ukr.net

The article presents the results of radioprotective properties of natural honey and bee products. The scientists investigated propolis, bee uterine milk, pollen and other bee products to prevent reduction of radionuclide accumulation in the body. As a prevention, honey and bee products is recommended.

Keywords: contamination, bee products, honey, propolis, bee pistillate jelly, pollen, zabrus, bee subpestilence

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Турчиняк Марія, Палько Наталія, Давидович Оксана

Вступ

Захист організму від потрапляння радіоактивних речовин – одна з найактуальніших проблем екології після Чорнобильської катастрофи, яка за масштабами забруднення навколишнього середовища була найбільшою у світі. Радіонукліди, потрапляючи в організм з харчовими продуктами і водою, формують основне навантаження і тим самим істотно впливають на стан здоров'я людини. Тривалий час споживання забруднених продуктів є основним видом опроміювання.

Сучасна концепція радіозахисного харчування (за В.І. Смоляром) базується на трьох основних положеннях: максимально можливе зменшення надходження радіонуклідів з їжею; гальмування процесу всмоктування і нагромадження радіонуклідів в організмі та дотримання принципів раціонального харчування. Зменшити надходження радіонуклідів в організм з їжею можна, знижуючи їх вміст у продуктах за допомогою різних технологічних прийомів, а також складаючи раціон з продуктів, що містять мінімальну кількість радіонуклідів. Для цього потрібно споживати чисті продукти або звільняти продукти від радіонуклідів. Гальмування процесу всмоктування і нагромадження радіонуклідів в організмі можна досягти за допомогою створення спеціальних раціонів спрямованої дії, включаючи до них сполуки, що виявляють радіозахисну дію.

Постановка завдання

Основною проблемою погіршення стану здоров'я в умовах підвищеного радіаційного впливу є забруднення продуктів радіонуклідами і порушення харчування. Нестача в раціоні білків, вітамінів, мінеральних речовин призводить до накопичення радіоактивного цезію і стронцію в організмі, а збагачення раціону білками, вітамінами групи В і С сприяє їх виведенню. Недостатнє споживання харчових речовин може призводити до розвитку так



званих хвороб дефіциту, до яких належать гіповітамінози, гіпомікроелементози, а також функціональні порушення в організмі, що передують вираженим патологічним процесам. Доцільним є пошук джерел надходження продуктів не тільки з лікувальною метою, але і з метою профілактики зменшення накопичення радіонуклідів в організмі.

Результати та їх обговорення

Правильне харчування є найважливішим чинником, що визначає функціонування захисних систем організму від негативних впливів навколишнього середовища, у тому числі радіаційного опромінення. Небезпека радіонуклідів обумовлюється їх всмоктуванням із травного тракту й наступним розподілом та накопиченням в органах і тканинах людини. Тому важливо запобігти надходженню радіонуклідів в організм із продуктами харчування й водою. При цьому раціон харчування повинен містити як речовини, які блокують всмоктування радіонуклідів, так і речовини, що сприяють їх виведенню з організму.

Мед та продукти бджільництва: прополіс, бджолине маточне молочко, квітковий пилок, перга, віск і бджолина отрута є ефективними при лікуванні радіаційних захворювань.

Мед – це біологічно активний продукт, який є добрим сорбентом, джерелом природних цукрів (фруктози, глюкози та ін.), легко засвоюється організмом на 100%. Окрім цукрів мед містить ферменти, вітаміни, мінеральні речовини, кислоти, амінокислоти, гормони, інгібіни (антисептики, бактерицидні речовини, пероксид водню) та більше 50 ароматичних речовин. Він відновлює сили, заспокоює, покращує сон, сприятливий для шлунка, печінки, корисний при великих фізичних навантаженнях, при цукровому діабеті, захворюваннях органів дихання, нирок і сечового міхура, має сильну бактерицидну дію (збудники перитоніту, тифу, холери, дизентерії, потрапивши у мед, гинуть). Мед рекомендують використовувати для загоєння опіків і ран (навіть важких, із відмиранням тканин).

В результаті досліджень доведено, що з медом радіація не передається живим організмам, а піддавшись опроміненню, він незначно втрачає свою біологічну активність.

Прополіс – це смолиста речовина з жовто-зеленим або темно-червоним кольором, гірким смаком і специфічним запахом рослин, з яких він отриманий. Склад прополісу неоднаковий, в середньому він містить: смол і бальзамів близько 55%, ефірних масел близько 10%, воску близько 30%, квіткового пилку 5%, крім того, до його складу входять і ароматичні речовини. Прополіс має антимікробні властивості, перешкоджає розвитку гнильних процесів, сприяє знищенню мікробів. Завдяки цим своїм властивостям він незамінний при лікуванні шкірних захворювань, туберкульозу, різних інфекційних хвороб. Більш поширене лікування прополісною маззю або спиртовим розчином прополісу.

Прополіс володіє широким спектром дії на весь організм. Учені розрізняють сирий (необроблений) прополіс і прополіс оброблений. Сирий прополіс – це продукт, який не підданий будь-якій обробці, його можна вживати в чистому вигляді або у вигляді гранул, порошку. Дозування для сирого прополісу коливається від 3 г до 10 г в день.

Проблема лікування променевих дерматитів і виразково-некротичних уражень шкіри, а також слизових оболонок, що виникають в екстремальних умовах при впливі змішаного гамма-нейтронного випромінювання, а також бета- і гамма-випромінювання радіоактивних осколкових продуктів, а в мирний час переважно в умовах променевої терапії злоякісних новоутворень і в різноманітних аварійних ситуаціях, залишається надзвичайно актуальною і чекає свого вирішення за допомогою радіобіології та медичної радіології, незважаючи на використання з лікувальною метою численних і різноманітних лікарських засобів.

Доведено ефективність використання прополісу при дерматитах променевого генезу. Випробуванню були піддані три фракції, виділені з прополісу: фенольна гідрофільна, фенольна гідрофобна і смоли-бальзамічна, що містить в своєму складі групу конденсованих фенольних сполук подібного складу.



Таким чином, протипроменева ефективність прополісу, його здатність стимулювати загоєння шкірних ран пов'язана з фенольною гідрофобною і конденсованою смолами –бальзамічними фракціями цього комплексу. Ефект цих компонентів прополісу вищий, ніж інших препаратів.

Позитивну дію надають препарати прополісу при лікуванні рентгенівських і радієвих ушкоджень. Вони сприяють швидшому зменшенню больових реакцій і рубцюванню ран. При лікуванні трофічних виразок, тріщин, рентгенівських і радієвих променевих уражень прополіс використовують у вигляді паст, лініментів, спиртових та водних витяжок. Спиртову витяжку прополісу наносять на область ураження за допомогою ватного тампону. У міру підсихання утворюється тонка плівка, що захищає зону ураження.

Маточне молочко містить гамма-глобулін, вітамін B5 (пантотенову кислоту), які необхідні для синтезу і метаболізму білків, жирів, вуглеводів та деяких гормонів. Його нестача викликає млявість, головні болі, схильність до інфекцій верхніх дихальних шляхів, а також характеризується безсонням, нудотою, нервовими розладами. Нуклеїнова кислота, що міститься в молочку, сприяє здоровій регенерації клітин. Маточне молочко містить всі незамінні амінокислоти і дев'ять замісних. Воно володіє антибіотичними властивостями. Маточне молочко має тонізуючі, антимікробні, протирадіаційні, імуногенні властивості, стимулює обмін речовин, зменшує млявість і підвищує життєвий тонус організму, нормалізує артеріальний тиск, стан судин і функції органів. Ефективне воно при неврастеніях, депресіях, для зняття психічних і фізичних перенавантажень, при атеросклерозах, стенокардії, енцефаліті, ожирінні та виснаженні організму.

Маточне молочко підвищує розумову і фізичну працездатність та є відмінним засобом проти радіації. У Японії після атомних вибухів маточне молочко було обов'язковим 3-кратним застосуванням на день для дітей і дорослих. Використовують його і при лікуванні онкології, а також як бактерицидний і антимікробний засіб. У результаті досліджень відзначені властивості нормалізувати артеріальний тиск до нормального. Рівень холестерину також знижується, обмінні процеси в серцевому м'язі підвищуються. Тим самим застосування маточного молочка сприяє швидкому відновленню після інфаркту або інсульту.

Згідно з науковими даними, квітковий пилок за складом і особливостями біологічної дії є унікальним харчовим продуктом широкої та різнопланової профілактично-лікувальної дії та потребує подальшого ретельного вивчення. Він містить повноцінний білок, всі амінокислоти, багато калію, залізо, мідь, кобальт, кальцій, фосфор, магній, цинк та ін. Завдяки високому вмісту рутину, який зміцнює стінки капілярів, пилок застосовують для профілактики серцево-судинних захворювань. У пилку є всі вітаміни (у пилку жовтої акації провітаміну А в 20 разів більше, ніж у моркві), фітогормони, активатори росту, бактерицидні речовини, природні антибіотики, ферменти, які нормалізують обмін речовин (Волошин, 2014).

Завдяки багатому складу пилок-обніжжя виявляє різноманітну лікувальну дію: стимулює ріст і відновлення ушкоджень тканин організму, зокрема печінки, підвищує гемоглобін крові, знижує вміст холестерину, має антисклеротичні властивості, помагає при інфарктах, інсультах, гіпертонії, тахікардії, аритмії, ішемічній хворобі серця, стимулює імунну систему, покращує апетит, розумову і фізичну працездатність, сприяє загоєнню ран. Доведено позитивний вплив пилку при онкологічних захворюваннях, перед, під час і після променевої терапії – він зміцнює захисну систему організму і сприяє виведенню токсинів.

Підмор – це природна сировина, яка складається з білку, хітину, меланінів, гепарину і гепароїдів, воску, вітамінів та інших речовин (Немцов та ін., 2001). Абсолютно суха маса порошку підмору, разом з восковими крихтами, містить: 54% протеїну, 26 – жиру, 15 – безазотистих екстрактивних речовин, 4,5% золи, макро- та мікроелементи (Разанов, 2010).

Широкий спектр властивостей підмору обумовлений наявністю в ньому біологічно активних комплексів. Тіло бджоли включає в себе практично всі компоненти меду, пилку, маточного молочка, прополісу, воску (амінокислоти, мінерали, вітаміни, ферменти,



гормоноподібні речовини). Бджолина отрута з тілом бджоли термостійка і всі її властивості зберігаються, а вживання бджолиного підмору не призводить до важких побічних ефектів, які можливі при бджоловжаленні, оскільки отрута в тілі бджоли гармонійно поєднується з своїм природним антидотом – гепарином. Жир бджолиних тілець цінніший за риб'ячий жир. Харчові волокна, які у великій кількості містяться в тілі бджоли, покращують секреторну і моторну функцію шлунково-кишкового тракту, ендокринної системи, легень, печінки, є чудовим сорбентом і звільняють організм від токсинів. В деяких країнах (Ефіопія, Шрі-Ланка) бджолиний підмор є цінним дієтичним продуктом, джерелом енергії та поживних речовин.

Одним з найважливіших компонентів підмору є хітиновий покрив тілець бджіл, який містить гепарин і хітозан. Гепарин здатний пригнічувати запальні процеси, стабілізувати кров'яний тиск, позитивно впливати на систему крові і стан судин. Хітозан здійснює загальнозміцнюючу і тонізуючу дію, нормалізує функції багатьох систем організму, активізує загоєння ран та опіків без утворення рубців.

Хітозан має стратегічний статус, зважаючи на його виняткові радіопротекторні властивості. Він повністю здатний зв'язувати в організмі вільні радикали, які утворюються під дією радіації. Найбільше поширення хітозан отримав для утилізації ядерного палива в оборонній та енергетичній промисловості. Ядерні реактори, які відслужили свій термін, уранові відходи і ракетне паливо надійно герметизувались в спеціальних капсулах, залитих хітозановим гелем.

Приблизно з 90-х років минулого століття хітозан почали використовувати в медицині як ефективний радіопротектор, сорбент токсинів і важких металів в організмі, при створенні надміцного шовного хірургічного матеріалу, виготовленні лінз і штучного кристаліка, виробництві апаратів штучного дихання, виготовленні протиракових препаратів. Хітозан не токсичний, не накопичується у верхніх шарах шкіри, не шкідливий для її чутливих ділянок. Застосовується при очищенні харчових відходів, питної води від мікроорганізмів, важких металів, для видалення дубильних речовин, в рибній та рибопереробній промисловості, паперовій, текстильній, хутровій та інших галузях.

Зважаючи на велику кількість бджіл у нашій країні, існує можливість отримувати хітинову сировину (підмор бджіл) в значних кількостях. Орієнтовно можна вважати, що приблизна кількість бджолиних сімей в Україні становить 3 млн., а середня сила однієї сім'ї дорівнює 3–4 кг бджіл. Літом, в період активного медозбору, та після зимівлі бджолина сім'я оновлюється на 60–80%. Звідси, щорічна сировинна база підмору бджіл може складати понад 5 тис. т. Така кількість підмору бджіл дозволяє розглядати його як перспективне джерело хітозану поряд з традиційними видами сировини.

Діючою біологічно активною речовиною підмору є хітозан. В апітерапії використовують антибактеріальні, протигрибкові, антивірусні властивості хітозану. На організм людини хітозан проявляє таку дію: виводить з організму надлишок жирів і холестерину; радіопротекторну (зв'язує і виводить радіоактивні ізотопи); антитоксичну дію (зв'язує і виводить токсичні елементи та кишкові токсини); регулює кислотність шлункового соку, попереджує розвиток виразки шлунку; знижує навантаження на печінку, очищує її; нормалізує мікрофлору кишечника; стимулює ряд функцій імунної системи; підвищує стійкість організму до інфекцій; антибактеріальну і протівірусну; регенеруючу (стимулює заживлення ран, виразок, опіків); зменшує прояви варикозного розширення вен, стабілізує кров'яний тиск.

Важливим компонентом, що виводить радіонукліди, є забрус. До складу забрусу входить спеціальна речовина з воскових і ферментативних залоз бджіл, а також прополіс і пилок. Саме тому забрус перевершує звичайний віск своїми антибактерицидними властивостями. Забрусом успішно лікують бактерійні та вірусні захворювання носа, горла, дихальних шляхів. Цей продукт не викликає алергії. Жування забрусу поліпшує секреторну і моторну діяльність шлунка, обмін речовин, кровообіг, підвищує фізичну працездатність.

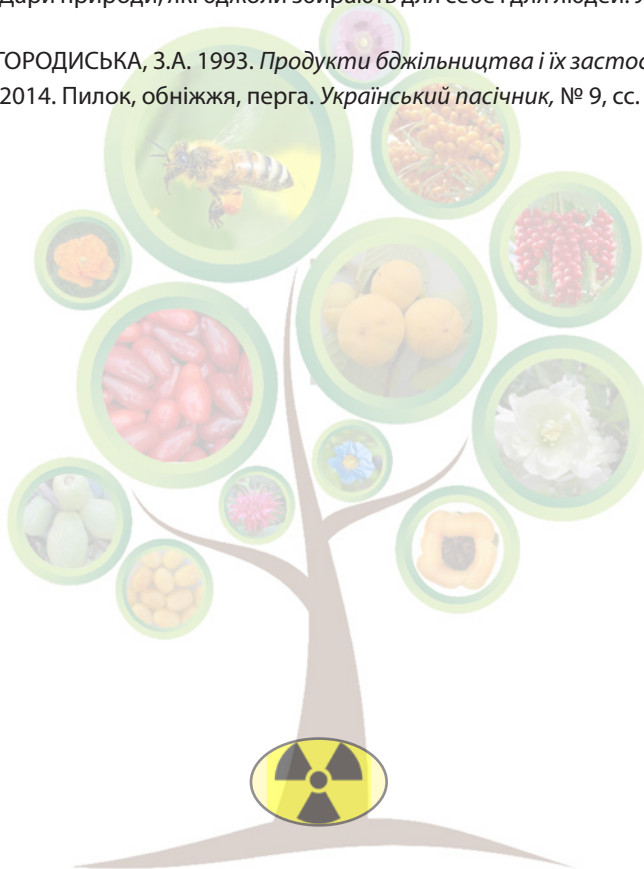


Висновки

Таким чином, в умовах радіоактивного забруднення в якості профілактики та оздоровлювальних системних регуляторних засобів, рекомендовано застосовувати мед та продукти бджільництва. У перспективі необхідно проводити принципово нові та глибокі дослідження, що значно розширять проблему збереження й оновлення здоров'я людини.

Література

1. БОГАЧ, А. 2011. Бджолопродукти для підвищення імунітету. *Український пасічник*, № 12, сс. 38–47.
2. ВОЛОШИН, О.І. – БОЙЧУК, Т.М. – ВОЛОШИНА, Л.О. 2014. *Оздоровче харчування: стан і перспективи XXI століття*. Чернівці: БДМУ. 536 с.
3. ГАНИЧ, Т. М. 2011. *Радіація. Здоров'я. Радіопротекція*. Ужгород: Говерла. 304 с.
4. ГОЛОВЕЦЬКИЙ, І.І. – СКРИПНИК, В.В. – КОРБУТ, О.В. 2010. Маточне молочко: властивості, одержання, зберігання, застосування. *Пасіка*, № 9, сс. 22–27.
5. ДІДУХ, М. 2011. Мій досвід лікування прополісом. *Український пасічник*, № 1. С. 43–44.
6. ОМАРОВ, Ш. М. 2009. *Апитерапія: продукти пчеловодства в мире медицини*. Ростов-на-Дону: Феникс. 351 с.
7. ПРУДНІКОВ, В. 2013. Вміст поживних речовин у обніжжі різного походження. *Тваринництво України*, № 9, сс. 37–39.
8. РЕПКА, В. 2011. Дари природи, які бджоли збирають для себе і для людей. *Український пасічник*, № 9, сс. 25–32.
9. СТЕГНІЙ, С. І. – ГОРОДИСЬКА, З.А. 1993. *Продукти бджільництва і їх застосування*. Київ. 127 с.
10. ТВЕРДОХЛІБ, З. 2014. Пилок, обніжжя, перга. *Український пасічник*, № 9, сс. 27–29.





COMPREHENSIVE EVALUATION OF CHERRY ELEAGNUS AND SEA BUCKTHORNS

Vasyuk Evgen, Dzhurenko Nadia, Palamarchuk Olena

M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: medbotanica@ukr.net

Leaves, buds and fruits of the cherry eleagnus (*Elaeagnus multiflora* Thunb.) and sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) contain a significant amount of biologically active agents. Buds of a sea-buckthorn contain about 1800 mg % of catechins, in the cherry eleagnus leaves, the amount of ascorbic acid reaches 245 mg %. Oil was obtained from cherry eleagnus (27.3%). In the lipid fraction from seeds were found 11, and in pulp 15 fatty acids. Over 60% of the total content are essential fatty acids. The content of essential fatty acids (linoleic and linolenic) in the fruit of cherry eleagnus is higher than in sea-buckthorn fruits. Fruits and leaves of the cherry eleagnus and sea-buckthorn can be used as a source for creation of preventive preparations with radioprotective properties.

Keywords: *Hippophae rhamnoides*, *Elaeagnus multiflora*, biochemical structure of fruits, leaves, buds, oil of cherry eleagnus

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА МАСЛИНКИ БАГАТОКВІТКОВОЇ ТА ОБЛІПИХИ КРУШИНОВИДНОЇ

Васюк Євген, Джуренко Надія, Паламарчук Олена

Вступ

Аварія на Чорнобильській АЕС призвела до ускладнення екологічного становища в Україні, що викликало погіршення стану здоров'я населення, особливо в районах забруднених радіонуклідами і промисловими відходами. Вживання забруднених продуктів харчування сприяє накопиченню в організмі радіонуклідів, токсинів спричиняє зростання хронічних захворювань серцево-судинної, нервової, дихальної систем, органів травлення, онкозахворювань. При цьому вчені стверджують, що рівень захворювань, пов'язаних з чорнобильською катастрофою, буде зростати ще впродовж 200 років, а генетичні наслідки проявляться навіть через 500 років (Мехмонов, 2004).

У зв'язку з екологічною небезпекою для населення України важливим питанням детоксикації організму від токсичних речовин і радіонуклідів та нормалізації порушеного обміну речовин є пошук рослин з високим вмістом біологічно активних сполук, які виконують функцію рослинних детоксикантів, до яких належать фітосорбенти та антиоксиданти.

Серед фітосорбентів особливе місце займає пектин, який став об'єктом уваги дослідників після Чорнобильської аварії. Багатий вміст макро- та мікроелементів у пектині здатний покривати дефіцит мікроелементів та обмінювати їх на радіонукліоти, важкі метали та токсичні речовини. Важливим джерелом фітосорбентів є айва, смородина, слива, цитрусові, тощо.



Рослинні антиоксиданти (флавоноїди, каротиноїди, токофероли, аскорбінова кислота, тощо) – це найважливіші засоби захисту організму людини від довготривалого навантаження дії низьких доз радіації і уражень токсичними речовинами як екзогенного, так і ендогенного походження. Вони в значній кількості нагромаджуються в плодах обліпихи, шипшини, горобини звичайної та чорноплідної, квітках робінії псевдоакації, софори японської та інших; містяться в обліпиховій і шипшиновій олії. Природні антиоксиданти активно впливають на організм при опроміненні радіонуклідами у поєднанні з рослинними полісахаридами пектинової будови (Барабой, 1995; Максютіна і Пилипчук, 1996). До антиоксидантів належать мікроелементи цинк і селен, який необхідний організму для функціонування глутатіону, що бере участь в знешкодженні вільних радикалів.

Багатогранність вище окресленої проблеми передбачає дослідження нетрадиційних рослин, їх комплексне та поліфункціональне використання. Такими рослинами є представники родини Маслинкових (*Elaeagnaceae* Adans.) – обліпиха крушиновидна (*Hippophae rhamnoides* L.) та маслинка багатоквіткова (*Elaeagnus multiflora* Thunb.). Відомо, що плоди обліпихи широко використовуються в харчовій і фармацевтичній промисловості. Маслинка багатоквіткова – перспективна плодова, лікарська, декоративна, але ще недостатньо вивчена рослина.

З метою розширення асортименту рослинної сировини, перспективної для створення фітозасобів лікувально-профілактичного спрямування, зокрема, з антиоксидантним ефектом проведено фітохімічні дослідження плодів, листків і бруньок представників родини *Elaeagnaceae*.

Матеріали і методи дослідження

Об'єктами досліджень були види: обліпиха крушиновидна, маслинка багатоквіткова. Зразки для біохімічних аналізів відбирали протягом вегетаційного періоду у наступні фази розвитку рослин: початок вегетації, цвітіння, дозрівання плодів і кінець вегетації; плоди досліджували у фазі повного досягання.

Визначення аскорбінової кислоти, органічних кислот, пектинів проводили за А.І. Єрмаковим (Методы биохимических исследований, 1987), Р-активні сполуки (катехіни, антоціани, лейкоантоціани, флавоноли) - згідно «Методических рекомендаций по анализу плодов на биохимический состав» (1982). Дубильні речовини визначали за методикою «Государственной фармакопеи» (1990). Макро- та мікроелементи визначали методом рентгено-флуоресцентного аналізу на спектрометрі ELVAX. Точність визначення $\pm 0,3\%$ (Кириленко и др., 2000). Склад жирних кислот ліпідної фракції встановлювали методом хроматографії на газорідному хроматографі "HP-6890".

Результати та їх обговорення

Проведені дослідження листків обліпихи крушиновидної та маслинки багатоквіткової показали, що в них накопичується значна кількість біологічно активних сполук: флавоноїдів (флавоноли, флаволи, катехіни, лейкоантоціани), дубильних речовин.

Нагромадження флавонолів у листках маслинки багатоквіткової має свою специфіку: мінімальна кількість їх спостерігається на початку вегетації (0,62–0,93 мг/г); у фазі плодоношення їх рівень збільшується до 2,54 мг/г, максимум складає 3,69 мг/г у фазі плодоношення. В подальшому вміст флавонолів зменшується до 1,84 мг/г.

Така ж тенденція відмічена і при визначенні дубильних речовин. Їх вміст протягом вегетації змінюється від мінімального (0,48%) на початку вегетації до максимального (3,46%) у фазі дозрівання плодів, а потім поступово знижується до 2,91% на кінець вегетації.

Серед біологічно активних речовин рослин з фармакологічною активністю важливе місце займають сполуки вітамінного спрямування – аскорбінова кислота, каротиноїди та



хлорофіл. Слід зазначити, що у листках маслинок аскорбінової кислоти міститься майже в 10 разів більше порівняно з плодами. На початку вегетації її вміст складав 183,4 мг %, під час цвітіння – 245,0 мг %, у фазі дозрівання плодів – 160,2 мг %; наприкінці вегетації – 96,9 мг %. Схожа закономірність відмічена при дослідженні аскорбінової кислоти в листках обліпихи: 147,7 мг % (початок вегетації), 151,3 мг % (листова пластинка сформована), 150,1 мг % (дозрівання плодів), 90,9 мг % (наприкінці вегетації).

Дослідження бруньок показало, що обліпиха накопичує до 18000,0 мг % катехинів. Це значно більше навіть в порівнянні з молодими пагонами чайних рослин. У маслинок їх кількість становить 5430,0 мг %. Переважає обліпиха і за вмістом лейкоантоціанів – 8800,0 мг %, у маслинок – 586,0 мг % та дубильних речовин (8,1%), у маслинок – 4,2%. У бруньках обліпихи та маслинок також виявлено значний рівень полісахаридів 14,1% та 8,0% відповідно. Кількість аскорбінової кислоти у бруньках обліпихи складає 414,0 мг %, хлорофілу А – 30 мг %, хлорофілу В – 16,0 мг %, каротиноїдів – 18,2 мг %; у маслинок – 62,6 мг % аскорбінової кислоти, 16,0 мг % хлорофілу А, 7,0 мг % – хлорофілу В, 14,2 мг % – каротиноїдів.

Плоди і листки маслинок багатоквіткової та обліпихи крушиновидної накопичують значну кількість деяких макро- і мікроелементів (табл. 1).

Таблиця 1 Вміст мінеральних елементів у плодах і листках представників родини Elaeagnaceae (мкг/г у перерахунку на суху масу)

Table 1 The content of mineral elements in fruits and leaves of representatives of family Elaeagnaceae (mkg/g in terms of dry weight)

Елементи	Маслинка багатоквіткова		Обліпиха крушиновидна	
	плоди	листки	плоди	листки
Сірка	480,57±36,54	1047,66±175,15	7895,3±609,1	81,64±5,53
Хлор	6,29±5,80	207,31±27,54	379,57±31,70	13,85±0,80
Калій	1528,90±17,69	2596,13±74,91	2578,14±74,9	54,96±1,23
Кальцій	102,59±3,09	3694,32±57,18	483,15±24,94	116,89±1,15
Хром	6,49±0,65	1,50±0,32	-	0,18±0,04
Марганець	5,26±0,51	479,21±18,32	-	2,34±0,12
Залізо	25,44±0,94	162,43±6,93	21,52±1,17	5,58±0,16
Нікель	9,25±0,49	1,15±0,32	1,40±0,35	0,02±0,01
Мідь	80,03±1,33	2,96±0,49	6,86±0,72	0,35±0,03
Цинк	101,08±1,10	19,84±1,87	8,02±0,66	1,34±0,06
Селен	1,80±0,15	-	1,40±0,24	0,06±0,01
Бром	1,17±0,06	3,13±0,72	1,99±0,27	0,04±0,004
Рубідій	4,12±0,21	2,17±0,49	2,67±0,31	0,10±0,01
Стронцій	-	90,57±3,48	2,49±0,28	1,71±0,05
Цирконій	-	4,50±0,67	3,07±0,30	0,10±0,01
Кадмій	-	0,15±0,02	6,77±0,48	-
Золото	-	9,18±1,27	-	0,11±0,01
Йод	-	-	17,36±0,22	0,35±0,06



Вміст калію, кальцію, марганцю, заліза у листках маслинки значно вищий ніж в плодах. У листках виявлені мікроелементи (золото, кадмій, цирконій), які відсутні чи знаходяться в незначних кількостях у плодах. В плодах маслинки та обліпихи міститься відповідно 1,4 та 1,8 мг/г селену, який потрібний для підтримання імунної системи людини. Крім цього, селен позитивно впливає на синтез білку, процеси росту, репродуктивну функцію, має протиалергійні властивості. В Фінляндії як біологічно активну домішку його додають до хліба. В плодах обліпихи міститься значна кількість калію (2578,14 мг/г) та кальцію (483,15 мг/г), а також накопичується такий важливий мікроелемент як йод (17,36 мг/г). В листках маслинки вміст макро- та мікроелементів вищий, ніж в листках обліпихи.

Серед плодових культур найбільш детально склад жирних кислот досліджено в плодах обліпихи. За даними Г.А. Лоскутової та інших (1989) в м'якоті плодів обліпихи накопичується така кількість поліненасичених жирних кислот: пальмітолеїнової – від 36,21 до 45,87%, лінолевої - 6,50–13,41%, ліноленої - 0,91–1,46%, олеїнової – 1,56–4,44%.

Нами встановлено, що в плодах маслинки також міститься біологічно активна жирна олія, вміст якої становить 27,3%. В ліпідній фракції з насіння маслинки виявлено 11, а в м'якоті плодів – 15 жирних кислот. Особливо цінні незамінні жирні кислоти – лінолева (25,67%), ліноленова (15,21%) – складають більше 40% (як у м'якоті плодів, так і в насінні маслинки), а всі ненасичені жирні кислоти – понад 60% сумарного вмісту жирних кислот. Також в м'якоті плодів виявлені пальмітинова (20,24%), пальмітолеїнова (1,9%), олеїнова (20,56%), арахідонова (0,6%), стеаринова (4,86%), міристинова (0,3%), лігноцерінова (0,26%), пентадеканова (0,17%), гама-лінолева (0,23%) кислоти. Остання в організмі людини легко перетворюється на простагландин. Гама-лінолева кислота та простагландин є елементарними складовими життєдіяльності, оскільки вони активізують обмін речовин, впливають на розмноження та ріст організму. Навіть їх сліди посилюють виділення інсуліну, гормонів гіпофізу та щитовидної залози, регулюють роботу кровоносної системи (Савицький, 1973).

Як бачимо, вміст незамінних кислот (лінолевої, ліноленої) в насінні і м'якоті плодів маслинки значно вищий, ніж у плодах обліпихи. Результати наших досліджень дозволяють припустити, що маслинкова олія така ж корисна для організму людини, як і обліпихова.

Висновки

Встановлено, що листки і бруньки маслинки багатоквіткової та обліпихи крушиновидної містять значну кількість біологічно активних сполук, макро- та мікроелементи, які доцільно використовувати як джерело лікарської сировини при створенні лікувально-профілактичних фітозасобів антиоксидантного спрямування. З'ясовано, що заготівлю листків слід проводити у фазі плодоношення рослин, коли вміст біологічно активних сполук оптимальний. За рахунок високого вмісту поліненасичених жирних кислот в ліпідній фракції, плоди маслинки також можуть бути джерелом для створення лікувально-профілактичних препаратів з радіопротекторними властивостями.

Література

1. БАРАБОЙ, В.А. 1995. Протирадіаційні засоби та їх застосування у зв'язку з аварією на ЧАЕС: *Матеріали симпозиума*. Київ. сс. 3–4.
2. *Государственная фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье*. 1990. Т.2. Москва: Медицина. 400 с.
3. КРИВЕНЦОВ, В.И. 1982. *Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав*. Ялта: ГНБС. 12 с.
4. ЛОСКУТОВА, Г.А. – БАЙКОВ, В.Г. – СТАРКОВ, А.В. – МЕДВЕДЕВ, Ф.А. 1989. Состав жирных кислот липидов из плодов *Hippophae rhamnoides* L. *Растительные ресурсы*, вып.1, сс. 97–102.



5. МАКСЮТИНА, Н.П. – ПИЛИПЧУК, Л.Б. 1996. Рослинні антиоксиданти і пектини в лікуванні і профілактиці променевиx уражень і детоксикації організму. *Фармацевтичний журнал*, № 2, сс. 35–41.
6. *Методы биохимических исследований*. 1987. Ленинград: Агропромиздат. Ленингр. отд.-е. 387 с.
7. МЕХМОНОВ, П.Х. 2004. *Состояние здоровья лиц – жителей Таджикистана, подвергшихся радиационному воздействию при ликвидации Чернобыльской катастрофы* : автореферат. Душанбе. 21 с.
8. САВИЦЬКИЙ, І.В. 1973. *Біологічна хімія* Київ: Вища школа. 486 с.

EFFECT OF BEE POLLEN ON THE HEALTH OF RESIDENTS IN IV ZONE OF RADIOACTIVE CONTAMINATION BUKOVINA

Voloshyn Oleksandr, Voloshyna Larysa

HESEU «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine

E-mail: office@bsmu.edu.ua

The article highlights the multi-faceted impact of the unique biological inclusion of bee pollen on the health of residents of the IV radiation zone of Bukovina, analysis of the incidence of basic human diseases and shows positive effects of its application in diseases healing.

Keywords: pollen, radioactive contamination, diseases

ВПЛИВ ПИЛКУ БДЖОЛИНОГО НА СТАН ЗДОРОВ'Я ЖИТЕЛІВ IV ЗОНИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ БУКОВИНИ

Волошин Олександр, Волошина Лариса

Вступ

Загальнопланетарний характер екологічної загрози здоров'ю населення різних країн і континентів має лише певні регіональні відмінності за складністю та інтенсивністю негативного впливу і невблаганно накладає свої відбитки на прояви і перебіг всіх без виключення захворювань. У зв'язку з цим спостерігаються різні фонові загальнопатологічні неспецифічні порушення в організмі людей в передхворобливому і хворобливому станах. Найсерйознішою ця ситуація має місце у тих зонах, де найбільший негативний слід залишили наслідки аварії Чорнобильської АЕС (Ганич, 1997; Волошин та ін., 1998; Ганич і Білас, 2000)

Створені фармацевтичними фірмами високотехнологічні синтетичні лікарські препарати не можуть на сьогоднішній день замінити дарованих природою ліків. Відомим є факт, що Україна займає провідне місце за збором меду серед європейських країн. Тому, використання пилку бджолиного (бджолиної обніжки), як одного із найбільш унікальних лікувальних природних засобів, є надзвичайно актуальним, економічно вигідним та перспективним напрямком не тільки в профілактичній та лікувальній медицині, але й в агропромисловому



комплексі (Brindza and Brovarskyi, 2013; Волошин та ін., 2014). Хоч ресурс отримання пилку бджололиного не є безмежним, нині дослідженими є його цілющі властивості: загальнозміцнюючі, антиоксидантні, цито-, геро-, радіопротекторні, протипухлинні, репаративні, капілярозміцнювальні, протисклеротичні, органозахисні, імуномодулювальні та ін. (Волошин та ін., 1998).

Метою нашого повідомлення є намір висвітлити вплив багатогранного унікального за біологічним вмістом пилку бджололиного на стан здоров'я населення IV радіаційної зони Буковини.

Матеріали і методи дослідження

Повідомлення побудоване на матеріалах багаторічних досліджень за жителями Буковинського краю, аналізі виявлення основних хвороб людини, результатів застосування пилку бджололиного (ПБ) та його впливу на клініко-біохімічно-інструментальні показники людини (в різні роки від 110 до 200 осіб у віці 18–75 років).

ПБ за своїм складом та особливостями біологічної дії є унікальним харчовим продуктом широкої та різнопланової профілактично-лікувальної дії, а бджоли, як відомо, – індикатором стану забруднення довкілля (Волошин та ін., 1998).

Результати та їх обговорення

Запропонована схема застосування водної суспензії ПБ в дозі 1 десертної ложки один-два рази на день упродовж 30-ти денного курсу двічі на рік мала багатогранні позитивні результати на організм людини. Так, за рахунок важливої групи біологічних чинників пилку (рослинних гормонів, замінимих та незамінимих амінокислот, насичених та ненасичених жирних кислот, рослинних пігментів, вітамінів, макро- та мікроелементів, ферментів) досягнуто різнопланового корисного впливу цього продукту на організм людини.

Встановлено, що систематичні курси прийому ПБ сприяли підвищенню загального імунітету та витривалості організму: такі пацієнти рідше хворіли на простудні хвороби, а за наявності сезонних епідеміологічних випадків мали менше виражені клінічні ознаки та значно швидше одужували, були більш витривалими для фізичного навантаження. Особливо така тенденція була показовою у пацієнтів віком 18–45 років.

При вивченні стану судинних змін (за допомогою електрокардіографії, ехокардіографії, дуплексного сканування судин) виявлено зменшення клінічних проявів, частоти і тяжкості рецидивів серцево-судинних захворювань (ІХС, артеріальна гіпертензія, серцева недостатність), потреби в госпіталізаціях, значно нижчий васкулярний ризик у групі пацієнтів, що більш-менш регулярно використовували ПБ, рідше - його продукти перетворення (пергу), а також включали в раціон мед, прополіс. У групі цих пацієнтів, порівняно з аналогічними, що мали лише традиційне лікування згідно існуючих протоколів МОЗ, судинні події траплялися в 2–2,5 рази рідше, виникали у більш старшому віці та не мали серйозних негативних наслідків реабілітації, що сприяло кращій прихильності хворих до допоміжного вживання ПК в комплексному лікуванні.

За допомогою візуального обстеження та езофагогастроуденоскопії, ультрасонографії доведено, що курсове застосування ПБ сприяло кращому та швидшому процесу регенерації організму як ззовні, так і за станом уражень слизових шлунково-кишкового тракту (гастроуденопатії, виразкова хвороба, панкреатопатії), що мало очевидний сприятливий вплив на перебіг основної хвороби. Позитивні результати застосування ПБ, як допоміжного засобу лікування, мали не тільки в період стаціонарного лікування хворого на гастрит, дуоденіт, виразкову хворобу шлунка чи дванадцятипалої кишки, хронічні гепатити, панкреатити але й при аналізі віддаленого періоду реабілітації цих хворих. А це у свою



чергу сприяло збереженню дієздатності людини, покращувало якість її життя, перш за все психологічний, фізичний, інтелектуальний стани.

Співставлення груп хворих, які проживають на різних територіях Буковинського краю, демонструвало більшу захворюваність населення радіаційно забруднених зон, що виражалося переважно у хворобах серцево-судинної та травної систем. Саме ця категорія пацієнтів, на нашу думку, в першу чергу повинна підлягати раннім профілактичним заходам з боку медичної спільноти, в т.ч. із застосуванням продуктів бджільництва.

Зважаючи на вищевикладене, можна дійти висновку, що пилок бджолиний є важливим допоміжним продуктом як в плані загального зміцнення організму, так і профілактичного та реабілітаційного напрямку збереження здоров'я людини з його соціально-економічною значимістю при різних несприятливих екологічних ситуаціях. А забезпечити високу якість продуктів бджільництва можна лише завдяки раціональному веденню індустрії бджільництва та правильному екологічному розміщенню пасік на місцевості, належній взаємодії з аграріями та садоводами в аспекті використання останніми засобів агрохімічного захисту – як потенційно небезпечних для функціонування бджологосподарств. Необхідно ефективно використовувати такий «бджолиний дар» людині, адже для збору 1 кг бджолатрудівниці здійснює близько 50 тисяч вильотів в радіусі до 7–9 км. Оскільки Україна вийшла на передові позиції в Європі з виробництва й експорту меду, а потенційно – й інших оздоровчих продуктів бджільництва, в сучасну сумнівну епоху екологічної безпеки для людства доцільно розробляти стандартизовані комплексні оздоровчі продукти бджільництва на основі міжнародної кооперації.

Висновки

1. Пилок бджолиний має різноплановий позитивний вплив на стан здоров'я населення IV зони радіаційного забруднення Буковини за рахунок його антиоксидантної, цитопротекторної, геропротекторної, імунорегуючої, антисклеротичної, репаративної, капіляррозміцнюючої, антипухлинної дій.
2. Пилок бджолиний володіє радіопротекторною дією, що є недооціненим фактом в медичній практиці, особливо для використання пацієнтами забруднених радіаційних зон, та потребує подальшого дослідження з перспективою створення засобів багатогранного профілактичного впливу на організм людини.
3. Для ширшого використання пилку бджолиного та інших продуктів бджільництва в лікувально-профілактичній роботі найбільш реально створення комплексних оздоровчих продуктів бджільництва за умов міжнародної кооперації Карпатського Євросереєгону.
4. Перспективи досліджень вбачаємо в подальшому дослідженні цілющих властивостей пилку бджолиного та розробці стандартизації доз натурального ПБ чи продуктів з нього.

Література

1. ВОЛОШИН, О.І. – БОЙЧУК, Т.М. – ВОЛОШИНА, Л.О. 2014. *Оздоровче харчування: стан і перспективи XXI ст.* Вижниця, 526 с.
2. ВОЛОШИН, О.І. – ПІШАК, О.В. – МЕЩИШЕН, І.Ф. 1998. *Пилок бджолиний (бджолина обніжка) в клінічній та експериментальній медицині.* Чернівці, 191 с.
3. ГАНИЧ, О. 1997. *Твоє здоров'я в твоїх руках.* Ужгород, 408 с.
4. ГАНИЧ, О. – БІЛАС, Б. 2000. *Екологія. Природне харчування.* Ужгород, 373 с.
5. BRINDZA, J. – BROVARSKYI, V. et al. 2013. *Pollen and bee pollen of some plant species.* Kyiv, 137 p.



ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE CULTIVATION OF GIANT MISCANTHUS, POTATO AND OAT

Zinchenko Oleksiy¹, Zinchenko Volodymyr¹, Ponomarenko Serhii²

¹Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

²SE ISTC "Agrobiotech" NAS and MES of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: sponom@ukr.net

Miscanthus giganteus (or giant miscanthus) is most effective among plant biofuels. This plant on the majority of Ukrainian lands can yield considerable quantities of biomass, due to the lowest expenditures on its growing. *Miscanthus giganteus* also facilitates the degraded soils restoration. Application of biostimulants has allowed reducing dependence of rhizomes survival ability on weather conditions: in control variant – 46.7%, in the variants with Emistim C and Regoplant – 60.0% and 73.3% respectively. Increasing the photosynthesis rate in the variants with application of biostimulants Agrostimulin and Regoplant has allowed obtaining of a higher yield of miscanthus dry biomass by 18.8–25.3%.

Keywords: energy alternatives, biofuels, *Miscanthus giganteus*

Introduction

The possibility of cultivation on low-grade farmland (out of use) is a perfect argument for growing plants for energy and industrial purposes. Forest and energy crops can be grown on these soils. These plants should not be demanding of the soil, nutrition and fertilizers. Also, they are required to formation of a high yield, which could be used in industry. Growing energy crops on land withdrawn from agricultural use will allow saving traditional fossil fuels by attracting of biomass to fuel-energy balance of Ukraine, to reduce emissions of carbon dioxide into the environment. Growing plants of this kind could be an additional source of income for farmers, reduce human impact on the environment (Ponomarenko, 2010).

The aim was to study the influence of treatment of planting material with biostimulants on the activity of photosynthesis, survival ability of rhizomes, performance and productivity of *Miscanthus giganteus* and the level of accumulation of ¹³⁷Cs ions by plants.

Materials and methods

The experimental work was performed in the second zone of unconditional (obligatory) resettlement (willage Khrystynivka, Narodychi district, Zhytomyr region). Experiment has begun in 6-fold replication in accordance with GOST 46.23.74, placing of replications in 1 layer, placing of variants – systematic. Total area – 195 m², sown area – 2.5 m², accounting area – 1.5 m², scheme of planting – 0.75 × 0.75 m, depth of rhizomes planting – 8–10 cm. Rhizomes (roots) were sprayed with aqueous solutions of plant growth stimulants at concentrations of 0.02%.

Determining of the agrochemical soil indices was performed: pH – potentiometric method; P₂O₅, K₂O – by A.T. Kirsanov, hydrolytic acidity – by Kappen method modified by CINAO, easily hydrolysable nitrogen – by Kornfield, total absorbed bases – by Kappen, humus content – by Tiurin method modified by CINAO. The content of ¹³⁷Cs was determined by gamma spectrometer AK-015.



After determining the activity of ^{137}Cs in the soil and plants we estimated ^{137}Cs transfer factors from soil to *Miscanthus giganteus* plants (Nowik, 2004).

Determination of chlorophyll coefficient $C^*\%$ was carried out by the DPCA (Digital-Photo-Chrom-Analyse) method (Zinchenko et al., 2009).

Ground is grass-covered, the plot was not in agricultural use after the Chernobyl accident. The soil is medium sod-podzolic, loam, gleyic on water-glacial deposits, ^{137}Cs contamination level is 27.0–35.0 Ci/km² / 995–1307 kBq/m² (Ponomarenko, 2013).

Results and discussion

The research showed that treatment of rhizomes with plant growth regulators stimulated the photosynthesis activity, as evidenced by higher chlorophyll coefficient. It is known that plants use approximately 0.4–0.5% of solar energy available for photosynthesis to form biomass.

The maximum level of the chlorophyll coefficient was in the variants where a giant miscanthus rhizomes were treated with solutions of Agrostimulin (71.8) and Regoplant (70.2), at the test variant – 69.0. The treatment of rhizomes with above-mentioned products promoted higher photosynthetic activity throughout ontogeny.

Application of biostimulants has allowed reducing dependence of rhizomes survival ability on weather conditions: in control variant – 46.7%, in the variants with Emistim C and Regoplant – 60.0% and 73.3% respectively.

Increasing the photosynthesis rate in the variants with application of biostimulants Agrostimulin and Regoplant has allowed obtaining of a higher yield of miscanthus dry biomass by 18.8–25.3% (Zinchenko, 2010).

In our studies, we examined the impacts of various biostimulants on a specific activity of biomass and transfer factor of radiocesium from soil to miscanthus plants. As can be seen from Table 1, the accumulation of ^{137}Cs by the straw is minor (12–24 Bq/kg) due to the biological features of miscanthus. It should be noted that the normative content of ^{137}Cs in the wood is 600 Bq/kg. Application of biostimulants had almost no impact on the transfer factor of ^{137}Cs to *Miscanthus* stems, its value has changed in thousandths (Nowik, 2004).

Specific activity in leaves exceed the specific activity in stems 2–4 times (Table 1). Maximum activity was noted in the control variant – 61 Bq/kg. Application of biostimulants has reduced the specific activity in the leaves and transfer factor of ^{137}Cs . Multiplicity of reduction after Emistim C and Regoplant application was 1.7 and 2.5 for Agrostimulin.

Table 1 The dependence of the specific activity of leaves on various biostimulants (Bq/kg)

No	Variants	Contamination density (kBq/m ²)	Activity	Transfer factor	Reduction multiplicity
1	Control	1221	61	0.05	–
2	Emistim C	1238	34	0.03	1.7
3	Agrostimulin	995	25	0.02	2.5
4	Regoplant	1307	46	0.03	1.7



BIODIVERSITY AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. PART II.

Table 2 Impact of plant growth regulators on nitrate and radioactive caesium content in potato tubers

No	Variants	Nitrate content				Transfer factor of ¹³⁷ Cs from soil to potato tubers			
		1998		1999		1998		1999	
		mg/kg	% to control	mg/kg	% to control	mg/kg	% to control	mg/kg	% to control
1	Control	95	-	132	-	0.32	-	0.19	-
2	Sodium humate	75	-21.0	77	-41.7	0.22	-31.2	0.18	-5,2
3	Emistim C	65	-31.5	70	-46.7	0.22	-37.5	0.16	-15.9
4	Poteitin	70	-26.3	75	-43.2	0.21	-34.4	0.13	-31.6

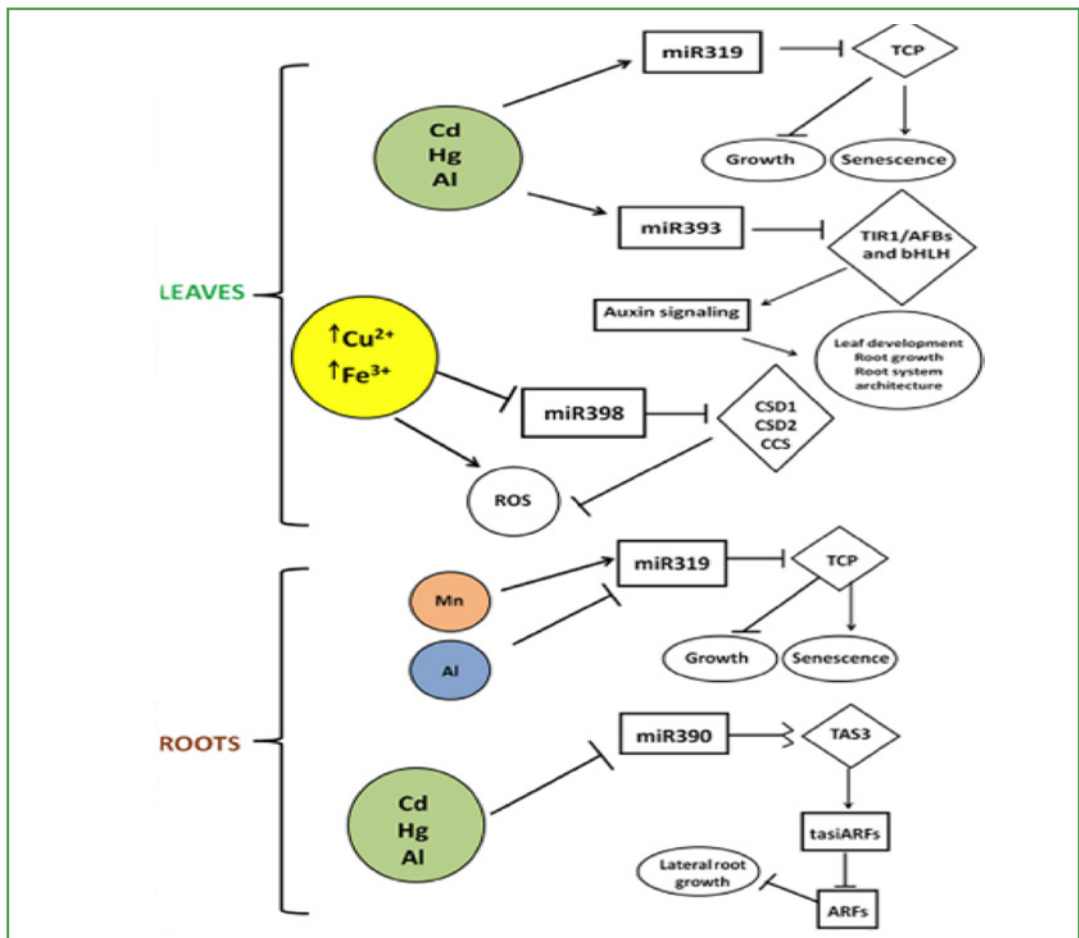


Figure 1 MicroRNAs as regulators in plant metal toxicity response (Mendoza-Soto et al., 2012) Schematic representation of the mode of action of miR319, miR390, miR393, and miR398 in response to metal toxicity. A – regulation in leaves; B – regulation in roots. miRNAs are in rectangles while their targets are in diamonds. Arrows indicate up-regulation and blunted lines indicated own regulation



Table 3 Impact of fertilizers, plant growth regulator Emistim C and biological product Agrobacterin on the specific radioactivity of oat plant production. NPF “Agroekosystem” v. Puchov, Ivankiv district, Kiev r. 2000–2001 (level of radioactive substance – 12 ku/km²)

No	Variant	No crop spraying at the booting stage		With crop spraying at the booting stage with Emistim C			
		specific radioactivity* (Bq/kg)		specific radioactivity* (Bq/kg)			
		grain	straw	grain		straw	
					CRM*		CRM*
1	Control – no fertilizers	84	362	69	1.2	301	1.2
2	Organo-mineral fertilizers based on peat, 3 t/ha	85	245	54	1.6	208	1.2
3	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	57	219	37	1.5	130	1.7
4	Seed treatment with Emistim C	69 (-21 %)	298 (-21.4%)	35	2.0	165	1.8
5	Seed treatment with Agrobacterin	88	330	51	1.7	290	1.1

* Contamination reduction multiplicity

Conclusion

Studies indicate that plant growth regulators increase the coefficient of chlorophyll. Higher photosynthetic activity is observed in variants with application of plant growth regulators Agrostimulin and Regoplant. The use of plant growth regulators has reduced the dependence of survival ability of giant miscanthus rhizomes on weather conditions. The use of plant growth regulators has reduced the specific activity of the leaves, and as a result, the transfer factor of cesium-137. Reduction multiplicity was in the variant of Emistim C and Regoplant 1.7 and in the variant with Agrostimulin 2.5.

References

- MENDOZA-SOTO, A.B. – SANCHEZ, F. – HERMANDEZ, G. 2012. MicroRNAs as regulators in plant metal toxicity response. *Frontiers in plant science, mini review article*, vol. 3, 2012, no. 105, pp. 1–6.
- PONOMARENKO, S.P. 2010. *Bioregulation of microbial-plant systems*: Monograph / Ed G.O. Iutynska, S.P. Ponomarenko. Nichlava. 464 p.
- PONOMARENKO, S.P. 2013. Increased utilization of CO₂ has become a reality in Ukraine. *Proceedings of the IX International scientific conference daRadostim “Phytohormones, humic substances and other biologically active compounds for agriculture, human health and environment”*. Lviv, pp. 121–127.
- ZINCHENKO, V.A. 2010. Introduction of the Miscanthus Sinesis “Giganteus” for the purpose of development of cultivation technology for creating of energy plantations with quick return. *Proceedings of the VII International scientific conference “Agroecological aspects of sustainable development of AIC”*. Bryansk SACA. Bryansk, pp. 327–334.
- ZINCHENKO, V.O. – MARTYNYUK, H.M. – ZINCHENKO, O.V. – PITKEVYCH, S. – WISNIEWSKI, G. 2009. Features of growth of *Miscanthus giganteus* under radioactive contamination. *Proceedings of the V Scientific conference for students and young scientists. “Science. Young. Ecology – 2009”*. Zhytomyr, pp. 138–140.
- NOWIK, W. 23.04.2004. Die Digitia – Photo – Chrom – Analyse (DPCA) – 1. Radostim – Seminar, Chemnitz (Tagungsband).