

**ТЕРНОПІЛЬСЬКІ БІОЛОГІЧНІ
ЧИТАННЯ —
TERNOPIL BIOSCIENCE — 2022**

Тернопіль
2022

Ottawa Research and Development Centre Agriculture and
Agri-Food Department, Canada

Institute of Molecular Biology and Biotechnologies of
Azerbaijan National Academy of Sciences

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний педагогічний університет

імені Володимира Гнатюка

хіміко-біологічний факультет

Тернопільське відділення Українського товариства

генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова

Тернопільське відділення Українського

гідроекологічного товариства

Тернопільське відділення Українського

біохімічного товариства

Тернопільське відділення Українського

ботанічного товариства

Тернопільське відділення Українського товариства

фізіологів рослин

Тернопільське відділення Товариства мікробіологів

України ім. С. М. Виноградського

УДК 57:502.1 (06)
Т 35

Редакційна колегія

Н. М. Дробик (відповідальний редактор), М. М. Барна,
В. В. Грубінко, С. В. Пида, В. З. Курант, О. Б. Столяр,
А. В. Степанюк, Л. Р. Грицак, А. І. Герц, В. С. Барановський,
В. О. Хоменчук, О. І. Боднар (секретар).

Затверджено до друку

*вченою радою Тернопільського національного педагогічного
університету ім. Володимира Гнатюка
від 25.10.2022 р. (протокол № 3)*

Макет і комп'ютерна верстка: В.О. Хоменчук

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції
«Тернопільські біологічні читання — Ternopil Bioscience – 2022», 4–
5 листопада 2022 р. Тернопіль: Вектор, 2022. 172 с.

У матеріалах висвітлені результати наукових досліджень з проблем біорізноманіття та шляхів його збереження, еволюційної морфології та фізіології організмів, молекулярно-генетичних і фізіолого-біохімічних особливостей адаптації організмів та екотоксикології, генетики екології та біотехнології, методики навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі, історії сучасної біології.

© Тернопільський національний
педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка, 2022
© Автори тез доповідей, 2022
© Вектор, 2022

Тези надруковані з максимальним збереженням авторської редакції.
Українські та латинські назви рослин і тварин наведені за авторським текстом.

PYRIDINE-2-DIAZONIUM SALTS IN ANIONARYLATION REACTIONS OF UNSATURATED CARBOXYLIC ACIDS AMIDES.....	9
Khomyn D. T., Opalko A. Yu., Shevchuk S. P., Tulaidan H. M., Baranovskyi V. S.	
2-S-IMINOTHIOCARBONATO-3-ARYLPROPANAMIDES AS BIFUNCTIONAL SYNTHONS FOR THE PREPARATION OF THIAZOLE DERIVATIVES	12
Lyashok D. O., Kondrych O. I., Symchak R. V., Yatsiuk V. M., Baranovskyi V. S.	
ACCUMULATION OF MICROPLASTIC AND ITS IMPACT ON THE RESPONSES TO PHARMACEUTICAL IN THE BIVALVE MOLLUSC <i>UNIO TUMIDUS</i>	15
Martinyuk V.V., Khoma V.V., Matskiv T.R., Yunko K.B., Gnatyshyna L.L., Stoliar O.B.	
РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ ТА ФІЗИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ	19
Барановська К.І., Гладюк М.М.	
ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНИЙ ЗМІСТОВИЙ КОМПОНЕНТ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВ ЗДОРОВ'Я.....	23
Барна Л.С., Барна М.М.	
ВПЛИВ АРОМАТИЗОВАНИХ НІКОТИНОВМІСНИХ РІДИН ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ НА ВИНИКНЕННЯ ДОМІНАНТНИХ ЛЕТАЛЬНИХ МУТАЦІЙ У <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i>	26
Бучковська О.О., Крижановська М.А.	
ДІЯ ІОНІВ Cu^{2+} ТА Cd^{2+} НА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СТАТУС КОРОПА ТА ЩУКИ.....	30
Вознюк О.О., Хоменчук В.О., Вовчек Н.О., Рабченко О.О., Курант В.З.	

Зміст

МОРФОЛОГІЯ ПИЛКОВИХ ЗЕРЕН ДЕЯКИХ ВИДІВ РОДУ <i>QUERCUS</i> L.....	35
Герц Н.В., Винярчук О., Савчук Т.	
ВИКОРИСТАННЯ КОЛІРНИХ ТА ОПТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ВМІСТУ ОРГАНІЧНОГО КАРБОНУ	38
Герц А.І., Голояд В.В., Герц В.Р., Гаркач С.О., Герц Н.В.	
КОМАХИ ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ В ЕНТОМОЛОГІЧНІЙ КОЛЕКЦІЇ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА	41
Голіней Г. М., Павуляк А. І., Прокоп'як М. З.	
РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	45
Городецька С.І., Гуменюк Г.Б., Волошин О.С., Чень І.Б.	
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ БІОТЕСТУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	48
Грицак Л.Р., Леонов А.О., Кмиць Л.І., Дробик Н.М.	
ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ВОДОЗАБОРУ м. ЛАНІВЦІ	52
Гуменюк В.В., Грубінко В.В., Гуменюк Г.Б., Хоменчук В.О.	
ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОМІДОРА ЇСТИВНОГО ЗА ВПЛИВУ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА «SMART» КОМПОЗИТ МАРЦІНІШИН®	54
Дзедзель А. Ю., Тригуба О. В., Тимків А. С., Пида С. В.	
ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ХІМІЇ	58
Квятковська Л.А., Гладюк М.М.	

Зміст

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИТОТОКСИЧНОЇ ДІЇ ОРГАНОФОСФАТІВ НА <i>DANIO RERIO</i> (РОДИНА КОРОПОВІ)	61
Ковальська Г.Б., Колесницький Р.В., Горин О.І., Боднар О.І.	
СТАН ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ РОСЛИН <i>IN VITRO</i> ДЕЯКИХ ВИДІВ РОДУ <i>CARLINA L.</i> ЯК КРИТЕРІЙ-МАРКЕР ЇХ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ	64
Колісник Х.М., Грицак Л.Р., Дмитришин І.С., Чайка І.В., Дробик Н.М.	
ДИНАМІКА НАРОДЖЕННЯ ДІТЕЙ З ТРИСОМІЯМИ ЗА АУТОСОМАМИ У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	68
Краснопортко Н.О., Крижановська М.А.	
ВМІСТ КОБАЛЬТУ В ПІРСНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ ТА ЙОГО БІОЛОГІЧНА РОЛЬ В ОРГАНІЗМІ РИБ.....	72
Курант В.З., Хоменчук В.О., Марків В.С., Вовчек Н.О.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПИЛКУ ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО	76
Мацюк О. Б., Гуменюк Г. Б., Базилюк М. Л., Амброзюк О.Б	
ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПІГOTOВЦІ СТУДЕНТІВ-БІОЛОГІВ	79
Москалюк Н. В., Семенюк А. С., Шулякова Ю. А.	
ФОРМУВАННЯ ВМІНЬ РОЗВ'ЯЗУВАТИ РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ	83
Ніньовська Л.А., Гладюк М.М.	
ВИЯВЛЕННЯ ПОТЕНЦІЙНО ТОКСИЧНИХ ЦІАНОБАКТЕРІЙ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ.....	86
Осипенко І.О., Сорока О.В., Ракочий А. Б., Боднар О.І., Горин О.І.	

Зміст

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ДОШКИ У ПРОЦЕСІ
ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ
ГАЛУЗІ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ..... 90
Перун Г.Ф., Жирська Г.Я.

ОЦІНКА РІВНЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І ФУНКЦІЇ
ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ ОСІБ ЮНАЦЬКОГО ВІКУ 93
Петльована М.І., Волошин О.С.

ВИКОРИСТАННЯ МІКОРИЗНОГО СИМБІОЗУ
В АГРОНОМІЇ..... 97
Полева Л.А., Прокоп'як М.З., Майорова О.Ю.

ПІДРОДИНА ВЕДМЕДИЦІ (ARCTIINAE) (LEPIDOPTERA,
EREVIDAE) У ФАУНІ УКРАЇНИ 100
Прокоп'як М.З., Коваль І.Я., Голіней Г.М., Гузік У.М.

ВИКОРИСТАННЯ ДНК-МАРКЕРІВ У ФІЛОГЕНЕТИЧНИХ
ДОСЛІДЖЕННЯХ РОСЛИН..... 104
Прокоп'як М.З., Дробик Н.М.

ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ ОРНІТОФАУНИ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ
..... 106
Птиць Л.О., Шевчик Л.О.

ОЦІНКА АДАПТАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОСІБ
ЮНАЦЬКОГО ВІКУ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ
СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ І НЕРВОВОЇ СИСТЕМ..... 113
Смерека Х.В., Волошин О.С.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛОГІЇ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ
ЖИВОЇ ПРИРОДИ ЯК УМОВА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ
ОСВІТИ 116
Степанюк А.В., Бак В.Ф., Богайчук Р.В., Сарабуна І. Б.

Зміст

АНАЛІЗ ФЕНЕТИПІЧНОЇ СТРУКТУРИ <i>LEPTINOTARSA DECEMLINEATA</i> SAY ЗА МАЛЮНКОМ ПЕРЕДНЬОСПИНКИ В УМОВАХ М. КАМ'ЯНКА-БУЗЬКА	120
Флячок А.І., Крижановська М.А.	
ПІДБІР ПОКАЗНИКІВ ІНФОРМАТИВНОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДНК-МАРКЕРІВ.....	123
Флячок А.І., Прокоп'як М.З., Дробик Н.М.	
ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНОГО ПРАКТИКУМУ З ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ.....	127
Ценайко О.М., Гладюк М.М.	
ПРИРОДА СТОГНЕ ВІД ВІЙНИ: ЯК ВІЙНА ЗНИЩУЄ ЕКОЛОГІЮ УКРАЇНИ	131
Чвалюк Г. В., Грубінко В.В.	
ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕАМІНУВАННЯ У ПЕЧІНЦІ РИБ ТА МОЛЮСКІВ ЗА ДІЇ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ІОНІВ МЕТАЛІВ У ВОДІ.....	153
Чиж М.Ю., Дазик Т.В., Хоменчук В.О., Марків В.С., Курант В.З.	
РОЗВИТОК МИСЛЕННЯ УЧНІВ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСУ ДИДАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ З ХІМІЇ.....	158
Чорна М.Т., Гладюк М.М.	
ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ЛИСТОВИКА СКОЛОПЕДРОВОГО (<i>ASPLENIUM SCOLOPENDRIUM</i> L.) НА ТЕРИТОРІЇ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ	166
Яворівський Р.Л., Шевчук Д. Б., Безсмертна О.О.	
ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО ПАРТНЕРСЬКОЇ ВЗАЄМОДІЇ З УЧНЯМИ.	169
Яворська В.М., Барна Л.С.	

UDC 547.638 + 547.821.2

**PYRIDINE-2-DIAZONIUM SALTS IN ANIONARYLATION
REACTIONS OF UNSATURATED CARBOXYLIC
ACIDS AMIDES**

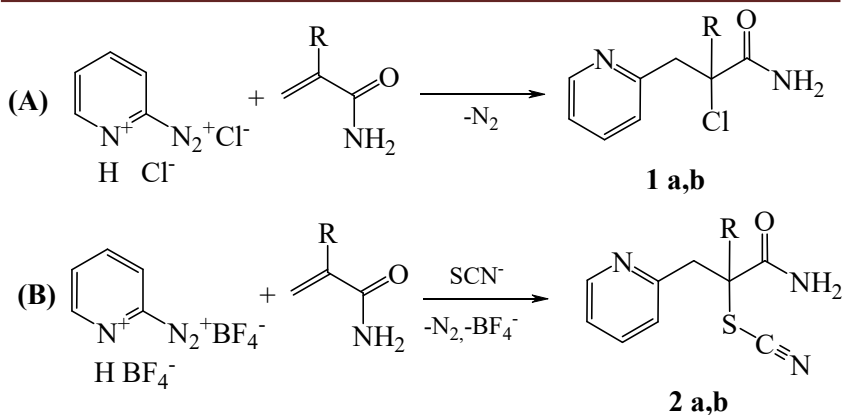
**Khomyn D. T., Opalko A. Yu., Shevchuk S. P., Tulaidan H. M.,
Baranovskyi V. S.**

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
E-mail: baranovsky@tnpu.edu.ua

Continuing our research in the direction of studying α,β -unsaturated carboxylic acids derivatives [1, 2] we used diazonium salts based on heterocyclic amines in the reactions of chloro- and thiocyanatoarylation of unsaturated amides.

Taking into account the extremely high reactivity of pyridine-2-diazonium salts [3], especially in diazo group substitution reactions, we used the sequential diazotization-anionhetarylation method. A similar method proposed by Allen and Thirtle is used for the synthesis of 2-halogenosubstituted pyridines [4] and is the main preparative method for obtaining such derivatives [5].

It was established that pyridine-2-diazonium chloride interacts with acrylic and methacrylic acids amides in the presence of copper (II) chloride with the formation of chlorohetarylation products – (2-methyl)-3-(pyridin-2-yl)-2-chloropropanamides **1 a,b** (reaction A), and pyridine-2-diazonium tetrafluoroborate in the presence of rhodanide anions forms thiocyanatohetarylation products – (2-methyl)-3-(pyridin-2-yl)-2-thiocyanatopropanamides **2a,b** (reaction B). These reactions occur according to the following scheme:



The yields of chloro- and thiocyanatohetarylation products are 29-48% and are much lower than in the anionarylation reactions of unsaturated acids amides. It should be noted that the formation of arylation products in both cases was not recorded. Instead, there is a partial conversion of the pyridine-2-diazonium salt with the formation of 2-chloro(thiocyanato)pyridines, the yields of which are up to 30-35% based on the arylating reagent.

Increasing the reaction temperature and introducing excess pyridine-2-diazonium salt and anionoid reagent (potassium rhodanide) does not contribute to increasing the yields of the target products. It was established that with increasing temperature, the proportion of resinous substances of unknown structure increases. Most likely, these substances are products of telomerization and polymerization of the studied unsaturated amides. At the same time, at temperatures above 5⁰C, azo-combination processes are significantly accelerated, which can be visually observed judging by the color of the extracts. Dediazonization of the pyridine-2-diazonium salt does not occur at lower temperatures.

Chloro- and thiocyanatohetarylation products of acrylamide and methacrylamide – (2-methyl)-3-(pyridin-2-yl)-2-chloro(thiocyanato)propanamides 1, 2 are colorless or light yellow crystalline substances with melting points of 76-103⁰C, which crystallize well from methanol or ethanol. The structure of the synthesized compounds was confirmed by IR and 1H NMR spectra

data.

The obtained experimental data on the chloro- and thiocyanatohetarylation of acrylic and methacrylic acids amides confirms that these processes occur analogously to the anionarylation of α,β -unsaturated carboxylic acids derivatives. The high reactivity of the arylating reagent does not contribute to increasing the yields of target products, which is primarily determined by kinetic factors and the stability of intermediates. In the case of pyridine-2-diazonium salts, the proximity of the diazo group to the heteroatom (ortho-position) reduces their stability due to the partial delocalization of the positive charge of this group on the cyclic nitrogen atom. Although strengthening the covalency of the diazonium component stimulates its dediazonization. In reactions with unsaturated compounds catalyzed by copper salts, this process largely occurs along the route of the Gattermann-Sandmeyer reaction.

Thus, the combination of the high reactivity of the diazonium component and the inactivation of the catalytic process due to the multi-ligand coordination of copper ions lead to a change in the regiodirection of pyridine-2-diazonium salts reactions with unsaturated amides and increase the share of processes competing for anionhetarylation.

References

1. Grishchuk B. D., Gorbovyj P. M., Baranovskiy V. S., Ganushak N. I. Catalytic and non-catalytic reactions of diazonium aromatic salts with alkenes in the presence of nucleophiles. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*. 2008. Vol. 6 (3). P. 16–32.
2. Baranovskii V. S., Simchak R. V., Grishchuk B. D. Synthesis and heterocyclization of 3-aryl-2-methyl-2-thiocyanatopropanamides. *Russian Journal of General Chemistry*. 2009. Vol. 79 (2). P. 269–273.
3. Mo F., Qiu D., Zhang L., Wang J. Recent development of aryl diazonium chemistry for the derivatization of aromatic compounds. *Chemical Reviews*. 2021. Vol. 121(10). P. 5741–5829.
4. Allen C. F. H., Thirtle, J. R. 2-Bromopyridine: Pyridine, 2-bromo-. *Organic Syntheses*. 2003. Vol. 26. P. 16.

5. Peng H., Cai R., Xu C., Chen H., Shi X. Nucleophile promoted gold redox catalysis with diazonium salts: C–Br, C–S and C–P bond formation through catalytic Sandmeyer coupling. *Chemical science*. 2016. Vol. 7(9). P. 6190–6196.

UDC 547.638 + 547.789

2-S-IMINOTHIOCARBONATO-3-ARYLPROPANAMIDES AS BIFUNCTIONAL SYNTHONS FOR THE PREPARATION OF THIAZOLE DERIVATIVES

¹ Lyashok D. O., ¹ Kondrych O. I., ¹ Symchak R. V., ² Yatsiuk V. M., ¹ Baranovskyi V. S.

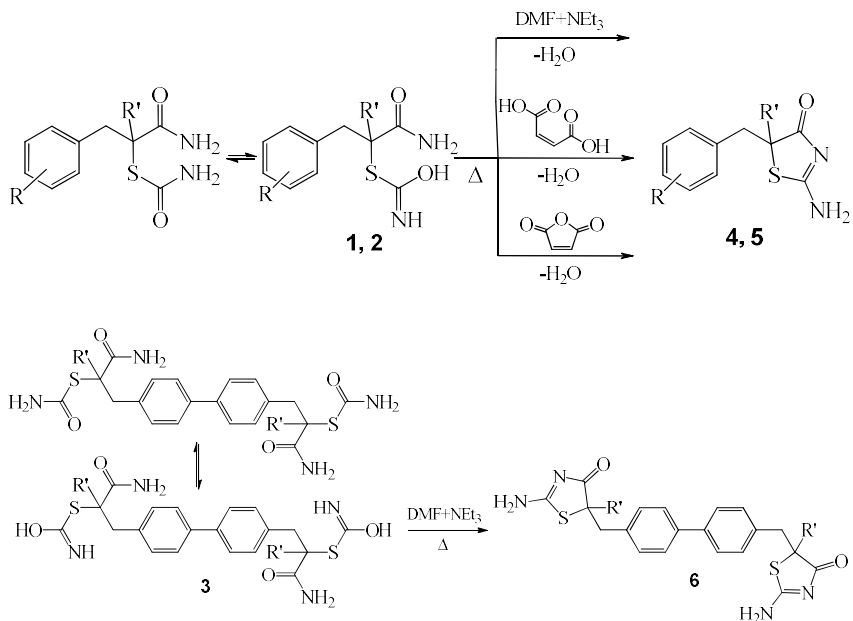
¹ Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

² Ternopil Scientific Research Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

E-mail: baranovsky@tnpu.edu.ua

It is known that α -functionalized thiocyanates are available and convenient bicenter reagents for various cyclizations. The thiocyanate group is hydrolyzed to the thiocarbamate group in an acidic solutions and the presence of additional functional group in the molecular structure allows to obtaining heterocyclic compounds during the hydrolysis process [1]. An example of such cyclizations is the direct cyclization of 3-aryl-2-thiocyanatopropanamides, which occurs with the formation of 5-arylsubstituted 2-aminothiazol-4(5*H*)-ones. These thiazole derivatives are converted into acetamide derivatives when boiled in acetic anhydride medium [2, 3].

The previously synthesized 2-S-iminothiocarbonato-3-arylpropanoic acids derivatives [4] can also be used as bifunctional synthons for the construction of the thiazole cycle. In order to confirm this conclusion, we investigated the cyclization of 2-(S-iminothiocarbonato)-(2-methyl)-3-arylpropanoic acid amides **1-3** with the formation of 2-aminothiazol-4(5*H*)-one derivatives **4-6**.



1-6 : R = H (**1, 4**), 4-C(O)Me (**2, 5**); R' = H (**a**), Me (**b**)

Cyclization of iminothiocarbonates **1-3** occurs during boiling in a mixture of dimethylformamide and triethylamine (20:1) for 6 hours or fused with maleic acid (maleic anhydride) in a quantitative ratio of 1:1.2 for 10-20 minutes.

The obtained experimental data show that the cyclization of 2-(S-iminothiocarbonato)-(2-methyl)-3-arylpropanamides and 3-aryl-2-thiocyanatopropanamides occurs similarly to the formation of 2-amino-5-benzyl-(5-methyl)thiazol-4(5H)-ones. However, the yields of 2-aminothiazol-4(5H)-one derivatives in the case of iminothiocarbonates are several percent higher and the process of their production takes place under slightly milder conditions.

These facts confirm the previously proposed mechanism of 3-aryl-2-thiocyanatopropanamides cyclization, which is initiated by protonation of the nitrogen atom of the SCN group. Activation of this group can also be carried out due to the formation of a hydrogen bond between the acid catalyst and the nitrogen atom and, in both cases,

leads to increase in the positive charge on the carbon atom. As a result, the electrostatic attraction of the electrophilic carbon of the SCN group and the free electron pair of the nitrogen atom of the amide group increases, which contribute to the formation of a new C–N bond and completes the formation of the thiazole cycle.

2-(S-Iminothiocarbonato)-(2-methyl)-3-arylpropanamides were proposed as acyclic synthons for the construction of thiazole systems. They have certain advantages due to the presence of two electron-withdrawing groups near the carbon atom – imino and hydroxyl, which additionally increases its electrophilicity and promotes cyclization process.

References

6. Erian A. W., Sherif S. M. The chemistry of thiocyanic esters. *Tetrahedron*. 1999. N. 55. P. 7957–8024.
7. Baranovskii V. S., Simchak R. V., Grishchuk B. D. Synthesis and heterocyclization of 3-aryl-2-methyl-2-thiocyanatopropanamides. *Russian Journal of General Chemistry*. 2009. Vol. 79 (2). P. 269–273.
8. Grishchuk B. D., Baranovskii V. S. Synthesis of 5-Arylsubstituted Thiazol-4-one Acetyl and Amino Derivatives by the Heterocyclization of the Products of Acrylamide Thiocyanatoarylation. *Russian Journal of General Chemistry*. 2011. Vol. 81 (9). P. 1896–1899.
9. Grishchuk B. D., Symchak R. V., Baranovskyi V. S., Yatsiuk V. M., Brovarets V. S. Synthesis and antitumor activity of 2-acetamido-5-benzylthiazol-4-yl acetates. *Ukrainica Bioorganica Acta*. 2015. Vol. 13 (2). P. 54-59.

UDC: 502/504:57(477.81) 577.47: 504.054

**ACCUMULATION OF MICROPLASTIC AND ITS IMPACT
ON THE RESPONSES TO PHARMACEUTICAL IN THE
BIVALVE MOLLUSC *UNIO TUMIDUS***

**Martinyuk V.V.¹, Khoma V.V.¹, Matskiv T.R.^{1,2}, Yunko K.B.¹,
Gnatyshyna L.L.², Stoliar O.B.¹**

¹Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University,
Ternopil, Ukraine

²I.Ya. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil,
Ukraine

E-mail: Oksana.Stolyar@tnpu.edu.ua

Microplastic (MP) is one of the most persistent pollutants in the surface waters. MP refers to plastic particles smaller than 5 mm that are formed after large plastic wastes enter the aquatic environmental and are destroyed by environmental exposure, physical destruction and biodegradation [1]. Importantly, 70–80% of the total number of MPs found in the marine environment enter the environment from freshwater rivers, however, the freshwater pollution by MP is studied lesser [2]. MP enter primary freshwater ecosystems through untreated sewage and agricultural and storm water discharges flows. Importantly, sorption of some novel pollutants, such as pharmaceuticals on these particles with a large total surface area, for which treatment facilities are also ineffective, is especially dangerous. Bivalves as filters have highly developed processes of intracellular internalization of MP [3,4]. However, they are able to excrete a significant amount of MP *in vivo* in the form of pseudofaeces, therefore the utilizing of bivalves in the bioindication of MP is discussed.

The aim of this study was to elucidate the ability of freshwater bivalve mollusk to accumulate microplastic from the environment and assess its own toxicity and its impact on the responses to other chemical contaminants. To our knowledge, the information concerning the MP level in the freshwaters and in molluscs in Ukraine is lacking generally.

For this study, the specimens of bivalve mollusks *Unio tumidus* were collected from two populations: in pristine (Pr) and contaminated

(Ct) sites. The specimens were depurated during 7 days and exposed to microplastic PET particles (M, 1 mg L^{-1} , obtained from the powder which was sieved with a standard mesh of size $< 0.5 \text{ mm}$), ibuprofen of pharmaceutical quality (IBU, PJSC SIC Borshchahivskiy CPP, M01A E01, $0.8 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$), or with their combination (Mix) for 14 days. Untreated mussels from both sites (PrC and CtC) were also examined after the same time of being in the laboratory tanks. The specimens were collected and water was replaced every 2 days with the renewing of MP content. The duration of exposure was 14 days. The molluscs from Pr-area exposed to MP, were examined each two days for the accumulation of MP. All exposed groups were examined after 14 days of exposure to determine the biomarkers of toxicity. Additionally, the molluscs from the contaminated site were analyzed in the day of sampling to determine the concentration of microplastic in the organism. The amount of MP in the water was calculated after filtering it and coloring the existing particles. To estimate the number of particles in each individual tissue sample, we used an alkali-based potassium hydroxide/hydrogen peroxide digestion method that provide the digestion of any residual bioorganic material. The amount of MP in water was calculated after filtering, staining and counting the number of particles. The filters with MP particles obtained from the tissues and the samples of water were stained with Nile red (9-diethylamino-5H-genso [α] phenoxazin-5-one) and examined under optical microscope with additional UV (395 - 405 nm) illumination. The specimens were collected and water was replaced every 2 days with the renewing of MP content. Among the biomarkers, the enzymes of apoptosis, metallothionein functionality and redox state (NADH/NAD; GSH/GSSG levels) in the tissues of digestive gland were analyzed.

During the exposure, the number of MP in the tissues of molluscs and in the water was changed simultaneously with the opposite regularity. The number of particles in the tissues was negligible at the 0 day and increased sharply until the 2-th day. Generally, during the 14-th days exposure, it was indicated a *bell-shaped* response curve for MP accumulation with maximum correspondent to 15.62 items/g FW at 10-th day. The maximum accumulation of MP relating the length of molluscs was also detected

at 8-th-10-th days comparing to the start of exposure. However, it remained elevated at the 14-th day. In the experimental tank, the number of particles was changed in the limits of 590 -790 items L⁻¹, decreasing from the initial level of 2-th day by 1.3 times at the 10-th day of exposure but returned to the level of 2-th day till the 14-th day. Correspondingly, the most prominent accumulation of MP from water was detected at the 10-th day of exposure. The dynamic of the accumulation of MP in the soft tissues (in relation to total in tissues) and in the water had significant negative correlation ($r = -0,799$, $P < 0.05$).

The MP concentration in the soft tissues of field specimens from polluted area was higher than in the deputed molluscs, and the level of MP in the river water was about 103 items L⁻¹. When we compared the ability of molluscs to accumulate the MP from the water (number of items per g tissues/number of particles per L of water), its higher effectivity was shown for the field group (~75%). In the short experimental exposure of the molluscs from the reference site, this function was also rather high (~55% after 10 days of exposure). Moreover, the deputed molluscs from the reference area were not cleaned totally from the MP and indicated the presence of these particles in the body at the 0 day of exposure despite their almost total absent in the water.

The comparison of two control and exposed groups after 14 days of exposure indicated that the PrC and CtC groups showed remarkable differences, with lower levels of metallothionein protein (MTSH), NADH and NAD⁺, but higher levels of GSH, GSSG, caspase-3 and cathepsin D (CTD) in the CtC group. These data indicate a chronic stress impact in the Ct population and could be particularly related to chronic pollution by MP. Under exposures, we found an almost common strategy in both populations for NAD⁺/NADH and MTSH suppression and CTD induction. Additionally, IBU did not change GSH in both populations. However, the typical response to IBU – the suppression of caspase-3 – was indicated only in PrIBU- and PrMix-mollusks. CTD efflux increased dramatically only in PrMP- and PrMix- groups. According to discriminant analysis, exposed Pr-groups were highly differentiated from control, whereas Ct-groups had common localization demonstrating high resistance to environmental stress.

These data indicate the high accumulative ability of *U. tumidus* and attract the attention to the utilizing of this species in the biomonitoring of pollution by MP and for the depuration of surface waters. Collectively, this study suggested that the accumulation of MP *per se* in molluscs did not cause particular toxicity during the sub-chronic exposure. However, it substantially distort the particular effects of ibuprofen in the specimens from the reference site that are not well adapted to the chronic pollution.

This work has been granted to Oksana Stoliar by the Ministry of Education and Science of Ukraine to (Projects No M-70/2021 and No M-13/2022 under the French-Ukrainian Cooperation Program) and the Avard of visiting professor of the University of Messina (Italy).

References

1. Aigars J., Barone M., Suhareva N., Putna-Nimane I., Dimante-Deimantovica I. Occurrence and spatial distribution of microplastics in the surface waters of the Baltic Sea and the Gulf of Riga. *Marine pollution bulletin*. 2021. Vol. 172. P. 112860.
2. Li J., Liu H., Chen P. Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water Research*. 2018. Vol. 137, No 15. P. 362-374.
3. Martyniuk V., Khoma V., Matskiv T., Baranovsky V., Orlova-Hudim K., Gylytė B., Symchak R., Matciuk O., Gnatyshyna L., Manusadžianas L., Stoliar O. Indication of the impact of environmental stress on the responses of the bivalve mollusk *Unio tumidus* to ibuprofen and microplastics based on biomarkers of reductive stress and apoptosis. *Comparative biochemistry and physiology. Toxicology and pharmacology*. 2022. Vol. 261. P. 109425.
4. Wesch C., Bredimus K., Paulus M., Klein R. Towards the suitable monitoring of ingestion of microplastics by marine biota: A review. *Environmental Pollution*. 2016. Vol. 218. P. 1200–1208.

УДК 374.147

**РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПІД ЧАС
ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ ТА ФІЗИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ**

Барановська К.І., Гладюк М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: nnglad@tnpu.edu.ua

Відповідно до мети середньої загальноосвітньої школи в змісті предметів природничого циклу повинні бути відображенні об'єктивні взаємозв'язки між явищами природи. Проблема міжпредметних зв'язків досліджувалася багатьма дидактами та методистами. Суть міжпредметних зв'язків, їх функції та види розкриваються у дослідженнях Н.М. Буринської, С.У. Гончаренка, Н.А. Лошкар'євої, Ю.І. Мальованого.

Незважаючи на зростаючий інтерес вчених до проблеми реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні хімії, істотні питання формування міжпредметних знань в учнів ще не розв'язані. Зокрема, не визначені критерії відбору міжпредметних відомостей до конкретного уроку, необхідних для усвідомленого засвоєння учнями знань з хімії та фізики. Потребує розробки система прийомів використання знань з суміжних предметів.

Завданнями дослідження було: 1) виявити умови, що забезпечують ефективну реалізацію міжпредметних зв'язків у навчанні хімії та фізики; 2) визначити принципи та критерії відбору міжпредметного матеріалу; 3) виявити міжпредметні зв'язки у навчанні хімії та фізики, визначити їх зміст, необхідний для глибокого усвідомленого засвоєння фізичних та хімічних знань; 4) розробити методику реалізації міжпредметних зв'язків.

У процесі аналізу наукового-методичної літератури з'ясовано, що формування умінь навчальної і розумової діяльності учнів потребує цілеспрямованої спільної роботи вчителів різних предметів. Для успішного їх формування важливо домогтися від учителів різних предметів єдиного підходу до вироблення зазначених умінь, чіткого визначення етапів цієї роботи, роль кожного предмета в їх удосконаленні і розвитку.

У своїй роботі ми розглядаємо міжпредметні зв'язки як відображення діалектичного взаємозв'язку між предметами і явищами природи, фактами і подіями суспільного життя у змісті природничо-наукової освіти та якомога повнішому розкритті всіх його сторін спеціальною організацією викладання і навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Нами визначено такі принципи відбору міжпредметного матеріалу до уроку:

- 1) відповідність матеріалу цілям і предметному змісту навчання;
- 2) спрямованість на розв'язання навчальних проблем;
- 3) використання різноманітних видів міжпредметних зв'язків.

Для успішного здійснення зв'язків у кожному конкретному випадку ми намагалися чітко усвідомити, з якою метою встановлюватимемо зв'язок і в якій формі це буде зроблено. Зокрема, міжпредметні зв'язки ми встановлювали з метою глибшого розуміння навчального матеріалу, систематизації та узагальнення знань, формування в учнів умінь застосовувати знання з цього предмета при вивченні інших предметів формування в школярів світоглядних висновків, розвитку інтересу до пізнання природи. При вивченні навчальних питань, що потребують багатоаспектного висвітлення, ми використовували різні прийоми відновлення в пам'яті учнів необхідних знань із суміжних предметів.

Найчастіше при реалізації міжпредметних зв'язків на заняттях з хімії та фізики ми використовували різні форми роботи: роботу з декількома підручниками, розв'язування міжпредметних задач, роботу з комплексними таблицями та схемами, виступи учнів з повідомленнями та рефератами міжпредметного змісту.

Реалізація міжпредметних зв'язків здійснювалася в рамках таких організаційних форм: урок, семінар, лекція, екскурсія, навчально-практичне заняття.

У запропонованій нами моделі навчання, побудованій на основі реалізації міжпредметних зв'язків, перебудовуються всі етапи (ланки) діяльності вчителя та учнів. Навчаюча діяльність вчителя і навчально-пізнавальна діяльність учнів мають спільну

процесуальну структуру: мета – мотив – зміст – засоби – результати – контроль.

На *першому* етапі діяльності вчитель ставить об'єктивно значиму загальнопредметну мету, яка відображає навчально-виховні завдання і висувається перед учнями у формі навчально-пізнавальних задач. Учні під керівництвом вчителя повинні усвідомити міжпредметну суть такої задачі, здійснити аналіз її умов, відбір необхідних опорних знань з різних предметів. Це *цільовий* етап.

Наступний етап – *мотиваційний*. Вчитель, керуючись мотивами колективного співробітництва у досягненні спільних цілей розвитку особистості, стимулює пізнавальний інтерес учнів до світоглядних знань, до узагальнення понять і суміжних предметів.

На *наступному* етапі розгортається *змістова сторона діяльності*. Вчитель вводить новий навчальний матеріал, одночасно актуалізуючи опорні знання з інших предметів, здійснюючи наступні, супутні та перспективні міжпредметні зв'язки на рівні спільних фактів, понять, законів, теорій, ідей.

Одночасно з оволодінням змісту здійснюється і *операційна сторона діяльності*. Школярі, базуючись на наочних засобах навчання, які сприяють узагальненню знань з різних предметів, виконують дії актуалізації, переносу, синтезу, оцінки значущості нових висновків. У цьому процесі відбувається застосування раніше засвоєних знань і умінь, а також нових (міжпредметних і загальнопредметних) узагальнених умінь.

Наступний етап – *результативний*, коли формуються висновки, узагальнення, які включаються в систему наукових, світоглядних знань, коли фіксуються досягнення в оволодінні новими, більш досконалими уміньми і навичками, новими зв'язками, відмічаються зрушення в мотиваційній сфері та організаційні успіхи в навчальній і трудовій діяльності на основі міжпредметних зв'язків.

Цикл діяльності завершується контролюючим етапом, на якому учителі різних предметів здійснюють взаємооцінку і взаємоконтроль підготовленості учнів з взаємозв'язаних предметів, перевіряють і оцінюють якість засвоєних ними нових знань.

Отже, нами визначено організаційно-педагогічні умови реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні учнів хімії та фізики: аналіз змісту курсу хімії, фізики і суміжних дисциплін для визначення питань, що потребують багатоаспектного висвітлення відповідно до цілей навчання; відбір міжпредметного матеріалу для кожної теми у відповідності з цілями її вивчення і основним змістом; визначення місця міжпредметного матеріалу на занятті, логіки його викладу; вибір методів, прийомів і засобів навчання; визначення критеріїв і показників оцінки знань учнів, сформованих на міжпредметній основі, у відповідності з запланованими результатами навчання.

Визначено принципи відбору міжпредметних знань: відповідність міжпредметного матеріалу цілям і предметному змісту навчання; спрямованість міжпредметних зв'язків на розв'язання навчальних проблем, використання різноманітних видів міжпредметних зв'язків.

Розроблено методичку реалізації міжпредметних знань апробовано в реальному навчально-виховному процесі. У результаті дослідно-експериментальної роботи підтверджено правильність вихідної гіпотези про ефективність реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні учнів.

Список літератури

1. Гладюк Т.В. Біологія. Хімія (Інтегровані заняття) / Т.В. Гладюк. Тернопіль: Підручники і посібники. 2007. 84 с.
2. Навчання хімії у старшій школі на академічному рівні: монографія / Величко Л.П., Буринська Н.М., Вороненко Т.І., Лашевська Г.А., Титаренко Н.В. К.: Педагогічна думка, 2013. 216 с.
3. Шевцов В.Я. Міжпредметні зв'язки хімії в школі. К.: Освіта. 1997. 68 с.

УДК 613:[371.134-057.875:371.71]

**ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНИЙ ЗМІСТОВИЙ
КОМПОНЕНТ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ
БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВ ЗДОРОВ'Я**

Барна Л.С., Барна М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: barna@chem-bio.com.ua

У професійному стандарті вчителя (2020 р.) зазначено, що діяльність вчителя передбачає організацію навчання та виховання учнів на засадах компетентнісного підходу, сприяння розвитку здібностей учнів, формуванню в них навичок здорового способу життя, турботу про їхнє фізичне і психічне здоров'я тощо [2]. Вирішення цих завдань вимагає кваліфікованих педагогічних кадрів.

На хіміко-біологічному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка на першому (бакалаврському) та другому (магістерському рівнях) реалізується освітньо-професійна програма «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини, хімія)». Метою цієї програми є створення освітнього середовища здобувачу вищої освіти для формування на належному рівні загальних та професійних компетентностей у галузях біології, здоров'я людини, хімії, педагогіки та психології, що дозволять йому отримати можливість вільного доступу до працевлаштування та здобуття наступного рівня вищої освіти.

Важливою умовою підготовки кваліфікованих майбутніх фахівців є реалізація цільового, змістового, процесуального та діагностичного компонентів [1].

Нами здійснено аналіз змістового компонента, спрямованого на підготовку фахівців із здоров'я людини. Ознайомлення з освітньо-професійною програмою свідчить про те, що у змісті професійної підготовки майбутніх вчителів переважають біологічні освітні компоненти. Їх обсяг становить 72 кредити ЄКТС.

Базовою дисципліною, яка забезпечує підготовку фахівців у

галузі здоров'я людини, є «Основи здоров'я людини», на вивчення якої відводиться 6 кредитів. Мета навчального курсу — сформуванню у студентів ставлення до свого здоров'я як до найвищої цінності, розуміння сутності здоров'я людини та здорового способу життя, технологій збереження та зміцнення здоров'я, особливостей здоров'я дітей шкільного віку та впливу на нього освітнього процесу; підготувати майбутнього вчителя до професійної діяльності з формування здоров'язбережувальної компетентності учнів та валеологічно доцільної організації освітнього процесу. Програмою курсу передбачено три змістові модулі:

Змістовий модуль 1. Здоров'я людини, його складові та критерії;

Змістовий модуль 2. Здоровий спосіб життя;

Змістовий модуль 3. Вікові особливості здоров'я людини.

У процесі вивчення цієї дисципліни студенти оволодівають знаннями сутності індивідуального та громадського здоров'я, складових, критеріїв, факторів здоров'я, сутності та складових здорового способу життя, особливостей здоров'я людини у різні вікові періоди, зокрема, дітей шкільного віку, впливу різноманітних чинників на здоров'я школярів, у тому числі пов'язаних з освітнім процесом; вміннями застосовувати знання в організації власного способу життя, на основі самоаналізу власного здоров'я розробляти індивідуальну програму здорового способу життя, аналізувати вплив навчання на здоров'я учнів тощо.

Окрім вивчення окремої навчальної дисципліни, в освітньо-професійній програмі реалізується фрагментарне вивчення здоров'язбережувальної інформації у змісті деяких обов'язкових біологічних дисциплін, зокрема, анатомії та фізіології людини, мікробіології, цитології та гістології з основами ембріології, генетики. Важливу роль у поглибленні знань здобувачів освіти про психічне здоров'я людини відіграє курс психології (загальної, вікової та педагогічної).

Підсилюють та доповнюють формування компетентностей студентів і деякі вибіркові дисципліни. Зокрема, важливу роль у здоров'язбережувальній підготовці здобувачів відіграє блок вибіркових дисциплін, присвячених вивченню особливостей

харчування людини: «Основи нутриціології, «Харчові та дієтичні добавки», «Фізіологічні основи харчування». Поглиблює знання студентів про особливості індивідуального розвитку та життєдіяльності організму дитини, вплив на здоров'я школярів освітнього процесу, способи здоров'язбереження учасників освітнього процесу блок таких вибіркових дисциплін: «Індивідуальний розвиток та вікова фізіологія», «Вікова фізіологія та шкільна гігієна», «Психофізіологія».

Дотичними до здоров'язбережувальної підготовки студентів є вибіркові дисциплін «Лікарські рослини», «Токсикологія харчових продуктів».

Завершується формування фахових компетентностей майбутніх вчителів біології та основ здоров'я курс «Методика навчання біології та основ здоров'я», навчальна та виробнича педагогічні практики.

Отже, особливістю змістового здоров'язбережувального компоненту підготовки майбутніх вчителів біології та основ здоров'я на освітній програмі «Середня освіта. Біологія та здоров'я людини, хімія» Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка є об'єднання знань навколо одного предмета дослідження (здоров'я людини) обов'язкових та вибіркових дисциплін з метою належної професійної підготовки здобувачів. Потребує підсилення аналізованого компоненту обов'язковими дисциплінами, оскільки вони відіграють вирішальну роль у формування фахових компетентностей майбутніх вчителів.

Список літератури

1. Міхеєнко О.І. Підготовка майбутніх фахівців зі здоров'я людини до застосування здоров'язміцнювальних технологій: теоретико-методичні аспекти: монографія. Суми: Університетська книга.2015. 316 с.
2. Професійний стандарт за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «Вчитель закладу загальної середньої освіти», «Вчитель з початкової освіти (з дипломом молодшого спеціаліста)». Електронний ресурс: URL https://rada.info/upload/users_files/41868892/77dd4226a

[dd8e617afd9889da11634d8.pdf](#) . Дата звернення
05.10.2022 р.

УДК 575.224.46

**ВПЛИВ АРОМАТИЗОВАНИХ НІКОТИНОВМІСНИХ
РІДИН ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ НА ВИНИКНЕННЯ
ДОМІНАНТНИХ ЛЕТАЛЬНИХ МУТАЦІЙ У *DROSOPHILA
MELANOGASTER***

Бучковська О.О., Крижановська М.А.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
E-mail: buchkovskao2000@chem-bio.com.ua

Тютюнопаління — набута шкідлива звичка вдихання диму тліючого висушеного листа тютюну. Найважливішим компонентом тютюнового диму є нікотин. Регулярне вживання нікотину викликає тютюнову залежність. Тривале і часте паління тютюну завдає значної шкоди здоров'ю курців та оточуючих їх людей і тварин. На сьогодні паління є однією з основних причин підвищення смертності у світі. Споживання тютюнових виробів веде до виникнення різноманітних захворювань від яких щорічно помирає 5,4 млн осіб [2, 4, 5].

Рано чи пізно курці розуміють шкідливість звички для власного здоров'я і згідно з опитуванням дорослих (GYTS) 62,5% курців прагнуть кинути курити, майже 40% – пробували це зробити самостійно, однак лише 1,2% здійснили бажане [5]. Кинути палити важко, бо курцю доводиться боротися одразу з трьома видами залежності: фізіологічною, психологічною, поведінковою, тому курці намагаються шукати різні ефективні варіанти позбутись цієї небезпечної звички. Саме тому наприкінці 20-го століття інженер-винахідник Герберт Гілберт для зменшення шкідливого впливу сигарет на здоров'я людини запатентував пристрій, де замінив горіння тютюну на

випаровування ароматизованої рідини. Далі патентування винахід не пішов і масового поширення не одержав. Аналог сучасних електронних сигарет було створено і запатентована в 2003 році в Китаї вченим-фармацевтом Хон Ліком, який вважав, що електронні сигарети здійснять революційний переворот і дозволять зробити куріння безпечнішим та й допоможуть повністю кинути палити [1].

Важливим елементом електронної сигарети є картридж із заправною рідиною, яка визначатиме смак і "міцність" сигарети. У торговий мережі представлено широкий асортимент заправних ароматів, які здатні задовільнити смак будь якого вибагливого курця. Різноманітність заправок дозволяє обрати не лише привабливий смак, але і регулювати в рідині концентрацію нікотину [1].

Серед організацій охорони здоров'я різних країн відсутні вичерпні статистичні дані щодо впливу синтетичних ароматизованих заправок електронних сигарет на здоров'я і життєздатність людини. Ні електронні сигарети, ні їх заправки не підлягають обов'язковій сертифікації. На відміну від Німеччини, Швейцарії та США, в Україні верхні дозволені межі вмісту токсичних хімікатів у тютюнових сигаретах не контролюється. Крім того, проконтролювати і захистити ринок тютюнового виробництва від підробок немає можливості [5].

Рідини для електронних сигарет, здебільшого, не марковані належним чином, тому важко судити про те, що входить до їх складу. Базовими компонентами заправної рідини є пропіленгліколь і гліцерин, а також хімічні речовини які можуть містити важкі метали та канцерогени. Використання ароматизованих рідин, особливо солодких, також може створювати серйозні ризики для здоров'я. Адже багато з цих рідин є подразниками, що призводять до запалення дихальних шляхів, можуть викликати алергію,

сприяти розвитку пухлин, послаблювати організм і робити його сприятливим до вірусних захворювань, обструктивних захворювань легень, раку легень та серцево-судинних захворювань тощо [3, 4].

На сьогодні вплив хімічних складових аромозаправок і їх компонентів на здоров'я людини остаточно не з'ясовано. Медичних досліджень та офіційних опитувань для визначення побічних ефектів вейпінгу вкрай не вистачає. З метою дослідження дії ароматизованих нікотиновмісних рідин електронних сигарет було проведено дослідження заправок «Spearmint», «Double Raspberry» та «Pineapple Lemonade». Основним завданням було встановити частоту виникнення домінантних летальних мутацій (ДЛМ) у *Drosophila melanogaster* лінії Oregon.

Живильне середовище готували відповідно до стандартної загальноприйнятої методики на дистильованій воді без додавання родзинок. Таке середовище слугувало основою для утримання мух контрольної групи. Для мух дослідних груп на поверхню живильного середовища капали по 5 крапель відповідної ароматизованої рідини і обережно перемішували. У кожную пробірку поміщали по 6 самок і 8 самців. Піддослідні пробірки утримувалися у термостаті ($t = 23\text{--}24^{\circ}\text{C}$) до появи нащадків, серед яких відібрали 100 самців і схрестили з інтактними самками в затравочних камерах, які фіксували у чашках Петрі на агар-агарному середовищі. Через кожні 3 години переставляли затравочні камери на нове середовище. У яйцекладках підраховували кількість відкладених яєць, кількість незапліднених яєць, кількість яєць з ранніми і пізніми ДЛМ, які відрізнялись за кольором.

Загальна чисельність відкладених яєць у контрольній групі складала 1043. Унаслідок дії спонтанного мутагенезу у яйцекладці було виявлено 14 незапліднених яйця, 6 яєць з ранніми ДЛМ і 3 з пізніми ДЛМ.

У дослідній групі 1 за використання заправної рідини «Spearmint» нараховано 1021 яйце, серед яких значно збільшилася кількість незапліднених (282) та кількість яєць з ранніми ДЛМ (123) відповідно контролю. Кількість яєць з пізніми ДЛМ становила 45.

Використання заправної рідини «Double Raspberry» у дослідній групі 2 призвело до зниження загальної чисельності відкладених яєць до 908. Проте кількість незапліднених (35) яєць, яєць з ранніми (25) та пізніми (15) ДЛМ була значно меншою у порівнянні до дослідної групи 1, проте все одно перевищувала кількість яєць контрольної групи.

Загальна чисельних відкладених яєць на поживному середовищу з заправною рідиною «Pineapple Lemonade» (дослідна група 3) становила 967. Кількість незапліднених яєць відповідала кількості у контрольній групі (13). По даній групі спостерігалось найменше відхилення у кількості яєць з ранніми та пізніми ДЛМ (17 і 15 відповідно).

Вивчення частоти виникнення домінантних летальних мутацій показало, що найменше її значення спостерігалось у контрольній групі і становила 0,5%. Застосування сольових нікотиновмісних рідин «Spearmint» викликає її збільшення до 7,8% (у 15 разів), «Double Raspberry» – до 8,15% (у 16 разів), «Pineapple Lemonade» до 4,9% (у майже 10 разів). За результатами експерименту витікає висновок, що досліджені заправні рідини електронних сигарет «Spearmint», «Double Raspberry» та «Pineapple Lemonade» до складу яких входить нікотин на сольовій основі концентрацією 50 мг здатні чинити на живі організми активний мутагенний ефект і викликати порушення фізіологічного стану і різноманітні захворювання.

Список літератури

1. «Електронні сигарети». [Електронний ресурс]. URL: <http://eko-smoke.com.ua/ternopol.html>.

2. Лаврушенко Л.Ф. Основні аспекти механізму токсичної дії ксенобіотиків Праці VII Українського біохімічного з'їзду. К., 1997. ч.ІІІ. С. 150-151.
3. Смоляр В.І. Токсичні ефекти харчових добавок *Проблеми харчування*, 2005. №1. С. 5–15.
4. Malik, V. S.; Popkin, B. M.; Bray, G. A.; Despres, J.-P.; Willett, W. C.; Hu, F. B. (2010). "Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: A meta-analysis". *Diabetes Care*. 33 (11): 2477–83.
5. U.S. Department of Health and Human Services (HHS). The health consequences of smoking: A report of the Surgeon General. Atlanta, Georgia: National Center for Chronic Disease and Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health; 2004. Available from: http://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/sgr/sgr_2004/index.htm.

УДК (546.56 +546.48) : (597.554.3+ 597.552.1) : 577.152.1

**ДІЯ ІОНІВ Cu^{2+} ТА Cd^{2+} НА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СТАТУС
КОРОПА ТА ЩУКИ**

**Вознюк О.О., Хоменчук В.О., Вовчек Н.О., Рабченко О.О.,
Курант В.З.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua

Важкі метали є одними із найнебезпечніших компонентів забруднення поверхневих вод. Окремі метали, такі як Fe, Zn, Cu, Co, Cr, Mn і Ni, необхідні для метаболізму в слідових кількостях (есенціальні); однак їх більша доза може викликати токсичні ефекти. Інші, такі як Pb, Hg, Cd і As, не виконують біологічних функцій і є токсичними [2].

Риби є першочерговими мішенями впливу важких металів у гідроекосистемах, які страждають найбільше. Підвищення концентрацій вищевказаних металів у водному середовищі в тій чи іншій формі вище допустимих рівнів, у свою чергу, призводить до надмірного акумулювання їх водними

організмами, що обумовлює порушення нормального функціонування метаболічних систем. При надходженні в організм риб іонів металів у кількостях, які перевищують фізіологічну потребу, вони можуть суттєво порушувати роботу ферментів енергетичного обміну [5]. Тому метою нашої роботи було дослідження енергетичного статусу організму риб за інтоксикації іонами купруму та кадмію.

Дослідження проведено на коропах (*Cyprinus carpio* L.) та шуках (*Esox lucius* L.) дворічного віку з середньою масою 300–350 г. Риб утримували в акваріумах об'ємом 200 дм³ з відстояною водопровідною водою (вміст O₂ – 7,5±0,5 мг/дм³; CO₂ – 2,5±0,3 мг/ дм³; рН – 7,8±0,1). Усі дослідження на тваринах були виконані відповідно до принципів «Міжнародної Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальною та іншою науковою метою» (Страсбург, 1986).

Вивчали вплив іонів кадмію та купруму в концентраціях 0,005 і 0,02 мг/дм³ для Cu²⁺ та 0,005 мг/дм³ і 0,02 мг/дм³ для Cd²⁺, що відповідають 0,5 та 2,0 рибогосподарським ГДК. Необхідні концентрації іонів металів у воді акваріумів створювали внесенням солей CuSO₄·5H₂O та CdCl₂·2,5H₂O кваліфікації “х.ч.”. Риб за час експерименту не годували. Період аклімації у риб у токсичних умовах становив 14 діб, що є достатнім для формування адаптивної відповіді на дію стрес-чинника.

Відповідно до поставлених завдань для дослідження відбирали тканини передньої долі печінки, зябрових дуг та білих м'язів риб. Всі процедури відбору тканин після інвазії риб виконували на холоді. Досліджували наступні показники: активність цитохромоксидази і сукцинатдегідрогенази в мітохондріальних фракціях зябер та печінки, а також активність лактатдегідрогенази у цитоплазмі усіх дослідних тканин.

Перед виділенням субклітинних фракцій тканини гомогенізували в охолодженому розчині такого складу: 0,22 М сахароза, 10⁻⁴ М ЕДТА та 0,01 М тріс-НCl (рН 7,2) у співвідношенні 1:5. Ядра виділяли центрифугуванням при 2000-2500 об./хв 20 хв. Осад аналізували як ядерну фракцію, а надосад зливали і центрифугували 30 хв. при 12000 об./хв. Надосад використовували як цитоплазматичну фракцію, осад як фракцію

мітохондрій.

Активність сукцинатдегідрогенази (СДГ) визначали ферриціанатним методом [6]. Активність цитохромоксидази визначали за Штраусом [4]. Активність лактатдегідрогенази (ЛДГ) визначали за швидкістю окиснення НАДН, яку реєстрували за зменшенням величини оптичної густини при 340 нм [1]. Вміст білка в пробах досліджуваних зразків тканини визначали за методом Лоурі [3] і виражали у мг. Всі одержані дані було оброблено статистично з використанням t-критерію Стьюдента.

Сукцинатдегідрогеназа (КФ.1.3.99.1) каталізує окиснення янтарної кислоти до фумарової та є одним з ключових регуляторних ферментів циклу трикарбонових кислот. Вона бере участь у забезпеченні регуляції і взаємозв'язку окремих шляхів не тільки окисного, але й пластичного обміну.

Аналіз отриманих результатів показав, що за інтоксикації іонами металів встановлено дозозалежні та тканиноспецифічні зміни активності сукцинатдегідрогенази у досліджуваних груп риб. Так, за дії 0,5 ГДК іонів Cu^{2+} металу встановлено зростання активності ферменту у клітинах зябер і печінки коропа та щуки, відповідно, у 1,50 і 1,14 раза та у 1,24 і 1,31 раза. Натомість за дії сублетальної концентрації купруму достовірні зміни каталітичної активності ензиму відмічено лише у мітохондріях печінки риб. При цьому активність СДГ зросла у 1,73 раза в коропа та у 1,58 раза в щуки. В мітохондріях зябер на відміну від печінки, чітко простежується концентраційна залежність дії іонів купруму - стимулювання активності за дії допорогової концентрації металу, тоді як за експозиції 2 ГДК металу було відмічено повернення показників активності ферменту до контрольних значень.

За дії 0,5 ГДК йонів Cd^{2+} , типового токсиканта, було відмічено достовірне зростання активності сукцинатдегідрогенази у зябрах та печінці досліджуваних риб, відповідно, у 1,28 і 1,19 раза в коропа та у 1,29 і 1,23 раза в щуки. Із одержаних даних видно, що зміни активності СДГ більш виражені у клітинах зябер, порівняно з гепатоцитами риб. За дії сублетальної концентрації токсиканту активність СДГ достовірно знижується як у зябрах, так і печінці риб, відповідно, у 1,65 і 1,46 раза в коропа та у 1,54 і 1,32 раза в щуки. Такі зміни каталітичної активності, очевидно, є наслідком комплексного впливу іонів

кадмію на фермент.

Цитохромоксидаза мітохондрій (Цитохром с: O_2 – оксиредуктаза; МКФ 1.9.3.1) – термінальний фермент дихального ланцюга, який є надзвичайно чутливим до лігандів різної природи. Результати досліджень показали, що зміни активності цитохромоксидази у клітинах зябер та печінки досліджуваних риб за впливу іонів металів є дозозалежними. Так, за дії 0,5 ГДК іонів Cu^{2+} встановлено достовірне зростання активності ферменту у зябрах та печінці, відповідно, у 1,62 і 1,49 раза в коропа та у 1,38 і 1,25 раза у щуки. Такі зміни каталітичної активності, очевидно, є наслідком структурних змін у внутрішній мембрані мітохондрій, а, отже, і в кінетичних параметрів ензимів дихального ланцюга.

Вплив сублетальної концентрації іонів купруму (II) індукує зниження каталітичної активності ферменту у 1,89 і 1,39 раза, відповідно, в зябрах та гепатопанкреасі коропа та у 1,58 і 1,27 раза – в щуки ($p < 0,05$). Токсичний ефект йонів Cu^{2+} на енергетичне забезпечення клітини можна пов'язати із порушеннями транспорту протонів у мітохондріях.

За впливу допорогової кількості іонів кадмію в печінці коропа та щуки активність цитохромоксидази достовірно зростала у 1,13 і 1,17 раза. Натомість за дії 0,5 та 2 ГДК іонів Cd^{2+} у зябрах та за впливу 2 ГДК металу в гепатопанкреасі коропа та щуки встановлена загальна тенденція до зниження активності цього ферменту. Можна припустити, що при цьому, також, порушується мембранний потенціал, що здійснює опосередкований вплив і на функціонування цитохром с оксидази.

Підвищений рівень активність ЛДГ є маркером ураження тканин риб, гіпоксичних станів та служить хорошим діагностичним інструментом в токсикології. Аналіз отриманих результатів показав, що за дії підвищених концентрацій іонів металів спостерігався дозозалежний характер змін активності ЛДГ у досліджуваних тканинах коропа та щуки. Так, за експозиції допорогової концентрації іонів Cu^{2+} встановлено зниження активності ферменту у зябрах і печінці коропа та щуки, відповідно, у 1,14 і 1,47 раза та у 1,33 і 1,73 раза, що, ймовірно, може бути пов'язано з активацією аеробного шляху

енергозабезпечення. У той же час за дії 2 ГДК іонів купруму спостерігалось достовірне зростання ферментативної активності ЛДГ у всіх досліджуваних тканинах риб.

Як показали результати досліджень за дії допорогової кількості іонів Cd^{2+} відзначалось достовірне зниження активності ЛДГ у 1,23 раза в клітинах печінки щуки, що, ймовірно, пов'язано з активацією аеробного шляху метаболізму в цій тканині. За впливу сублетальної концентрації іонів кадмію спостерігалась загальна тенденція до зростання ферментативної активності ЛДГ у зябрах, печінці та м'язах риб.

Отже, допорогові концентрації іонів купруму спричиняють послаблення анаеробного метаболізму, тоді як за сублетальних концентрацій металу енергозабезпечення процесів детоксикації проходить, в основному, за рахунок гліколізу. Дія допорогових концентрацій іонів кадмію активувала сукцинатдегідрогеназу печінки та зябер коропа, тоді як вплив 2 ГДК металу інгібував активність СДГ у досліджуваних тканинах риб. За дії 2 ГДК іонів обох металів відмічалось достовірне зменшення активності цитохромоксидази зябер та печінки коропа, що може бути обумовлено значним накопиченням металів у мітохондріях. Активність лактатдегідрогенази тканин риб за інтоксикації іонами Cd^{2+} в більшості випадків зростала, що може бути свідченням посилення анаеробних процесів.

Список літератури

1. Bergmeyer H.G., Bernet E. *Methods of enzymatic analysis*. Viena: Verlag Chemie, 1974. P. 324–328.
2. Gautam R. K., Sharma S. K., Mahiya S., Chattopadhyaya M. C. *Contamination of Heavy Metals in Aquatic Media: Transport, Toxicity and Technologies for Remediation, in Heavy Metals In Water: Presence, Removal and Safety*, 2014. P. 1-24.
3. Protein measurement with folin phenol reagent /O.H. Lorry, H.J. Rosebrough, A.L. Farr, R.J. Randall. *J. Biol. Chem.* 1951. Vol. 191. P. 265-275.
4. Straus W. Colorimetric microdetermination of cytochrome c oxidase. *J. Biol. Chem.* 1954. Vol. 207, №2. P. 733.

5. Transcriptional responses to environmental metal exposure in wild yellow perch (*Perca flavescens*) collected in lakes with differing environmental metal concentrations (Cd, Cu, Ni) / Pierron F., Bourret V., St-Cyr J. et al. *Ecotoxicology*. 2009. Vol. 18. Vol. 620–631.
6. Vinogradov A. D., Ackrell B. A. C., Singer T. P. On the possible interrelations of the reactivity of soluble succinate dehydrogenase with ferricyanide, reconstitution activity, and the HiPiP iron sulfur center. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1975. Vol. 67. P. 803-809.

УДК УДК 581.46:582.632.2(477.84)

**МОРФОЛОГІЯ ПИЛКОВИХ ЗЕРЕН ДЕЯКИХ ВИДІВ
РОДУ *QUERCUS* L.**

Герц Н.В., Винярчук О., Савчук Т.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: herts_nv@chem-bio.com.ua

На сьогоднішній день паліноморфологічні ознаки багатьох представників покритонасінних широко використовуються як для вирішення таксономічних проблем роду, так і для з'ясування питань філогенії та систематики багатьох груп квіткових рослин. Відомо, що ознаки скульптури пилкових зерен є одними з найбільш стабільних в еволюційному відношенні, тому вони успішно використовуються в якості надійних діагностичних критеріїв для ідентифікації або диференціації не лише таксонів вищих рівнів – секцій, родів, родин і т. п. – але й видів, особливо морфологічно близьких. Паліноморфологічні дані дозволяють, судити про філогенетичні взаємозв'язки між видами, визначати напрямок еволюційного розвитку конкретних морфолого-географічних рас, висвітлювати найбільш вірогідні шляхи та закономірності історичного розвитку окремих груп рослин. У палінологічному відношенні рід *Quercus* L. вивчений недостатньо, що обумовило актуальність даного наукового дослідження [1].

Об'єктами досліджень були взяті види роду *Quercus*, що належить до родини *Fagaceae* Dumort. У процесі досліджень

використовували такі методи: маршрутно-польовий, метод фенологічних спостережень, біометричний, паліноморфологічний та математичний. Дослідження для вирішення поставленої мети проводили у природних та лабораторних умовах. У польових дослідженнях визначали статеву приналежність рослини, здійснювали збір матеріалу для вивчення морфології пилкових зерен. Під час палінологічних досліджень значну увагу було приділено чистоті зразків від домішок пилку інших видів роду та видів інших родів тому, що види роду *Quercus* є анемофільними рослинами. Тому при відборі матеріалу для досліджень перевага надавалася неповністю розкритим квіткам. Морфологію пилкових зерен ми вивчали із застосуванням світлового мікроскопа (МБИ-9). Опис пилкових зерен проводили за методикою [2] згідно якої зроблено опис: форми пилкового зерна, розмір, кількість пор, форми порового отвору, піднятність пор над поверхнею спородерми, відстань між порами, розміру порового отвору (з ободком, без ободка), скульптури, товщини екзینی (біля порового отвору).

Усі види роду *Quercus* родини *Fagaceae* володіють швидким ростом, мають цінну і міцну деревину з гарним рисунком та забарвленням, деякі види є корисними горіхоплодними рослинами. Окрім цього, види роду *Quercus* можуть слугувати сприяють зниженню рівня шуму в умовах міста, володіють стійкими фітонцидними властивостями, є газо- та димостійкими рослинами. Види родини *Fagaceae* широко використовуються для підвищення продуктивності лісових фітоценозів, озеленення міст, промислових територій, захисних зелених смуг навколо автомагістралей тощо. Таким чином, все вищесказане обумовлює актуальність даного дослідження.

Враховуючи таксономічну значимість паліноморфологічних ознак і недостатнє вивчення морфології пилкових зерен видів роду *Quercus*, метою дослідження було дослідити і порівняти особливості морфологічної будови пилкових зерен *Quercus robur* L. .

За літературними даними пилкові зерна у видів роду *Quercus* зазвичай 3-х, 4-х, 5-ти або багатопорові, сплюснuto-сфероїдальної форми. Пори екваторіальні або розташовані на проксимальній напівсфері. Екзина на дистальній стороні тонша з

нерівними краями, округло-трикутної форми. Така ділянка називається – гармомегат. Інтина пилкових зерен представників роду *Quercus*.

Згідно з даними досліджень до паліноморфологічних ознак видів роду *Quercus* належать сплющено-сфероїдальна, плоско-опукла форма пилкових зерен, з екватора вони широкоеліптичні, з полюсів округло-багатокутні, округлі або асиметрично багатокутні; досить крупні – в екваторіальному діаметрі 30,6-58,0 мкм, полярна вісь – 25,5-36,0 мкм. Пилкові зерна п'яти-, дев'ятнадцятипорові, з 5-11 порами, розташованими по екватору, та з 1-11 порами на напівсфері. Пори округлі, ободкові, ободок іноді дуже піднімається над загальною поверхнею або майже не піднімається. Екзина на дистальній стороні тонша з нерівними краями, округло-трикутної форми. Така ділянка називається – гармомегат.

У дослідженого виду пилкові зерна порівняно великих розмірів. Пори пилкових зерен помітно припідняті і нагадують невеличкі горбочки з отворами, діаметр яких дорівнює близько 3,5 мкм. Скульптура пилкових зерен представлена дрібними шипиками, рівномірно розташованих на поверхні.

Отже, нами вивчено та описану морфологію пилкових зерен роду *Quercus*.

Список літератури

1. Boavida, C. L., Silva, P. J. and A. J. Feijó. Sexual reproduction in the cork oak (*Quercus suber* L.). II. Crossing intra and interspecific barriers. *Sexual Plant Reproduction*. 2001. Vol. 14 (3). P. 143-152. <https://www.researchgate.net/publication/232957874>.
2. Hayrapetyan A., Bruch A.A. Pollen morphology of some species of the genus *Quercus* L. (Fagaceae) in the Southern Caucasus and adjacent areas. *Acta Palaeobotanica*. 2020 60(1). P. 1–42. <https://doi.org/10.35535/acpa-2020-0001>.

УДК 631.42

**ВИКОРИСТАННЯ КОЛІРНИХ ТА ОПТИЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ВМІСТУ
ОРГАНІЧНОГО КАРБОНУ**

Герц А.І., Голояд В.В., Герц В.Р., Гаркач С.О., Герц Н.В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: herts@chem-bio.com.ua

Нині, актуальним є питання впровадження нових високоінформативних критеріїв оцінки стану ґрунтового покриву, зокрема кількості органічного Карбону. Так як класичні методи аналізу органічної речовини у репрезентативних ландшафтних вибірках ґрунтів є вельми довготривалими та трудомісткими, сьогодні продовжується пошук експрес методів оцінювання вмісту Карбону [4].

Перспективним підходом у вивченні властивостей ґрунтів є дослідження колірних та спектральних властивостей за допомогою технічних засобів, які виключають суб'єктивний чинник. У роботах [3,4], продемонстровано потенціал цифрових камер, включаючи камери смартфонів, у вимірюванні кольору ґрунту. Низка дослідників у своїх роботах [2- 4] описують можливості недорогих колориметрів, таких як Cube, Nix Pro, Muse, які дозволяють інструментально вимірювати забарвлення ґрунтів, вивчати взаємозв'язок між колірними характеристиками та компонентним складом останніх.

Широке застосування у дослідженні ґрунтів набувають спектрофотометри та рефлектометри. В основі роботи останніх лежить ідея використання спектральної відбивної здатності формуванні цих характеристик відіграє органічна речовина [2].

У роботі представлено підхід, який дозволяє, із застосуванням портативного колориметра NixPro та рефлектометра Our Sci Reflectometer [2, 7], отримати колірні характеристики, спектральні криві відбиття випромінювання, розрахувати спектральні та інтегральні коефіцієнти відбиття світла різних типів ґрунтів, виявити спектральні діапазони, що найбільше корелюють із вмістом органічного Карбону у

досліджуваних зразках ґрунтів.

Відбір проб ґрунту Тернопільської, Львівської та Івано-Франківської областей здійснювали з орного горизонту земель сільськогосподарського використання за стандартною методикою. Ґрунти класифікували за Predicted World Reference Base (WRB) (FAO of the United Nations, 2015). Основні фізико-хімічні параметри отримували, відповідно до GPS координат відбору ґрунту, з використанням SoilGrids [6] REST API у середовищі RStudio та Python.

Для візуальної оцінки забарвлення ґрунту використовували універсальну оптичну систему А. Г. Манселла [5]. За допомогою портативного рефлектометра Our Sci Reflectometr вимірювали спектри відбиття за десятих довжин хвиль (365 нм, 385 нм, 450 нм, 500 нм, 530 нм, 587 нм, 632 нм, 850 нм, 880 нм, 940 нм) [2]. Паралельно здійснювали оцінку забарвлення ґрунту у колірних величинах CIE L*a*b*, CMYK, RGB за допомогою сканера кольору Nix Pro™ (Hamilton, Ontario, Canada).

Визначення органічної Карбону ґрунту проводили оксидиметричним методом [1]. Для побудови моделі прогнозування вмісту ґрунтової органічної речовини (ГОР) застосовували множинний регресійний аналіз.

У літературі [3, 4] є дані, що описують потенціал NixPro у прогнозуванні ГОР та загального Нітрогену в ґрунті. Як і у вищезгаданих дослідників, одним із статистично достовірних, предикторів отриманого нами рівняння множинної регресії, що описує залежність між ГОР та колірними параметрами CIELab, є L^* – світлосила ($R^2=0,61$). Отримані дані цілком узгоджуються з результатами інших дослідників. У роботі [3], прогнозування ГОР за кольоровими параметрами, що були отримані сенсором Nix (у колірних моделях RGB, XYZ та CMYK), характеризувалось R^2 на рівні 0,66.

За допомогою рефлектометра Our Sci, було оцінено спектральне відбиття та поглинання світла ґрунтом за довжин хвиль 365, 385, 450, 500, 530, 587, 632, 850, 880, 940 нм. Розраховано інтегральний коефіцієнт відбиття ρ_e (Reflection) досліджуваних ґрунтів. Рівняння лінійної регресії, де в якості залежної змінної є ГОР, а незалежної – Reflection описує 69% дисперсії даних ($R^2=0,69$), що узгоджується з іншими даними [2,

7].

Отже, з метою уникнення суб'єктивності під час оцінювання забарвлення ґрунту, підвищення точності вимірів доцільно використовувати технологію кольорових датчиків (сенсорів, давачів). Це значно пришвидшує процес та дає можливість одночасно отримати параметри, що характеризують забарвлення ґрунту, низки колірних моделей: RGB, XYZ, CMYK тощо.

Враховуючи те, що NixPro охоплює виключно видимий спектральний діапазон, використання рефлектометра Our Sci, який, згідно його технічних характеристик (Our-Sci Web Application, 2021) працює в ширшому спектральному діапазоні, є перспективним. Ефективність даного рефлектометра, для прогнозування вмісту ГОР відома [2]. Точність прогнозу на основі Our Sci зростала, як у випадку NixPro, за умови додавання додаткових предикторів: структура ґрунту, вміст піску і глини тощо.

Отже, базуючись на інтегральному коефіцієнті відбиття світла, рівнянням лінійної регресії можна описати кореляційний зв'язок між органічною речовиною ґрунту і його спектральними характеристиками. Водночас, враховуючи, що в досліджених нами ґрунтах вміст Карбону органічної речовини змінювався у вузькому діапазоні (0,8–3,0%), коефіцієнт відбиття світла від поверхні може бути успішним інструментом експрес оцінки його вмісту.

Список літератури

1. ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
2. Ewing P.M., TerAvest D., Tu X, Snapp S.S. Accessible, affordable, fine-scale estimates of soil carbon for sustainable management in sub-Saharan Africa. *Soil Sci Soc Am J.*, 2021. P. 1–13.
3. Jha G., Sihi D., Dari B., Kaur H., Nocco M. A., Ulery A., Lombard K. Rapid and inexpensive assessment of soil total

- iron using Nix Pro color sensor. *Agric Environ Lett*, 2021. 6:e20050.
4. Herts A., Khomenchuk V., Kononchuk O., Herts N., Markiv V., Buianovskyi, A. Use of visual-diagnostic color parameters of soils and optical reflectometry for determination of organic carbon content. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2022. 31 (2), 260-272.
 5. Munsell Soil Color Charts : with genuine Munsell® color chips. Grand Rapids, MI : Munsell Color, 2018. 34 p.
 6. Web-site “SoilGrid” : [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://soilgrids.org//>. Перевірено: дата 22.09.21
 7. Web-site “OurSci” : [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://our-sci.org//>. Перевірено: дата 22.09.21

УДК 502.7 (595.7)

**КОМАХИ ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ В
ЕНТОМОЛОГІЧНІЙ КОЛЕКЦІЇ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА**

Голіней Г. М., Павуляк А. І., Прокоп'як М. З.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

E-mail: halyna.holiney@gmail.com

Біота України нараховує понад 70 тис. видів, з них флора – понад 27 тис. видів, фауна – понад 45 тис. видів. Одним із заходів збереження цієї різноманітності тваринного і рослинного світу є ведення Червоної книги України, куди заносяться види, що внаслідок різних причин, і в тому числі антропогенних, опинилися під загрозою зникнення.

Перше одностомне видання Червоної книги України було видано у 1980 році і до нього було включено 85 видів тварин та 151 вид судинних рослин.

Друге видання Червоної книги України було підготовлено у двох томах. Перший том – «Тваринний світ» – був надрукований у 1994 р. і налічує 382 види. Другий том – «Рослинний світ» – вийшов друком у 1996 р. і налічує 541 вид.

Третє видання Червоної книги України включає 542 види тварин та 826 видів рослин і грибів. У ньому враховані сучасні наукові дані щодо чисельності і поширення видів, положення міжнародних договорів, стороною яких стала Україна протягом останніх років, зокрема Конвенції про біологічне різноманіття, Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES), Конвенції про збереження мігруючих видів диких тварин, Конвенції про збереження дикої флори і фауни та природних середовищ тощо.

До Червоної книги України (2009 р.) занесено 226 видів комах різних рядів, які мають різні природоохоронні статуси. Вказано 88 видів тварин, які зустрічаються на території Тернопільської області. З них 37 видів комах різних рядів (Odonata, Homoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera) [3].

Найбільшу кількість видів, які віднесені до Червоної книги України і поширені на території Тернопільської області відмічено з ряду Метелики, або Лускокрилі (Lepidoptera) – 15 (40 %). Із рядів Твердокрилі (Coleoptera) і Перетинчастокрилі (Hymenoptera) у Червоній книзі України є по 8 видів (21 %), а із ряду Бабки (Odonata) – 4 види (11 %). Найменшою кількістю видів представлені представники рядів Рівнокрилі (Homoptera) і Двокрилі (Diptera), по 1 виду (3 %).

Нами проаналізовано за природоохоронним статусом види комах, які зустрічаються в Тернопільській області. Виявлено 5 видів, які перебувають під загрозою зникнення у природних умовах і збереження яких є малоімовірним, якщо триватиме дія факторів, що негативно впливають на стан їх популяцій. Відмічено 23 види комах, які є вразливі, тобто у найближчому майбутньому можуть бути віднесені до категорії зникаючих. 8 видів комах їх природоохоронним статусом «рідкісні», тобто популяції яких невеликі і на даний час не належать до категорії зникаючих чи вразливих, хоча їм і загрожує небезпека і один вид недостатньо відомий, який не можна віднести до жодної із зазначених категорій через відсутність необхідної повної і достовірної інформації.

В ентомологічних колекціях кафедри ботаніки та зоології

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка зберігається велика кількість комах, яка щорічно поповнюється видами, зібраними викладачами і студентами під час експедиційних виїздів, проходження навчальних практик, даними ентомологів-любителів й ін. Колекційні матеріали, в основному, зібрані в областях Західної України, хоча є види з інших областей.

На сьогодні доповнено і систематизовано 4 стендових колекцій комах. Одна частина стендової колекції містить види комах, які занесені до Червоної книги України. Фото цих комах, які представлені в колекціях, доповнене лінійкою для точного відображення розмірів цих видів.

Червонокнижні види комах представлені наступними рядами. З ряду Твердокрилі (Coleoptera) в ентомологічних колекціях виявлені: красотіл пахучий – *Calosoma (s.str.) sycophanta*, плавунець широкий – *Dytiscus latissimus*, скарабей священний – *Scarabaeus sacer*, вусач великий дубовий – *Cerambyx cergo*, вусач мускусний – *Aromia moschata* і жук-олень, рогач звичайний – *Lucanus cervus cervus*, жук-самітник – *Osmoderma barnabita* (Motschulsky, 1845) [1, 2].

Останній вид доповнив колекцію червонокнижних видів у 2021 році, який було знайдено в Тернопільській області, Тернопільського району, с. Паївка [49.322163, 26.111679], 12.07.2021. Природоохоронний статус виду: вразливий. Рідкісний вид, зустрічається поодинокими особинами. В Українських Карпатах здебільшого на низовині та у передгір'ях. Вид зникає внаслідок санітарних вирубок лісу, застосування пестицидів у лісових масивах. Внесений до Червоних книг багатьох країн Європи.

Ряд Лускокрилі (Lepidoptera) представлений червонокнижними видами: махаон – *Papilio machaon*, подалірій – *Iphiclides podalirius*, стрічкарка тополева – *Limenitis populi*, райдужниця велика – *Apatura iris*, бражник мертва голова – *Acherontia atropos*, бражник прозерпіна – *Proserpinus proserpina*, сатурнія велика – *Saturnia pyri*, стрічкарка блакитна – *Catocala fraxini* і стрічкарка орденська малинова – *Catocala sponsa* [4].

Виявлено, що з ряду Перетинчастокрилі (Hymenoptera) у

фондах є ксилокопа звичайна (бджола-тесляр) – *Xylocopa (Xylocopa) valga*, ксилокопа фіолетова (бджола-тесляр) – *Xylocopa (Xylocopa) violacea* і джміль моховий – *Bombus (Bombus) muscorum*, а з ряду Бабки (Odonata) – красуня діва – *Calopteryx virgo*.

Отже, на основі опрацювання матеріалів ентомологічних колекцій ТНПУ ім. В. Гнатюка ідентифіковано види комах, які занесені до Червоної книги України (2009 р.), і вони представлені у стендовій колекції. Ця колекція може бути доповнена новими червонокнижними видами на основі аналізу ентомологічного матеріалу, який щорічно поповнюється за рахунок проведення навчальних практик.

Список літератури

1. Прокоп'як М. З., Голіней Г. М. Матеріали щодо поширення жука-оленя *Lucanus cervus cervus* L. в областях Західної України. П'ята міжнародна конференція молодих учених : Харківський природничий форум (19–20 травня 2022 р., м. Харків) : збірник тез. Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2022. С. 188–190.
2. Харишин І. М., Голіней Г. М. Червонокнижні види родини Scarabaeidae у фауні Тернопільської області. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2021* : матер. всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої 50-річчю кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін та 100-річчю від дня народження д.б.н., проф. Шуста Івана Васильовича (Тернопіль, 1–2 жовт. 2021 р.). Тернопіль : Вектор, 2021. С. 167–170.
3. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І.А. Акімова. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.
4. Fauna Europaеа. URL: https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/24c56ea2-9787-4cf5-995b-fcdcf0b576 (Last accessed: 16.04.2022)

УДК 58.0826069.53+908(477)

РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Городецька С.І., Гуменюк Г.Б., Волошин О.С., Чень І.Б.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

E-mail: gorodetskasolomia@gmail.com

Ґрунт – це складна багатофункціональна і багатокомпонентна відкрита структурна система поверхневого шару кори вивітрювання гірських порід, яка володіє родючістю і є комплексною функцією гірської породи, організмів, клімату, рельєфу та часу [1].

Тернопільська область є аграрно-промисловим регіоном. Її розташування в західній частині правобережного лісостепу в зоні з родючими ґрунтами і достатнім зволоженням сприяє розвитку сільськогосподарського виробництва [2]. Рівень освоєності земельних ресурсів в області досить високий. Із загальної площі земельного фонду, яка становить 1382,4 тис. гектарів, 85% складають землі, які використовуються для ведення сільського господарства. Основна частка цих земель припадає на сільськогосподарські угіддя [2].

У структурі ґрунтового покриття Тернопільського району, за даними великомасштабного ґрунтового дослідження найбільшу площу займають сірі опідзолені ґрунти й чорноземи, площі яких майже однакові.

Тип сірих опідзолених ґрунтів включає підтипи темно-сірих опідзолених, сірих і ясно-сірих лісових. Сірі та ясно-сірі лісові ґрунти розвинені, здебільшого, на лесах.

У профілі сірих опідзолених ґрунтів чітко виділяються два горизонти: гумусово-елювіальний глибиною 25–30 см, він сірий, грудкувато-пластинчастий, а також ілювіальний глибиною до 80–90 см. У верхній частині він буває слабо гумусований та елювіований. Поступово цей горизонт переходить спочатку у вилугуваний, потім у карбонатний лес [2].

Ясно-сірі опідзолені ґрунти відрізняються від сірих тим, що між гумусовоелювіальним та ілювіальним горизонтами в них

залягає елювіальний, який білястого кольору, пластинчастий, збіднений глинистими частинками, гумусом, а тому майже повністю складений відмитими від глини зернами кварцу та іншими мінералами різного розміру.

Чорноземні ґрунти у ресурсному відношенні є найбагатшими в межах Тернопільському районі. В їх складі виділяють чорноземи типові глибокі малогумусні, чорноземи типові луговаті, чорноземи опідзолені, чорноземи реградовані, чорноземи на важких глинах, чорноземно-карбонатні на елювії твердих карбонатних порід.

Про стан родючості ґрунтів району можна судити по наявності в ґрунті органічної речовини - вмісту гумусу [3]. Середньорічне внесення органічних добрив по району становить лише 0,3 т/га. Тому гумус щорічно катастрофічно втрачається за рахунок його вимивання, ерозії та мінералізації, спричиненої застосуванням азотних добрив без гною у підвищених нормах, що призводить до нагромадження нітратів, збільшення втрат азоту в атмосферу, зменшення біологічної фіксації азоту [4].

Однією з найважливіших умов родючості ґрунту є вміст хімічних елементів живлення, необхідних для росту і розвитку вирощуваних рослин. Найвищими середньозваженими показниками азоту характеризуються декілька районів області, зокрема, Тернопільський (144 мг/кг (432 кг/га)). В Тернопільському районі такий високий вміст азоту є закономірний, адже тут залягають чорноземи глибокі малогумусні та чорноземи опідзолені з високою природною родючістю.

Фосфор споживається рослинами в значно менших кількостях, ніж азот. Значення фосфору для рослин важливе, особливо для розвитку їх генеративних органів. Цей показник відчутно знизився в Тернопільському районі і становить з 114 мг/кг до 103 мг/кг. Причиною зниження його вмісту, може бути вимивання й ерозії ґрунтів, що найбільш відчутно на ґрунтах легкого механічного складу та на середньо- і сильнозмитих ґрунтах [5].

Калій входить до числа елементів живлення, які найбільше потрібні рослині для формування вегетативної маси та репродуктивних органів. У рослині він перебуває в іонній формі і

не входить до складу органічних сполук клітини. Під впливом калію посилюється накопичення простих та високомолекулярних вуглеводів.

Зведені результати суцільного агрохімічного обстеження показали, що ґрунти області мають підвищений середньозважений вміст обмінного калію – 117 мг/кг. Така динаміка спостерігається уже на протязі тривалого часу [5]. На загальний вміст у ґрунті обмінного калію, який споживають рослини, значний вплив має материнська порода, її механічний склад.

Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Дружба», яке розташоване с. Лозова, Тернопільського р-н, Тернопільської обл., займається вирощуванням зернових, технічних культур, фруктів, овочів та реалізацією продукції, переробкою сільськогосподарської продукції як власного виробництва так і придбані у інших виробників, вирощування культур у поєднанні з тваринництвом. Підприємство виконує свою діяльність на орендованих землях. Договори укладено на оренду 2651,38 гектарів земель [6].

Агрономи товариства вводять науково обґрунтовані сівозміни, раціонально застосовують добрива, належно обробляють ґрунт. Правильна зміна культур дозволяє повніше використовувати поживні речовини ґрунту і внесених добрив, успішніше вести боротьбу з бур'янами, шкідниками та хворобами. Основні культури : кукурудза, соняшник, буряк, соя. Елементами точного землеробства охоплено 95 % оброблювальних площ.

У компанії у 2009–2010 впроваджено та випробувано низку інноваційних та нових елементів точного землеробства. В їх числі — сучасні технології обстеження ґрунту, використання ГІС, технології змінного висіву насіння і диференційованого внесення добрив, контроль погодних умов на полях, використання ДЗЗ і багато іншого, що тільки почало впроваджуватись в Україні.

Список літератури

1. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці, 2003. 400 с.

2. Тернопільська область. URL: <http://www.rada.com.ua/ukr/RegionsPotential/Ternopil/>.
3. Тернопільський енциклопедичний словник: у 4т., редкол.: Г. Яворський та ін. Тернопіль 2004. 696 с.
4. Балюк С.А., Греков В.О., Лісовий М.В., Комариста А.В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління, 2011. 29с.
5. Городній М. М., Лісовал А. П., Бикін А. В. та ін. Агрохімічний аналіз. К.: Арістей, 2005. 468 с.
6. Дружба-Нова. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>.

УДК 504.53:504.054

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ
БІОТЕСТУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ АНТРОПОГЕННОГО
ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ**

Грицак Л.Р., Леонов А.О., Кмиць Л.І., Дробик Н.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: hrytsak1972@gmail.com

Сучасний рівень техногенезу, інтенсивний розвиток промислових агломерацій сприяють збільшенню урбанізованих територій, і цей процес надалі буде прогресувати, оскільки міський спосіб життя має низку економічних, соціально-побутових, культурних, інформаційних переваг тощо. Створення комфортних умов для безпечної життєдіяльності людини в місті неможливе без вирішення проблеми охорони навколишнього середовища. А це потребує нового осмислення ролі ґрунтового покриву в урбанізованому середовищі [3]. До недавнього часу ґрунтам міських територій не приділялася достатня увага ґрунтознавців. Усі дослідження зосереджувались, переважно, на природних непорушених ґрунтах та на рекультивованих землях, що використовуються в сільському і лісовому господарствах. Ґрунт є одним з найважливіших компонентів міського середовища, основою екосистеми міста. Тому його внесок в екологічний стан міст надзвичайно великий [3].

Транспорт, промисловість, будівництво є чинниками, що створюють постійне навантаження на ґрунтову систему, що призводить до зміни практично всіх її компонентів, починаючи з агрохімічних і фізичних властивостей і закінчуючи мікробіологічними і біохімічними показниками, позбавляючи ґрунтовий покрив в містах здатності виконувати важливі екологічні функції. Найбільш значущими процесами, що протікають в міських ґрунтах, є заміщення природного ґрунтового профілю антропогенним. Це супроводжується зміною агрохімічних властивостей, зокрема: ступеня насиченості основами та концентрацій рухомих форм важких металів; збільшуються показники обмінної кислотності, сума увібраних основ, зменшуються значення гідролітичної кислотності, вміст гумусу, рухомого фосфору, обмінного калію [3]. Міські ґрунти, незважаючи на докорінну перебудову своїх найважливіших властивостей, на погляд низки вчених, визнаються базовою складовою урбогеосистеми, що здійснює ряд найважливіших екологічних і господарських функцій та в значній мірі визначальною умовою життя людини в місті [3].

Формуючим чинником розвитку ґрунтів у містах є структура і характер землекористування. Міська територія являє собою різноманітність типів земель, які мають різне функціональне значення. У ґрунтах відображається якість і вид землекористування, що є формуючим чинником еволюції ґрунтів міських і промислових районів. Це вимагає оптимізації методології ґрунтових досліджень для оцінки стану ґрунтів, розробки містобудівної документації і практики проведення оцінки впливу на навколишнє середовище. Відомо, що інформація про стан довкілля отримується за допомогою численних методів контролю, спостереження та оцінки. Об'єктивна та своєчасна інформація формує правильне розуміння проблеми та є основою для прийняття ефективних управлінських рішень щодо покращення стану довкілля.

Виходячи із вище зазначеного, метою нашого дослідження є аналіз та узагальнення існуючих методів біотестування, які дозволяють швидко визначити екологічний стан ґрунтів, у тому числі міських і приміських територій.

Біотестування є методом встановлення токсичності середовища на основі вивчення особливостей реакції тест-організмів, що сигналізує про рівень екологічної безпеки або небезпеки (токсичність) незалежно від того, які саме забруднюючі речовини і в якому співвідношенні призводять до змін життєво важливих функцій у тест-організмах [1]. У якості тест-організмів використовують мікроорганізми (бактерії, одноклітинні гриби та водорості), рослини (багатоклітинні водорості, мохи, вищі спорові та квіткові рослини), тварини (ракоподібні, комахи, риби, птахи, ссавці), симбіотичні організми (лишайники).

Для оцінки забруднення біосередовища проводять фіксацію відхилення тест-організмів від норми параметрів анатомо-морфологічних, фізіологічних, біохімічних, генетичних, імунних та інших систем тест-організмів, які контрольний час перебували в умовах забруднення. Наприклад, за допомогою рослин проводять біоіндикацію різних компонентів природного середовища. Індикаторні рослини використовуються при оцінці кислотного складу ґрунтів, їх родючості, перезволоження й засолення, забрудненні важкими металами, нафтопродуктами, сполуками фтору; ступеня мінералізації ґрунтових вод і ступеня забруднення атмосферного повітря різними газоподібними сполуками тощо. Чутливі фотоіндикатори вказують на присутність забруднюючих речовин в повітрі чи ґрунті різними морфологічними ознаками – зміною кольору листків, різної форми некрозами та опаданням листків. Для оцінки рівня забруднення навколишнього середовища застосовують і методи біотестування з використанням в якості тест-об'єктів рослини, що відрізняються чутливістю, нескладним культивуванням і, що особливо важливо, мають реакцію, яку можна порівняти з реакцією інших тест-об'єктів; повинні мати чітко виражену реакцію на вплив забруднюючої речовини та видимі ознаки пошкодження. Для екологічної оцінки забруднених ґрунтів використовують насіння пшениці (*Triticum* spp.), насіння вівса (*Avena* spp.), насіння крес-салату (*Lepidium sativum* L.), насінні гірчиці білої (*Sinapis alba* L.), насіння редису посівного (*Raphanus sativus* L.), що пов'язано з високою чутливістю насіння зазначених рослин до токсичних речовин [2]; насіння цибулі

ріпчастої (*Allium cepa* L.), як ефективної тест-культури для дослідження токсичного впливу широкого спектру хімічних речовин. В Україні методи біотестування знайшли своє відображення в нормативних документах: ДСТУ ISO 11269 – 2 – 2002 «Вплив хімічних речовин на проростання і ріст вищих рослин», ДСТУ ISO 11269-1-2004 «Метод визначення гальмівної дії на ріст коренів». Біологічна діагностика ґрунтів дозволяє визначити характер і ступінь антропогенного впливу на ґрунтовий покрив на ранніх стадіях розвитку процесів.

Отже, біотестування не скасовує систему інших аналітичних методів контролю природного середовища, а лише доповнює її якісно новими біологічними показниками, оскільки з екологічної точки зору самі по собі результати визначення концентрації токсичних речовин мають відносну цінність. Використання біологічних тест-систем дозволяє визначити зміни в екосистемах на ранній стадії, коли вони ще не проявляються у вигляді морфологічних і структурних змін і їх не можливо виявити іншими методами, що надає можливість передбачити порушення екосистеми і вчасно вжити заходів. Крім того, екологічний стан біоіндикаторів можна використовувати як додаткову інформацію при оцінці здоров'я населення. Кумулятивний ефект всього різноманіття поєднань різних впливів можливо оцінити лише за допомогою біотестування.

Список літератури

1. Грицак Л. Р., Барна І. М., Кодлюк І. М. [та ін.] Біоіндикаційні методи для потреб системного аналізу якості довкілля. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія : Географія. 2017. № 2. С. 153-165.
2. Тригуб В. І., Домусчи С. В. Біотестування як метод дослідження токсичності ґрунтів. *Вісник ОНУ*. Серія: Географічні та геологічні науки. 2020. Т. 25, вип. 2(37). С. 112-127.
3. Хохрякова А. І. Ґрунти міст: особливості генезису, класифікації та діагностики. *Вісник ОНУ*. Серія:

Географічні та геологічні науки. 2016. Т. 21, вип. 1. С. 110-125.

УДК 504.062

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ВОДОЗАБОРУ м. ЛАНІВЦІ

Гуменюк В.В., Грубінко В.В., Гуменюк Г.Б., Хоменчук В.О.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: gumenjuk@chem-bio.com.ua

Водопитне та водогосподарське постачання м. Ланівці забезпечується чотирма свердловинами джерельного типу, дві з яких оснащені водонапірними баштами. Екологічну небезпеку вмісту окремих речовин та екотоксикологічну ситуацію в цілому оцінювали шляхом порівняння отриманих показників з екологічними нормативами та стандартами якості навколишнього середовища: токсичність на основі порівняння показників з величинами ГДК (Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення) [1, 3], а екотоксикологічну небезпеку згідно з «Переліком забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» [1].

Вміст кисню в усіх 4-х точках досліджень (6,2 мг/л) є більшим від мінімально допустимого показника (4 мг/л) і сприятливий для розвитку фітопланктону. Однак, виявлені показники свідчать про використання кисню на процеси окиснення органічних речовин, що осіли, і є недостатніми для активної життєдіяльності аеробних бактерій.

Вміст вуглекислоти знаходиться в межах допустимого рівня (86,5 мг/л) та свідчить про переважання її форми гідрокарбонат-йон (HCO_3^-), що спостерігається у лужному середовищі. Виявлено обернену залежність між вмістом кисню та вуглекислоти, що може спричинити деоксигенацію у разі закислення води.

У всіх досліджених точках вода є слабколужною, що і

сприяє перебуванню вуглекислоти у формі гідрокарбонат-йону, забезпечуючи екологічно прийнятний газовий режим води. Причиною лужності води може бути як гниття органічних речовин у змивному шарі дощової води, так і засолення водойми лужними еквівалентами змивного походження.

Достатньо висока лужність води сприяє також переходу значної кількості амонію у високотоксичний аміак, що погіршує екоотоксикологічну ситуацію водойми, оскільки аміак токсичніший від амонію у 400 разів (ГДК $\text{NH}_4^+= 2,0$ мг/л; ГДК $\text{NH}_3=0,01$ мг/л).

Згідно отриманих даних видно, у воді відбулася активна амоніфікація, що може бути результатом розкладання органічних речовин, які привносяться водним горизонтом та осідають упродовж зимового періоду та піддаються окисленню. Найбільш забруднена аміаком вода є на ділянках 2 (7,54 мг/л) та 4 (7,27 мг/л) (перевищення ГДК майже у 3 рази). Менш забруднені через протічність є водозабори 1 та 3 (перевищення ГДК). Слід відзначити, що в сезонному аспекті вміст амонію має тенденцію до зростання восени порівняно з літом, що, ймовірно, пов'язано з активізацією процесів гниття органічних речовин зливого, сільськогосподарського та комунального походження.

Перевищення норм нітратів не виявлено – вони набагато нижчі допустимих норм. Крім того, в сезонному аспекті рівень нітратів у вересні незначно зменшується. Це може бути пояснено їх окисненням, розкладанням і переходом в сполуки амонію при зниженні температури повітря і ґрунту.

Отже, одним із критичних факторів, особливо відстійного шару, є амоніфікація та накопичення аміаку у значних концентраціях і його перебування у вигляді високотоксичного NH_3 завдяки лужності води [2].

Список літератури

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ – Н Б В.1.1 – 27:2010. – [Чинний від 2011 – 11 – 01]. Укрархбудінформ: К., 2011; с 123. (Електронний ресурс: zacon.rada.gov.ua. Дата звернення 21.09.2021)
2. Грубінко В. В., Гуменюк Г. Б., Волік О. В., Свинко Й. М., Маккарті Ф. М. Г. Екосистема зарегульованої водойми в

умовах урбонавантаження: на прикладі Тернопільського водосховища. Тернопіль: Вектор, 2014. – 201 с.

3. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) (Наказ Міністерства охорони здоров'я України 12.05.2010 № 400 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. За № 452/17747). (Електронний ресурс: zakon.rada.gov.ua. Дата звернення 21.09.2021)

УДК 581.1: 631.81 : 635.64

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОМІДОРА ЇСТИВНОГО ЗА ВПЛИВУ
ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА «SMART»
КОМПОЗИТ МАРЦІНІШИН®**

¹Дзендзель А. Ю., ²Тригуба О. В., ¹Тимків А. С., ¹Пида С. В.

¹Тернопільський національний педагогічний університет
ім. Володимира Гнатюка

²Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія
ім. Тараса Шевченка

E-mail: andrijdzendzel@gmail.com; boratun1@ukr.net;
spyda@ukr.net.

Сучасна наука розглядає плоди культурних рослин як життєво необхідні продукти харчування. Серед палітри сільськогосподарських культур овочі займають особливе місце, оскільки є цінними харчовими та дієтичними продуктами. Вони є основним джерелом органічних речовин, мінеральних солей, вітамінів та легкозасвоюваних вуглеводів. Однією з найпоширеніших у світі овочевих культур з високими харчовими і смаковими якостями є помідор їстівний (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Близько 75 % вирощених у світі томатів використовується для споживання у свіжому вигляді, 25 % – на переробку для виробництва кетчупів, соусів, томатної пасты, консервації тощо [2]. Завдяки універсальності використання [5] томат поширений в усіх регіонах України і вирощується у захищеному та відкритому ґрунті [1].

Вагомим чинником підвищення продуктивності

агроєкосистем, потенціал яких на сьогоднішній день повністю не використовується, є застосування екологічно безпечних комплексних препаратів органічного походження. Урожайність є основним показником при удосконаленні технології. Одним із шляхів підвищення продуктивності *Lycopersicon esculentum* Mill. є впровадження у технологію вирощування орґано-мінеральних добрив, які є елементом органічного землеробства.

Мета роботи – дослідити продуктивність та структуру урожаю помідора їстівного гібриду F1 Талант вирощеного за технології застосування орґано-мінерального добрива «SMART» композит Марцінішин®.

Матеріалом дослідження слугував італійський (виведений спеціалістами фірми Esasem) гібрид першого покоління Талант помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) та орґано-мінеральне добриво «SMART» композит Марцінішин® (ОМД). Гібрид помідора їстівного F1 Талант є кушовий, детермінантний, середньостиглий [3]. Орґано-мінеральне добриво «Smart» композит Марцінішин® (ОМД) (Nзаг. – 0,6±0,5 %, P₂O₅ – 0,7±0,5 %, K₂O – 0,6±0,5 %, Cзаг. – 8,0±0,5 %) включене до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» зі статусом «постійна реєстрація» для застосування у сільському господарстві. ОМД, відповідно до «Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності» (ДСанПіН8.8.1.002-98), відповідає вимогам безпеки для здоров'я і життя людини, не забруднює навколишнього природного середовища, оскільки це препарати 4 класу токсичності. Розробником нормативно-технічної документації та виробником добрива є ФОП Марцінішин Ю. Д., Україна; ТОВ «Науково-дослідний інститут ноосферної валеології Марцінішин здоров'я збереження і планетарної екологічної безпеки людини», Україна [4].

Польові досліди з помідором їстівним закладали в умовах Західного Лісостепу України на ділянках фермерського господарства (с. Курники Тернопільського району Тернопільської області) на лучно-чорноземних середньо суглинкових на лесоподібних суглинках ґрунтах впродовж 2019-2021 рр., у двох варіантах: контроль (без застосування добрив) і дослід (із застосуванням ОМД). Помідори вирощували розсадним

способом. Розсаду вирощували у теплиці, висаджували у відкритий ґрунт у третій декаді травня за схемою 60х40 см. Площа облікової ділянки 25 м², повторність чотириразова. Кліматичні умови вегетаційних періодів загалом сприяли оптимальному росту і розвитку помідора їстівного. Плоди збирали вручну по мірі їх досягання. Кількість плодів на рослині визначали математичним підрахунком, їх масу – шляхом зважування на електронних вагах у лабораторії фізіології рослин і мікробіології Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програми *Microsoft Excel*.

Вагомими показниками, що характеризують структуру урожаю помідора їстівного є кількість плодів на одному кущі та їх маса. Протягом періоду дослідження на рослинах контрольного варіанту сформувалося 32,14±1,01 (2019 р.) – 36,14±1,41 (2021 р.) штук плодів. За використання ОМД їх кількість зросла на 19,0, 15,0 та 24,6 %. За три роки дослідження середня кількість плодів на одному кущі становила 34,17 шт. (контроль) і 39,94 шт. (дослід), приріст до контролю 22,1 %. Розмір плоду визначає не лише зовнішній вигляд, але і, товарність, привабливість та через оцінку споживача реалізаційну цінність. Маса одного плоду та плодів з одного куща була найвищою у дослідному варіанті в 2021 році і становила 56,23 ±1,17 г та 2,46 ±1,26 кг відповідно, показники статистично достовірно на 11,5 та 30,8 % перевищили контроль.

Продуктивність культури характеризує успішність застосованого елемента технології. Встановлено статистично достовірний приріст урожаю плодів за впливу ОМД протягом усіх трьох років дослідження. Найвищий урожай рослини помідора їстівного сформували у 2021 р. (79,97±1,47 т/га), дещо нижчий – у 2020 р. (77,68±1,43 т/га) та 2019 р. (76,34±1,26 т/га), що очевидно пов'язано із кількістю опадів. Відносна вологість повітря протягом досліджуваного періоду становила 72,2, 74,0 та 73,8 % відповідно. За використання ОМД урожай плодів помідора їстівного зріс порівняно з контролем у середньому на 14,94 т/га (22,1 %).

Отже, застосування органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин® при вирощуванні помідора їстівного F1

Талент позитивно вплинуло на структуру урожаю, зокрема, масу одного плоду, масу та кількість плодів з одного куща та на продуктивність загалом. Результати польових досліджень підтверджують, що з метою формування високої продуктивності помідора їстівного F1 Талент у Західному Лісостепу України доцільно використовувати в технології вирощування культури орґано-мінеральне добриво «SMART» композит Марцінішин®), що забезпечує врожайність товарних плодів на рівні 78 т/га.

Список літератури

1. Косенко Н. П., Погорелова В. О. Насіннева продуктивність сортів томата залежно від схеми сівби та удобрення в умовах південного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2020 № 2. С. 37-43.
2. Скалецька Л.Ф., Подпрятков Г. І., Завадська О. В. Методи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва: Навчальний посібник. Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2014. 416 с.
3. Талент F1 насіння помідора детермінантного (*Esasem*). URL: <https://semena.cc/uk/5405-talent-f1-semena-tomata-det-esasem.html> (дата звернення: 25.09.2022).
4. Технічні умови ТУ У 20.1-2292002437-003:2016 «Концентрована орґанічна добавка в над малих масштабах з функцією тунелювання і самоорґанізації «SMART» композит Марцінішин®). 2016.
5. Яценко В. В., Воробйова Н. В., Кравченко В. С., Вишневська Л. В. Формування продуктивності помідора за післядії абсорбентів. *Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Агронія і біологія»*. 2022. № 1 (47). С. 144-150. DOI: [10.32845/agrobio.2022.1.20](https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.20).

УДК 374.147

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ХІМІЇ

Квятковська Л.А., Гладюк М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: nnglad@tnpu.edu.u

Хімічні реакції – це форма руху матерії. Щоб скласти уявлення про речовину, вивчають її хімічні реакції. Щоб сформуванати поняття про хімічний елемент, досліджують хімічні реакції простих і складних речовин, утворених цим елементом. Вивчення хімічних реакцій – одне з центральних питань викладання хімії в середній школі

Предметом дослідження стали дидактичні завдання для формування в учнів знань про хімічну реакцію в цілому та окисно-відновні процеси зокрема, та методика їх використання у 8-9 класах.

Мета роботи – розробка та апробації комплексу дидактичних завдань для формування в учнів знань про окисно-відновні реакції у 8-9 класах.

Загальне поняття про хімічну реакцію можна розглядати як систему понять тому, що воно, по-перше, цілісний комплекс взаємозв'язаних елементів (груп часткових понять про ті чи інші сторони хімічного перетворення), по-друге, елемент іншої, більш ширшої системи, тобто всієї системи хімічних знань, а часткові поняття, що входять до нього є системами більш нижчого порядку.

Будь-яку систему утворюють дві сукупності: елементів і зв'язків (структура). Тому, щоб охарактеризувати систему понять про хімічну реакцію, необхідно, по-перше, розглянути, які елементи, тобто групи часткових понять про хімічну реакцію, її утворюють, і, по-друге, в'яснити, які зв'язки є між цими елементами.

Для формування названих вище понять нами було розроблено завдання для організації пізнавальної діяльності учнів. З численних способів, що використовувались нами в

процесі навчання хімії, ми зосередили увагу на тих, які учні можуть використовувати для здійснення самоконтролю – найважливішого компоненту пізнавальної діяльності. Такими способами є: змістове групування матеріалу; виділення опорного пункту; складання плану; виділення логічної схеми; складання образу.

Для контролю нами було розроблено комплексні тестові завдання. За характером пізнавальної діяльності розроблені дидактичні завдання охоплюють діяльність від репродуктивної до дослідницької, за способом реалізації — логічні та експериментальні. Наведемо приклади окремих варіантів завдань.

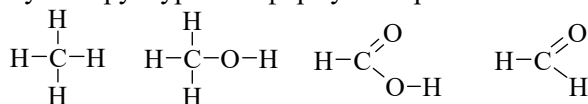
Завдання для організації пізнавальної діяльності учнів в процесі засвоєння понять „Ступінь окиснення. Окисно-відновні реакції”

Завдання 1. З переліку речовин випишіть ті, в яких атоми мають ступінь окиснення „0”: NaCl; H₂; KMnO₄; C; HCl; Ba; Al₂O₃; O₂; Cl₂; Fe(OH)₂.

Завдання 2. Визначте ступінь окиснення кожного хімічного елемента в таких сполуках: KCl; KClO₃; MgCl₂; Cl₂; KMnO₄; K₂MnO₄; H₃PO₄.

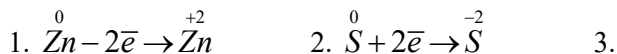
Завдання 3. Визначте ступінь окиснення Сульфуру в кристалах речовин, молекулах та йонах: Al₂(SO₄)₃; Na₂SO₄; H₂S; SO₂; SO₄²⁻; HSO₄⁻.

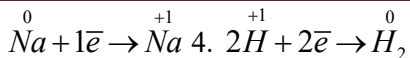
Завдання 4. Визначте валентність і ступінь окиснення Карбону за структурними формулами речовин:



Завдання 5. Визначте ступінь окиснення Мангану в сполуках: KMnO₄; MnO₂; Mn₂O₇; Mn; K₂MnO₄; MnO. Випишіть формули речовин, які є: а) лише окисниками; б) лише відновниками; в) тих, що можуть бути і окисниками, і відновниками.

Завдання 6. Які з наведених схем зображують процеси відновлення:



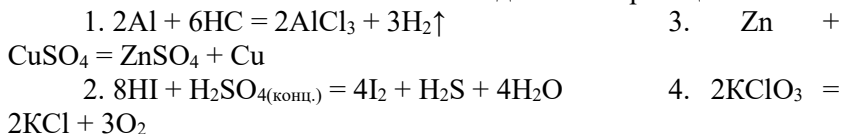


Чи може процес відновлення відбуватись без одночасного проходження процесу окиснення?

Завдання 7. З названих речовин виберіть: а) окисники; б) відновники: H_2 , KMnO_4 , CO , Zn , Al , Cl_2 , O_2 , H_2S , HNO_3 , HClO , C .

Завдання 8. Складіть формули речовин, що містять хімічний елемент з вказаним ступенем окиснення: а) S^{+6} , S^{-2} ; б) Cl^{-1} , Cl^{+7} ; в) N^{+5} , N^{-3} . Вкажіть окисно-відновні властивості цих речовин.

Завдання 9. Вкажіть окисник і відновник в реакціях:



Завдання 10. У результаті взаємодії водню з купрум(II) оксидом утворилось 0,1 моль міді. Вкажіть окисник і відновник і цієї реакції і обчисліть: а) масу міді, що утворилась; б) масу і кількість речовини купрум(II) оксиду.

Завдання 11. Закінчіть речення в аркуші розповіді „Окисно-відновні реакції” і перекажіть його.

1. Ступінь окиснення елемента – це 2. Ступінь окиснення дорівнює нулю в 3. В сполуках сума ступенів окиснення дорівнює 4. Окисно-відновні реакції – це 5. Всі реакції заміщення є 6. Окиснення – це 7. Ступінь окиснення атомів в процесі їх окиснення 8. Відновники – це 9. Відновлення – це 10. Ступінь окиснення атомів в процесі їх відновлення 11. Окисники – це 12. Окиснення і відновлення – це 13. Метали, водень, CO , FeSO_4 , H_2S , C – це 14. Неметали, розчини кислот (H^+), $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$, HNO_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, KMnO_4 – це 15. Порядок складання рівнянь окисно-відновних реакцій такий:

Завдання 12. Використовуючи формули речовин, наведених в карті, за завданням вчителя виконайте один з вказаних варіантів (один горизонтальний або вертикальний рядок).

Варіант	1	2	3	4	5
A	H_2	NaOH	HCl	CuO	SO_2

Б	PCl	O ₂	CO ₂	Ca(OH) ₂	Mg
В	CuCl ₂	Fe	KOH	H ₂	H ₃ PO ₄
Г	Ba(OH) ₂	HCl	CuO	H ₂ O	H ₂
Д	Zn	Ca(OH) ₂	C	H ₂ IO ₄	CuO

1. Вкажіть речовини: а) з ковалентним неполярним зв'язком; б) з ковалентним полярним зв'язком; в) з йонним зв'язком. 2. Складіть рівняння реакцій між речовинами, вказаними у вашому варіанті. 3. Визначте речовини-окисники і речовини-відновники серед запропонованих у вашому варіанті речовин. 4. Складіть рівняння окисно-відновних реакцій, використовуючи речовини, вказані у вашому варіанті. В чому сутність цих реакцій? Як можна визначити окисно-відновні реакції серед інших?

У процесі формуванням в учнів знань про окисно-відновні реакції та в результаті аналізу кількісних характеристик дослідження одержано результати, що свідчать про перспективність запропонованого нами підходу до вивчення окисно-відновних реакцій.

Список літератури

1. Зуєва М.В., Б.В. Іванова. Вдосконалення організації навчальної діяльності школярів на уроках хімії / М.В. Зуєва, Б.В. Іванова. К.: Освіта, 2009. 60 с.
2. Гладюк М.М . Дидактичні матеріали. Хімія 9 клас. Тернопіль: Підручники і посібники, 2019. 100 с.

УДК 597.551.2:632.95

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИТОТОКСИЧНОЇ ДІЇ ОРГАНОФОСФАТІВ НА *DANIO RERIO* (РОДИНА КОРОПОВІ)

Ковальська Г.Б., Колесницький Р.В., Горин О.І., Боднар О.І.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: bodnar@chem-bio.com.ua

Орґанофосфатні пестициди належать до найбільш використовуваних агрохімічних сполук у всьому світі. Приблизно

9,5, 6,4 та 3,2 кг/га використовуються в азіатських країнах, США та європейських країнах відповідно, включно з 2,7 кг/га в Україні [1, 2]. Серед великої сукупності фосфорорганічних пестицидів найбільше застосовують хлорпірифос та малатіон.

Вважається, що основний спосіб дії органофосфатів на водних тварин ґрунтується на їх здатності ковалентно зв'язуватися із залишком серину в активному центрі ацетилхолінестерази з подальшим порушенням каталітичної активності ензиму та накопиченням ацетилхоліну в синапсах нейронів [3, 5]. Варто зазначити, що органофосфатні пестициди, включаючи малатіон та хлорпірифос, характеризуються відносно високою розчинністю у ліпідах, через що вони легко проникають у клітини та впливають на органели, що, у свою чергу, зумовлює помітні структурно-функціональні порушення у біоти. Хоча нейротоксична дія органофосфатів добре вивчена у багатьох організмів, інформація про їх вплив на інші життєво важливі системи організму досить обмежена. Наприклад, допускають, що органофосфати порушують мембранозалежні процеси [5, 6], провокують окисний стрес та відповідно окисне пошкодження ліпідів, протеїнів та ДНК у багатьох організмів, включно людини [2, 4]. Тому важливими є систематичні та комплексні дослідження, які дозволять глибше зрозуміти молекулярні механізми токсикологічних впливів органофосфатів на нецільові організми.

З огляду на зазначене, метою нашої роботи було визначити особливості впливу широко використовуваних фосфорорганічних пестицидів малатіону і хлорпірифосу на прояви цитотоксичності у коропової риби *Danio rerio*. Так, дорослі риби данію піддавалися впливу відповідно низької та високої концентрацій малатіону (5 мкг/дм³ та 50 мкг/ дм³) і хлорпірифосу (0,1 мкг/ дм³ та 3 мкг/ дм³) впродовж 14 днів. У клітинах печінки риб були досліджені зміни біохімічних маркерів, які відображають цитотоксичність обраних пестицидів, а саме: набряк мітохондрій, стабільність мембран лізосом та пошкодження клітин.

У результаті, за отриманими даними виявлено, що хлорпірифос та малатіон у досліджуваних концентраціях суттєво впливають на структурно-функціональні особливості мембран мітохондрій та лізосом: спостерігалось зменшення часу

утримання нейтрального червоного та збільшення набряку мітохондрій. Також було встановлено залежність збільшення активності лактатдегідрогенази у крові від концентрації пестицидів. Показано, що низькі концентрації пестицидів провають апоптоз і стимулюють продукування надлишку метилгліоксалу (побічного продукту гліколізу за його порушення) як реакційно здатного карбонілу. Окрім того, було з'ясовано, що органофосфати обумовлюють утворення реакційно здатних форм нітрогену (лише у тварин, які були піддані більш високій концентрації інсектицидів), індукцію окисного стресу (який оцінювали за високим рівнем АФК) та зміну загальної антиоксидантної здатності з ознаками більш глибоких пошкоджень за дії хлорпірифосу. Розрахунок індексу інтегративної відповіді біомаркерів підтверджує гіпотезу, що хлорпірифос значно токсичніший для даніо, ніж малатіон.

Отримані результати засвідчують, що біомаркери, використані у дослідженні з даніо, можуть стати трансферентною моделлю для оцінки мітохондріальної та лізосомної токсичності пестицидів з можливістю екстраполяції результатів на інші водні організми, а також ссавців та людину.

Подяка

Робота виконана за підтримки Національного фонду досліджень України (№ 2020.02/0270) та Міністерства освіти і науки (№ МВ-2).

Список літератури

1. Abdel-Razek M. A., Abozeid A. M., Eltholth M. M., Abouelenien F. A., El-Midany S. A., Moustafa N. Y., Mohamed R. A. Bioremediation of a pesticide and selected heavy metals in wastewater from various sources using a consortium of microalgae and cyanobacteria. *Slovenian Veterinary Research*. 2019. Vol. 56, Is. 22. P. 61–74.
2. Kabra N. A., Ji M.-K., Choi J., Kim R. J., Govindwar S. P., Jeon B. H. Toxicity of atrazine and its bioaccumulation and biodegradation in a green microalga, *Chlamydomonas mexicana*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014. Vol. 21. P. 12270–12278.

3. Kavitha P., Rao J. V. Sub-lethal effects of profenofos on tissue-specific antioxidative responses in a Euryhaline fish, *Oreochromis mossambicus*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2009. Vol. 72, Is. 6. P. 1727-1733.
4. Li Z. H., Zlabek V., Velisek J. R., Grabic R., Machova J., Randak T. Modulation of antioxidant defence system in brain of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after chronic carbamazepine treatment. *Comp. Biochem. Physiol.* 2010. Vol. 151C, Is. 1. P. 137–141.
5. Lushchak V. I., Matviishyn T. M., Husak V. V. Pesticide toxicity: a mechanistic approach. *EXCLI J.* 2008. Vol. 17. P. 1101–1136.
6. Uqab B., Mudasir S., Nazir R. Review on bioremediation of pesticides. *J. Bioremed. Biodeg.* 2016. Vol. 7, № 3. P. 343–348.

УДК: 582.998:[57.085+581.132]

**СТАН ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ РОСЛИН *IN VITRO*
ДЕЯКИХ ВИДІВ РОДУ *CARLINA* L. ЯК КРИТЕРІЙ-
МАРКЕР ЇХ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ**

**Колісник Х.М., Грицак Л.Р., Дмитришин І.С., Чайка І.В.,
Дробик Н.М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: kolisnyk@chem-bio.com.ua

Прогресуюче погіршення екологічної ситуації та антропогенний вплив на фітоценози призводять до порушення, а інколи, до повного знищення популяцій. До рослин, яким потрібна охорона на території України, належать види роду *Carlina* L. Вони занесені до Червоної книги України (2009) і мають статус вразливих, а саме: відкасник татарниколистий – *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł та відкасник осотоподібний – *Carlina cirsioides* Klokov, а також *Carlina acaulis* L., який є регіонально-рідкісним [7]. Одним із способів збереження ендемічних видів є введення їх в культуру *in vitro*. Проблеми застосування біотехнологічних методів пов'язані із

структурно-функціональними змінами рослин в умовах *in vitro*, які й ускладнюють їх адаптацію до цих умов [1]. Використання критеріїв-маркерів дозволяє оцінювати морфо-фізіологічний стан рослин *in vitro*, а відтак, оптимізувати їхні фізико-хімічні умови культивування. Важливим показником ефективності роботи фотосинтетичного апарату (ФСА) рослин є вміст у листках пластидних пігментів, перш за все хлорофілів [4].

Мета роботи полягала у дослідженні можливості використання стану фотосинтетичного апарату рослин *in vitro* деяких видів роду *Carlina* як критерію-маркеру їхнього адаптивного потенціалу.

Для введення видів *C. onopordifolia* і *C. cirsioides* в культуру *in vitro* використовували насіння, зібране співробітниками лабораторії екології та біології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка у Голицькому ботанічному заказнику (с. Гутисько, Тернопільський район, Тернопільська область); насіння *C. acaulis*, зібране у с. Лазещина (Рахівський район, Закарпатська область). Методика отримання асептичних рослин описана у публікації [3]. Визначення вмісту хлорофілів і каротиноїдів у листках проводили за методикою Б.Х.Межунца [6]. Для з'ясування впливу освітлення на зміну морфо-функціональних параметрів рослин було здійснено 3 варіанти корекції спектрального складу (СК): 1.1 варіант – інтенсивність світлового потоку в області фотосинтетично активної радіації (ФАР) 85 Вт/м², спектральний склад: Ес : Ез : Еч = 33% : 42% : 25%; 2 варіант – інтенсивність світлового потоку в області ФАР 135 Вт/м², спектральний склад: Ес : Ез : Еч = 29,5% : 32,5% : 38,1%; 2.1 варіант – інтенсивність 100 Вт/м², спектральний склад Ес : Ез : Еч = 25% : 27% : 48%.

Відмінності еколого-географічних і фітоценотичних місць росту видів впливають на загальний вміст пігментів та співвідношення їх груп. Відповідь рослин *in vitro* на світлові умови залежить від сформованих у процесі еволюції біологічних особливостей видів, що зумовлює відмінності кількісного складу пігментів рослин *in vitro* видів за однакових світлових умов культивування [2]. Ранжування видів за загальним вмістом пігментів в умовах природи показало, що найвищі показники

(131,2 мг/100 г сирової маси) властиві *C. cirsioides*, на другому місці рослини *C. acaulis* (115,9 мг/100 г сирової маси, 128,8 мг/100 г сирової маси), а рослини *C. onopordifolia* мають найнижчі (109,2 мг/100 г сирової маси) показники. Важливим критерієм функціонування ФСА є співвідношення вмісту *Chl a/b*, який значно переважає у рослин *C. acaulis* (4,38–4,66) порівняно із видом *C. onopordifolia* (2,0). В умовах 1.1 варіанту у рослин виду *C. acaulis* на фоні загального зростання вмісту пігментів відбувається незначне зменшення відношення *Chl a/b* (4,13), що зумовлено збільшенням розміру світлозбирального комплексу фотосистем. Культивування за світлових умов 2.1 варіанту зумовлює наближення кількості загального вмісту пігментів та співвідношення *Chl a/b* (4,49) до умов *in situ*. Аналіз отриманих даних дозволяє припустити, що перебування в умовах освітлення 2.1 варіанту для рослин є менш стресовим, порівняно з умовами природи. Це вказує на значну пластичність пігментного комплексу ФСА рослин *C. acaulis*, а, з іншого боку, на погіршення умов росту цього виду в природі, що може бути пов'язано з посиленням аридності клімату.

Результати досліджень свідчать про підвищення вмісту пігментів у видів рослин *C. onopordifolia* за використання 1.1 варіанту світлового режиму, порівняно із природними умовами. Поряд із цим, показники відношення *Chl a/b* рослин *in vitro* *C. onopordifolia* (3,94) та *C. cirsioides* (4,17) зростають, незважаючи на збільшення загального вмісту пігментів, порівняно із особинами видів з природи (2,0 та 2,77 відповідно). Це вказує на збільшення вмісту хлорофілу *a*. Ймовірно, співвідношення хвиль $E_c : E_a = 33\% : 25\%$ ініціює біосинтез хлорофілу *a*, який має спектри поглинання в обох діапазонах ФАР [5]. Аналіз показників свідчить про реакцію пігментного комплексу рослин роду *Carlina* як на інтенсивність світлового потоку, так і на спектральний склад світла.

Культивування рослин *in vitro* *C. onopordifolia* за впливу світлових умов 2.1 варіанту спричинює збільшення загального вмісту пігментів, порівняно з рослинами *in situ*. Показники

співвідношення *Chl a/b* наближаються до значень у рослин з природних місць зростання. Подальше підвищення інтенсивності світлового потоку до 135 Вт/м² (2 варіант) супроводжується зниженням загального вмісту пігментів до значень, властивих для рослин із 1.1 варіанту. Проте спостерігається ще суттєвіше розбалансування відношень *Chl a/car* і *Chl b/car*, порівняно з рослинами *in situ*. Відповідно, світлові умови 1.1 варіанту найбільше наближені до природних потреб виду *C. onopordifolia*.

Аналіз результатів показав, що умови 1.1 варіанту та 2 варіанту є несприятливими для культивування рослин *in vitro* *C. cirsioides*. Ймовірно, отримані результати пов'язані із інтенсивністю їх світлових потоків, яка виходить за межі діапазону значень, властивих для тіншовитривалих видів.

Отже, особливості світлового режиму впливають на вміст пігментів у культивованих рослинах. Потребам рослин виду *C. acaulis* в умовах *in vitro* найбільше відповідають світлові умови 2.1 варіанту, для виду *C. onopordifolia* – світловий режим 1.1 варіанту. Водночас, жодний із протестованих світлових режимів не відповідає фізіологічним потребам виду *C. cirsioides*.

Список літератури

1. Грицак Л. Р., Дробик Н. М. Розробка технології збереження високогірних видів роду *Gentiana* L. із використанням стратегії «Quasi» *in situ* та методів біотехнології. *Екологічні науки*. 2019. № 25. С. 169–176
2. Кравець Н. Б., Грицак Л. Р., Прокоп'як М. З., Майорова О. Ю., Дробик Н. М. Вміст фотосинтетичних пігментів у рослинах роду *Carlina* L. у природі та культурі *in vitro*. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: Біологія. 2019. № 4 (78). С. 16–23.
3. Кравець Н. Б., Тулайдан Н. В., Мосула М. З., Дробик Н. М. Мікроклональне розмноження та калюсогенез деяких видів роду *Carlina* L. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : зб. наук. пр. К.: Логос, 2018. Т 22. С. 275–281.

4. Ліханов А. Ф., Рожко М. С., Клюваденко А. А. Динаміка вмісту пластидних пігментів у листках смородини чорної (*Ribes nigrum* L.). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. № 26.5. С. 73–79.
5. Маргітай Л. Г., Паляниця Б., Терек О. Аналіз результатів спектрофотометричного дослідження вмісту фотосинтезувальних пігментів у листках рослин із застосуванням комп'ютерних програм. *Вісник Львівського університету. Серія «Біологія»*. 2006. № 41. С. 123–131.
6. Межунц Б.Х., Навасардян М.А. Количественная характеристика фотосинтетических пигментов травяных растений горных экосистем Армении. *Вестник Тюменского государственного университета*. 2012. № 12. С. 220–226.
7. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

УДК 616.-007-053.1

ДИНАМІКА НАРОДЖЕННЯ ДІТЕЙ З ТРИСОМІЯМИ ЗА АУТОСОМАМИ У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Краснопортко Н.О., Крижановська М.А.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: nataliolkrasnoportko@gmail.com

Ще з давніх часів людство намагалось зрозуміти загадкове явище народження та розвиток людини, а також з'ясувати причини виникнення різного роду хвороб, які не могли спрогнозувати найвидатніші лікарі минулого. Із розвитком генетики підвищився рівень знань про хвороби, в тому числі і про спадкові захворювання та методи їх лікування [1].

Внаслідок збільшення негативної дії людської діяльності, активного втручання людини в навколишнє середовище відбувається знищення екології і підвищення рівня мутаційної мінливості організмів. Мутації, що виникають сьогодні в тих чи інших популяціях людей, призводять до подальшого збільшення рівня виникнення патогенних захворювань [4].

Однієї з найбільш актуальних проблем сучасної медичної генетики є визначення етіології і патогенеза спадкових захворювань. Хромосомні хвороби – велика група вроджених спадкових захворювань, що виникають внаслідок аномалії кількості і/або структури хромосом людини і супроводжуються множинними вадами розвитку. Цитогенетичні і молекулярні дослідження мають високу діагностичну інформативність і цінність при розв'язанні цієї проблеми, оскільки хромосомні аномалії зустрічаються з частотою від 4 до 34% при різних спадкових синдромах. Патологічні ефекти хромосомних мутації проявляються на всіх стадіях онтогенезу, в тому числі і на рівні гамет, впливаючи на їхнє формування. Основні ефекти хромосомних аномалій проявляються у вигляді летальності та вроджених вад розвитку. Клінічні прояви за хромосомних порушень спостерігаються з народження і не мають прогресуючої дії, тому правильніше називати ці стани синдромами, а не захворюваннями. [2, 5]

Найчастіше серед хромосомних захворювань зустрічається трисомія за 21-ю парою хромосом, яка отримала назву *синдром Дауна* і характеризується каріотипом $47,XX,21+$ або $47,XY,21+$. Частота серед новонароджених дітей 1 : 700 – 1 : 800 і залежить від віку матері. Після 35 років у матері суттєво зростає частота народження дітей з патологією, а у віці 45 років вона складає 1:12. Співвідношення хлопчиків і дівчаток становить 1:1. Вперше синдром Дауна був описаний у 1866 році англійським лікарем John Landon Down, але причина цього синдрому була з'ясована у 1959 році Lejeune. Причиною синдрому Дауна є нерозходження до протилежних полюсів в анафазі мейозу 21 пари хромосом. В результаті гамет (яйцеклітина або сперматозоїд) матимуть 22 або 24 хромосоми. Найчастіше (у 80 %) у заплідненні бере участь жіноча яйцеклітина з 24 хромосомами, у 20 % - сперматозоїд з 24 хромосомами [2, 3]. Можлива транслокаційна форма синдрому Дауна (5 %). Каріотип при цьому $46,t(15q21q)$. У хворого диплоїдний набір хромосом, але морфологія їх порушена. Виникає ця форма, як правило, внаслідок транслокації зайвої G21 хромосоми на D15. Транслокаційна форма синдрому Дауна фенотипово не відрізняється від класичної трисомії 21. Поява даної патології не залежить від віку батьків, і батьки при цьому

можуть бути фенотипово здоровими носіями транслокації (45, -21,+t(15q21q). Людина, що є носієм транс локації, здатна продукувати 4 типи гамет. Внаслідок поєднання нормальної гамети може утворитися 4 типи зигот. Одна зигота не є життєздатною, з інших трьох (46,15+; 45,21-; 45,15-) одна зигота може розвинути у транслокаційну форму синдрому Дауна (46,+t(15q21q).Отже, у осіб із збалансованою транслокацією є високий ризик народження дитини з транслокаційною формою синдрому Дауна (1:3) [5].

Синдром Едвардса – це трисомія 18 хромосоми, що характеризується каріотипом 47,XX,18+ або 47,XY,18+. Частота виникнення 1:5000 – 1 : 7000 новонароджених. Співвідношення хворих хлопчиків та дівчаток дорівнює 1:3. Діти з трисомією за 18-ю хромосомою частіше народжуються у сім'ї, де середній вік матері дорівнює 32,5 роки, а батька – 35 років. Для жінок старших 45 років ризик народити хвору дитину становить 0,7 % [5]. Причини переважання хворих дівчаток невідомі. Вперше цей синдром був описаний у 1960 році Edwards. Причиною синдрому є нерозходження в анафазі мейозу до протилежних полюсів 18 пари хромосом. Діти з синдромом Едвардса (90 %) вмирають на першому році життя, більшість у 1–3 місяці внаслідок ускладнень від множинних вад розвитку: асфіксії, пневмонії, кишкової непрохідності, серцево-судинної недостатності. Інші рідко доживають до дворічного віку [2, 3].

Найбільш важкою формою з усіх хромосомних аномалій є *синдром Патау* – важке хромосомне захворювання, при якому у пацієнта наявна додаткова копія хромосоми 13 і характеризується каріотипом 47,XX,13+ або 47,XY,13+. Частота зустрічальності синдрому Патау серед новонароджених від 1 : 15000 до 1 : 29000 (співвідношення статей 50% : 50%). Наявність у дітей з синдромом Патау важких множинних вад розвитку зумовлює несприятливий прогноз: 95 % з них вмирають впродовж першого року життя. Часто трапляються випадки внутрішньоутробної смерті плода [3, 5].

Тому метою дослідження було визначити динаміку народження дітей з синдромами Едвардса, Патау та Дауна у Хмельницькій області за 2017–2021 рр.

Для вивчення стану загальної народжуваності дітей та

дітей з вадами розвитку слугувала співпраця з лікарями-генетиками Долговим В. В. та Дубчак І. М., а також використовували дані статистичного відділу КП «Хмельницький міський перинатальний центр» ХМР, амбулаторні картки дітей, які народилися з синдромами Патау, Едвардса та Дауна у Хмельницькій області в 2017–2021 рр.

У ході аналізу отриманих даних було виявлено, що за 2017 – 2021 рр у Хмельницькій області народилося 50475 дітей, з них – 26032 хлопчиків (52%) та 24443 дівчинки (48%) Частота народження дітей з трисоміями за 13, 18 та 21 хромосомами становила 0,1% серед живонароджених.

Із синдромом Едвардса за цей період народилося 12 дітей, у 9 з них цитогенетично було підтверджено повну трисомію, у 3 – мозаїчну форму. Новонароджених з частковою трисомією виявлено не було. Серед 45 дітей з синдромом Дауна згідно цитогенетичних аналізів у 39 дітей була повна трисомія, у 4 – мозаїчна форма, у 2 – транслокаційна форма. У 2-х новонароджених дітей з синдромом Патау методом цитогенетичного дослідження була виявлена повна трисомія.

У ході аналізу анамнестичні дані виявили, що основна частина (38 породіль, 64%) припадає на батьків, які не відносяться до групи ризику за віком щодо народження дитини з трисомією.

Список літератури

1. Бужієвська Т. І. Основи медичної генетики. К.: Здоров'я, 2001. 136 с.
2. Запорожан В. М. Сердюк А. М., Бажора Ю. І. Спадкові захворювання і природжені вади розвитку в пренатальній практиці. К.: Здоров'я, 1997. 360 с.
3. Служинська З.О., Калинюк П.П., Служинська О.Б. Спадковість людини (хромосомні та генні хвороби) : Львів, 1997. 99 с.
4. Сміян С. І. Медична генетика. Тернопіль: Укрмедкнига, 2003. С.98-112.
5. Федченко С. Н. Молекулярно-генетические основы онтогенеза / Учебн. пособие. – Луганск, 2003. 336 с.

УДК 577.118 : 546.73 : 628.19 :

**ВМІСТ КОБАЛЬТУ В ПРІСНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ
ТА ЙОГО БІОЛОГІЧНА РОЛЬ В ОРГАНІЗМІ РИБ**

Курант В.З., Хоменчук В.О., Марків В.С., Вовчек Н.О.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: kurant@tnpu.edu.ua

Відомо, що токсичність водного середовища формується за рахунок надходження шкідливих речовин техногенного походження, нагромадження значних їх кількостей та порушення під впливом останніх природних геохімічних циклів колообігу речовин.

Серед найбільш поширених високотоксичних речовин у прісних водоймах одне з провідних місць займають важкі метали. Характерною особливістю їх іонів є те, що вони не руйнуються в природних умовах, а лише змінюють форму знаходження, поступово накопичуючись в різних компонентах екосистем. У зв'язку з посиленням антропогенного впливу на природні водні системи особливого значення набуває вивчення накопичення цих токсикантів гідробіонтами та вплив їх іонів на метаболічні процеси в організмі риб.

Кобальт – біологічно активний метал, який міститься в живих організмах у дуже малих кількостях, але відіграє в їх життєдіяльності дуже важливу роль.

Вміст цього металу в земній корі складає $3,0 \cdot 10^{-3}$ % по масі [6]. Кобальт найчастіше зустрічається у сполуках з миш'яком у вигляді мінералів – кобальтового шпейсу CoAs_2 та кобальтового блиску CoAsS .

Сполуки кобальту в природних водах знаходяться в розчиненому і зваженому станах, кількісне співвідношення між якими визначається хімічним складом води, її температурою і значенням рН [3]. Розчинені форми представлені, в основному, неорганічними та органічними комплексними сполуками. У прісних і морських водах кобальт міцно зв'язується з розчиненими і колоїдними формами органічного вуглецю. Сполуки двовалентного кобальту, які є більш стабільними,

характерні для поверхневих вод. У присутності окисників можливе утворення в значних концентраціях тривалентного кобальту [3].

У природні водойми сполуки кобальту надходять внаслідок вилуговування їх з руд, з ґрунтів при розкладанні органічної речовини, а також зі стічними водами металургійних, металообробних і хімічних заводів. Вміст кобальту в природних водах відносно невисокий і складає в межах 0,04–8,0 мкг/дм³. Хоча в деяких річних та озерних водах виявлено більш широкий діапазон концентрацій цього металу [1].

Стереохімія комплексів Со(II) досить різноманітна. Найбільш поширеними є тетраедричні, квадратно-плоскісні та октаедричні структури [3]. Іони Со²⁺ частіше утворюють стабільні комплекси з лігандами, які містять «змішані» O- і N-донори.

За відсутності органічних ліганд значна частина кобальту(II) зв'язуються в комплекси з карбонатними іонами. Введення в систему органічних ліганд значною мірою впливає на стан Со(II). При цьому більша половина закомплексованого кобальту(II) знаходиться в складі цитратних та фульватних комплексів. Але навіть в присутності органічних комплексоутворювачів значна частина металу міститься в складі карбонатних та гідрокарбонатних комплексів. Вміст вільних іонів Со²⁺ не перевищує 10%.

У живих організмах кобальт є незамінним компонентом вітаміну В₁₂. Цей вітамін бере активну участь в процесі утворення еритроцитів. Механізм його дії ще не зовсім вивчений, але відомо що цей вітамін здійснює перенесення алкільних груп (зокрема – СН₃) і при цьому утворюється проміжна сполука, в якій виникає зв'язок між іоном кобальту та атомом вуглецю. З хімічної точки зору утворення такого зв'язку (метал – вуглець) є досить незвичним і в природі він, як правило, не зустрічається. Так що кобаламінові комплекси – це поки що єдиний приклад такого зв'язку [6]. Автори [6] стверджують, що кобальт може поглинатися водною біотою в складі вітаміну В₁₂, який зустрічається в невеликих, але доступних для вимірювання кількостях у природних водах.

Результати досліджень, проведених авторами [2] щодо

впливу хлористого кобальту в концентрації 0,18 мг/дм³ протягом 28 діб з 12-годинними інтервалами на гематологічні показники кумжі, свідчать про зростання кількості червоних кров'яних тілець, тромбоцитів, швидкості осідання еритроцитів і збільшення гематокриту, одночасно із зниженням кількості лейкоцитів і концентрації середнього гематокритного гемоглобіну.

Дослідження, проведені на статевозрілих особинах райдужної форелі, показали вплив хлориду гексахлорату кобальту на фактори росту м'язової тканини. Зокрема, за концентрації сполуки 10 мг/дм³ спостерігалосся зниження рівня фактору росту-1 матричної РНК через 6 год., а також значне пригнічення експресії фактору росту-2 через 24 год. [2].

Вивчення поведінки кобальту в екосистемі водойми та організмі риб показало незначне накопичення елемента в тканинах риб, а також відсутність тенденції до його інтенсивної біомагніфікації в трофічному ланцюзі [2]. Порівняння даних щодо акумуляції токсиканта різними органами лососевих риб дає підстави стверджувати, що найбільшою мірою він нагромаджується в зябрах та нирках, меншою – у кишечнику і печінці. Радіонуклід ⁶⁰Со концентрується переважно в задніх відділах кишечника, в печінці та нирках риб, що було показано у дослідженнях з озерним сигом. Основними шляхами виведення металу з організму риб є зябра і нирки, меншою мірою – кишечник [2].

Чинниками, що впливають на ступінь надходження кобальту в організм риб, а також його токсичні властивості, є: присутність у воді катіонів кальцію, які блокують поглинання токсиканта, а також іонів натрію та водню; наявність у водному середовищі розчинених органічних речовин, що зв'язують кобальт, зменшуючи його надходження в організм риб; жорсткість води, підвищення якої до 50–200 мг/дм³ призводить до зниження гострої токсичності металу. Крім того присутність іонів міді може здійснювати як антагоністичний, так і легкий синергетичний ефект на токсичні властивості кобальту [3].

Отже, біологічна активність металів у природних водах значною мірою залежить від їх стану. Незакомплексовані іони важких металів у більшості випадків є токсичними для

гідробіонтів. Зв'язування металів в комплекси, особливо з речовинами природнього походження, веде до утворення, як правило, нетоксичних сполук, за виключенням ртуті. Токсичність сполук металів залежить також і від ступеня їх окиснення. Доступними для гідробіонтів формами є в більшості комплексні сполуки металів з низькою та середньою молекулярною масою. Саме такі сполуки металів, як правило, домінують в прісних поверхневих водах, які не піддаються інтенсивному забрудненню важкими металами.

Список літератури

1. Бумбу Я.В. Микроэлементы в жизни фитопланктона. Кишинев: Штиница, 1976. 116 с.
2. Грициняк І.І., Янович Д.О., Швець Т.М. Екотоксикологія
3. Линник П.Н., Набиванец Б.І. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л., Гидрометеоздат, 1986. 270с.
4. Blust R. Cobalt/Homeostasis and toxicology of essential metals. London; Waltham; San Diego: Academic Press, 2012. p. 291–326.
5. Nolan C.V., Fowler S.W., Teysse J.L. Cobalt speciation and bioavailability in marine organisms. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 1991. 88. P. 105–116.
6. Wood Chris M., Farrell Anthony P., Brauner Colin J. Homeostasis and toxicology of essential metals edited. *Fish Physiol.* London : Academic Press. 2011. Vol. 31. Part A.497 p.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПИЛКУ ГІБРИДІВ
РІПАКУ ОЗИМОГО**

**Мацюк О. Б.¹, Гуменюк Г. Б.¹, Базилюк М. Л.¹,
Амброзюк О.Б.².**

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка»;

²ПФНЗ «Медичний коледж»

E-mail: macjuk@chem-bio.com.ua

Одним із пріоритетних напрямів розвитку сільського господарства України є стабільне виробництво насіння олійних культур [3]. Ріпак озимий за потенційною продуктивністю займає провідне місце у групі олійних культур. З метою отримання високого врожаю є потреба вивчення біологічних особливостей гібридів ріпаку озимого, враховуючи ґрунтово-кліматичні умови регіону вирощування.

Цвітіння ріпаку озимого припадає на травень-червень. Квітки ріпаку, зібрані в китицеподібне, іноді в щиткоподібне пухке суцвіття, в якому може бути 20–45 квіток. Порядок розпускання квіток у межах суцвіття не однаковий, але проведеними дослідженнями встановлено, що ріпаку притаманний акропетальний спосіб розпускання квіток у суцвіттях. Спочатку розпускаються квітки, розміщені біля основи китиці в місці її прикріплення до стебла, а відтак, цвітуть квітки в середній і на кінець у верхній частині суцвіття. Цвітіння китиць в межах однієї рослини починається після зацвітання головної китиці в такому ж порядку. Тривалість цвітіння китиці становить 25–38 днів, а однієї рослини – до 45 днів, Період початку цвітіння та тривалість цвітіння залежить від кліматичних чинників, вирішальними з яких є температурний режим та опади [1, 3].

Розкриття квітки ріпаку відбувається переважно рано вранці, коли має місце підвищена відносна вологість повітря. Пилок у цей час липкий, грудкуватий, перенос його повітряними масами обмежений, причому у момент розтріскування пиляків довгі тичинки розташовуються дуже близько до приймочки маточки, висипаючи на нього велику кількість пилку, що сприяє

самозапиленню [1]. Кожна квітка ріпаку цвіте протягом 1–2 днів.

Польові дослідження виконували впродовж весни, літа 2020 року на дослідницьких полях, що знаходяться у користуванні компанії «Контінентал Фармерз Груп» (с. Колодіївка Підволочиського району Тернопільської області). Вивчення життєздатності пилку ріпаку озимого на штучному поживному середовищі проводили на п'яти гібридах (ДК ЕКСПРЕШН, СМАРАГД, АБАКУС, ПТ 264, КУГА). Проводили досліди з метою встановлення життєздатності пилку квіток різних гібридів ріпаку озимого. Матеріал відбирали у період повного цвітіння, брали ті квіти, що розквітли, але пиляки у них ще не розтріскались.

Серед методів випробування життєздатності пилку в наукових роботах основне значення має метод пророщування пилку на штучному живильному середовищі [1].

Для визначення життєздатності пилку використовували штучне середовище з 1 % розчину агар-агару з додаванням 10 % розчину сахарози.

Під час проведення дослідження використовували свіжозібраний пилкок. Спостерігали за проростанням пилку через 24 години після висівання, за кількістю пророслих пилкових зерен у 5 полях зору мікроскопа. До уваги приймали лише пилкові зерна, що знаходяться в одній краплі. Пилкок, потрапивши в живильний розчин, набрякає і стає округлішим. За цією ознакою ці пилкові зерна легко відрізнити від пилкових зерен, що опинилися на сухій частині скла.

Проведені дослідження свідчать про те, за формою фертильні пилкові зерна округлі, однакового розміру. Стерильні пилкові зерна відрізняються від фертильних менш інтенсивнішим забарвленням, мають не чітку округлу форму та менші за розмірами.

Перший посів проводили 21 травня 2020 р. У посівах гібридів ДК ЕКСПРЕШН, АБАКУС, ПТ 264 спостерігали багато недорозвинених пилкових зерен, про що свідчили неоднорідні пилкові зерна, різних розмірів. Проростання пилкових трубок не спостерігали. У посівах гібридів СМАРАГД, КУГА відбулося проростання пилкових зерен. Пилкові зерна однорідні, великих розмірів. Недорозвинених пилкових зерен у полі зору не

спостерігали.

Другий посів проводили 4 червня 2020 р. При посіві пилку, проростання пилкових зерен спостерігали у всіх досліджуваних гібридів, але найінтенсивніше цей процес відбувався у посівах гібридів СМАРАГД, КУГА. У посівах гібридів ДК ЕКСПРЕШН, АБАКУС, ПТ 264 знову спостерігали неоднорідні пилкові зерна різних розмірів.

Таким чином, можна сказати, що у гібридів ріпаку СМАРАГД, КУГА ми спостерігали найбільше життєздатного пилку, про що свідчило його інтенсивне проростання на поживному середовищі, а відповідно, можна спрогнозувати більший біологічний врожай цих гібридів.

Список літератури

1. Алексєєва Т.Г. Методичні вказівки до великого спеціального практикуму. Розділ «Визначення життєздатності пилку та зародкового мішка». Для студентів спеціальності «біологія», спеціалізації «генетика і молекулярна біологія» усіх форм навчання. Одеса «Одеський національний університет» 2012. С. 17.
2. Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. Продуктивність сортів та гібридів ріпаку озимого вітчизняної й зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах західної частини Лісостепу. Посібник українського хлібороба : наук.-практ. щорічник. Київ, 2012. Т. 2. С. 283–284.
3. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні / Т.І. Лазар, О.М. Лапа, А.В. Чехова та ін. К., 2006. 101 с.

УДК 372.857

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ-БІОЛОГІВ

Москалюк Н. В., Семенюк А. С., Шулякова Ю. А.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

e-mail: moskalyuk@chem-bio.com.ua,
nastyasemenyuk34@gmail.com, shulyakovajulia26@gmail.com

Через повномасштабний напад росії, Україна опинилася у складних економічних і психологічних умовах, а право українських дітей та молоді на освіту опинилося під загрозою. *Перехід на онлайн, дистанційне чи змішане навчання, став несподіваним та доволі серйозним випробуванням для усіх учасників освітнього процесу: від освітян – до студентів. Усім довелося прийняти цей виклик та швидко адаптуватися до обставин сьогодення:* навчати і навчатися на відстані, пересилати інформацію з одного кінця світу в інший, вільно спілкуватися в online режимі, поширювати інформацію на сайтах і оцінювати результати тощо. Саме тому, у закладах вищої освіти прогресивно впроваджується концепція використання дистанційної форм освіти, що передбачає розробку і використання інформаційних технологій.

Сьогодні використання інформаційно-комунікаційних технологій під час навчання є однією з провідних світових тенденцій в освіті, які реалізують принцип безперервної освіти і здатні задовольнити постійно зростаючий попит на знання в інформаційному суспільстві. Провідні державні документи про освіту: закони України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про Концепцію Національної програми інформатизації», Національна стратегія розвитку освіти в Україні, також звертають особливу увагу формуванню інформаційно-комунікативної компетентності майбутніх вчителів.

Мета даної публікації: виокремити та обґрунтувати особливості використання інформаційно-комунікаційних технологій при підготовці студентів-біологів у ЗВО.

Проблемі упровадження сучасних технологій в навчальний процес присвячені роботи дослідників М. Жалдака, Ю. Жука, В. Кухаренка, В. Лапінського, Н. Морзе та ін. Формування інформаційної компетентності майбутніх фахівців розкрито в дослідженнях Т. Бабенко, В. Бикова, О. Бондаренко, С. Бондар, Р. Гуревич, В. Заболотного, Т. Коваль, О. Співаковського, Н. Талізїна, С. Шацького та ін. Використання інформаційних технологій у процесі викладання біології вирішували З. Вербицька, Ю. Дорошенко, М. Лукашук, І. Сліпчук, І. Судакова та ін. На думку учених М. Жалдака та Н. Морзе [3] ІКТ – це сукупність методів, засобів і прийомів, що використовується для реалізації конкретного складного процесу, шляхом поділу його на систему послідовних взаємопов'язаних процедур і операцій, які виконуються за допомогою обчислювальної техніки та Інтернет, для досягнення результативності щодо пошуку, накопичення, опрацювання, зберігання, подання, передавання даних. І. Захарова під інформаційно-комунікативними технологіями розуміє засоби діяльності з інформацією, сукупність способів та засобів роботи, збір, передавання інформації для примноження знань про нові об'єкти, які вивчається [2].

Так, Ю. Дорошенко [1] відмічає, що використання ІКТ при проведенні біологічних дисциплін дає можливість: демонструвати процеси, які в реальних умовах проходять упродовж місяців і років (ріст і розвиток організмів, еволюція живих систем); особливості будови об'єктів живої природи, їх процесів життєдіяльності та механізми біологічних процесів у динаміці (розмноження бактерій, запилення квітів, фотосинтез); проводити експерименти з моделями біологічних систем; явища, що мають звукове відображення (голоси птахів, скрекотання жаб); проводити лабораторно-практичні роботи у віртуальних лабораторіях; здійснювати поточний і тематичний контроль знань та ін.

У свою чергу, М. Шибенюк стверджує, що «інформаційні та комунікаційні технології складають велику частину всього світового виробництва, що веде до великого реформування світового ринку, що пов'язано з сучасною тенденцією до створення глобальних відкритих наукових та освітніх систем, які дають можливість, розвивати систему накопичення і

розповсюдження наукових знань, а також надавати доступ до великої кількості інформаційних ресурсів для різних верств населення» [4, с. 44]. Ми погоджуємось з поглядом М. Шибенюка, що ІКТ спонукають до нових відкриттів у науковій та освітній системі, також вони дають можливість накопичувати та відтворити наукові знання за допомогою різних інформаційних ресурсів.

Проаналізувавши літературні джерела [1-4], ми виокремили основні завдання інформаційних технологій, а саме: сприяння покращенню навчально-виховного процесу студентів; системному об'єднанню різних галузей знань; формуванню відкритої системи освіти, що стимулює і забезпечує в подальшому самоосвіту здобувачів; розвитку креативності і творчим здібностям студентів; експериментально-дослідницької роботи та культури навчальної діяльності; інформаційної культури; підготовці вчителів біології, що користаються засобами інформаційних технологій.

З огляду на вище зазначене та відповідно до аналізу досліджень, виділимо такі ІКТ, що можуть сприяти підвищенню мотивації навчання студентів-біологів у ЗВО:

➤ навчальні платформи і системи в мережі Інтернет (Google, Alta Vista, e-Bug, Classroom, Moodle, Zoom, Mozaweb, Quizlet та ін.);

➤ віртуальні лабораторії та сервіси для їх створення (Biology Interactive Library, LearningApps.org), віртуальний електронний мікроскоп (Virtual Electron Microscope, The Virtual Cell, BioNetwork), онлайн-симулятор експериментів (explorelearning.com);

➤ електронні підручники, енциклопедії та словники (cellsalive.com (з цитології, мікробіології, імунології, генетики), vewiley.com (з біохімії та молекулярної біології), sumanasinc.com (біотехнологія, охорони довкілля), інтерактивна бібліотека (phschool.com, <https://my.science.ua/category/biology/>);

➤ презентації, інтерактивні дошки, карти (Power Point, Canva, Padlet, Mind Meister, Easel.ly, Visual.ly, Infogr.am, Piktochart.com, Google Docs), бази звуків птахів, тварин та інших істот (<https://freesound.org/search/?q=cat>), фотографії тварин (Macaulay Library <http://surl.li/bxfbb>), відео, анімації біологічних

процесів (<http://surl.li/bxexp>);

➤ онлайн ігри (Sheppard Software, https://freeplayonlinegame.com.ua/biologiya_tag.html), олімпіади (<http://www.biology.org.ua/>), екскурсії, 3-D моделі (<http://www.nbg.kiev.ua/>, <http://surl.li/bxezl>, <https://www.zygotebody.com/>), онлайн-тести (<https://ukrerudyt.com/biology.php>);

➤ віртуальні спільноти (<https://umity.in.ua/>, <http://biology.civicua.org>), онлайн курси, інтерактивні платформи (Coursera, Prometheus, TeachHub, EdEra, Всеосвіта, <http://surl.li/bxewv>, <https://www.scilab.org/>, <http://surl.li/bxexb>).

Отже, саме інформаційні технології дають можливість майбутньому учителю бути сучасним, активно працювати в інформаційному суспільстві, застосовувати нові надбання та досягнення науки й техніки в освітній діяльності фахівця, якісно та швидко пристосуватися до соціальних змін.

Список літератури

1. Дорошенко Ю. О. Біологія та екологія з комп'ютером. К.: Вид. дім «Шкіл. Світ»: Вид. Л. Галіцина, 2005. 128 с.
2. Биков В. Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти. Інформаційні технології і засоби навчання: електронне наукове фахове видання. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/1162/> (дата звернення: 03.09.2022).
3. Морзе Н. В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій. К.: Видавнича група ВНУ, 2006. 98 с.
4. Шибенюк М. О. Формування інформаційної культури і впровадження технологічних інновацій в освіту. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Зб. наук. пр.* Випуск 18. 2008. С. 44–48.

УДК 374.147

ФОРМУВАННЯ ВМІНЬ РОЗВ'ЯЗУВАТИ РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ

Ніньовська Л.А., Гладюк М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

e-mail: nnglad@tnpu.edu.ua

Поняття задача належить до загальнонаукових понять, воно використовується в різних галузях наук. Серед вчених, методистів та вчителів ще й досі немає єдиного підходу до трактування даного поняття. Єдине, що не підлягає сумніву – використання задач відіграє важливу роль у навчально-виховному процесі. Відповідно задачі стають не тільки засобом навчання, але й об'єктом науково-педагогічних досліджень.

Предмет дослідження – зміст навчальних задач з хімії, форма їх подання, способи складання й розв'язування в 7–9 класах загальноосвітньої школи. Мета дослідження – обґрунтування підходів до складання задач з хімії та їх розв'язування на основі алгоритмів.

Завданнями дослідження було:

1. Проаналізувати методику використання навчальних задач у контексті становлення й розвитку хімічної освіти в школі, виявити переваги й недоліки традиційних методик.

2. Розробити підходи до складання та розв'язування навчальних задач з хімії різних типів на основі алгоритмів.

На підставі аналізу та узагальнення літературних даних ми дотримувались в своєму дослідженні розуміння поняття "задача" як виду навчального завдання, яке, по-перше, є знаковою моделлю задачної ситуації, по-друге, спрямоване на мислительну чи мислительно-практичну діяльність, по-третє, містить у діалектичній єдності умову та вимогу, а розв'язування, тобто пошук відношень між ними на основі логічного мислення, призводить до пізнавального результату.

На основі аналізу психолого-педагогічної літератури нами було визначено такі групи вимог щодо змісту навчальних задач з хімії:

Вимоги до хімічного змісту задач:

– відповідність хімічного змісту завдань навчальній програмі та підручнику;

– охоплення доступних учням основних проблем хімічної науки (будова речовини, залежність властивостей речовини від її складу та будови, залежність практичного застосування речовини від її властивостей тощо).

Психолого-логічні та науково-гносеологічні вимоги:

– охоплення основних процедур розумової (порівняння, узагальнення, класифікація, аналіз, синтез тощо) та творчої діяльності (самостійне перенесення знань та умінь у нову ситуацію);

– урахування вікових особливостей учнів;

– застосування прямих, аналогічних, обернених, узагальнювальних задач та їх складання.

Вимоги до складності задач

– оптимальна складність (посильність) завдання через орієнтацію умови на досягнутий, а вимоги завдання на перспективний рівень розвитку учня («зону найближчого розвитку»);

– зростання складності змісту, способів діяльності та форми задачі в межах окремих (чотирьох) рівнів навчально-пізнавальної діяльності.

Вимоги до форми задач

– різноманітність формулювання задач;

– необхідна доступність змісту задач;

– різноманітність задач за формою виконання (усні, письмові, тестові, розрахункові, індивідуальні, групові тощо).

Основні етапи навчальної діяльності з розв'язування хімічних задач:

Основні етапи	Основні підетапи
<p style="text-align: center;">I</p> <p>Усвідомлення змісту задачі та його логічний аналіз</p>	<ul style="list-style-type: none"> • усвідомлення умови задачі та семантичний аналіз тексту (виділення з тексту елементарних умов, окремих об'єктів та їх характеристик); • усвідомлення вимоги (запитання) задачі; • фізичні величини: позначення, одиниці вимірювання, зведення до однієї системи

	<p>одиниць;</p> <ul style="list-style-type: none"> • порівняння відомих та невідомих параметрів; • пошук відношень та причинно-наслідкових зв'язків між об'єктами задачі; • переформулювання умови (спрощення, доповнення, видозміна задачі тощо)
<p>II Пошук та реалізація плану розв'язування</p>	<ul style="list-style-type: none"> • аналіз утвореної ситуації та пошук шляхів її вирішення (аналітико-синтетичний аналіз шляхів розв'язування, вибір методу та способу розв'язування); • проведення розв'язування (логічного, математичного, експериментального чи змішаного) з постійним аналізом та коригуванням його окремих дій, формулювання чи запис відповіді
<p>III Перевірка та навчально- пізнавальний аналіз задачі</p>	<ul style="list-style-type: none"> • перевірка відповіді та критичний аналіз розв'язку задачі згідно поставленої вимоги; • перевірка відповіді шляхом розв'язування іншим способом; • значення даної задачі як об'єкта пізнання; • складання нових задач шляхом модифікації вихідної задачі (задачне моделювання) тощо.

Розроблена під час дослідження методика навчання учнів складати та розв'язувати задачі з хімії має позитивні переваги в тому, що вона дає змогу:

- підбрати методи та організаційні форми навчання;
- визначати порядок застосування навчальних задач згідно з їх складністю, трудністю та проблемністю;
- аналізувати та узагальнювати діяльність учнів та вчителів
- поетапно діагностувати навчальні досягнення учнів
- одержувати гарантовані результати навчального процесу з хімії

У процесі педагогічного експерименту засвідчили, що в результаті реалізації розробленої методики в учнів розвивається:

- інтелектуальна рефлексія, що виявляється в здатності аналізувати процес розв'язування та складання задач з хімії;
- особистісна рефлексія, що виявляється в здатності

аналізувати власні навчальні досягнення та недоліки.

Список літератури

1. Буринська Н.М. Хімія: Методи розв'язування задач / Н.М.Буринська К.: Либідь, 2005. 80 с.
2. Гладюк М.М. Дидактичні матеріали з хімії. 9 клас / М.М. Гладюк. Тернопіль: Підручники і посібники, 2013. 96 с.
3. Староста В.І. Методика розв'язування та складання дидактичних завдань з хімії. Навч.-метод. посібник / В.І. Староста. Ужгород, 2015. 127 с.
4. Хімія. Програма для 7-9 класів ЗНЗ. Електронний ресурс // <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/56133>

УДК [502/504:582.232]:615

**ВИЯВЛЕННЯ ПОТЕНЦІЙНО ТОКСИЧНИХ
ЦІАНОБАКТЕРІЙ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ**

**Осипенко І.О., Сорока О.В., Ракочий А. Б., Боднар О.І.,
Горин О.І.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: horynoi@tnpu.edu.ua

Синьо-зелені водорості (Ціанобактерії) – група грамнегативних одноклітинних колоніальних та нитчастих прокариотів, що здатні до фотосинтезу та азотфіксації. Їх неконтрольоване розмноження може викликати «цвітіння води», яке виникає при порушенні балансу екосистеми та характеризується активною вегетацією одного чи кількох видів водоростей, які населяють товщу води. Період збільшення біомаси ціанобактерій закінчується масовим відмиранням клітин і подальшим викидом внутрішньоклітинних токсинів у воду.

Ціанотоксини – це біологічно-активні продукти вторинного метаболізму синьо-зелених водоростей, які стійкі до біологічної та хімічної деградації та здатні акумулюватися в харчовому ланцюзі. Найпоширенішими з них є нейротоксини та гепатотоксини.

В Україні при контролі якості води аналіз на присутність та

ступінь біобезпеки ціанотоксинів зазвичай не проводиться.

Тому метою пропонованого дослідження стало створення способу виявлення потенційно токсичних синьо-зелених водоростей у водних екосистемах на основі визначення показників окисного стресу, цито- та нейротоксичності у гепатоцитах та клітинах мозку коропових риб. З метою експрес-діагностики дослідження проводили на ізольованих клітинах печінки та мозку коропа, що дозволяє в максимально короткі терміни оцінити біобезпеку досліджуваних ціанотоксинів. Відтак, в ізольованих клітинах печінки коропа визначали маркери оксидативного стресу (рівень ТБК-АП та карбонільних похідних протеїнів), генотоксичності (фрагментація ДНК), що характеризує рівень молекулярних ушкоджень та індукується окисним стресом, та нейротоксичності (холінестеразна активність).

Ізольовані гепатоцити або зразок 10% гомогенату тканини мозку *Cyprinus carpio* інкубували протягом 24 годин у присутності концентрату води з досліджуваних водойм або розчинами досліджуваних ціанотоксинів (перед початком дослідження зразки води упарювали у термостаті при температурі 37°C до 10-тикратного зменшення об'єму). Після того в зразках визначали вміст продуктів окисної деструкції протеїнів, перекисного окиснення ліпідів, фрагментацію ДНК (у гепатоцитах) та холінестеразну активність (у 10% гомогенаті тканини мозку). На основі порівняння одержаних значень з контрольними, оцінювали рівень біобезпеки ціанотоксинів у досліджуваних зразках та класифікували відповідь індикаторного організму як: «норма» (епізодичне забруднення води у межах детоксикаційної здатності організму або секрети синьо-зелених водоростей нетоксичні) – варіабельність значень показників у межах 15%; «передстресовий стан» (адаптивна реакція на пошкоджуючий вплив) – варіабельність значень щонайменше двох показників в межах ± 20 –40%; «стрес» (адаптивна реакція на пошкоджуючий вплив) – варіабельність значень двох показників більш ніж ± 40 %; стандартна прогнозована реакція показників на токсичний вплив; «перевищення адаптивного потенціалу» (реакція на стрес на межі виснаження) – варіабельність значень щонайменше трьох показників більш ніж

±40%; розбалансування та/або нестандартна реакція показників на токсичний вплив.

Реалізація запропонованого способу проілюстрована на прикладі визначення ступеня токсичності продуктів метаболізму синьо-зелених водоростей, відібраних з прісних водойм України і Польщі у серпні-вересні 2017р.

Результати здійснення запропонованого способу показують, що штами *R. raciborskii*, які зустрічаються в Західній Польщі та Західній Україні, представляють потенційний токсикологічний ризик для коропових риб *C. carpio* незважаючи на відсутність у складі їх біологічно-активних секретів відомих ціанотоксинів [1, 2]. Можливість поширення цього штаму в європейських водах і поява його в рибних ставках створює нагальну необхідність в впровадженні ранніх заходів моніторингу для зниження потенційного ефекту *R. raciborskii* для вищих хребетних та людини.

Запропоновані у дослідженні показники відповідають результатам, отриманим з використанням клітин ссавців [3, 4], які свідчать про те, що європейський штам екстрактів *R. raciborskii* містить сполуки, що виявляють токсичність *in vitro*. З використанням експериментальної моделі молюсків було продемонстровано, що штами виділені з озера Балатон в Угорщині, виробляють неідентифіковані нейротоксичні метаболіти, які викликають анатоксиноподібні реакції, модулюючи ацетилхолінові рецептори (AChR) нейронів [5]. Також було продемонстровано, що екстракти штамів *R. raciborskii* виділені із водойм Західної Польщі, викликали значне збільшення холінергійної активності у гомогенатах мозку коропа. Очевидно, досліджувані екстракти ізольованих штамів *R. raciborskii* можуть містити сполуки, які можуть призвести до порушення холінергічного гомеостазу та потенційно можуть призводити до швидкої деградації ацетилхоліну та подальшої регуляції ацетилхолінових рецепторів, що викликає негативний вплив на когнітивну функцію [6]. Відтак, ми показали що штами з польських водойм продукують нейротоксичні біологічно-активні сполуки та можуть становити нейротоксичну загрозу для людини. Слід зазначити, що в даному дослідженні холінергічна активність модулювалася при

концентрації екстракту 0,1%. Очевидно, штами *R. raciborskii* можуть змінювати діяльність центральної нервової системи риби, якщо їх метаболіт(и) проходять через гематоенцефалічний бар'єр.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє кількісно і якісно оцінити ступінь токсичності метаболітів синьо-зелених водоростей, спрогнозувати їх ефект для живих організмів загалом та органів-мішеней зокрема. Цей метод визначення токсичного впливу ціанотоксинів для вищих хребетних та людини може бути реалізований як за умов *in vitro*, так й *in vivo*, і застосований як у практиці екологічного моніторингу, так і в експериментальному дослідженні токсичності синтетичних аналогів альготоксинів та визначенні ступеня ефективності антидотів до них.

Робота виконана за підтримки Національного фонду досліджень України (№ 2020.02/0270) та Міністерства освіти і науки (№ МВ-2).

Список літератури

1. Falfushynska H., Horyn O., Fedoruk O., Khoma V., Rzymiski P. Difference in biochemical markers in the gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) upstream and downstream of the hydropower plant. *Environmental Pollution*. 2019. 255: 113213.
2. Wejnerowski L., Falfushynska H., Horyn O. et al. In Vitro Toxicological Screening of Stable and Senescing Cultures of *Aphanizomenon*, *Planktothrix*, and *Raphidiopsis*. *Toxins* (Basel). 2020. 12(6): 400. <https://doi.org/10.3390/toxins12060400>
3. Poniedzialek B., Rzymiski P., Karczewski J. The role of the enzymatic antioxidant system in *Cylindrospermopsis*-induced toxicity in human lymphocytes. *Toxicol. Vit.* 2015. Vol. 29. 926–932.
4. Rzymiski P., Poniedzialek B., Mankiewicz-Boczec J., et al. Polyphasic toxicological screening of *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Aphanizomenon gracile* isolated in Poland. *Algal Res.* 2017. 24. 72–80.
5. Vehovszky A., Kovacs A.W., Farkas A., Szabo H., Vasas G. Pharmacological studies confirm neurotoxic metabolite(s)

produced by the bloom-forming *Cylindrospermopsis raciborskii* in Hungary. *Environ. Toxicol.* 2015. 30. 501–512.

6. Soreq H., Seidman S. Acetylcholinesterase – New roles for an old actor. *Nat. Rev. Neurosci.* 2001. 2. 294–302.

УДК 372.08

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ДОШКИ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ ГАЛУЗІ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Перун Г.Ф., Жирська Г.Я.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: afperun@gmail.com, gyrska@chem-bio.com.ua

Завдяки стрімкому розвитку технологічного процесу змінюються вимоги до навчання учнів в сучасних школах. Технічні засоби навчання все більше завойовують освітній простір. Сучасний вчитель повинен врахувати те, що методика викладання природничих дисциплін вимагає модернізації з урахуванням застосування інноваційних досягнень в технічній галузі. Тому вкрай важливо оцінити всі переваги та можливості застосування інтерактивних дощок в освітньому процесі. Зважаючи на це велика увага має приділятися міжпредметним зв'язкам та різним формам навчання на інтерактивній основі, а уроки повинні бути наповнені практичною діяльністю учнів [1].

Завдяки шкільній реформі на засадах концепції «Нова українська школа», змінюються не лише концепції та стандарти освіти, а й повністю змінюється освітнє середовище, що в свою чергу зумовлює неодмінне оновлення матеріально-технічної бази школи [2]. Реформування освіти, окрім іншого, передбачає встановлення сучасних технічних приладів у кожному класі, наприклад мультимедійного проектора чи інтерактивної дошки, що дає можливість проведення уроків на вищому методичному рівні та забезпечує успішне формування знанневого, діяльнісного та ціннісного компонентів ключових та предметних компетентностей учнів.

Метою нашого дослідження було виявити вплив

використання інтерактивної дошки на рівень навчальних досягнень здобувачів освіти в процесі вивчення природничих дисциплін в закладах загальної середньої освіти на прикладі предмету «Біологія 6 клас».

Загалом, інтерактивна дошка – це інструмент для класу, який забезпечує збагачений, динамічний і захоплюючий навчальний досвід як для вчителів, так і для учнів. Враховуючи, що навчальні предмети природничої освітньої галузі передбачають вивчення великої кількості різноманітних процесів та явищ, які не можливо провести без додаткового обладнання чи не можливо споглядати за звичайних умов, використання інтерактивних дощок є найбільш доречним [3].

Інтерактивна дошка – це сучасний засіб взаємодії учня та вчителя, за допомогою різноманітних застосунків. Інтерактивна дошка замінює традиційну крейдову або маркерну дошку великим інтерактивним дисплеєм, здатним диджиталізувати весь процес уроку, від планування уроку до закріплення отриманих знань, перегляд навчального відео, створення різноманітних завдань, вікторин та ігор. Завдяки доступу до Інтернету, підтримці аудіо та відео, сенсорному екрану та програмному забезпеченню цифрової дошки інтерактивні дошки дають змогу вчителям створювати цікаві та захоплюючі уроки, які сподобаються усім типам учнів, щоб покращити навчальні досягнення дітей на уроці.

Можливості використання мультимедійного комплексу в закладах освіти необмежені, однак щоб опанувати весь спектр можливостей даного комплексу потребує накопичення досвіду роботи з обладнанням інших педагогів та учасників навчального процесу з подальшим узагальненням та осмисленням отриманого досвіду. Використання інтерактивної дошки на уроці дасть можливість продемонструвати вчителеві учням весь компетентнісний потенціал уроку, теми, предмету.

В основу дослідження покладено методику комбінованого уроку із застосуванням інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ). До основних можливостей інтерактивної дошки як одного з елементів ІКТ в освітньому процесі можна віднести:

- 1) створення малюнків, схем, різноманітних записів на інтерактивній дошці без використання клавіатури та

- комп'ютерної миші;
- 2) можливість редагування записів створених на дошці за допомогою персонального комп'ютера;
 - 3) демонстрація попередньо створених чи завантажених матеріалів будь-якого формату – відео, аудіо, фото, презентації, документи тощо;
 - 4) запис дій створених на дошці, що дозволяє в майбутньому повернутися до раніше поданого матеріалу чи використати запис у проведенні дистанційного уроку, що є вкрай важливо в період пандемії та війни;
 - 5) можливість для здобувачів освіти презентувати створений проєкт для всього класу;
 - 6) прямий візуальний контакт доповідача перед класом;
 - 7) з психолого-педагогічного аспекту забезпечує феномен колективної уваги, який дозволяє виступаючому здійснювати керований вплив як на всю аудиторію в цілому, так і на кожного окремого її учасника, формуючи вибірккову увагу і цілеспрямовані інтелектуальні зусилля шляхом інтерактивної взаємодії з навчальним матеріалом; що веде до міцної фіксації інформації – основи цілеспрямованого і ефективного навчання [1].

Експериментальною базою дослідження були учні 6 класу ліцею, тому при використанні інтерактивної дошки на уроках біології в цьому класі враховували вікові особливості учнів. Діти даної вікової категорії краще сприймають візуалізований матеріал: малюнки, схеми, відеоматеріали. Також варто зазначити, що навчальні ігри та симуляції позитивно впливають на розвиток пізнавальної діяльності учнів.

З метою встановлення ставлення учнів до комбінованих уроків з використанням інтерактивної дошки було здійснено анкетування учнів, що брали участь у педагогічному експерименті. Результати дослідження показують, що проведені уроки із систематичним застосуванням інтерактивної дошки є більш ефективними, в порівнянні з традиційними уроками.

Викладання навчального предмета «Біологія» із застосуванням інтерактивної дошки дає можливість отримати більш суттєві результати формування предметних компетентностей здобувачів базової природничої освіти.

Інформація, подана за допомогою інтерактивної дошки, краще аналізується, запам'ятовується та закарбовується в пам'яті школярів. Створюється можливість візуалізації навчального матеріалу, що в свою чергу сприяє підвищенню мотивування учнів проявляти більшу зацікавленість у вивченні дисципліни.

Список літератури:

1. Ніколаєнко М. С. Інтерактивна дошка: теорія і практика. Суми : Ніко, 2018. 94 с.
2. Нова українська школа [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу : <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola> .
3. Пометун І. О., Пироженко Л. В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: [наук.- метод. посіб.] К. : Видавництво А.С.К., 2004. 192 с.

УДК: 612.897+06:612.172

ОЦІНКА РІВНЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І ФУНКЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ ОСІБ ЮНАЦЬКОГО ВІКУ

Петльована М.І., Волошин О.С.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: voloshyn@tnpu.edu.ua

Дослідження фізичного розвитку і показників соматичного здоров'я в осіб юнацького вікового періоду є актуальним завданням фізіології, оскільки це є період завершення морфологічного і фізіологічного дозрівання та час налагодження функціональних зв'язків між системами організму. Результати вивчення показників антропометричного розвитку в осіб юнацького віку вказують на те, що в цей період відбувається стабілізація ваги і росту організму, показників витривалості і сили [4]. Подальша адаптація осіб молодого віку до динамічних змін умов середовища вагомим чином буде залежати від особливостей типу конституції та інших морфо-фізіологічних ознак, що визначають рівень фізичного здоров'я [3].

Водночас, дослідження свідчать, що фактори середовища можуть негативно впливати на функціональний стан організму осіб цього віку, зокрема, у студентів спостерігали погіршення функціонального стану і зниження фізичної активності після перенесення гострих респіраторних вірусних захворювань [2]. Однак, найбільш вагомим фактором, що викликає розвиток негативних змін у здоров'ї осіб дитячого та юнацького віку, є неправильний, нездоровий спосіб життя. За даними Державного інституту розвитку сім'ї та молоді, третя частина осіб молодого віку в Україні дуже багато часу проводять за комп'ютером та телевізором. За підрахунками ВООЗ цей показник зростає до 70% у вихідні дні [1]. З часом це може призвести до розвитку гіпертонічних реакцій, вегето-судинної дистонії, зниження працездатності нервової системи студентів, на даний час спостерігають збільшення кількості студентів, віднесених за станом здоров'я до спеціальної медичної групи [5].

У роботі оцінку фізичного розвитку і працездатності обстежених здійснювали за показниками ваго-ростового індексу, індексу Руф'є, індексу Робінсона. Усі обстежені були поділені на дві групи: I група – особи з нормальною частотою серцевих скорочень і II група – особи з підвищеною частотою серцевих скорочень. Аналіз результатів індексу Руф'є, який відображує працездатність серцевого м'яза за умов фізичного навантаження, показав, що у I групі 25% обстежених мають високий рівень цього індексу, у 37% відзначено добру фізичну працездатність, у 25% - середній рівень працездатності серця. У 13% осіб I групи працездатність серцевого м'яза мала задовільний рівень. Серед обстежених II групи осіб з високим рівнем індексу Руф'є немає, лише 25% осіб з доброю працездатністю серцевого м'яза, у 33% осіб – середній показник. Проте, у значної кількості осіб (42%) виявлено задовільний рівень індексу Руф'є. Таким чином, в осіб II групи з підвищеною частотою серцевих скорочень показники працездатності серцевого м'яза за фізичного навантаження нижчі порівняно із студентами I групи.

У результаті аналізу даних ваго-ростового індексу було встановлено, що в 37% обстежуваних I групи вага тіла відповідає нормі, 50% мають надмірну масу тіла, та в 13% - недостатня вага тіла. В осіб II групи ваго-ростовий показник відповідає нормі

у 66%, 25% серед обстежуваних мають надмірну вагу тіла, а 9% - недостатню. Дослідження індексу Робінсона показало, що в 50 % обстежених I групи функціональні резерви серцево-судинної системи в нормі, це на 41% більше порівняно з аналогічним показником в осіб II групи. Середній рівень індексу Робінсона в I групі спостерігали у 37% осіб, що на 4% більше, ніж у II групі. Поганий рівень індексу Робінсона, що вказує на відхилення в регуляції діяльності серцево-судинної системи, відзначено в 13% осіб I групи. Таким чином, можна зробити висновок, що в осіб I групи більш високі наростання аеробних можливостей організму порівняно з обстеженими II групи.

Оцінку функції зовнішнього дихання здійснювали на основі показників життєвої ємності легень (ЖЄЛ), індексу Скібінського, проби Серкіна. Аналіз показників індексу Скібінського (ІС) показав, що більшість обстежених I і II груп мають добрий рівень і задовільний рівень ІС. Аналіз функціонального показника апарату зовнішнього дихання – життєвої ємності легень показав наступне. В осіб з добрим рівнем індексу Скібінського показник ЖЄЛ був в діапазоні 3600–3800 мл. У групи осіб із задовільним показником індексу Скібінського об'єм ЖЄЛ коливався в межах 3000–3500 мл. У групи осіб із незадовільним показником індексу Скібінського ЖЄЛ була в межах 2500–2800 мл.

Аналіз рівня тренуваності апарату зовнішнього дихання за допомогою проби Серкіна показав, що після першої фази у стані спокою 16% осіб мали показники, що відповідають нормі для здорових тренуваних осіб, ще 50% серед обстежуваних – це здорові нетренувані особи, 34% - особи зі зниженим рівнем функціональної ефективності зовнішнього дихання. За результатами другої фази проби Серкіна кількість осіб, показники в яких відповідають нормі для здорових тренуваних осіб, залишилась на тому рівні, що й за результатами першої фази. Кількість осіб, показники яких відповідають значенню здорових нетренуваних осіб, збільшилась на 25%, а число обстежених зі зниженим рівнем функціональної ефективності зовнішнього дихання склало лише 9%. За результатами третьої фази проби Серкіна в більшості обстежених спостерігали показники, що відповідають нормі для здорових тренуваних або

нетренированих осіб.

Отже, аналіз показників індексу Руф'є та індексу Робінсона вказують на вищий рівень фізичної працездатності серед осіб І групи. Результати проби Серкіна показали, що більшість обстежених має оптимальний рівень функції зовнішнього дихання. За показниками індексу Скібінського та ваго-ростового індексу суттєвих відмінностей між групами не встановлено, в більшості обстежених вага відповідає нормі або перевищує її. ЖЕЛ мала виразно кращі значення в осіб з добрим та задовільним рівнями індексу Скібінського.

Список літератури

1. Гербут К.В., Хоменко В.Г. Оцінка фізичного стану старшокласників міста Чернівці. *Young Scientist*, № 4 (19). Part 3, april, 2015. С. 67-72.
2. Гнип І.Я. Оцінка функціонального стану та якості життя студентів після перенесених гострих респіраторних вірусних захворювань. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2015. №3. С. 10-14.
3. Дуло О.А. Перспективи вивчення рівня фізичного здоров'я жителів Закарпатської області за показниками аеробної та анаеробної продуктивності організму [Електронний ресурс] *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Медицина*. 2012. Вип. 2. С. 154-160. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UNUMED_2012_2_41. - Дата звернення: 28.09.22.
4. Мудрік І.В. Фізичний розвиток учнівської і студентської молоді різної статі у процесі фізичного виховання. *Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді: збірник наукових праць*. 2009 р. Випуск №13, книга 11. С. 516-522.
5. Сергієнко В. М. Здоров'я та фізичний розвиток студентської молоді. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2009. № 2. С. 79–82.

УДК 579.64 : 631.421.1

ВИКОРИСТАННЯ МІКОРИЗНОГО СИМБІОЗУ В АГРОНОМІЇ

Полева Л.А., Прокоп'як М.З., Майорова О.Ю.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: mosula@chem-bio.com.ua

Для рослини мікоризний симбіоз – це можливість підтримання життєдіяльності на високому рівні, шляхом покращення водозабезпечення, кращого поглинання макро- й мікроелементів, захисту від грибних і бактеріальних патогенних мікроорганізмів, нематод; синтезу антиоксидантних сполук та рістрегулюючих речовин. Запилювачі надають перевагу мікоризованим рослинам, а найкраще запилюються бджолами, краще цвітуть. Особливо це актуально в несприятливих умовах існування рослини (наприклад при посусі). Окрім цього, мікоризовані рослини отримують на 4–20 % загальної кількості поживних речовин більше, ніж безмікоризні. Провідну роль в ініціації мікоризного симбіозу відіграють рослинні сигнали. Для ґрунту мікориза – це можливість для самовідновлення, оздоровлення, збагачення, зниження забруднення синтетичними мінеральними добривами і відновлення його природньої структури із багатою мікро- й мезофауною. При цьому спостерігається секвестрація вуглецю у ґрунті (10–40 % C, синтезованого рослинами, залишається у ґрунті) [1, 2, 4].

Відомо, що мікориза на всіх етапах розвитку рослини підвищує у декілька разів її здатність перетворювати і поглинати поживні речовини і воду. Це сприяє покращенню проростання, цвітіння і продуктивності рослин. Мікроорганізми, які входять до складу мікоризних препаратів, сприятливо впливають на ґрунт, покращуючи його агрегатний стан (на гіфах грибів утворюється слиз, до якого прилипають глинисті частинки землі; це сприяє появі водостійких агрегатів, що, у свою чергу, запобігає ерозії ґрунту).

Зважаючи на вище згадане, важливим завдання сьогодення є підбір дієвих препаратів на основі симбіотичних

мікоризоутворюючих грибів для їх подальшого використання під час вирощування сільськогосподарських культур, а саме рослин родини Бобові (Fabaceae). Рослини родини Бобові мають велике господарське значення. Серед них є чимало багатих на білкові речовини і вітаміни харчових (квасоля, горох, боби, сочевиця, арахіс й ін.) і кормових (види люцерни, конюшини, еспарцету, чини, горошку й ін.) рослин.

Метою було проаналізувати сучасні препарати на основі мікоризних організмів; особливості їх складу і вивчити можливості застосування їх при вирощуванні бобових культур.

Для реалізації мети цього дослідження і вирішення поставлених завдань було проаналізовано літературні джерела і ринок сучасних біологічних препаратів, які використовують у сільському господарстві. Об'єктом дослідження слугували рослини гороху посівного (*Pisum sativum* L.). Як мікоризний інокулянт використали препарат MikoLife, призначений для використання на культурах кукурудзи, соняшника, сої й ін. До його складу входить *Glomus mosseae* (титр життєздатних клітин – не менше $1 \cdot 10^8$ КУО/г препарату). Рекомендована виробником кількість мікоризного інокулянта на 1 л ґрунту – 1–2,5 г. Після проростання насіння підраховували схожість насіння. Лабораторну схожість насіння визначали на 7–8 добу після посіву. У фазу цвітіння рослини викопували. Визначали довжину кореня кожної рослини, масу рослини (сухої і сирої), висоту надземної частини. Дослідження проводили у трьох повторностях. Результати дослідження опрацюванні статистично.

Встановлено, що найбільш різноманітним за складом мікоризних грибів є препарат виробництва MusoApply. За кількістю пропагул у грамі домінує препарат виробництва Groundwork – Rootella, який представлений на ринку України. З усіх проаналізованих препаратів найбільш різноманітні види пропагул містили препарати виробництва Groundwork – Rootella [3]. Із препаратів вітчизняного виробництва значним вмістом (90 %) мікоризних грибів характеризувався MikoLife. У результаті проведення дослідження спостерігали, що внесення мікоризних грибів у кількості 10, 15, 20 г на 4 л ґрунту позитивно впливало на проростання насіння гороху посівного. Відзначено, що уже при внесенні *Glomus mosseae* у кількості 10 г на 4 л

грунту схожість насіння зростає у 2,4, у порівнянні з контролем, а при внесенні 15 і 20 г препарату мікоризних грибів – у 3,2 і 3 рази відповідно. При збільшенні кількості препарату мікоризних грибів більше 15 г, не спостерігалось значного збільшення відсотка схожості насіння гороху посівного.

Мікоризація рослин *G. mosseae* призводила до вірогідного збільшення морфологічних параметрів, як надземних (висота стебла, кількість листків, довжина міжвузлів), так і підземних (довжина коренів) органів рослин *P. sativum*. Показники морфологічних параметрів рослин виміряні на 28 день після посіву. Висота стебла, у порівнянні з контролем, була вищою у 1,2, 1,3, 1,3 рази у варіантах дослідів із внесенням мікоризного препарату у кількості 10, 15, 20 г. Також спостерігалась більша кількість листків у варіантах дослідів із внесенням мікоризного інокулянта. Відзначено значне збільшення довжини коріння при внесенні мікоризних грибів у кількості 15 г у 3 рази. При збільшенні кількості препарату до 20 г не спостерігалось подальшого збільшення довжини кореня, проте, у порівнянні із контролем, вона була більшою у 2,3 рази. Початок цвітіння інокульованих арбускулярною мікоризою рослин був швидшим, ніж контрольних.

Отже, у результаті проведеного дослідження нами встановлено, що найбільш поширеним видом мікоризного гриба у сучасних препаратах є *Glomus intraradices*, а інші види (*Glomus iranicum*, *Glomus mosseae*, *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum*, *Glomus intraradices*, *Glomus etunicatum*) були менш представленими. З усіх досліджених препаратів найбільш різноманітні види пропагул містили препарати виробництва Groundwork – Rootella. Нами було оцінено ефективність мікоризного препарату в експериментальних умовах під час вирощування *Pisum sativum* L.

Список літератури

1. Гуральчук Ж.З., Дель Валь К., Барєа Х.М., Аскон-Агілар К. Дія інокуляції арбускулярним мікоризним грибом *Glomus mosseae* (Nicol. et Gerd.) Gerd et Trappe на ріст рослин люцерни в умовах забруднення цинком, свинцем,

- міддю, кадмієм і арсеном. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2009. 41, № 1. С. 50–58.
2. Симбіоз. Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. С. 160.
 3. Rootella. Stroller Ukraine. 11 с. URL: <https://www.stollerukraine.com.ua/assets/files/Rootella-booklet.pdf> (дата звернення: 16.03.2022).
 4. Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal Symbiosis. 3rd Edition. Academic Press, 2008. 800 p.

УДК 595.787

**ПІДРОДИНА ВЕДМЕДИЦІ (ARCTIINAE) (LEPIDOPTERA,
EREVIDAE) У ФАУНІ УКРАЇНИ**

Прокоп'як М.З., Коваль І.Я., Голіней Г.М., Гузік У.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: mosula@chem-bio.com.ua

Лускокрилі – один із рядів комах, найчисленніших за кількістю видів, представники якого поширені на всіх континентах, за винятком Антарктиди. Більшість видів лускокрилих на стадії імаго живиться нектаром квітів, і тому є важливими запилювачами багатьох видів рослин. Вони посідають важливе місце в кругообігу речовин у природі, оскільки живляться рослинною їжею, а самі є кормовою базою для багатьох видів хижаків, особливо птахів і паразитів. Личинки представників цього ряду є поширеними шкідниками сільськогосподарських культур. 55 видів лускокрилих занесено до Червоної книги України (2009 р.). Вивченням ряду Лускокрилих займалися Ю. П. Некрутенко – автор 5 монографій і понад 150 статей, І. Г. Плющ – автор понад 45 наукових робіт із дослідження фауни лускокрилих, Л. А. Шелюжко – збирач однієї з найбільших у світі колекцій лускокрилих [2].

Систематика ряду Лускокрилі на сьогодні недостатньо розроблена. Усього в світовій фауні налічують від 100 до 200 родин (систематики ще не дійшли згоди щодо їхньої кількості,

але останнім часом спостерігається тенденція до збільшення кількості родин і зменшення їх об'єму). В останній час набула значного поширення молекулярна систематика, побудована на аналізі генетичного матеріалу. Ця система класифікації виявила численні еволюційні зв'язки між організмами, які до того не були відомі. Тому завдяки впровадженню молекулярної систематики, теперішня класифікація живих істот вже багато в чому скорегована й буде корегуватись і надалі. Одним з прикладів є корегування таксономічного положення теперішньої підродини Ведмедиці (Arctiinae), яка донедавна відповідала категорії родини Ведмедиці (Arctiidae) [6, 8].

Ведмедиці – метелики середніх і великих розмірів з яскравим малюнком на крилах, товстим, волохатим тулубом, короткими вусиками і короткими ногами. Метою роботи було вивчити сучасний видовий склад підродини Ведмедиці (Arctiinae) ряду Лускокрилі (Lepidoptera), які поширені на території України і Тернопільської області зокрема.

Для реалізації мети цього дослідження і вирішення поставлених завдань було використано наступні методи: опрацювання і аналіз літературних джерел з проблем представленої тематики; аналіз ентомологічних колекцій кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, ідентифікація комах з використанням визначників.

Згідно даних [1], на території України поширені *Callimorpha quadripunctaria* (Poda, 1761), *C. dominula* (Linnaeus, 1758), *Phragmatobia fuliginosa* (Linnaeus, 1758), *Spilosoma urticae* (Esper, 1789), *Rhyparia purpurata* (Linnaeus, 1758), *Diacrisia sannio* (Linnaeus, 1758), *Lithosia quadra* (Linnaeus, 1758), *L. complana* (Linnaeus, 1758), *Arctia festiva* (Hufnagel, 1766), *A. villica* (Linnaeus, 1758), *A. caja* (Linnaeus, 1758), *Hyphantria cunea* (Drury, 1773). Згідно даних м.н.с. Поліського заповідника В.В. Пархоменка (роки дослідження 2002–2009 рр.) у список виявлених безхребетних перспективного заказника «Вакалівський» (23 км на північний схід від м. Суми, в околицях с. Битиця і Вакалівщина, у західній частині Сумського району Сумської області) внесено наступних представників підродини Ведмедиці: *Arctia caja*, *A. villica*, *Diacrisia sannio*, *Spilosoma*

lubricipeda, *S. urticae*, *Phragmatobia fuliginosa*, *Diaphora mendica* (Clerck, 1759), *Spilarctia luteum* (Hufnagel, 1766) [4].

Згідно даних [7] на території України ідентифіковані наступні представники підродини Ведмедиці (види, які уже згадувалися вище не повторюємо): рід *Arctia* – 4 види (*Arctia flavia* (Füssli, 1779), *Tyria jacobaeae* (Linnaeus, 1758)); *Callimorpha* – 1 вид; *Chelis* – 1 вид (*Chelis maculosa* (Gerning, 1780)); *Coscinia* – 1 вид (*Coscinia striata* (Linnaeus, 1758)); *Diacrisia* – 1 вид; *Euplagia* – 1 вид (*Euplagia quadripunctaria* (Poda, 1761)); *Hypercompe* – 1 вид (*Hypercompe scribonia* (Stoll, 1790)); *Hyphoraia* – 1 вид (*Hyphoraia aulica* (Linnaeus, 1758)); *Phragmatobia* – 3 види (*Phragmatobia luctifera* (Denis & Schiffermüller, 1775), *P. placida* (Frivaldszky, 1835)); *Pyrrharctia* – 1 вид (*Pyrrharctia isabella* (J.E. Smith, 1797)); *Spilarctia* – 1 вид; *Spilosoma* – 1 вид; *Tyria* – 1 вид (*Tyria jacobaeae* (Linnaeus, 1758)).

В ентомологічних колекціях кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка наявні наступні представники підродини Ведмедиці: ведмедиця Кайя, ведмедиця м'ятна, ведмедиця сільська, ведмедиця бурея.

До Червоної книги України (2009 р.) занесені такі представники підродини Ведмедиці як ведмедиця велика (*Pericallia matronula*) і ведмедиця-господиня (*C. dominula*). Згідно даних, внесених в Екологічний паспорт Тернопільської області станом на 01.01.2021 р., ведмедиця велика і ведмедиця-господиня відносяться до видів, які охороняються в області [3].

Для отримання детальніших результатів щодо видового складу й поширення представників підродини Ведмедиці й проведення комплексної еколого-фауністичної інвентаризації комах, у подальшому плануємо проводити систематичні ентомологічні дослідження фауни України. Вважаємо, що ці дані можна використати як вихідні матеріали для подальшого аналізу зміни видового різноманіття лускокрилих з урахуванням збереження біорізноманіття.

Список літератури

1. Гусев В. І., Єрмоленко В. М., Свищук В. В., Шмиговський К. А. Атлас комах України. Київ : Рад. шк., 1962. 304 с.

2. Дмитрів В. В., Голіней Г. М. Видове різноманіття ряду Лускокрилі, або Метелики – Lepidoptera у зоологічних фондах кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil bioscience – 2019* : матер. всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю від дня народження д.б.н., проф. Явоненка О. Ф. та 75-річчя від дня народження д.б.н., проф. Яковенка Б. В. (Тернопіль, 4–5 листоп. 2019 р.). Тернопіль : Вектор, 2019. С. 109–112.
3. Екологічний паспорт Тернопільська область. 152 с. URL: <http://ecoternopil.gov.ua/index.php/stan-dovkilliya/ekopasport> (дата звернення: 16.06.2021).
4. Степи України. Список виявлених безхребетних. URL: <https://pryroda.in.ua/step/dodatok-1-spisok-viyavlenix-bezhxrebetnix/> (дата звернення: 05.02.2021).
5. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.
6. Bayarsaikhan U., Ju Y-D., Park B.-S., Na S.-M., Kim J.-W., Lee D.-J., Ko J.-H., Bae Y.-S. Review of the subfamily Arctiinae (Lepidoptera : Erebidae) in South Korea, with a newly recorded genus. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 2017. Vol. 10, Is. 2. P. 137–153. doi: 10.1016/j.japb.2017.01.002.
7. Ukrainian Biodiversity Information Network. URL: <http://ukrbn.com/> (дата звернення: 16.06.2021).
8. Zahiri R., Holloway J., Kitching I., Lafontaine D., Mutanen M., Wahlberg N. Molecular phylogenetics of Erebidae (Lepidoptera, Noctuoidea). *Systematic Entomology*. 2012. Vol. 37. P. 102–124. doi: 10.1111/j.1365-3113.2011.00607.x.

УДК 575.86

**ВИКОРИСТАННЯ ДНК-МАРКЕРІВ У ФІЛОГЕНЕТИЧНИХ
ДОСЛІДЖЕННЯХ РОСЛИН**

Прокоп'як М.З., Дробик Н.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: mosula@chem-bio.com.ua

Для еволюційної біології використання ДНК як «документа» еволюційної історії має велику цінність. Порівняння послідовностей ДНК генів різних організмів може дати інформацію про їх взаємовідносини, що не може бути виявлено, базуючись на вивченні морфології, анатомії чи фізіологічних процесах організмів.

Щоб зрозуміти як давно два геноми розділили загального предка, можна дослідити кількість відмінностей послідовності нуклеотидів різних організмів, оскільки геноми еволюціонують шляхом поступового накопичення мутацій. Відомо, що два геноми, що розійшлися у недавньому минулому, повинні мати менше відмінностей, порівняно з тими, чий спільний предок є дуже давній. Вище згадане є основним завданням молекулярної філогенетики, яка намагається визначити швидкість і відмінності змін у ДНК, РНК, білках, щоб відновити еволюційну історію генів і організмів загалом. Використання молекулярно-генетичних методів у сучасній таксономії спричинило виникнення дискусій між традиційними і молекулярними систематиками. Щоб запобігти будь-яким розбіжностям, важливо було стандартизувати таксономічні категорії і Galimberti et al. представили концепцію інтегрованої оперативної таксономічної одиниці (Integrated Operational Taxonomic Units, IOTU). За IOTU види ідентифікують на основі вивчення молекулярних варіацій, але, окрім цього, застосовують принаймні ще одну таксономічну характеристику [2].

Молекулярну маркерну технологію на основі поліморфізму макромолекул почали використовувати ще у 60-х роках минулого століття. Спершу були проаналізовані запасні білки насіння й ізозими, а із розвитком технологій ці маркери були доповнені, а

згодом витіснені методами аналізу ДНК [1]. Із введенням молекулярних маркерів у практику біологічних досліджень з'явилися нові можливості вивчення генетичного поліморфізму, визначення спорідненості на внутрішньо- і міжвидовому рівнях, маркування генів, паспортизації рослин і проведення філогенетичного аналізу. Більш перспективним є використання в якості маркерної системи поліморфних нуклеотидних послідовностей ДНК і РНК. ДНК-маркери дозволяють маркувати практично будь-які ділянки ДНК. У сучасних таксономічних дослідженнях рослин використовують різноманітні ДНК-маркери, як доміантні, так і кодоміантні. За їх використання можна більш точно і детально встановити філогенетичні взаємовідносини рослин, а також припустити, які події були для цього підґрунтям.

Тому актуальним на сьогодні є встановлення філогенетичних взаємовідносин рослин з використанням даних молекулярно-філогенетичного аналізу та їх порівняння із результатами, отриманими за іншими критеріями.

Нами використано різні види доміантних маркерів під час вивчення рослин тирличу жовтого (*Gentiana lutea* L.). У наш час є декілька класифікацій роду *Gentiana* L., які базуються на морфо-анатомічних, екологічних, географічних й інших критеріях, проте цих даних не достатньо для створення сучасної систематики роду. Тому нами запропоновано використати для уточнення систематики цього роду різні генетичні маркери. Зокрема, першочергово було застосовано RAPD (random amplified polymorphic DNA)-маркери, які є усіма фракціями геному і дозволяють отримати інформацію про мінливість не окремих ділянок, а більшої його частини, що важливо для визначення генетичних взаємовідносин у порівняльному аналізі та вивченні організмів, які є мало дослідженими із генетичного боку. Не менш яскраві дані отримано за використання ISSR (inter simple sequence repeats)-маркерів, які є міжмікросателітними послідовностями. Накопичення інформації про функціонально-важливі ділянки геному, зокрема кодувальні й регуляторні ділянки генів, стимулювало розробку нових методів ПЛР-аналізу, що базуються на використанні праймерів, гомологічних до консервативних мотивів цих ділянок. До таких належать CDDP

(conserved DNA-derived polymorphism)- і RGAP (resistance gene analog polymorphism)-аналіз. Вони також були використані нами у генетичних дослідженнях *G. lutea* [3].

Отже, у наш час основним критерієм філогенетичного аналізу залишається молекулярно-генетичний. У дослідженнях представників роду *Gentiana* L нами використано різні види ДНК-маркерів (RAPD, ISSR, CDDP, RGAP), що дозволило охарактеризувати геном за різними послідовностями ДНК.

Список літератури

1. Кунах В.А. Мобільні генетичні елементи і пластичність геному рослин. Київ : Логос, 2013. 288 с.
2. Galimberti A., Spada M., Russo D. et al. Integrated Operational Taxonomic Units (IOTUs) in Echolocating Bats: A Bridge between Molecular and Traditional Taxonomy. PLoS ONE. Vol. 7, Is. 6. e40122. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040122/>.
3. Prokopiak M., Mayorova O., Hrytsak L., Meshko H., Drobyk N. The assessment of the current state of *Gentiana lutea* L. populations of the Ukrainian Carpathians: ecological and genetic approaches. *Folia Oecologica*. 2022. 48 (2). P. 42–50.

УДК 598.2(477.89Под)(091)

ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ ОРНІТОФАУНИ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Птиць Л.О., Шевчик Л.О.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: shevchyk@chem-bio.com.ua

Західне Поділля є цікавим регіоном у історичному, геологічному, ботанічному, рекреаційному та зоологічному аспектах, зокрема, з точки зору різноманіття орнітофауни.

Дослідження орнітофауни Західного Поділля відбувалося періодично протягом останніх двох століть з різними інтервалами. Перші повідомлення про птахів Поділля з'являються у літописних зведеннях XVII ст. та у щоденниках

мандрівників (Ульріх фон Вердум, 1670 – 1672) [21]. Ці матеріали мають описову інформацію про природу загалом та фрагментарну, доволі обмежену – про птахів регіону.

На початку XIX ст. з'явилися перші фауністичні списки окремих регіонів України, зокрема, Поділля (Кеслер К. Ф., 1851). У працях автора містяться дані про орнітофауну п'яти губерній колишньої Київської шкільної округи, до складу якої у ті часи входило і Поділля. Проте вони не дають повної інформації про орнітофауну регіону та не охоплюють всю його територію.

Продовження досліджень орнітофауни Тернопільської області пов'язане з працями К. А. Татарінова та І. В. Марісової (1958 – 1965 рр). Молодими на той час науковцями було створено навчальні (музейні) колекції шкірок птахів, розгорнуто інтенсивні спелеозоологічні дослідження, котрі, зокрема, торкалися орнітофауни печер Тернопільської області [13]. А також було випущено низку наукових праць про викопних птахів Поділля [15,19, 34].

Значну увагу І. В. Марісова приділяла вивченню антропогенного навантаження на видовий склад птахів Західного Поділля [18,20]. Без сумніву, вона стояла біля витоків вивчення явища зміни статусу окремих видів птахів на Тернопіллі [14,16]. Цікавилася зоологиня і проблемою ролі птахів у різноманітних біоценозах регіону [17].

У другій половині XX ст. та на початку XXI ст. фауну птахів Західного Поділля досліджували знані в Україні науковці В.С.Талпош (1968 – 2012), Майхрук М. І. (1991 – 1999) та Страшнюк Д. В. (2003 – 2010).

Цікавими були праці Талпоша В. С., присвячені вивченню екології чайки звичайної (*Vanellus vanellus*) як на Заході, так і на усій території України. Власне Василь Степанович виявив чайку звичайну в долині р. Серет, на ставку біля с. Ренів Зборівського р-ну, Тернопільської області [30].

Велику кількість своїх досліджень В. С. Талпош присвятив вивченню фауни Тернополя і його околиць [27]. До 1998 року в місті Тернополі зареєстровано 194 види птахів, які належать до 20 родів, 47 родин, 17 рядів. Орнітолог стверджував, що найширше в регіоні представлені птахи ряду Горобцеподібні (*Passeriformes*) – 90 видів, Гусеподібні (*Anseriformes*) – 26 видів,

Сивкоподібні (*Charadriiformes*) – 20 видів і Соколоподібні (*Falconiformes*) – 13 видів [26]. Найбільш чисельні види гніздової фауни міста Тернополя: сизий голуб (*Columba livia*), міська ластівка (*Delichon urbicum*), сіра мухоловка (*Muscicapa striata*), зяблик (*Fringilla coelebs*), хатній горобець (*Passer domesticus*). Рідкісними видами, які поширені в околицях міста, науковець, за результатами проведених досліджень, вважав: синьгу (*Melanitta nigra*), морянку (*Clangula hyemalis*), скопу (*Pandion haliaetus*), поморника короткохвостого (*Stercorarius parasiticus*), синицю білу (*Cyanistes cyanus*) [28]. В околицях міста Тернополя Василь Степанович спостерігав і досліджував гірську пліску (*Motacilla cinerea*), гніздування якої виявив в каньйоні р. Стрипа, а також описував зимування білого лелеки на торфовищі заплави р. Серет [27].

Неабиякі художні здібності відомого вченого були реалізовані під час підготовки до друку наочних посібників «Птахи міст і сіл України» (2006) [29].

Надзвичайно плідною була наукова співпраця Василя Степановича з доцентом кафедри зоології Ніжинського державного університету ім. М. Гоголя І. В. Марісовою. У результаті був написаний польовий визначник «Птахи України» (1984 році, нагороджений дипломом ВДНГ СРСР) [32].

У визначнику подано основні діагностичні ознаки і короткий систематичний опис зареєстрованих в Україні птахів, а саме прописані характерні риси зовнішньої будови, особливості поведінки, голоси 367 видів птахів.

Як підсумок творчої діяльності були опубліковані довідники Талпоша Василя Степановича: «Фауна хребетних Тернопільської області» (1998) [33] – у співавторстві доцента кафедри зоології Пилявським Б. Р. та одноосібно – «Рідкісні та зникаючі хребетні західних областей України» (1996) [31].

Особливу увагу В. С. Талпош приділяє характеристиці класу Птахи Aves, як найбільш чисельній і різноманітній групі хребетних Тернопільщини. Серед яких в межах області зареєстровано 283 види, що належать до 153 родів, 59 родин, 19 рядів.

На думку Василя Степановича, на Тернопільщині гніздяться 161 вид птахів, а саме – осілі та пролітні, 98 видів –

представників лісового комплексу, 69 – водолюбних птахів, 13 видів відкритих просторів та 12 – мешканців населених пунктів області. Всі вони детально описані та ілюстровані.

Вивченням орнітофауни різних біоценозів регіону дуже плідно займався Майхрук М.І. [2, 3, 4, 5, 7, 8, 9]. Займався вчений і вивченням міграцій птахів. Так, лише в околицях с. Іванчани Збарзького району орнітолог фіксував 43 види перелітних птахів [6].

Своєрідним підсумком багаторічної наукової діяльності Михайла Івановича стала монографія «Птахи Тернопілля», де автором наведено дані щодо поширення 268 видів птахів упродовж другої половини XIX і всього XX століть, а також їхньої чисельності, щільності, структури населення, гніздової біології, фенології та поведінки за два останні десятиліття XX ст. на території сучасної Тернопільської області [10].

Значну увагу приділяв науковець і співпраці з молодшими колегами. Одним із них був Страшнюк Д. В., котрий був одним із провідних систематиків Західної України [1, 11, 12, 23–25].

Викладачі кафедри детально вивчали і екологічні особливості та розмноження птахів області та м. Тернополя [22].

Таким чином, історія вивчення орнітофауни регіону налічує три чітко розділені між собою періоди. Перший – описовий період – представлений працями Ульріха фон Вердума та К. Ф. Кеслера (датовано 1670–1851 рр).

Другий період припадає на середину минулого століття і відзначається прикладним характером вивчення орнітофауни (І. В. Марісова, 1958; К. А. Татаринов, 1963).

Період еколого-фауністичних досліджень представлений працями співробітників Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: Талпоша В. С. (1968 – 2012), Майхрука М. І. (1991 – 1999), Страшнюка Д. В. (2003–2010) та Подобівського С. С. (2016).

У той же час, слід зазначити, що попри тривалі доволі різнопланові дослідження орнітофауни Західного Поділля залишається багато проблем і відкритих питань які потребують подальшого вивчення.

Список літератури

1. Кваша В. І., Подобівський С. С., Страшнюк Д. В. Фауна Голицького ботаніко-ентомологічного заказника загальнодержавного значення. Тернопіль: ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2006. 46 с.
2. Майхрук М. І. О привлечении птиц-дуплогнезdnиков в пригородные леса города Тернополя. *Охр. и воспр. птиц пригород. лесов и зеленых насажд.* Львов, 1992. С. 51–53.
3. Майхрук М. І. Динаміка населення птахів м. Тернополя. *Обліки птахів: підходи, методики, результати.* Львів-Київ, 1997. С. 90–97.
4. Майхрук М. І. Зимівля гуски білої (*Chen caerulescens* L.) на Тернопільщині. *Troglodytes. Каталог орнітоф. зах. обл. України. Орнітол. спост. за 1991–1992 рр.* Київ, 1993. № 3. С. 56.
5. Майхрук М. І. Чисельність птахів польового ландшафту Тернопільщини. *Обліки птахів: підходи, методики, результати.* Львів-Київ, 1997. С. 83–89.
6. Майхрук М. І. Деякі спостереження міграції птахів Тернопільщини. *Облік птахів: підходи, методики, результати* : збірн. наук. статей Другої міжнародної науково-практичної конференції (Житомир, 26 – 30 квітня 2004 р.). Житомир, 2004. С. 154 – 157
7. Майхрук М. І. Деякі особливості приваблення птахів-дуплогнізdnиків у залізничні лісосмуги Тернопільщини. *Екол. аспекти охор. птахів.* Львів, 1999. С. 63–64.
8. Майхрук М. І. Деякі спостереження за чисельністю птахів в лісах заповідника «Медобори». *Пробл. становл. і функц. новоствор. запов.* Гримайлів, 1995. С. 57–58.
9. Майхрук М. І. Чисельність птахів призалізничної лісосмуги на Тернопільщині. *Пробл. вивч. та охор. птахів* : матер. VI нар. орнітол. Зах. України (м. Дрогобич, 1-3 лютого 1995 р.). Львів-Чернівці, 1995. С. 90–91.
10. Майхрук М. І., Бокотей А. А. Птахи Тернопілля. Львів : Простір-М, 2019. 244 с.
11. Майхрук М. І., Страшнюк Д. В. Крячки *Sterninae* Тернопільщини. *Пріоритери орнітологічних досліджень* :

- матер. і тези доповідей VIII наукової конференції орнітологів заходу України, присвяченої пам'яті Густава Бельке (24.07. 1810 – 03.03.1873). (Кам'янець Подільський, 10–13 квітня 2003 р.) Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. 212 с.
12. Майхрук М. І., Страшнюк Д. В. Чисельність птахів родини Воронові (Corvidae) у м. Тернопіль. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Біологія.* 2014. № 4. С. 110-112. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPNU_2014_4_19 (дата звернення: 15.11.2017).
 13. Марисова І. В., Татаринів К. А. Деякі спостереження над фауною хребетних Поділля. *Наукові записки Кременецького пед. ін-ту. Серія природничих наук.* Тернопіль, 1961. Т. 6. Вип. І. С. 35–43
 14. Марисова І. В. Спостереження за прильотом деяких видів птахів у Тернопільській області. *Матер. до вивч. фауни України.* Київ, 1963. С. 50–57.
 15. Марисова І. В. Антропогенні птаці Подолля : матер. III Всесоюз. орнітол. конф. Львов, 1962. Кн. 2. С. 85–87.
 16. Марисова І. В. Редкий випадок гніздовання каменки. *Природа*, 1961. № 5. С. 76–77.
 17. Марисова І. В. Матеріали до вивчення живлення та практичного значення дроздових України. *Матер. конф. по вивч. прир. рес. Поділля.* Тернопіль - Кременець, 1963. С. 152–157.
 18. Марисова І. В. Промислова орнітофауна Поділля, її охорона та раціональне використання. *Матер. конф. по вивч. прир. рес. Поділля.* Тернопіль - Кременець, 1963. С. 158–161.
 19. Марисова І. В., Татаринів К. А. Плейстоценові птахи Кривчанської печери. *Наукові записки Кременецького пед. ін-ту. Серія природничих наук.* Тернопіль, 1962. Т. 7. С. 63–75.

20. Марісова І. В. Мисливсько-промислові птахи північної частини Тернопільської області. *Наук. зап. Кременецького держ. пед. ін-ту*. Тернопіль, 1960. Т. 5. С. 185–206.
21. Медведик П. Ульріх фон Вердум. Тернопільський енциклопедичний словник : в 4 т. / редкол. : Г. Яворський та ін. Тернопіль : Видавничо-поліграфічний комбінат «Збруч», 2004. Т. 1 : А – Й. С. 247.
22. Подобівський С. С., Котів А. В. Попередні дані про видовий склад та особливості біології розмноження синантропних птахів ряду Горобцеподібні (Passeriformes) м.Тернополя. *Біологічні системи*. Т. 8. Вип. 2. 2016. С. 246–251.
23. Страшнюк Д. В. Кількісна оцінка зимової орнітофауни очисних споруд Тернополя. *Облік птахів: підходи, методи, результати* : збірн. наук. статей Другої міжнародної науково-практичної конференції (Житомир, 26 – 30 квітня 2004 р.). Житомир, 2004. С. 85–87.
24. Страшнюк Д. В., Щегельський С. М., Кваша В. І. Морфометричні і репродуктивні параметри орнітофауни Західної України. Довідник: у 5 ч. Тернопіль: ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2010. Ч.1.: Водоплавні птахи. 58 с.
25. Страшнюк Д. В., Щегельський С. М., Кваша В. І. Морфометричні і репродуктивні параметри орнітофауни Західної України. Довідник: у 5 ч. Тернопіль: ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2010. Ч.2.: Птахи різних екосистем України. 70 с.
26. Талпош В. С. Птахи населених пунктів закарпатської низовини. *Вестник зоології*. 1974. № 4. С. 16–22.
27. Талпош В. С. Зимовка білого аиста в оскресностях Тернополя. *Весник зоології*. Київ, 1986. №6. С.80.
28. Талпош В. С. Орнітофауна міста Тернополя. *Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє* : статті. Тернопіль : «Економічна думка», 1998. С. 216–219.
29. Талпош В. С. Птахи лісів України : навч. посіб. Тернопіль: Навчальна книга-Богдан, 2012.12с.

30. Талпош В. С. Щодо екології чайки звичайної в Закарпатських областях України : моногр. К: «Наукова думка», 1976. № 6. С.18–23.
31. Талпош В. С. Рідкісні та зникаючі хребетні західних областей України: види, занесені до Червоної книги України. Тернопіль : Навчальна книга - Богдан, 1999. 136 с.
32. Талпош В. С., Марісова І. В. Птахи України : польовий визначник. К.: «Вища школа», 1984. 183 с.
33. Талпош В. С., Пилявський Б. Р. Фауна хребетних Тернопільської області (риби, земноводні, плазуни, птахи, ссавці) : довідник. Тернопіль: Навчальна книга - Богдан, 1998. 80 с.
34. Татаринов К. А. Использование орнитологического материала Дарвиным при создании эволюционной теории. *Тезисы докладов IV Прибалтийской орнитологической конференции*. Рига, 1960. С.96–98.

УДК: 612.897+06:612.172

**ОЦІНКА АДАПТАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОСІБ
ЮНАЦЬКОГО ВІКУ ЗА ПОКАЗНИКАМИ
ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ І НЕРВОВОЇ
СИСТЕМ**

Смерека Х.В., Волошин О.С.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: voloshyn@tntpu.edu.ua

Приспосувальні можливості організму істотним чином залежать від рівня працездатності серцево-судинної, дихальної, травної і регуляторних систем, ефективності метаболізму та регенераторних процесів, рівня життя людини. Саме робота цих систем визначає рівень функціональних резервів організму, його здатність витримувати додаткові функціональні навантаження без розвитку відхилень у роботі органів і систем. В кінцевому рахунку, рівень адаптаційних можливостей організму є фундаментом збереження здоров'я. На жаль, за оцінками

дослідників, стан здоров'я населення і, зокрема, молоді належить до важливих проблем як медичного так і соціального характеру. Стрімкі зміни зовнішнього середовища в сучасному світі, цифровізація, зменшення динамічного навантаження впливають на організм, і особливо це стосується осіб пубертатного періоду у зв'язку з їх підвищеною реактивністю до змін умов життя [4]. Пристосувальні можливості визначаються генетичними особливостями і умовами існування організму. Від адаптаційного потенціалу залежать успішність метаболізму, показники гомеостазу, працездатність організму. Пристосувальні можливості використовують з діагностичною метою для оцінки рівня індивідуального здоров'я, зокрема, в осіб шкільного віку та студентської молоді [2]. Дуже важливу роль у формуванні оцінки адаптаційних можливостей організму дає комплексний аналіз стану здоров'я людини з використанням моніторингу усіх функціональних систем організму. Саме від рівня адаптаційного потенціалу залежить індивідуальне здоров'я людини [1].

Серцево-судинну систему справедливо вважають одним з маркерів фізичного здоров'я і адаптаційних можливостей організму. Крім цього, ефективність пристосувальних реакцій визначається рівнем функціонування регуляторних систем і за умов перенапруження і надмірного навантаження нервово-гуморальної регуляції якість адаптаційних процесів істотно погіршується, що відповідним чином впливає на стан здоров'я [3].

Участь нервової системи в забезпеченні адаптаційних реакцій важко переоцінити. Вона забезпечує контроль гомеостатичних показників, регулює діяльність внутрішніх органів для підтримання належного рівня працездатності організму за умов мінливості функціонального навантаження. Висока пластичність нервової системи є матеріальною основою постійного оновлення і розвитку вже набутих в процесі онтогенезу пристосувальних реакцій надзвичайної складності. Ефективність роботи нервової системи істотно залежить від її працездатності і резистентності до навантажень.

У роботі, з метою оцінки рівня адаптаційних можливостей осіб юнацького віку досліджували функціональні показники серцево-судинної системи: частоту серцевих скорочень (ЧСС),

серцевий індекс (СІ), потужність лівого шлуночка (ПЛШ). Визначали також рівень адаптаційного потенціалу за Баєвським, толерантність нервової системи до розумового навантаження. За індексом Робінсона (ІР) було сформовано І групу обстежених з хорошим рівнем ІР і ІІ групу з середнім рівнем ІР.

В осіб І групи середній показник ЧСС склав $63,0 \pm 4,34$ уд/хв., в осіб ІІ групи значення ЧСС дещо вищі – $82, 2 \pm 3,21$ уд/хв і наближаються до верхньої межі норми.

В обстежених І групи середнє значення показників СІ становить $3,2 \pm 0,24$ л/хв/м², що свідчить про оптимальне забезпечення насосної функції серця. В осіб ІІ групи показник середнього значення СІ дещо вище норми і становить $3,8 \pm 0,27$ л/хв/м², що свідчить про гіперкінетичний тип регуляції.

Дослідження потужності лівого шлуночка осіб з різним рівнем функціональних резервів за індексом Робінсона показало, що ПЛШ в обстежених І групи на 20,54% перевищує аналогічний показник ІІ групи і на 10,27% - середнє значення усього контингенту обстежених. В осіб ІІ групи значення ПЛШ є на 10,28% меншим від середнього показника усього контингенту.

Результати аналізу адаптаційного потенціалу за Баєвським (АПБ) свідчать, що в осіб І групи за ІР середній показник АПБ становить $1,9 \pm 0,05$ у.о., що відповідає задовільному рівню адаптаційного потенціалу. В обстежених ІІ групи за ІР середнє значення показника АПБ склало $2,3 \pm 0,09$ у.о. і вказує на певні напруження механізмів адаптації.

Оцінюючи толерантність нервової системи до розумового навантаження в осіб з різним рівнем серцевої працездатності за індексом Робінсона, ми отримали наступні результати. Серед представників І групи спостерігали осіб з високою, збереженою і помірно зниженою толерантністю нервової системи до розумових навантажень, серед осіб ІІ групи відзначено лише осіб із збереженою толерантністю.

Отже, аналіз показників роботи серця, гемодинаміки і рівня адаптаційного потенціалу за Баєвським вказують на вищі адаптаційні можливості гемоциркуляторної системи в осіб з хорошим рівнем індексу Робінсона. Показники толерантності нервової системи до навантаження в осіб з хорошим і середнім рівнями індексу Робінсона істотно не відрізнялись, хоча лише в І

групі присутні особи з високим рівнем витривалості до розумових навантажень.

Список літератури

1. Воскобойнікова Г. Л. Концепція комплексної оцінки адаптаційних можливостей у формуванні і збереженні індивідуального здоров'я людини. "Наука і освіта". №8, 2014. С. 35-39.
2. Дерєка Т.Г., Туманова В.М., Бистра І.І., Гацко О.В. Оцінка адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи студентів I курсу. *Journal «ScienceRise: Pedagogical Education»*, №10(18), 2017. С.13-17.
3. Леонтьєва Зоряна. Розрахунок адаптаційного потенціалу, оцінка адаптаційних можливостей організму і рівнів здоров'я студентів Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького. Праці НТШ *Медичні науки. Оригінальні дослідження: клінічні науки* . 2017. Т XLVII. С. 64-70.
4. Чернявська Л.І., Криницька І.Я., Мялюк О.П. Стан здоров'я студентів, проблеми та шляхи їх вирішення. *Медсестринство*. 2017. №1. С. 24–27.

УДК 37.016

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛОГІЇ ПІД ЧАС
ВИВЧЕННЯ ЖИВОЇ ПРИРОДИ ЯК УМОВА ПІДВИЩЕННЯ
ЯКОСТІ ОСВІТИ**

Степанюк А.В.¹, Бак В.Ф.², Богайчук Р.В.³, Сарабуна І. Б.¹

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Навчально-виховний комплекс № 11, м. Бахмут, Донецька
обл.

³ЗОШ I-III ст. № 24, м. Тернопіль

E-mail: alstep@tnpu.edu.ua, vikazarechnaya@gmail.com,
r.bogaichuk@gmail.com

Сучасний освітньо-виховний простір української школи в умовах євроінтеграції та воєнного стану потребує

переосмислення змісту та процесу навчання і виховання відповідно до очікувань, які диктує світове і вітчизняне суспільство. Особливо значимою проблемою стає доступність навчального матеріалу для сприйняття. Досвід педагогічної діяльності дозволив нам припустити, що значний вплив на вирішення цієї проблеми має використання методу аналогії.

Досліджуючи аналогію, як засіб вивчення нового матеріалу, ми дійшли висновку, що 84,3% вчителів звертаються до аналогії, але при цьому, як правило, використовують метафори або звичайні порівняння (79,6%). Незважаючи на ефективність методу аналогії в навчальному процесі, вчителі не у повній мірі використовують метод аналогії з причини того, що не володіють методикою навчання учнів з використанням цього методу, а також недостатнім забезпеченням дидактико-методичною літературою щодо змістового та діяльнісного компонентів організації навчальної діяльності вчителя та навчально-пізнавальної діяльності школярів за допомогою використання методу аналогії. Таким чином, проведений аналіз літературних джерел, практики роботи закладів загальної середньої освіти та особистий педагогічний досвід засвідчує, що використання методу аналогії в організації навчально-виховного процесу в умовах сучасної школи в умовах сьогодення ще є недостатньо розробленим напрямком в дидактиці. Тому, **метою** нашої роботи є дослідження можливостей застосуванні аналогії в процесі вивчення живої природи та розробці критеріїв ефективності запропонованої методики на підвищення якості освітнього процесу.

Проблема застосування методу аналогії на шкільному уроці найбільш повно розроблена вітчизняною дослідницею С. П. Бондарь [1]. У працях вітчизняних та зарубіжних науковців [2,5,6,7] встановлено, що метод аналогії заслуговує на увагу з таких причин: аналогія особлива форма думки, в результаті якої інформація одного складного об'єкту (моделі) переноситься на інший (оригінал); аналогію доцільно використовувати на різних етапах процесу навчання: при повторенні матеріалу, для встановлення зв'язків між різними темами курсу, при знаходженні вирішення деяких задач; застосування аналогій у навчанні розвиває творчі здібності вихованців, а ступінь

оволодіння аналогією характеризує рівень творчого розвитку особистості; людина з перших кроків пізнання світу, а також в процесі навчання, стихійно користуються аналогією; привчає і організовує до дослідницької діяльності; полегшує засвоєння навчального матеріалу і дозволяє здійснити уявне перенесення певної системи знань, умінь і навичок з відомого об'єкту на невідомий; стимулює навчально-пізнавальну діяльність; висновки за аналогією дозволяють зменшити ступінь схематизації й ідеалізації дійсності і навчають вихованців проводити, на відміну від логічних умовиводів, ще й раціональні умовиводи; стимулює появу нових асоціацій, які сприяють поглибленому, більш свідомому розумінні матеріалу, якісному оновленню знань; стимулює процес систематизації знань і раціональному їх запам'ятовуванню.

Проведений аналіз підручників з вивчення природничих наук в старшій школі дозволив нам зробити висновок, що найбільш повно аналогію як метод навчання, який передбачає інтеграцію наскрізних змістових ліній природничої освіти з біосферними цінностями, що надає викладанню етичного спрямування і стверджує нові сенси в природничій освіті використано у підручнику Бак В.Ф. [3]. За ним з 2020 року викладається курс в музичному коледжі Дніпропетровської академії музики ім. М. Глінки.

Результати проведено дослідження дозволяють стверджувати, що використання методу аналогії в освітньому процесі можна тлумачити як ефективний засіб впровадження Концепції Нової української школи, Української Хартії вільної людини [4]. Підвищення якості освіти, вдосконалення освітнього процесу спостерігається за такими показниками, як: етичне спрямування і утвердження нових сенсів в природничій освіті; інтеграція знань про живу природу з біосферними цінностями; розвиток пізнавальної активності та самостійності здобувачів освіти; доступність сприйняття навчального матеріалу. Отже, можна констатувати, що застосування методу аналогії як засобу засвоєння знань про живу природу здобувачами освіти є однією з актуальних і недостатньо розроблених проблем, вирішення якої тісно пов'язане з подальшим удосконаленням процесу підвищення якості освіти. Саме розробка змістового наповнення

(контенту) використання методу аналогії в процесі вивчення інтегрованих предметів природничої галузі стане нашими подальшими науковими розвідками.

Список літератури

1. Бондарь С. Ф. Дидактические основы применения аналогии на уроке : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук. Киев, 1975. 23 с.
2. Бак В. Ф., Данюк М. І., Степанюк А. В. Висвітлення тенденцій інтеграції природничих наук та етики в змісті біологічної освіти старшокласників: монографія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2015. 216 с.
3. Природничі науки. Інтегрований природничий курс / укладачка В. Ф. Бак. Дніпро: ТОВ «Домінанта Прінт». Всеукраїнська культурно-освітня Асоціація гуманної педагогіки. Дніпропетровська академія музики ім. М. Глінки, 2020. 155 с.
4. Українська Хартія вільної людини. [Online resource]: http://resource.history.org.ua/cgi-bin/eiu/history.exe?Z21ID=&I21DBN=EIU&P21DBN=EIU&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=eiu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=TRN=&S21COLORTERMS=0&S21STR=ukrajinska_khartija_vilnoji_lju_dynu
5. Hall R.P. Computational approaches to analogical reasoning: A comparative analysis. 1989. No 39(1). P. 39–120.
6. Kedar-Cabelli S.T. Analogy / S.T. Kedar-Cabelli // From a Unified perspective
7. Hellman, 1988.
8. Wolstencroft J. Restructing, reminding and repair: What's missing from models of analogy. 1989. AICOM. No 2(2). P. 58–71.

УДК 575.174.015.3

**АНАЛІЗ ФЕНОТИПІЧНОЇ СТРУКТУРИ *LEPTINOTARSA
DECEMLINEATA* SAY ЗА МАЛЮНКОМ
ПЕРЕДНЬОСПИНКИ В УМОВАХ М. КАМ'ЯНКА-БУЗЬКА**

Флячок А.І., Крижановська М.А.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка
e-mail: adrianaflyiachock@chem-bio.com.ua

Колорадський жук належить до сільськогосподарських шкідників з великою індивідуальною та популяційною мінливістю. Йому притаманна висока екологічна пластичність, яка зумовлена еколого-фізіологічним поліморфізмом, що складається на основі генетичної варіабельності особин [3]. Завдяки широкому спектру внутрішньовидового поліморфізму йому притаманна здатність до прискореної адаптації в найрізноманітніших екологічних умовах. Колорадський жук швидко еволюціонує, пристосовуючись до нових стресових умов, постійно утворює стійкі форми, які формують резистентні популяції, у тому числі і до засобів боротьби з ними [1, 2].

Успіх виду в боротьбі за існування проявляється у формуванні резистентності, що призводить до збільшення особин у популяції [3]. Ефективним способом контролю і регуляції чисельності шкідників є визначення напрямку формування його адаптації до факторів середовища. Індикаторним показником адаптаціогенезу може слугувати зміна фенотипічної структури популяції *Leptinotarsa decemlineata* Say.

Адаптаційний поліморфізм популяції даного виду проявляється в певних біологічних показниках реагування внутрішньопопуляційних форм. Наслідком цього є зміна зовнішніх ознак особин шкідника [1, 2]. Як дискретно мінливі ознаки – фени – у колорадського жука виділяють різноманітність малюнка плям тім'яні, передньоспинки і надкрил імаго, забарвлення яйця, личинки, імаго та жалкування крила. Для аналізу найчастіше використовують морфологічний поліморфізм малюнка передньоспинки імаго. Рисунок передньоспинки колорадського жука являє собою складну і лабільну систему

меланінових рисок і плям різних розмірів і форм, більшість з яких попарно симетричні. Для опису і аналізу фенотипічної мінливості зазвичай використовують систему позначень Л. Тауера з деякими змінами і доповненнями. Зміна полягає у поєднанні і злитті декількох сусідніх плям. Злиття плям може бути як симетричним, так і асиметричним і утворювати достатньо стійкі дискретні варіації [3, 4].

Мінливість його елементів пов'язують із дією багатьох біотичних і абіотичних факторів, зокрема, харчової бази, вологості, температури, інсектицидів, фітонцидів. Для більшості варіабельної зміни малюнка показана його генетична детермінація [2, 4].

Мета наукового дослідження полягала у аналізі фенотипічної мінливості малюнку центральної частини передньоспинки колорадського жука на приватній городній ділянці м. Кам'янка-Бузька Львівської області.

Для аналізу мінливості малюнку передньоспинки імаго використовували методику С.Р. Фасулаті (1985) [3] яка спрощує опис поліморфізму і основана на взаємному розташуванні фенів A , B і P . Це дозволило виділити дев'ять фенотипів в залежності від трьох станів крапки P при основі, риси A та трьох станів крапки B по відношенню до риси A .

№ 1. Плями B злиті з рисками A , крапка P яскраво виражена;

№ 2. Малюнок злиття A і B не симетричний, крапка P яскраво виражена;

№ 3. Крапка B і риса A відокремлені, крапка P яскраво виражена;

№ 4. Плями B злиті з рисками A , крапка P слабо виражена;

№ 5. Малюнок злиття A і B не симетричний, крапка P слабо виражена;

№ 6. Крапка B і риса A відокремлені, крапка P слабо виражена;

№ 7. Плями B злиті з рисками A , крапка P відсутня;

№ 8. Малюнок злиття A і B не симетричний, крапка P відсутня;

№ 9. Крапка B і риса A відокремлені, крапка P відсутня.

Аналіз фенотипічної мінливості малюнку передньоспинки

колорадського жука показав, що на городній ділянці м. Кам'янка-Бузька у 2020 році було виявлено всі феноформи, але з неоднаковою частотою. У даній популяції панували особини з феноформою 3 (33%,) і 6 (16%). Імаго з феноформами 8 і 9 займали 12% і 11% відповідно. Частота феноформи 1 складала 8%, 2 – 10%, 7 – 7%, 8 – 12% і 9 – 11%. Феноформи 4 і 5 були зрідка зустрічні (1-2%). Проте у наступному 2021 році результатом аналізу встановлено зменшення кількості феноформ до 7 (феноформи 4 і 5 були відсутні). Домінуючою феноформою залишається 3, на яку припадає 33% загальної кількості досліджуваних жуків. Частота феноформи 6 зменшується на 2%, а 8 – на 1%. Проте майже у 2 рази збільшується частота феноформи 9. Також спостерігалось 2% збільшення частоти 7 феноформи. Частота решта феноформ була меншою на 1-3%.

Аналіз фенотипічної мінливості *Leptinotarsa decemlineata* Say показав, що локальна популяція приватного господарства м. Кам'янка-Бузька Львівської області характеризується значним внутрішньопопуляційним поліморфізмом варіацій малюнка центральної частини передньоспинки. Перевага частот феноформ 3, 6, та 9 свідчить про те, що городня ділянка довший час оброблялась інсектицидами, які виступають індуктором мікроеволюційних процесів і викликають відповідні адаптації і формують резистентну до отрутохімікатів популяцію.

Список літератури

1. Бойко Ю. В. Особливості внутрішньопопуляційного поліморфізму колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) та його стійкості до інсектицидів в умовах Західного Лісостепу України <http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Visnyk-Lvivskogo-Nats-agrar-univer/Agr/2009/files/09byvfou.pdf>
2. Єльцов А. Л. Зміни у напівприродній популяції *leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) в умовах передкарпаття під впливом антропогенного тиску. *Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Біологія*. Івано-Франківськ,

2012. Вип. XVI. С. 10-23.
<http://lib.pnu.edu.ua/files/Visniki/visnyk-biolog-2012-16.pdf>
3. Нікітін М. І. Екологічна характеристика структури популяції колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в північному Степу України. Київ, 2006. 20 с.
<http://base.dnsgb.com.ua/files/ard/2006/06nmipsu.pdf>
 4. Якубенко Д.С., Задорожня В.Ю. Фенотипічна структура популяції *leptinotarsa decemlineata say*, 1824 Михайлівського району Запорізької області. Вісник Запорізького національного університету 2013. С. 12-18.
http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2013/11/47/6645_1385116869_4.pdf

УДК 575.174.015.3

ПІДБІР ПОКАЗНИКІВ ІНФОРМАТИВНОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДНК-МАРКЕРІВ

Флячок А.І., Прокоп'як М.З., Дробик Н.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: mosula@chem-bio.com.ua

Однією із центральних проблем молекулярної генетики є вивчення поліморфізму геномів рослин. Її вирішення має як фундаментальне, так і практичне значення. На сьогодні методи молекулярно-генетичного аналізу на основі полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) є одними з найефективніших для вивчення генетичного поліморфізму рослин і тварин. Маркерна система нуклеотидної послідовності ДНК дозволяє тестувати генетичну різноманітність на рівні генів. Створення молекулярних маркерів і їх використання у біологічних дослідженнях дозволило детальніше вивчити генетичний поліморфізм і дослідити рівень спорідненості на між- і внутрішньовидовому рівнях. ДНК-маркери використовуються із різними цілями, наприклад для генетичного фінгерпринтування, картування хромосом, проведення філогенетичного аналізу, ідентифікації сортів і генів, паспортизації організмів й ін.

Вивчення генетичної структури популяцій рослин дає

змогу отримати інформацію про унікальність їх генотипу, а також дослідити рівень внутрішньопопуляційного і внутрішньовидового поліморфізму й встановити напрямки розвитку генетичних процесів у них. Вивчення популяційно-генетичної структури з використанням ДНК-маркерів дозволить прогнозувати можливі порушення її відтворення. Для цього насамперед необхідно підібрати оптимальні високоінформативні молекулярно-генетичні маркери й оцінити рівень їхньої інформативності. До сьогодні змінився ряд поколінь різних молекулярно-генетичних маркерів. Кожний з них має позитивні властивості й недоліки [2]. Актуальним сьогодні є підбір найінформативніших ДНК-маркерів для оцінки генетичного поліморфізму популяцій рослин й підбір найефективніших показників їх інформативності.

Метою роботи було підібрати найефективніший показник інформативності ДНК-маркерів (на прикладі вивчення генетичного поліморфізму представників роду *Gentiana* L.).

Відбір праймерів для дослідження генетичного різноманіття *Gentiana lutea* L. було розпочато з попереднього скринінгу, за допомогою якого оцінювали якість і кількість продуктів ампліфікації, утворюваних в ПЛР з ДНК однієї із рослин цього виду. У результаті попереднього скринінгу 9 з 13 ISSR (inter simple sequence repeats)-праймерів (69 %) виявилися найбільш інформативними.

Для оцінки інформативності праймерів розраховували наступні показники:

- загальну кількість ампліконів (ЗКА), кількість поліморфних ампліконів (КПА);
- показник інформативності (PIC) [1]:

$$PIC = 1 - \sum_{i=1}^I p_i^2$$

де p_i – частота i -ї алелі маркера; I – число алелей маркера. Для домінантних маркерів максимальне значення PIC становить 0,5;

- індекс інформативності маркерів (marker index, MI) [3]:

MI = PIC × кількість поліморфних локусів;

- розпізнавальну здатність (discrimination power, D) [5]:

$$D = 1 - C,$$

де C – ймовірність невизначеності під час диференціації зразків, а саме того, що два довільно обрані генотипи з вибірки n будуть мати однакові набори фрагментів ДНК:

$$C = \sum_{i=1}^l p_i \frac{n \cdot p_i - 1}{n - 1};$$

- роздільну здатність (Rp) [4]:

$$R_p = \sum I_b,$$

де I_b – інформативність амплікона, яку визначають, виходячи із частки генотипів, що його містять (p):

$$I_b = 1 - (2 \times |0,5 - p|);$$

Зв'язок між показниками інформативності праймерів розраховували за допомогою коефіцієнта кореляції Спірмена. r_s розраховували за формулою, запропонованою Sokal R.R. і Rohlf F.J. (1995):

$$r_s = 1 - \left[\frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \right],$$

де n – кількість праймерів, x_i, y_i – ранг показників ефективності праймерів, d_i – різниця показників x_i й y_i (x_i – y_i).

Для обрахунку показників інформативності праймерів було використано програму iMEC: Online Marker Efficiency Calculator.

Найбільшу кількість ампліконів, синтезовано з використанням праймера UBC#811 (згідно даних дослідження семи популяцій (гг. Шешул-Павлик (Sh), пол. Лемська (Lem), г. Гутин Томнатик (HT), гг. Трояска-Татарука (Tr), пол. Крачунеска (Kr)), пол. Красна (Krs), г. Пожижевська (Pozh)) *G. lutea* у середньому 16,6), а найменшу – з використанням UBC#827. Найбільшу кількість поліморфних фрагментів отримано з допомогою UBC#811 – 14,7 на праймер (усереднене значення для семи популяцій), а найменшу з використанням

UBC#827 – 5,6 на праймер. Згідно усереднених даних для зразків із семи популяцій найвищі показники R_p серед усіх досліджених праймерів були у UBC#807 і UBC#811. Загалом значення R_p коливалися у межах 2,9–8,1. За значеннями PIC ISSR-праймери були подібними між собою, коливалися у межах від 0,189 до 0,500 і в середньому показник інформативності становив 0,433. Згідно усереднених даних для зразків із семи популяцій найвищі показники M_I із усіх досліджених праймерів були у UBC#811. Найменш інформативними за цим показником був UBC#827. Згідно усереднених даних для зразків із семи популяцій найвищі показники розпізнавальної здатності серед усіх досліджених праймерів були у UBC#807 і UBC#811 (0,751 і 0,746 відповідно). Найменш інформативними за цим показником був UBC#889 (0,368).

Взаємозв'язки між використаними параметрами оцінки ефективності праймерів (R_p , PIC, M_I , D, ЗКА, КПА), розраховані із використанням коефіцієнта кореляції Спірмена, характеризувалися високим рівнем достовірності ($p < 0,001$, $r = 0,05$), лише у деяких випадках воно було вищим, ніж 5 %.

Отже, показники R_p , PIC, M_I , D, імовірно, відображають різну інформативність праймерів. Ретельний первинний скринінг праймерів обраного ПЛР-методу є важливою умовою вибору найефективнішого методу дослідження. Показник ймовірності невизначеності C , може бути використаний для визначення мінімального необхідного набору праймерів, потрібного для диференціації аналізованої вибірки з N зразків. Вибір найоптимальніших найефективніших ISSR-праймерів найкраще здійснювати за показниками R_p і D .

Список літератури

1. Botstein D., White R.L., Skolnick M. et al. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Am. J. Hum. Genet.* 1980. Vol. 32. P. 314–331.
2. Mondini L., Noorani A., Pagnotta M.A. Assessing plant genetic diversity by molecular tools. *Diversity.* 2009. Vol. 1. P. 19–35.

3. Powell W., Morgante M., Andre C. et al. The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Mol. Breeding*. 1996. Vol. 2, Is. 3. P. 225–228.
4. Saini A., Wilkinson M.J. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 1999. Vol. 98, Is. 1. P. 107–112.
5. Tessier C., David J., This P. et al. Optimization of the choice of molecular markers for varietal identification in *Vitis vinifera* L. *Theor. Appl. Genet.* 1999. Vol. 98, Is. 1. P. 171–177.

УДК 374.147

**ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНОГО
ПРАКТИКУМУ З ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ**

Ценайко О.М., Гладюк М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: nnglad@tnpu.edu.ua

Особистісно орієнтований підхід до навчання передбачає врахування індивідуальних психологічних особливостей учнів, їх інтересів, прагнень і професійної орієнтації. Один з шляхів реалізації такого підходу – профільне навчання.

Диференціація навчання, яку забезпечує навчання в профільній школі, покликана задовольнити різні пізнавальні запити учнів, розкрити їх задатки і здібності, адаптувати навчальний процес до особливостей учнів, сприяти їх творчому саморозвитку.

Аналіз літератури з теми дослідження засвідчив, що більшість дослідників цієї проблеми розрізняють два основних види диференціації – внутрішню і зовнішню. *Внутрішня диференціація* може здійснюватися як в традиційній формі врахування індивідуальних особливостей учнів, так і в формі рівневої диференціації на основі відповідного планування результатів навчання. Рівнева диференціація передбачає таку організацію навчання, при якій учні, навчаючись за однією

програмою, мають право і можливість оволодівати нею на різних запланованих рівнях.

Зовнішня диференціація передбачає створення на основі відповідних факторів (інтереси, нахили, здібності, досягнуті результати, передбачувана професія) відносно стабільних груп учнів, для яких зміст освіти і вимоги, що висувуються, відрізняються. Вона може здійснюватись або в рамках *селективної* (жорсткої), або *елективної* (гнучкої) системи. В першому випадку як форма диференційованого навчання виступають профільні класи і класи з поглибленим вивченням предмета, в другому – вільний вибір навчальних предметів, факультативні курси, курси за вибором і позакласна робота [2].

Нині буквально в кожній школі на старшому ступені організовані профільні класи. Спектр їх досить різний, однак при цьому, як правило, домінують класи природничо-наукового (біолого-хімічного), фізико-математичного і гуманітарного профілів. В існуючих класах хімічного профілю актуальними залишаються проблеми оновлення хімічного експерименту та методики його включення в освітній процес.

Хімія як навчальний предмет використовує не тільки теоретичний апарат міркування, але й експериментальні методи, які підтверджують або заперечують теоретичні прогнози розумової учнів. Хімічні експерименти, які проводяться на уроках хімії, мають здебільшого ілюстративний характер і використовуються тільки для підтвердження вивчених явищ. Разом з тим учням доцільно пропонувати не тільки ілюстративні досліди, але й досліди проблемного характеру, так як вони забезпечують активізацію пізнавальної діяльності учнів, учать самостійно мислити, розвивають інтерес до предмета, поглиблюють знання, розширюють науковий кругозір і часто виводять на новий рівень розуміння раніше вивчених питань шкільної програми. Проблемні досліди міжпредметного характеру доповнюють традиційний експеримент, дозволяють вчителю в цікавій і захоплюючій формі ознайомлювати учнів із сутністю процесу, який вивчається.

Предметом нашого дослідження стали зміст та методика проведення навчально-дослідного практикуму з хімії в класах хімічного профілю.

Що ж слід розуміти під проблемним експериментом? В своїй роботі ми розуміли проблемний експеримент як форму застосування експерименту в навчанні, яка дає змогу створити проблемну ситуацію і викликати інтерес учнів до пошуку причин явищ, що спостерігаються.

У процесі підготовки магістерської роботи нами модифіковано методику виконання вже існуючих дослідів, а також розроблено низку нових для створення та обговорення проблемних навчальних ситуацій на уроках хімії в профільній школі. Це відкриває нові можливості для розвитку творчої активності учнів, формування в них пізнавальної самостійності, а також для подолання перевантаження школярів, для підвищення ефективності навчально-виховного процесу.

Наведений нижче дослід можна проводити на уроках під час вивчення сполук феруму. Дані експерименти доцільно включати в бесіди евристичного характеру або в процес проблемного викладу матеріалу вчителя.

Дослід. Взаємодія ферум(III) сульфату зі сріблом.

Перед виконанням дослідів обговорюємо з учнями можливість даної реакції. Учні, як правило, вважають, що взаємодія неможлива, оскільки як срібло – малоактивний метал.

Для проведення експерименту готуємо 10%-ий розчин ферум(III) сульфату. Використовуємо пробірки з срібним осадом, який утворився на стінках під час проведення реакцій срібного дзеркала.

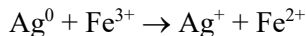
В одну пробірку з осадом срібла доливаємо розчин ферум(III) сульфату, а другу залишаємо для порівняння. Спостерігаємо процес розчинення срібла і через 2 – 3 хвилини повне зникнення осаду срібла із стінок пробірки. До того ж, одночасно з розчиненням срібла відбувається незначне потемніння розчину внаслідок утворення осаду ферум(II) сульфату.

Результати дослідів суперечать припущенням учнів про неможливість взаємодії срібла з розчином ферум(III) сульфату.

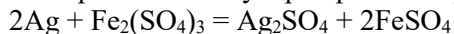
Створюється проблемна ситуація, яка вимагає висування гіпотези, використання теоретичних знань і отримання висновку, який значно розширює кругозір учнів.

Обговорення проблемної ситуації можна проводити

наступним чином. Припустивши, що розчинення срібла відбувається внаслідок прояву йонами Fe^{3+} окисних властивостей, учні складають схему можливого рівняння реакції в йонній формі:



Після цього висунуту гіпотезу перевіряємо дослідженням отриманої в досліді суміші. Якісна реакція на йони Аргентуму дає позитивний результат, це пояснюється тим, що розчинність аргентум(I) сульфату значно вища, ніж хлориду. В результаті робимо висновок, що йони Fe^{3+} мають настільки сильні окисні властивості, що можуть навіть у водному середовищі окиснювати металічне срібло. Молекулярне рівняння реакції таке:



Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що проблемне навчання є необхідною умовою для розвитку пізнавальної активності, творчої самостійності учнів. Викладання хімії неможливе без проблемного експерименту. Такі експерименти можна проводити як на уроках, так і на факультативних заняттях, оскільки техніка виконання проблемних дослідів проста, не потребує складного обладнання, а зміст і структура проблемного експерименту забезпечують належний рівень оволодіння учнями знаннями та вміннями з хімії, позитивно впливають на розвиток мислення учнів, створюють умови для росту пізнавального інтересу до предмета.

Список літератури

1. Момот Л.Л. Проблемно-пошукові методи навчання в школі / Л.Л Момот. – К.: Освіта, 2005. – 63 с.
2. Хімія. Програма для профільних класів ЗНЗ. Електронний ресурс // <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/56133>

УДК 504 (063)+615.9

ПРИРОДА СТОГНЕ ВІД ВІЙНИ: ЯК ВІЙНА ЗНИЩУЄ ЕКОЛОГІЮ УКРАЇНИ

Чвалюк Г. В., Грубінко В.В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: v.grubinko@gmail.com

Війна завдає шкоди не лише Україні. Це збитки для всього європейського континенту. Крім вбивства людей та знищення інфраструктури, війна має ще один наслідок – екоцид, тобто злочини, які скоюють проти довкілля. Бойові дії забруднюють повітря, гублять водоймища та знищують ґрунт. У перспективі війна навіть здатна змінити погоду – наприклад, спричинити кислотні дощі.

Шкода від забруднення повітря вже сягає 923 млрд грн; ґрунтів і земель – понад 138 млрд. 40 українських нафтобаз знищено внаслідок ракетних ударів – а через пожежі в атмосферу потрапило понад 499 тисяч тонн токсичних речовин. Для порівняння: за 2021 рік викиди в атмосферне повітря становили приблизно 2,2 млн тонн. Нині маємо цифру 46 млн тонн. Упродовж пів року по Україні вже випущено 3,5 тисячі ракет, а все це – токсичні викиди, забруднення ґрунтів та багато іншого. Майже третина територій країни потребує розмінування.

Щодо найшкідливіших наслідків бойових дій, то на першому місці – хімічне забруднення від ракетного палива, яке псує ґрунт та водні артерії. Друге – пожежі, які знищують верхній родючий шар ґрунту. Як результат – втрата врожайності, деградація земель. Третє – "відходи війни". Тобто нерозірвані снаряди та уламки від них, транспорт, що згорів, і військова техніка, акумулятори і, звичайно, руїни будівель. Все це відходи, які залишаються у містах, селищах, лісах, полях, пляжах та у воді після бойових дій.

Військова агресія на територію України спричинила безліч масштабних руйнувань та катастроф. До їх числа належать: незліченна кількість жертв серед цивільного населення, у тому числі дітей; серйозна шкода для економіки та інфраструктури

нашої країни; екологічні ризики для довкілля та природної спадщини України. На жаль, вищезазначене є далеко неповним списком наслідків, які ще довгі роки будуть відлунням цієї війни.

Збитки довкіллю від російського нападу є величезними і зростають. Обстріли промислових об'єктів з потенційним викидом токсичних відходів становлять не меншу небезпеку ніж самі воєнні дії: розливи палива, понижене обладнання, забруднення від розгрому військової техніки та відпрацьованої зброї, а також розірвані ракет та авіабомб – все забруднює повітря, ґрунт, підземні і поверхневі води хімічними речовинами та важкими металами. На території України від початку війни вже було запущено понад 2400 ракет, знищено близько 5000 одиниць російської військової техніки різних типів [4, 5, 9, 14, 17, 18]. Тисячі ворожих танків і бронемашин забруднюють землю паливно-мастильними матеріалами, а спалена техніка продовжує завдавати шкоду як металобрухт [7]. Все це становить канцерогенне сміття, що накопичується.

В процесі обстрілів і бомбардувань міст та інфраструктури ворожими військами, завдається значної шкоди системам водопостачання, водовідведення та комунікаціям. Як наслідок, це становить загрозу водопостачання прісної води, спричиняє забруднення річок, що є джерелами для промислових, комунальних підприємств та окремих домогосподарств [4]. Зруйновано багато водно-болотний угідь [5].

Сучасними методами ведення воєнних дій росія грубо порушує всі норми міжнародного права. Злочини проти довкілля є частиною воєнних злочинів. Відповідно до пунктів 1 і 2 статті 55 Додаткового протоколу до Женевських конвенцій (учасницями якої є Україна та росія) про захист жертв міжнародних збройних конфліктів (Протокол I) від 8.06.1977 року збройним силам "заборонено застосовувати методи або засоби ведення воєнних дій, які мають на меті завдати або, як можна очікувати, завдадуть широкомасштабної, довгочасної і серйозної шкоди природному середовищу", вони повинні дотримуватися обмежень і принципів, що спрямовані на захист довкілля. Тобто, таким чином захищається здоров'я та життя населення, – забороняється використання методів або засобів ведення війни, які можуть створити загрозу.

Женевські конвенції також забороняють військам спричиняти шкоду довкіллю в якості помсти [4, 18].

За Римським статутом, яким керується Міжнародний кримінальний суд, злочином вважається навмисне і беззмістовне руйнування довкілля — а саме так чинить росія, атакуючи українські атомні станції, заводи і склади, що здійснюються й викидають в атмосферу небезпечні речовини. Це ж відноситься й очисних споруд, функцією яких є фільтрація забрудненої води [5].

Таких потенційно небезпечних об'єктів для нападів агресора на сьогодні Державний реєстр налічує більш ніж 23 тисячі, 2987 з них — це склади, в яких зберігаються високотоксичні пестициди [5].

Унаслідок воєнного вторгнення та пошкодження інфраструктури вже виник цілий перелік загроз і викликів:

Відбувається локальне (але значне за своїми наслідками) забруднення підземних і поверхневих вод внаслідок масштабних розливів нафтопродуктів із підірваних резервуарів, від знищеної техніки та інших бойових дій; Катастрофічно зростає вірогідність руйнування хвостосховищ, шламосховищ, сміттєзвалищ, що загрожує забрудненням водойм та надзвичайними ситуаціями в регіонах [11].

Ракетні обстріли призводять до масштабних пожеж на об'єктах критичної інфраструктури, спричиняють забруднення навколишнього середовища, таким чином зменшуючи популяції видів рослин та тварин [13].

За інформацією моніторингу, який проводить Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, наразі зафіксовані такі екозлочини:

- пошкодження ядерних об'єктів та потенційна загроза радіаційної та ядерної безпеки;
- знищення та пошкодження інфраструктурних та промислових об'єктів, які призвели до значних забруднень;
- поява так званого military waste через активні бойові дії, хімічне забруднення;
- знищення заповідників та інших спеціально охоронюваних територій;
- мінування та забруднення водних шляхів [14].

Проаналізувавши найновішу інформацію з відкритих джерел щодо нанесених ворогом ударів, було створено таблицю, в якій подана зведена інформація щодо пошкодження інфраструктурних, промислових та військових об'єктів на території західних областей України від початку російського воєнного вторгнення.

Таблиця

Знищення та пошкодження інфраструктурних, промислових та військових об'єктів, які потенційно призвели до значних забруднень

Дата	Вид пошкодження
24 лютого	У Коломиї по території аеродрому влучило дві ракети. Внаслідок обстрілу постраждали двоє цивільних жінок і троє військових [30].
24 лютого	Росіяни обстріляли аеродром в Івано-Франківську. Внаслідок влучання ракети у склад з паливом виникла пожежа. Ніхто з людей не постраждав [30].
24 лютого	Російські війська обстріляли три військові частини на Львівщині – у містах Броди, Новому Калинові Самбірського району (у Новому Калинові дислокується 12-та окрема бригада армійської авіації) та с. Батятичі біля Кам'янки-Бузької [31].
11 березня	Російські окупанти вдруге обстріляли аеропорт Івано-Франківська [32]
13 березня	Російські окупаційні війська третій раз обстріляли аеропорт Івано-Франківська. Інфраструктура аеропорту практично зруйнована, жертв немає [33].
13 березня	Російські війська обстріляли Яворівський полігон за 30 км від Львова. Росіяни випустили близько 30 крилатих ракет, 8 з яких вдарили по території Міжнародного центру миротворчості та безпеки. У тому числі 1 крилата ракета влучила у військову частину біля Яворівського полігону. На території частини виникла пожежа. Внаслідок обстрілу 35 загиблих, ще 134 людини зазнали поранень різного ступеню важкості [34].
18 березня	Унаслідок ракетного обстрілу російськими військами міста Львова, декілька ракет влучило у майновий комплекс Державного підприємства «Львівський державний авіаційно

TERNOPIL BIOSCIENCE — 2022

	– ремонтний завод». У результаті знищено будівлі заводу. Можливе забруднення атмосферного повітря та земельних ресурсів небезпечними речовинами [12].
3 квітня	У Тернопільській області уламки ворожої крилатої ракети пошкодили 6 резервуарів з мінеральними добривами з аміаком. Відбувся витік хімікатів. У відібраних пробах, перевірених Тернопільським лабораторним центром МОЗ, виявили перевищення рівня аміаку в ґрунті та річці Іква. Населення було попереджене про хімічне забруднення, вилов риби заборонено [46].
18 квітня	Російські війська завдали ракетних ударів по складах, які не використовувались, та станції технічного обслуговування у Львові. Унаслідок пожежі сталося забруднення атмосферного повітря та земельних ресурсів небезпечними речовинами [8].
15 травня	Росіяни атакували військовий об'єкт, що розташований за 15 км від кордону з Польщею. Чотири ракети ворога влучили в об'єкт військової інфраструктури у Яворівському районі. Підрозділами зенітних ракетних військ повітряного командування "Захід" збили дві ракети, які випустили з підводних човнів у Чорному морі. Об'єкт повністю зруйнований [35].
17 травня	На Львівщині ворог обстріляв об'єкт військової інфраструктури поблизу кордону з Польщею – Яворівський район Львівщини [24].
11 червня	Російські військові завдали ракетного удару по Чорткову, що на Тернопільщині. Відомо про пожежу на газопроводі та знищену інфраструктуру – один з ракетних ударів влучив у газову трубу, тому по всьому місту відразу вимкнули газ, часткове руйнування військового об'єкту, а також 4 будинків (у будинках повибивало вікна), на об'єкті, в який влучили окупанти, не було жодної зброї. Загалом по місту росіяни з акваторії Чорного моря випустили 4 ракети. Від ворожого удару постраждало 22 людей (серед них – 7 жінок і 12-річна дівчинка), загиблих немає [25, 37].
14 червня	Над Золочевом Львівської області сили ППО збили ракету. Внаслідок падіння уламків ракети пошкоджень зазнали 26 об'єктів цивільної інфраструктури – зокрема цегельня,

	постраждали четверо людей. Серед них одна дитина. Запускали ракету з південно-східного напрямку [38, 47].
14 червня	Сили протиповітряної оборони спрацювали по кількох ракетах над Тернопільською областю [38].
14 червня	В Хмельницькій області уламки ракети впали в полі, пошкоджень не зафіксовано. Інформація про жертв та руйнування відсутня [38].
14 червня	Окупанти випустили ракети по західній частині нашої країни. Їх збили у небі над Чернігівською, Львівською, Хмельницькою та Тернопільською областями. Частина ракет могла бути випущена із території окупованого Криму [42].
14 червня	Сили протиповітряної оборони збили російську крилату ракету в Івано-Франківській області [43].
2 серпня	Влучання ракет у військовий об'єкт у Вінницькій області

Усі воєнні дії також призводять до забруднення атмосферного повітря, земель і водних ресурсів шкідливими речовинами по всій Україні [14].

Хімічне забруднення від обстрілів і ракет

Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO₂), водяна пара (H₂O), бурий газ (NO), закис азоту (N₂O), діоксид азоту (NO₂), формальдегід (CH₂O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N₂), а також велика кількість токсичної органіки, окислюються навколишні ґрунти, деревина, дернина, конструкції [19].

Під час вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу. Основні з них – вуглекислий газ і водяна пара – не є токсичними, а шкідливі в контексті зміни клімату, оскільки обидва є парниковими газами. В атмосфері оксиди сірки та азоту можуть спричинити кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та викликають опіки рослин, до яких особливо чутливі хвойні. Кислотні дощі мають негативний вплив і на організм людини, інших ссавців та птахів, впливаючи на стан слизових тканин та органів дихання [19].

Металеві уламки снарядів, що потрапляють у довкілля, також не є безпечними та цілковито інертними. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боеприпасів та містить у своєму складі не тільки стандартні залізо та вуглець, а й сірку та мідь. Ці речовини потрапляють до ґрунту і можуть мігрувати до ґрунтових вод і в результаті потрапляти до харчових ланцюгів, впливаючи і на тварин, і на людей [19].

У менших масштабах (але з більшим спектром впливів) джерелом забруднення є також згорілі танки, транспортні засоби, збиті літаки та інші залишки бойових дій [19].

Забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами відбувається унаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки. У ґрунтах, просочених паливно-мастильними матеріалами, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. Внаслідок цього погіршується водний, повітряний режими та колообіг поживних речовин, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток, що спричиняє загибель [19].

Державна екологічна інспекція оприлюднила результати дослідження проб поверхневої води у річці Іква на Рівненщині, яка була забруднена вище течії внаслідок пошкодження уламками російської ракети резервуару з міндобривами на півночі Тернопільщини [6].

Згідно з результатами розгорнутого аналізу, відхилення від норм показали проби води у двох точках відбору: амонію — в 163 рази біля с. Берег; нітридах — в 7 разів біля с. Сапановчик; нітратах — в 49,7 рази біля с. Сапановчик; загальному залізу — в 7,4 рази біля с. Берег; біологічному споживанню кисню — в 1,9 рази біля с. Сапановчик Кременецького району Тернопільської області [6].

Кожна пожежа на нафтобазі також стає техногенною катастрофою [7]. Згідно з підрахунками, під час горіння нафти та нафтопродуктів (до прикладу пожежа на нафтобазі з кількома резервуарами) в повітря викидається приблизно стільки ж атмосферного забруднення, скільки виробляє весь автотранспорт м. Києва упродовж місяця [7].

Вже десятки разів окупаційні війська вцілили у автозаправки і нафтобази, що спричиняло пожежі зі стовбами чорного токсичного диму, які не так легко загасити швидко [7].

Military waste (Військові відходи)

Станом на 10 вересня втрати Росії серед особового складу становлять понад 52 650 військових. Також було знищено:

- танків – 2 154;
- бойових броньованих машин (ББМ) – 4617;
- артилерійських систем – 722;
- реактивних систем залпового вогню (РСЗВ) – 1263;
- засобів протиповітряної оборони – 162;
- літаків – 242;
- гелікоптерів – 213;
- автомобільної техніки і цистерн з паливом – 3445;
- катерів/кораблів – 15;
- безпілотників оперативного-тактичного рівня – 902;
- спеціальна техніка – 155;
- крилаті ракети – 216 [44]

МОНІТОРИНГ

Найбільша миротворча організація в Нідерландах PAX повідомляє, що у період з 28 лютого по 3 березня в столиці Кенії Найробі відбулася п'ята Асамблея ООН з навколишнього середовища, на якій йшлося і про війну в Україні. 108 громадських організацій підписали заяву із закликом до держав-членів асамблеї забезпечити моніторинг впливу війни на навколишнє середовище у співпраці з експертами та групами громадськості [17].

Російські війська створюють не тільки техногенні та екологічні катастрофи, вони також руйнують природні території, які забезпечували середовище існування рідкісних видів та оселищ, які знаходяться під загрозою зникнення [18].

Згідно з даними Української природоохоронної групи, 44% найцінніших територій природно-заповідного фонду опинилися в зоні бойових дій, під тимчасовим контролем російських загарбників або є недоступними для України [18].

Зібрана інформація є тільки одним із перших етапів для оцінки злочинів проти довкілля, скоєних росією [18]. Для того, щоб чіткіше уявити “картину нанесених екологічних втрат”

необхідно побачити реальний масштаб та рівень забруднення навколишнього середовища. На початку березня Міндовкілля ініціювало збір інформації про злочини проти довкілля, до ініціативи долучились екологічний комітет Верховної Ради, та різні громадські організації [45].

Проте ситуацію ускладнює те, що через встановлений воєнний стан діє мораторій на проведення екологічних перевірок. У розпал бойових дій екологи не можуть виїхати на місце події і оцінити ситуацію, зробити аналізи й тощо [17]. Тому українці можуть лише фіксувати злочини проти довкілля. Цей список можна поділити на такі категорії: енергетична безпека, пошкодження промислових об'єктів, ядерна небезпека, вплив на екосистеми та інше – те, що трапилося внаслідок військових дій (наприклад, через підрив мосту відбувається забруднення водойми) [17]. До того ж реальні збитки та вплив буде підраховано після перемоги, але від ДЕЙ вже були озвучені перші 77 млн дол, лише за забруднення земельних ресурсів [18].

Оскільки наслідки злочинів українці відчуватимуть ще багато років, то зараз важливо фіксувати їх [18]. Це відкриє Україні можливість звернутися у міжнародні суди, та у подальшому компенсована агресором [17].

Для розрахунку збитків, нанесених екології працює реєстр фіксації фактів забруднення земельних, повітряних, водних, лісових та біологічних ресурсів, а також надр. Міністерство довкілля, заручившись підтримкою громадськості, активно збирає усі факти екологічних злочинів росії. Його наповнюють з відкритих джерел, завдяки інформації від силових структур та звернень громадян. Наразі там зафіксовано більше двох сотень фактів, але збитки розраховані лише по кільком для ілюстрації шкоди [45].

Слід взяти до уваги, що ці речі треба документувати не відкрито, аби не коригувати вогонь противника. Таких великих баз в Україні зараз є щонайменше шість, в тому числі реєстри СБУ, МВС, ДСНС та деяких громадських організацій [45].

Окрім того, наразі відомо ще чотири інструменти, що дозволяють збирати свідчення і документувати злочини проти довкілля [15]:

- Телеграм-бот “ЕкоШкода”;

- SaveEcoBot у Вайбер; спостерігати за поточним станом екології в Україні можна за допомогою SaveEcoBot – екологічний чат-бот з даними про забруднення [17];
- Сторінка Українського еколого-інформаційного штабу з аналітичної обробки та ліквідації наслідків бойових дій;
- Анкета для збору інформації про заподіяння збитків довкіллю внаслідок вторгнення Російської Федерації на територію України [15].

Обстріли та окупація підвищують ризик викидів токсичних відходів з промислових підприємств України [18].

Небезпеку також становить забруднення артезіанських вод, які раніше вважалися стратегічним запасом держави і були законсервованими. Проте тепер до них має доступ майже кожен у себе на ділянці, а також відповідні промислові об'єкти та хімічні склади. У результаті бойових дій та руйнувань такі свердловини забруднюються. Щоб зробити воду непридатною для вживання, достатньо одного потрапляння забрудника, який розповсюджується на весь горизонт. Через воду і ґрунт у продукти харчування потрапляє отрута - зокрема важкі метали, що негативно впливатиме і на здоров'я. Таким чином злочини проти довкілля є пролонгованими і незабаром призведуть до збільшення смертності [17].

Слід також звернути увагу і на те, що масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій, що можуть спричинити екологічну катастрофу підпадає поняттю — Екоцид. Воно є кримінально караним діянням як в українському, так і в міжнародному праві. Цей термін «екоцид» міжнародним юристам у 2021 році презентувала фундація Stop Escocide [17].

Росія атакувала різні склади боєприпасів, намагаючись виснажити українські запаси (див. табл.). Такі вибухи та подальше розповсюдження залишків боєприпасів можуть також створювати гострі та хронічні ризики для здоров'я від впливу навколишнього середовища. Зростаюча кількість наукової літератури, військовий аналіз з полігонів і дослідження гуманітарних саперів проливають світло на ризики, пов'язані з важкими металами, пов'язаними з боєприпасами, енергетичними сполуками, такими як тротил, гексогенний диоксид, і паливом від

ракет і ракет [20].

Військові токсичні залишки

Цивільним жителям слід уникати великої кількості залишків або покинутих/пошкоджених ракет класу «земля-повітря» (ЗРК) та інших типів ракет, що містять високотоксичне паливо. Військові транспортні засоби часто містять цілий ряд токсичних матеріалів, і досвід з попередніх конфліктних зон, таких як Ірак, підкреслюють ризики для цивільного населення, зокрема для працівників прийому брухту. Транспортні засоби цивільних осіб можуть бути піддані ризику через боєприпаси, що не розірвалися, а працівники, які збирають металобрухт можуть піддаватися впливу різних небезпечних речовин, таких як азбест, ПХД та джерела кислоти з батарей. Нарешті, до сьогодні залишається невідомим, чи росія також оснастила свої танки Т-80 БВМ 125-мм бронебійними боєприпасами зі збідненим ураном (DU). Якщо так, військова техніка може бути забруднена пилом та осколками ОУ, які класифікуються як низькоактивні радіоактивні відходи і становлять небезпеку для здоров'я при вдиханні або ковтанні [20].

Пошкодження критичної інфраструктури, як-от, більш звичайні електростанції та водні споруди, також несе прямі та довгострокові ризики для суспільства та навколишнього середовища. Електростанції часто містять небезпечні речовини, такі як ПХБС, тоді як станції фільтрації води часто мають великі запаси хлору для очищення, що створює серйозні ризики [20].

У довгостроковій перспективі використання вибухової зброї в містах може мати додатковий вплив на здоров'я та навколишнє середовище, як зазначено РАХ у статті «Дослідження шкоди навколишньому середовищу від вибухової зброї в населених пунктах». Цивільне населення, яке проживає в постраждалих районах, може зазнати тривалого впливу через вдихання дрібного пилу, спричиненого пороходібними будівельними матеріалами, часто змішаними з важкими металами та іншими небезпечними речовинами. Пошкодження екологічної інфраструктури в містах може призвести до впливу інших шляхів та джерел забруднення [20].

Наслідки від пожеж на промислових об'єктах.

Продукти горіння, які потрапляють, у повітря складаються

з токсичних газів і твердих частинок. На цих об'єктах також буде значне забруднення ґрунту та води. Там, де були проведені заходи з гасіння пожежі, забруднення можуть включати залишки протипожежної піни [19].

Ризики, пов'язані з пошкодженням комунікацій, підприємств та інших об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, мають особливе значення, адже в умовах відсутності контролю й можливостей ліквідації негативних наслідків ці явища потенційно збільшують масштаби негативного впливу [19].

Пошкодження комунальних комунікацій призводить до забруднення органічними речовинами води [19]. Наслідки поширеного конфліктного забруднення, пов'язаного з боєприпасами, спричиненого інтенсивним використанням боєприпасів у населених районах, вибухами складів боєприпасів або постконфліктною роботою з розмінування, були належним чином викладені Женевським центром гуманітарного розмінування в їх останньому звіті *Guide to Explosive* “Забруднення навколишнього середовища боєприпасами”. Їхній аналіз окреслює різні шляхи та вектори того, як боєприпаси можуть призвести до впливу на людину небезпечних речовин і як це може вплинути на екосистеми [20].

Всі військові об'єкти, як відомо, зберігають цілий ряд небезпечних матеріалів, які можуть становити гостру або довгострокову загрозу для здоров'я населення та навколишнього середовища [20].

Однією з гострих проблем забруднення довкілля є наявність металів у воді. На превеликий жаль їх домішки роблять рідину небезпечною для вживання. Тому, аби зберегти здоров'я вам і вашим близьким, слід своєчасно досліджувати воду на наявність важких металів [21].

Хоча перелік важких металів в різних джерелах може варіювати, зазвичай, до них відносять: ртуть, свинець, кадмій, миш'як, кобальт, нікель [21].

Головна небезпека важких металів в тому, що, потрапляючи в організм, вони не лише порушують обмін речовин, але і накопичуються і засмічують печінку, нирки та інші органи, і вони перестають виконувати свої функції фільтра, а

відтак з організму не виводяться токсини. Наслідками накопичення в організмі важких металів можуть бути спадкові мутації [21].

Негативний вплив важких металів спричинює до:

- захворювань печінки і нирок
- порушення роботи шлунково-кишкового тракту
- анемій
- проблеми зі щитовидною залозою
- важкі ураження центральної нервової системи
- руйнування кісткової тканини
- розвиток розумової відсталості у дітей [21].

Саме тому хімічний аналіз води на важкі метали обов'язковий при перевірці якості води. Гранично допустимі концентрації перерахованих вище речовин дуже малі, що й не дивно, з огляду на їх високу токсичність. Згідно з Державними санітарними нормами, ГДК важких металів коливаються від 0,0005 мг / л (для ртуті) до 0,1 мг / л (для кобальту). У сукупності концентрація всіх важких металів в одному літрі питної води не повинна перевищувати 0,001 мг/л [21].

Джерела потрапляння у воду важких металів можна умовно розділити на дві групи: природні і техногенні. Природним шляхом важкі метали можуть опинитися у воді внаслідок вивітрювання гірських порід, вулканічних процесів, ерозії ґрунтів і т. п. Але частіше суттєве забруднення води важкими металами відбувається внаслідок діяльності людини. До техногенних джерел відносять: викиди промислових підприємств, відходи металургійних виробництв, міські побутові стоки, деякі види добрив, спалювання палива [21].

Також важкі метали можуть потрапляти у воду з атмосферними опадами внаслідок забруднення повітря після пожеж та вибухів.

Говорячи про **забруднення води** важкими металами, мають на увазі, в першу чергу, їхні солі. Це дуже стійкі сполуки і їх усунення становить серйозну проблему [21].

При дослідженні води найчастіше невідповідність нормам виявляють за такими параметрами як кольоровість і каламутність. Також бракують воду і за такими показниками: ХСК (хімічне споживання кисню), підвищений вміст нітратів, фосфатів, амонію

[22].

Вода, в якій перевищено вміст нітратів, являє собою серйозну загрозу для здоров'я і навіть життя. Невтішна статистика така, що в усьому світі щороку від отруєння водою з нітратами хворіють 2,5 млрд. людей, з них 3,5 млн. вмирають. 90% – це діти до 5 років. Причиною перевищеного вмісту нітратів в воді є, перш за все, діяльність людини (використання азотомісних добрив, скидання відходів промислових підприємств і т.п.) [22]. Окрім того, підвищений вміст фосфатів обумовлений не тільки промисловою діяльністю, а й потраплянням в воду побутових стоків, які у великій кількості містять залишки миючих засобів [22]. Слід врахувати, що імовірність перевищення рівня показника амонію і аміаку зростає, якщо поблизу знаходяться тваринницькі ферми, підприємства харчової та хімічної промисловості [22].

Для того щоб аналіз води показав об'єктивні результати, важливо знати, як правильно зробити забір проби. Фахівці радять взяти велике відро, опустити його майже до самого дна, але щоб при цьому воно дна все-таки не торкалося. Інакше в пробу потрапить пісок і інші сторонні домішки. Набравши таким чином води з криниці потрібно, вже з відра зробити забір проби в підготовлену тару [22].

Висновки

Після війни ми будемо пожинати плоди бойових дій — руйнування екосистем, забруднення ґрунтів, води і повітря, зменшення біорізноманіття. Крім того, відбудова країни потребуватиме значної кількості природних ресурсів. Також є ризик невиконання Україною вже поставлених кліматичних цілей, адже війна – це негативний внесок у зміну клімату, а відновлення країни неминуче буде супроводжуватись значними викидами парникових газів. [19]

Оскільки очікується значне хімічне забруднення ґрунтів та вод, важливо і після війни подбати про ефективну систему моніторингу стану довкілля, яка б дозволила підсумувати реальний об'єм завданої шкоди довкіллю аби вжити найефективніших заходів, уникнути подальшого погіршення ситуації та щоб відновити екосистеми до безпечного стану як для людини, так і для дикої природи [19].

Також важливо, щоб план відновлення України включав заходи з відновлення та збереження екосистем, а до планів із відбудови населених пунктів включати природоорієнтовані рішення та заходи з адаптації до зміни клімату [19].

Україні важливо створити фундаментальні засади для управління хімічною безпекою. Міндовкілля спільно з ОБСЄ підготували проєкт рамкового закону «Про хімічну безпеку». Розроблення такого документу було включено у Програму діяльності Кабінету Міністрів України та План пріоритетних дій Уряду [16].

Законопроект передбачає:

- створення системи управління хімічними речовинами (від їх ідентифікації, державної реєстрації до імплементації європейських технічних регламентів CLP та REACH) [16];

- посилення контролю за небезпечними хімічними речовинами (класифікація небезпеки та маркування хімічної продукції, впровадження дозволів на використання отруйних хімічних речовин, обмеження виробництва та використання речовин, які становлять неприйнятні ризики для здоров'я людини) [16];

- створення системи хімічної безпеки (моніторинг загроз, планування заходів у сфері управління хімічною безпекою на рівні держави, регіонів та конкретних підприємств, встановлення запобіжників для можливих терористичних актів з використанням хімічних речовин) [16].

З прийняттям законопроекту громадяни отримають вільний доступ до інформації про хімічний склад продукції, яка випускається на ринок. А бізнес – чіткі правила роботи, гармонізовані з міжнародними та європейськими стандартами. Це також спростить доступ до зовнішніх ринків [16].

European Environmental Bureau - ЕЕВ закликає країни-члени запровадити «No War Zone» в Україні [10].

Європейському екологічному бюро, яке є голосом своїх членів та громадян ЄС, рішуче засудили дії росії та висловили свою підтримку Україні у боротьбі з окупантом [10].

Вони також звернулись до усіх міністерств закордонних справ країн-учасниць Конвенції Еспо та постійних представництв ООН у таких країнах із закликом запровадити «No War Zone» в

Україні в місцях розташування АЕС [10].

Наразі безпека на Чорнобильській, Запорізькій, Хмельницькій, Рівненській та Південно-Українській АЕС знаходиться у фокусі розгляду Комітету з імплементації Конвенції Еспо, – зазначають у ЕЕВ [10].

У ЕЕВ закликали сторони-учасниці Конвенції: запровадити «No War Zone» в Україні в місцях розташування АЕС; надати Україні технічну допомогу; забезпечити незалежний нагляд з боку відповідних міжнародних органів. [10]

В організації вважають, що це створить підґрунтя для безпечного функціонування АЕС в Україні, тобто такого, що відповідає цілям Конвенції [10].

Тут слід нагадати, що Україна 19 березня 1999 року ратифікувала Конвенцію про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті – Конвенцію Еспо. Цей міжнародний договір зобов'язує держави здійснювати оцінку впливу на довкілля комерційних проєктів у випадку, якщо такі проєкти можуть вплинути на довкілля іншої держави. На сьогодні, разом з Україною, учасниками Конвенції Еспо є 43 країни та Європейський Союз [10].

Одна з ініціатив за сприяння Глобального договору ООН працює з бізнесом. На початку війни українські і закордонні бізнеси запитували, як невійськово можна допомогти Україні, крім направлення коштів на харчування і ліки. Вони хотіли робити щось для довкілля. Ми зрозуміли, що, насамперед, Україна має мати системну картину на рівні уряду: хто які наслідки має ліквідувати і за які кошти [15].

Крах екологічного врядування в міських районах у найближчій і довгостроковій перспективі також створить серйозні проблеми зі збором та утилізацією твердих відходів, що може сприяти подальшим ризикам для здоров'я населення та навколишнього середовища [20].

У довгостроковій перспективі дуже важливо отримати необхідне обладнання, досвід та фінансування. Належним чином ідентифікувати, відстежувати та відновлювати екологічні гарячі точки. Застосування екологічних норм для запобігання та мінімізації екологічних ризиків буде вирішальним для захисту людей та довкілля в Україні [20].

Список літератури

3. Біобезпека населення [Електронний ресурс: <http://www.dolc.dp.ua/wppress/?p=8285>. Дата звернення: 10.09.2022].
4. Для потреб біобезпеки та біозахисту застосують новітні технології [Електронний ресурс: <https://lexinform.com.ua/zakonodavstvo/dlya-potreb-biobezpeky-ta-biozahystu-zastosuyut-novitni-tehnologiyi/> Дата звернення: 10.09.2022].
5. Місяць війни. Злочини проти довкілля [Електронний ресурс: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/03/26/684714/> Дата звернення: 10.09.2022].
6. Ключові наслідки для довкілля від російської агресії в Україні 24 лютого – 31 березня 2022 року [Електронний ресурс: <https://mepr.gov.ua/news/39097.html> \ Дата звернення: 10.09.2022].
7. Мовчазні жертви Понад сотню злочинів проти довкілля за місяць війни зафіксували екоактивісти в Україні [Електронний ресурс: <https://m.day.kyiv.ua/uk/article/cuspilstvo/movchazni-zhertvy/> Дата звернення: 10.09.2022].
8. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 19–22 квітня 2022 року [Електронний ресурс: <https://mepr.gov.ua/news/39125.html> / Дата звернення: 10.09.2022].
9. Спустошені землі. Якою буде природа України після війни [Електронний ресурс: https://www.bbc.com/ukrainian/extra/mwu5sxghvc/ukraine_war_damaged_nature/ Дата звернення: 10.09.2022].
10. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 15–18 квітня 2022 року [Електронний ресурс: <https://mepr.gov.ua/news/39120.html> / Дата звернення: 10.09.2022].
11. Війна та екологія: Хронологія злочинів росії [Електронний ресурс: <http://www.mukachevo.net/ua/news/view/3472243/> Дата звернення: 10.09.2022].

12. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України [Електронний ресурс: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=300772975491820&set=a.264734179095700/> Дата звернення: 10.09.2022].
13. Інформація про наслідки для довкілля від російської агресії в Україні 24 лютого – 9 березня 2022 року [Електронний ресурс: <https://mepr.gov.ua/news/39028.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
14. Інформація про наслідки для довкілля від російської агресії в Україні 24 лютого - 18 березня 2022 року [Електронний ресурс: <https://mepr.gov.ua/news/39062.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
15. Кількість екологічних злочинів унаслідок російської агресії щодня збільшується [Електронний ресурс: <http://www.golos.com.ua/article/359935/> Дата звернення: 10.09.2022].
16. Півтора місяці війни: злочини проти довкілля [Електронний ресурс: <https://jur-gazeta.com/dumka-eksperta/pivtora-misyaci-viyni-zlochiny-proti-dovkillya.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
17. Як війна впливає на довкілля і як можна допомогти його відновлювати — розповідає екологиня [Електронний ресурс: <https://suspilne.media/222297-russia-invades-ukraine-live-updates-suspilne-20/> Дата звернення: 10.09.2022].
18. Чому важливий законопроект «Про хімічну безпеку» та які проблеми він вирішить [Електронний ресурс: <https://mepr.gov.ua/news/36949.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
19. «Забруднення землі та води, загибель тварин та птахів...» [Електронний ресурс: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3454440-zabrudnenna-zemli-ta-vodi-zagibel-tvarin-ta-ptahiv.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
20. Місяць війни. Злочини проти довкілля [Електронний ресурс: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/03/26/684714/> Дата звернення: 10.09.2022].

21. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України [Електронний ресурс: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
22. Environment and Conflict Alert Ukraine: A first glimpse of the toxic toll of Russia's invasion of Ukraine [Електронний ресурс: <https://paxforpeace.nl/news/overview/environment-and-conflict-alert-ukraine-a-first-glimpse-of-the-toxic-toll-of-russias-invasion-of-ukraine/> Дата звернення: 10.09.2022].
23. Аналіз води на важкі метали [Електронний ресурс: <https://himanaliz.ua/uk/analiz-vodi-na-vazhki-metali/> Дата звернення: 10.09.2022].
24. Лабораторія «УкрХимАналіз» [Електронний ресурс: <https://youtu.be/122gyMdmqrE> <https://himanaliz.ua/uslugi/khimicheskiy-analiz-vody/> Дата звернення: 10.09.2022].
25. Росіяни завдали нового ракетного удару по Львівщині [Електронний ресурс: https://zaxid.net/pid_ranok_u_lvivskiy_oblasti_prolunali_vibu_hi_n1542801/ Дата звернення: 10.09.2022].
26. На Львівщині ворог обстріляв військовий об'єкт поблизу кордону з Польщею [Електронний ресурс: <https://novyny.live/accident/na-lvovshchine-vrag-obstrelial-voennyi-obekt-vblizi-granitsy-s-polshei-45313.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
27. Ракетний удар по Чорткову на Тернопільщині 11 червня: усе, що відомо про обстріл міста росіянами [Електронний ресурс: https://24tv.ua/raketniy-udar-po-chortkovu-11-cheravnua-use-shho-vidomo-pro-obstril_n2017540/ Дата звернення: 10.09.2022].
28. Росіяни завдали ракетного удару по Яворівському полігону на Львівщині [Електронний ресурс: https://zaxid.net/unaslidok_raketnogo_udar_u_yavorivskom_u_poligonu_na_lvivshhini_zaginuli_9_lyudey_n1538248/ Дата звернення: 10.09.2022].
29. Російські окупанти втретє обстріляли Івано-Франківський аеропорт [Електронний ресурс: https://zaxid.net/ivano_frankivskiy_aeroport_vtreye_obstrilya

- li_rosiyski_okupanti_n1538244/ Дата звернення: 10.09.2022].
30. Російські окупанти вдруге обстріляли Івано-Франківськ [Електронний ресурс: https://zaxid.net/rosiyski_okupanti_vdruge_obstrilyali_ivano_frankivsk_n1538092/ Дата звернення: 10.09.2022].
31. Росіяни завдали ракетного удару по трьох військових частинах на Львівщині [Електронний ресурс: https://zaxid.net/rosiyani_zavdali_raketnogo_udaru_po_novomu_kalinovu_na_lvivshhini_n1536682/ Дата звернення: 10.09.2022].
32. Росіяни обстріляли аеродроми в Коломиї та Івано-Франківську [Електронний ресурс: https://zaxid.net/u_kolomiyskiy_aerodrom_vluchilo_dvi_raketi_na_frankivskomu_aerodromi_pozhezha_n1536683/ Дата звернення: 10.09.2022].
33. Росіяни завдали ракетного удару по трьох військових частинах на Львівщині [Електронний ресурс: https://zaxid.net/rosiyani_zavdali_raketnogo_udaru_po_novomu_kalinovu_na_lvivshhini_n1536682/ Дата звернення: 10.09.2022].
34. Російські окупанти вдруге обстріляли Івано-Франківськ [Електронний ресурс: https://zaxid.net/rosiyski_okupanti_vdruge_obstrilyali_ivano_frankivsk_n1538092/ Дата звернення: 10.09.2022].
35. Російські окупанти втретє обстріляли Івано-Франківський аеропорт [Електронний ресурс: https://zaxid.net/ivano_frankivskiy_aeroport_vtreye_obstrilyali_rosiyski_okupanti_n1538244/ Дата звернення: 10.09.2022].
36. Росіяни завдали ракетного удару по Яворівському полігону на Львівщині [Електронний ресурс: https://zaxid.net/unaslidok_raketnogo_udaru_po_yavorivskom_u_poligonu_na_lvivshhini_zagynuli_9_lyudey_n1538248/ Дата звернення: 10.09.2022].
37. Росіяни завдали нового ракетного удару по Львівщині [Електронний ресурс:

- https://zaxid.net/pid_ranok_u_lvivskiy_oblasti_prolunali_vibuhi_n1542801/ Дата звернення: 10.09.2022].
38. Ракетний удар по Чорткову на Тернопільщині 11 червня: усе, що відомо про обстріл міста росіянами [Електронний ресурс: https://24tv.ua/raketniy-udar-po-chortkovu-11-cheravnua-use-shho-vidomo-pro-obstril_n201754/ Дата звернення: 10.09.2022].
39. Ракетний удар по Тернопільщині: постраждали 22 людини [Електронний ресурс: <https://portal.lviv.ua/news/2022/06/12/raketnyj-udar-po-ternopilshchyni-postrazhdaly-22-liudyny/> Дата звернення: 10.09.2022].
40. На заході України пролунала низка вибухів [Електронний ресурс: <https://novyny.live/accident/na-zapade-ukrainy-razdalsia-riad-vzryvov-cho-izvestno-46703.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
41. На Львівщині ворог обстріляв військовий об'єкт поблизу кордону з Польщею [Електронний ресурс: <https://novyny.live/accident/na-lvovshchine-vrag-obstrelial-voennyi-obekt-vblizi-granitsy-s-polshei-45313.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
42. Ракетний удар по Тернопільщині: постраждали 22 людини [Електронний ресурс: <https://portal.lviv.ua/news/2022/06/12/raketnyj-udar-po-ternopilshchyni-postrazhdaly-22-liudyny/> Дата звернення: 10.09.2022].
43. На заході України пролунала низка вибухів [Електронний ресурс: <https://novyny.live/accident/na-zapade-ukrainy-razdalsia-riad-vzryvov-cho-izvestno-46703.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
44. Ракети летіли з Криму: подробиці масованого обстрілу низки областей України [Електронний ресурс: <https://apostrophe.ua/ua/news/society/accidents/2022-06-14/raketyi-leteli-iz-kryima-podrobnosti-massirovannogo-obstrela-ryada-oblastey-ukrainyi/271787/> Дата звернення: 10.09.2022].
45. Сили ППО збили російську ракету в Івано-Франківській області – ОВА [Електронний ресурс:

- <https://news.khmelnitskiy.ua/post2735666/> Дата звернення: 10.09.2022].
46. Війна в Україні сьогодні, підсумки 112 дня Втрати російських окупантів Станом на ранок 15 червня [Електронний ресурс: https://zaxid.net/viyna_v_ukrayini_sogodni_pidsumki_112_dnya_15_chervnya_2022_n1544568/ Дата звернення: 10.09.2022].
47. Після війни стане коротшим життя. Еколог розповідає, як обстріли впливають на воду, повітря й ґрунти в Україні <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/yak-viyna-vplivaye-na-vodupovitrya-ta-zemlyu-ukrajini-ekspert-novini-ukrajini-50243604.html> Як війна впливає на воду, повітря та землю України — експерт — новини України / НВ (nv.ua) [Електронний ресурс: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/yak-viyna-vplivaye-na-vodupovitrya-ta-zemlyu-ukrajini-ekspert-novini-ukrajini-50243604.html/> Дата звернення: 10.09.2022].
48. На Кременеччині людям заборонили пити воду через влучання уламків ракети у резервуари з мінеральною водою [Електронний ресурс: <https://fainemisto.tv/news/38292-na-ternopilshhyni-lyudyam-zaboronyly-pyty-vodu-video/> Дата звернення: 10.09.2022].
49. Через вибухи у Золочевській громаді пошкоджено 26 об'єктів інфраструктури [Електронний ресурс: https://lviv.media/cherез-vybukhy-u-zolochevskiy-hromadi-poshkodzhen-26-ob-ektiv-infrastruktury/?fbclid=IwAR2WXHelyudNzduu0lPflSxafQXjKPzV-nUuqlbp2VyvZdUu76CuL-j_608/ Дата звернення: 10.09.2022].

УДК 546.30 : (597.554.3+564.141) : 577.152.2

**ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕАМІНУВАННЯ У ПЕЧІНЦІ РИБ ТА
МОЛЮСКІВ ЗА ДІЇ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ
ІОНІВ МЕТАЛІВ У ВОДІ**

**Чиж М.Ю., Дацик Т.І., Хоменчук В.О., Марків В.С.,
Курант В.З.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
E-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua

Широке використання металів та їх сполук у промисловості та сільському господарстві сприяє їх надмірному надходженню у природні води. Важкі метали, що включають есенціальні (незамінні) та неесенціальні (токсичні) елементи, є стійкими, можуть акумулюватися та передаватися в трофічних ланцюгах і викликати широкий спектр токсичних ефектів у гідробіонтів [5]. У багатьох випадках токсичний вплив металів обумовлений порушенням функціонування ферментних систем організму водних тварин, у тому числі тих, які беруть участь у метаболізмі білків та амінокислот [3]. До них відносяться ферменти переамінування – аспартатмінотрансферази (АсАТ) та аланінамінотрансферази (АлАТ). Активність АлАТ і АсАТ часто використовується в діагностиці пошкоджень в тканинах гідробіонтів, спричинених забруднювачами водного середовища [1].

Молюски та риби є основними об'єктами біомоніторингу, що зумовлено їх поширеністю, здатністю акумулювати органічні та неорганічні речовини в тому числі і метали. Тому заданням роботи стало дослідження дії підвищених концентрацій іонів Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} та Pb^{2+} на активність аспартатмінотрансферази (АсАТ) та аланінамінотрансферази (АлАТ) тканин риб та молюсків, визначення їх ролі у захисті організму від шкідливої дії токсикантів, а також проаналізувати можливість використання отриманих показників для оцінки ступеня забрудненості прісноводних водойм металами.

Модельні експерименти були проведені на коропах лускатих (*Cyprinus carpio* L.) та прісноводних молюсках (*Unio*

pictorum L.), яких відбирали з р. Серет (Тернопільський р-н, урочище Залісці). Для дослідження використовували риб дворічного віку масою 250-300 г та молюсків віком 6 років середньою довжиною 95 ± 5 мм і вагою 82 ± 3 г. Дослідження проводили в акваріумах об'ємом 200 дм³, які заповнювали відстояною водопровідною водою, з підтриманням постійного газового та температурного режимів, які не відрізнялися від природних. У процесі експерименту риб та молюсків не годували. Досліджували вплив на гідробіонтів підвищених концентрацій іонів $Mn^{2+} - 2,4$ і $6,0$ мг/дм³; $Zn^{2+} - 2,0$ і $5,0$ мг/дм³; $Cu^{2+} - 0,2$ і $0,5$ мг/дм³ та $Pb^{2+} - 0,2$ і $0,5$ мг/дм³, що відповідали 2 та 5 гранично допустимим концентраціям – далі ГДК. Інтوکсикації створювали внесенням в акваріумну воду, де знаходилися дослідні групи тварин, солей $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ та $Pb(NO_3)_2$ класифікації х.ч. Аклімацію риб та молюсків здійснювали протягом 14 діб. Після зазначеного терміну у коропа відбирали тканину печінки, а у двостулкового молюска – гепатопанкреас (далі печінка).

Для визначення активності трансаміназ печінки відбирали наважку 1 г і гомогенізували з додаванням 5 мл буферу (0,001М ЕДТА на основі 0,22М розчину сахарози в 0,01 М трис-НСІ буфері (рН=7,2)). Із гомогенату центрифугуванням отримували мітохондріальну та цитоплазматичну фракції. Аланін- та аспартатамінотрансферази (КФ 2.6.1.2 і 2.6.1.1) у фракціях тканин визначали колориметрично за Рейтманом і Франкелем [6]. Активність ферментів виражали в нмоль пірувату на мг білка за хвилину. Загальний вміст білків у тканинах досліджуваних тварин визначали за методом Лоурі та ін. [4]. Отримані результати піддавали статистичній обробці з використанням t-критерію Стьюдента для визначення вірогідної різниці.

Аналіз функціонування АсАТ у печінці коропа показав, що у цитоплазматичній фракції за впливу 2 ГДК іонів металу достовірних змін щодо контролю відмічено не було, тоді як за дії 5 ГДК іонів Mn^{2+} у воді спостерігалось зростання активності АсАТ у 4 рази. В мітохондріальній фракції печінки риб за дії 2 та 5 ГДК іонів металу активність АсАТ зростала у 1,8 та 5,7 рази відповідно. За дії 5 ГДК іонів мангану в цитоплазматичній фракції печінки молюска активність АсАТ практично не

змінюється, тоді як за 2 ГДК іонів Mn^{2+} відмічено зростання активності ферменту на 20%. У мітохондріальній фракції гепатоцитів активність досліджуваного ферменту в молюска зростає за впливу 2 ГДК у 2,4 рази, а за 5 ГДК – в 1,3 рази.

Вплив 2 та 5 ГДК іонів мангану на активність АлАТ у печінці риб призводив до зростання активності мітохондріальної АлАТ у 4,5 та 3,4 рази відповідно, тоді як активність цитоплазматичної форми фермента практично не змінювалася. Разом з тим, у молюсків дія 2 ГДК іонів Mn^{2+} призводила до зменшення активності АлАТ у цитоплазматичній фракції печінки на 29 % та до активації фермента в 1,6 рази у мітохондріальній. За впливу 5 ГДК іонів металу навпаки: зростала на 28% активність цитоплазматичної форми АлАТ та зменшувалася у 2 рази мітохондріальної.

Зміни за впливу цинку мали дещо інший характер. Так, за дії 2 та 5 ГДК іонів цинку в цитоплазматичній фракції печінки коропа відмічене зростання активності АсАТ на 64 та 15% відповідно. У мітохондріальній фракції активність АсАТ за впливу 2 і 5 ГДК іонів Zn^{2+} також зростала у 3,1 та 2,8 рази відповідно.

У печінці *U. pictorum* активність цитоплазматичної форми АсАТ зменшувалася в 2,1 рази за 2 ГДК і в 1,6 рази за 5 ГДК іонів цинку у воді. Разом з тим, було відмічене зростання активності мітохондріальної АсАТ за 2 ГДК іонів Zn^{2+} у 2,6 рази, а за впливу 5 ГДК – у 2,7 рази.

Щодо активності АлАТ, то у печінці риб було встановлено тенденцію до зниження активності ферменту в обох фракціях як за впливу 2, так і 5 ГДК іонів Zn^{2+} . В печінці молюсків за дії іонів цинку у кількості 2 ГДК було відмічене зниження активності цитоплазматичної і мітохондріальної форм АлАТ на 59% і 34% відповідно. Дія 5 ГДК іонів цинку призводила до зростання активності досліджуваного ферменту у 2,9 рази в цитоплазматичній та в 1,24 рази у мітохондріальній фракціях. Очевидно, підвищення активності АсАТ і АлАТ може бути спричинене пошкодженням печінки, що, у свою чергу, призводить до витоку цих ферментів із цитозолу печінки в кровотік [2]

За дії за дії 2 ГДК іонів Cu^{2+} в печінці коропа було

відмічено зниження активності АсАТ у цитоплазматичній фракції на 40% та зростання на 71% - у мітохондріальній. Вплив 5 ГДК металу призводив до інгібування на 47 % мітохондріальної АсАТ печінки риб. У мітохондріальній фракції гепатоцитів моллюсків за дії 0,2 мг/дм³ та 0,5 мг/дм³ іонів купруму у воді спостерігалось зростання активності АсАТ в 2,8 та 3,2 рази відповідно. В цитоплазматичній фракції печінки моллюска активність АсАТ зменшувалася в 2,6 рази за впливу 2 ГДК іонів купруму і практично не змінювалася за дії 5 ГДК іонів металу у воді.

Аналіз показників функціонування АлАТ у тканинах риб показав, що в цитоплазматичній фракції печінки коропа активність АлАТ за дії 2 ГДК іонів купруму не змінювалася щодо контролю, а за 5 ГДК – зростала на 37%. В мітохондріальній фракції печінки коропа активність АлАТ зменшувалася за дії 2 ГДК іонів Cu²⁺ на 47 % і практично не змінювалася за 5 ГДК іонів металу у воді. В печінці моллюска зафіксовано зменшення в 4 рази активності АлАТ в цитоплазматичній фракції за 2 ГДК, і зростання активності у 2,3 рази за впливу 5 ГДК іонів купруму. У мітохондріальній фракції печінки моллюска за дії 2 ГДК Cu²⁺ у воді активність АлАТ зменшувалася в 2 рази, а за 5 ГДК - у 2,3 рази, що підтверджує високу токсичність металу для мітохондрій *Unio pictorum* L.

Плюмбум на відміну від попередніх металів є неесенціальним дуже токсичним для риб металом. Аналіз отриманих даних показав, що в печінці активність цитоплазматичної форми АсАТ зменшується на 30 % за 2 ГДК іонів Pb²⁺ у воді і практично не змінюється за впливу 5 ГДК токсиканту. У мітохондріальній фракції печінки коропа за дії 2 та 5 ГДК мало місце зростання активності АсАТ у 7,5 та 6,2 рази відносно контрольних величин. Ймовірно, за дії токсиканта відбувається порушення фізико-хімічних властивостей мітохондріальних мембран, в результаті чого вивільняються зв'язані, неактивні форми вказаного ферменту.

У печінці *U. pictorum*, в обох фракціях, спостерігалось зменшення активності АсАТ за 2 ГДК і збільшення за – 5 ГДК іонів плюмбуму у воді. Так, в цитоплазматичній фракції активність АсАТ зменшується в 2,3 рази за інкубації до 2 ГДК токсиканта і зростає на 29% за 5 ГДК іонів металу. У

мітохондріальній фракції активність АсАТ знижувалася на 34% за дії 2 ГДК іонів плумбуму і збільшувалася на 32% за вмісту 5 ГДК.

Значення активності цитоплазматичної АЛАТ в печінці коропа за обох досліджуваних концентрацій іонів металу у воді близькі до контрольних. У мітохондріальній фракції активність досліджуваного ферменту зростала пропорційно концентрації іонів Pb²⁺ у воді: за дії 2 ГДК в 2,0 рази, а за 5 ГДК – у 2,6 рази. У цитоплазматичній фракції печінки двостулкових молюсків, активність АЛАТ зростає за дії 2 ГДК іонів Pb²⁺ в 1,3 рази, а за впливу 5 ГДК токсиканта – у 2,8 рази. За дії 2 та 5 ГДК іонів плумбуму в мітохондріальній фракції печінки коропа активність АЛАТ знижувалася у 2,7 і 2,1 рази відповідно.

Отже, функціонування трансаміназ відображає зміни інтенсивності та спрямованості обмінних процесів в організмі досліджуваних гідробіонтів за інтоксикації металами. Адаптація водних тварин до дії іонів важких металів полягає у мобілізації пулу амінокислот і перебудові обміну речовин у напрямку протидії на вплив зовнішнього стрес-чинника.

Результати наших досліджень свідчать про те, що зміни показників активності АсАТ та АЛАТ в печінці гідробіонтів за токсичного впливу металів мають видову специфіку, залежать від природи та концентрації металу у воді, а також субклітинної локалізації ферментів.

Список літератури

1. Abdel-Tawwab M., El-Sayed G.O., Shady S.H. Growth, biochemical variables, and zinc bioaccumulation in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) as affected by water-born zinc toxicity and exposure period. *Int. Aquat. Res.* 2016. Vol. 8. P. 197–206.
2. Firat O., Kargin F. Individual and combined effects of heavy metals on serum biochemistry of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2010. Vol. 58. P. 151–157.
3. Khomenchuk V. O., Balaban R. B., Chen I. B., Kurant V. Z. Comparative Characteristics of Glutamate Dehydrogenase Functioning in *Cyprinus carpio* and *Unio pictorum* under the

- Impact of Elevated Metal Ions Concentrations. *Hydrobiol. J.* 2022. Vol. 58(1). P. 45-55.
4. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 1951. Vol. 193(1). P. 265–75.
 5. Malik D.S., Maurya P.K. Heavy metal concentration in water, sediment, and tissues of fish species (*Heteropneustis fossilis* and *Puntius ticto*) from Kali River, India. *Toxicol. Environ. Chem.* 2014. Vol. 96(8). P. 1195-1206.
 6. Reitman S., Frankel S. Colorimetric determination of glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am. J. Clin. Path.* 1957. Vol. 28. P. 53–56.

УДК 374.147

РОЗВИТОК МИСЛЕННЯ УЧНІВ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСУ ДИДАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ З ХІМІЇ

Чорна М.Т., Гладюк М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: nngrad@tnpu.edu.ua

Приступаючи до написання статті, ми ставили за мету з'ясувати: в чому полягають пріоритетні напрямки розвитку освіти в Україні, які завдання в плані підготовки учнів ставляться перед загальноосвітньою школою, в чому суть розвиваючого навчання, яке місце тестів в його реалізації.

Розробкою та обґрунтуванням концептуальних положень розвиваючого навчання займалися видатні педагоги, психологи та методисти сучасності – Н.М. Буринська (методика викладання хімії), Д.Б. Ельконін та В.В. Давидов (теоретична розробка курсів та методичного забезпечення для різних типів загальноосвітніх закладів), В.С. Біблер (розвиваюча система "Школа діалогу культур") та Ш.О. Амонашвілі (система психічного розвитку молодших школярів на основі реалізації принципу співробітництва). Названі системи перебувають на різних ступенях розробленості, по-різному методично забезпечені, що і пояснює їх недостатнє в цілому поширення. На основі

теоретичних пошуків в області розвиваючого навчання виникає потреба в розробці принципово нових освітніх методик та технологій навчання, спрямованих на розвиток однієї з найважливіших характеристик людини – інтелекту.

У світовій педагогічній науці та практиці проблема розвитку мислення школярів має широке наукове обґрунтування та високу ступінь дослідженості (В.С. Аванесов, А.Анастасі, М.М. Олійник та ін.

У вітчизняній психолого-педагогічній та методичній літературі, спрямованій на розвиток мислення учнів на уроках хімії, присвячено достатньо уваги. Це, зокрема, завдання для самостійних та контрольних робіт (Н.М. Буринська, Р.А. Лідін); таблицні тести (А.А. Берлін, Ю.Є. Новікова); завдання для підсумкового контролю знань, умінь і навичок учнів (О.Г. Ярошенко, Т.Є. Кошель); для оперативного поточного контролю якості знань (Р.А. Лідін, Л.Л. Андреева та інші.

Однак, в сучасній школі все ще переважає традиційна методика викладання, спрямована переважно на те, щоб забезпечити оволодіння учнями певною сумою знань, на виконання стандартизованих тестових або звичайних завдань репродуктивного рівня. Окремі завдання творчого характеру застосовуються епізодично і безсистемно. Системні дослідження, які враховували б специфіку сучасної рівневої школи, зміну навчальних програм, модифікацію змісту шкільної хімічної освіти, необхідність дидактичного переосмислення шкільного хімічного експерименту та розрахункових вмінь в наш час не проводяться. Як наслідок, виникає суперечність між вимогами, які ставляться до підготовки випускника школи, який володіє розкутим мисленням, здатний самостійно здобувати знання та критично оцінювати наукову інформацію тестування і традиційною практикою його підготовки в школі. Крім того, виконання учнями навчальних завдань та тестів розглядається переважно як інструмент контролю за рівнем навчальних досягнень учнів і лише в цьому розрізі, попутно, як засіб розвитку учнів.

У розв'язанні даної проблеми ми обмежилися викладанням в школі лише курсу хімії, який має багаті можливості щодо розвитку мислення школярів. Питання визначення якості

розвиваючих завдань з хімії, розробка методики складання системи дидактичних завдань і вправ, адаптація методики перевірки знань і умінь є важливою у плані подальшого розвитку теорії і практики навчання хімії.

Аналіз структурних розділів програм з хімії показав, що тестова форма має незаперечні переваги в світлі формування знань та перевірки засвоєння учнями навчального матеріалу. Контролю підлягають теорія, факти, знання законів, правил; вміння користуватись основними хімічними принципами; знання формул; використання правил та законів на конкретних прикладах, тощо. Наше дослідження засвідчило, що для ефективного впровадження системи тестів з хімії в навчальний процес не слід захоплюватись виключно тестовою формою контролю. Так практичне застосування основних хімічних понять, хімічні розрахунки, оволодіння практичними вміннями експерименту краще контролювати традиційними формами і видами контролю (практичні та лабораторні роботи, текстові задачі тощо). На проведених нами заняттях широко практикувалось використання методів усного спілкування, в ході якого учні демонстрували навички логічно висловлювати та обґрунтовувати власні думки, висновки, припущення.

В основу методичного підходу до створення банку дидактичних завдань було покладено кількісну та якісну характеристики елементів навчальної інформації, які повинні засвоїти учні за чинними навчальними програмами з хімії з розділу "Основні вимоги до знань і умінь учнів".

Аналіз чинної програми засвідчив, що провідними темами з неорганічної хімії є: "Початкові хімічні поняття", "Прості речовини. Повітря", "Складні речовини. Основні класи неорганічних сполук", "Основні закономірності перебігу хімічних реакцій", "Будова атома. Періодичний закон Д.І. Менделєєва", "Хімічний зв'язок та будова речовини", "Розчини", "Теорія електролітичної дисоціації". "Загальна характеристика металів".

Тести та тестові завдання розроблені на змісті хімічної освіти, який обумовлений чинною навчальною програмою [3], вимогами державного стандарту та на матеріалі підручників.

Під розвиваючим навчанням ми розуміли такий спосіб організації навчання, зміст, методи і форми організації якого

прямо орієнтовані на всебічний розвиток школяра.

Досліджуючи проблему формування системи розвиваючих завдань з хімії, ми виходили з таких концептуальних положень: виконання розвивальних завдань як метод навчання і як об'єктивний метод оцінки результатів навчання хімії не лише підвищує мотивацію та ефективність навчання предмету, дає достовірну інформацію про хід навчального процесу, але й створює можливість ефективно ним керувати, здійснюючи індивідуально орієнтований підхід до учнів, сприяти розвитку їх інтелекту.

Для створення банку навчальних та контролюючих дидактичних нами було проаналізовано навчальну програму, виділено окремі блоки базових понять, в межах яких формувався банк завдань. Так, наприклад, для загально хімічного поняття "Хімічна реакція" базовими поняттями будуть: типи хімічних реакцій; тепловий ефект хімічної реакції; швидкість хімічної реакції; хімічна рівновага, умови її зміщення; окисно-відновні реакції; електролітична дисоціація; реакції йонного обміну; електроліз; хімічні властивості класів неорганічних речовин; механізми реакцій.

Створення фонду розвиваючих завдань передбачало такий характер завдань, під час виконання яких учні постійно використовували методи пізнання хімії, які потребують високого розумового напруження.

Для кращого засвоєння учнями ключовими поняттями теми ми обрали схему викладу навчального матеріалу, оснований на опорних схемах та конспектах. В цих конспектах представлено мінімальний, базовий зміст, який, в міру можливості, схематизовано та структуровано. Таке структурування дає змогу обговорювати властивості різних класів речовин із загальних позицій, що помітно полегшує вивчення матеріалу. Розроблені конспекти коротко коментуються, а можливості їх використання ілюструються далі на конкретних прикладах.

Така схема повторення (або підготовки) – це залежить від дидактичної мети уроку – має, на наш погляд, певні переваги. По-перше, подається головна частина матеріалу, що вивчається, а несуттєві деталі будуть опановуватись в процесі самостійної роботи. По-друге, підготовка проводиться в "активному режимі",

шляхом самостійного виконання досить значної кількості вправ. По-третє, в описанні рішень подано спробу пояснити, як застосовувати наявні опорні, базові знання для виявлення причинно-наслідкових зв'язків, які слід уявляти для успішного виконання завдань.

Завдання пропонувались різного характеру, відповідно відзначені індексами *A*, *B*, *C*. Завдання *A* і *B* спрямовані на перевірку підготовки та формування розумових операцій, частина *C* відповідає поглибленому вивченню предмета.

Завдання **частини А** передбачають вибір однієї відповіді із 4 варіантів. Завдання вважається виконаним вірно, якщо учень правильно вибрав (відзначив) правильну відповідь. Якщо учень відзначив номер неправильної відповіді, вказав 2 або більше відповідей (навіть якщо серед них буде номер правильної відповіді) або не вказав номер відповіді, то завдання вважається невиконаним і за нього виставляється 0 балів.

Частина В включає завдання з короткою відповіддю, вони позначені в роботі *B1*, *B2*, Завдання з короткою відповіддю вважалося виконаним правильно, якщо записано правильну відповідь або одна з можливих форм правильної відповіді, які повинні бути вказані в інструкції до виконання завдання. Завдання з короткою відповіддю дають змогу перевірити оволодіння широким колом найбільш суттєвих елементів змісту теми. Відповідь в цій частині дається:

– у вигляді слова, написаного у відповідному відмінку (назва окисника або відновника, напрямку реакції, назва або властивості речовини тощо);

– послідовності букв, що не має змісту (наприклад, ГВАД, ЖВГА та ін.);

– числа (цифри) або набору цифр, записаних без пробілу (наприклад, 234).

Частина С включає завдання з розгорнутою відповіддю. В цій частині згруповані завдання, які потребують запису розгорнутої відповіді – пояснення суті процесів, будови і властивостей речовин, взаємного впливу атомів у молекулах, обґрунтування умов перебігу реакцій, розв'язку якісних та розрахункових задач. Завдання частини *C* мають різну складність і оцінюються по-різному.

Нижче наведено приклади окремих завдань та логіка мислення учня над їх розв'язанням, що ілюструють обраний нами підхід.

Приклад 5(A4). Розчин натрій гідроксиду взаємодіє з кожною речовиною в ряду:

- 1) FeO, Cu, H₂O, Zn(OH)₂;
- 2) SiO₂, KNO₃, Cl₂, Al(OH)₃;
- 3) CuO, Cu, HCl, Al(OH)₃;
- 4) SiO₂, Al, HNO₃, Zn(OH)₂.

(Учень) Роблю поетапний аналіз завдання.

1. Ключові слова: "натрій гідроксид", "луг", "хімічні властивості лугів".

2. Базові (опорні) поняття:

- Хімічні властивості лугів: луги реагують з:
- кислотними оксидами (оксидами неметалів);
- кислотами;
- солями (якщо випадає осад);
- амфотерним оксидом і гідроксидом.

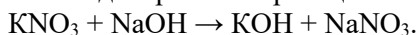
3. Роблю проміжний висновок з базового поняття – слід визначити класи речовин кожному ряді:

- класи неорганічних речовин: метали, неметали, основні оксиди (оксиди металів), основи, солі, кислотні оксиди (оксиди неметалів або оксиди металів з високим значенням ступеня окиснення), кислоти, амфотерні оксиди і гідроксиди.

4. Аналізую запропоновані варіанти відповідей:

1) FeO – ферум(II) оксид, оксид металу, основний – припиняю міркувати над даним рядком завдання, оскільки оксид металу (основний) з лугами (базове знання!) не реагує.

2) SiO₂ – силіцій(IV) оксид, оксид неметалу, кислотний – можу реагувати з розчином лугу; KNO₃ – калій нітрат, сіль, може реагувати з розчином лугу, якщо випадає осад. Для прийняття рішення складаю рівняння реакції:



За таблицею розчинності перевіряю – обидва продукти реакції розчинні у воді, отже реакція не відбувається. Припиняю роботу над даним рядком відповідей.

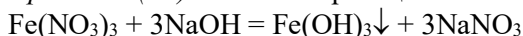
3) CuO – купрум(II) оксид, оксид металу, основний –

припиняю роботу над даним рядком, оскільки оксиди металів з лугами не реагують (базові знання).

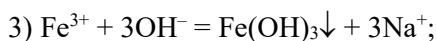
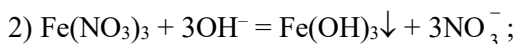
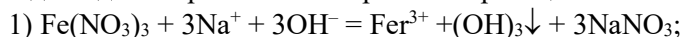
4) SiO_2 – силіцій(IV) оксид, кислотний оксид – реакція можлива; алюміній – амфогенний метал – реакція можлива; HNO_3 – нітратна кислота – реакція можлива; Zn(OH)_2 – цинк гідроксид, амфотерний гідроксид – реакція можлива.

5. Приймаю рішення: правильна відповідь – **A4 = 4.**

Приклад 6(A5). Рівнянню реакції



відповідає скорочене йонне рівняння реакції:



Роблю аналіз завдання.

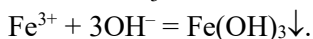
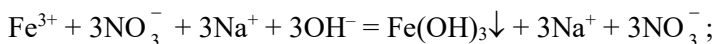
1. Ключові слова: "йонне рівняння реакції".

2. Базові поняття:

- в повному йонному рівнянні реакції повною (молекулярною) формулою записуються осаді, газі, неелектроліти та слабкі електроліти;
- в йонному рівнянні суми зарядів справа і зліва повинні бути рівними.

3.

а) записую йонні рівняння уявної реакції, при цьому враховую базові знання – формулу Fe(OH)_3 записую в повній формі:



б) Знаходжу відповідність між виконаним мною рішенням і варіантами відповідей.

4. Записую відповідь: **A5 = 4.**

Таким чином, стає очевидним, що для успішного проходження поточного опитування, атестації, іспиту у формі тестування вивчення основних питань змісту курсу хімії, а також володіння основним логічними методами пізнання є необхідною умовою. Це означає, що підготовка повинна включати

повторення і обговорення відповідного змісту, а також постійне застосування в процесі навчання ситуацій, в якій учні поставлені перед необхідністю висловлювати власні судження, робити висновки, аналізувати, прогнозувати, пояснювати тощо. Основу такої підготовки становить методика аналізу змісту запитань, виявлення ключових слів та базових знань з різних розділів (тем) курсу хімії. Підготовка у формі виконання змішаних завдань (що містять запитання з різних розділів курсу) уявляється такою, що не досягає своєї мети – формуванню системи прийомів мислення, універсальних для будь-якої розумової діяльності.

З метою об'єктивного визначення практичної придатності розробленого фонду дидактичних завдань з хімії для інтелектуального розвитку учнів ми спочатку поставили за мету провести їх експертну оцінку. В нашому випадку метод експертної оцінки передбачав встановлення об'єктивного висновку про розроблені завдання на підставі узагальнення суб'єктивних суджень експертів. Експертиза здійснювалась творчою групою вчителів-методистів м. Тернополя, які протягом декількох років проводять уроки хімії у 8-11-х класах. Аналіз усних оцінок вчителів та результатів опрацювання анкет засвідчив в цілому високий рівень розроблених дидактичних завдань та запроповану нами методику роботи з ними.

Висновок про сформованість інтелектуальних вмінь учнів робився на основі спостережень за їх активністю на уроках, зацікавленням предметом, бесідами з учнями в позаурочний час та на основі відгуків вчителів-предметників про навчальну активність та результативність учнів. На підставі узагальнення одержаних якісних даних ми дійшли висновку про те, що дійсно, використання розробленого нами фонду розвиваючих дидактичних завдань сприяє розумовому розвитку учнів за загальному зростанню їх навчальної успішності. Встановлено, що розвиваючі завдання з хімії слугують розв'язанню пізнавальних завдань та забезпечують розвиток учнів, якщо в них використовуються прийоми і методи логічного мислення: порівняння, аналіз і синтез, абстрагування й узагальнення, індукція і дедукція, аналогія.

Список літератури

1. Безверха В.Є Педагогічні умови використання в школі тестового контролю знань учнів / В.Є. Безверха // Педагогіка і психологія. 1997. №1. С. 53 – 59 с.
2. Буринська Н.М. Методика викладання хімії (теоретичні основи) / Н.М. Буринська – К.: Вища школа, 1987. 255 с.
3. www.mon.gov.ua

УДК 582.394 (477)

**ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ЛИСТОВИКА
СКОЛОПЕДРОВОГО (*ASPLENIUM SCOLOPENDRIUM* L.)
НА ТЕРИТОРІЇ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Яворівський Р.Л.¹, Шевчук Д. Б.¹, Безсмертна О.О.^{2,3}

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

³Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуща»
E-mail: forik-botan@i.ua

Листовик сколопендровий (*Asplenium scolopendrium* L.) відповідно до сучасної системи Папоротеподібних належить до родини Аспленієві (*Aspleniaceae*), порядку Багатоніжкові (*Polypodiales*) та класу Багатоніжкові (*Polypodopsida*) [3]. Це голарктичний вид, який поширений в Атлантичній, Середній та Східній Європі, Середземномор'ї, на Кавказі, а також у Північній Америці. На території України місцезнаходження виду зафіксовані у Карпатах, а також на Поліссі, Західному Лісостепу та у Криму [4, 5].

Природні популяції *A. scolopendrium* виявлено у 8 областях України, а саме у Чернівецькій, Хмельницькій, Тернопільській, Закарпатській, Львівській, Івано-Франківській, Житомирській та на території Автономної Республіки Крим [4, 5]. Досліджуваний вид на території низки областей занесений до переліків регіонально рідкісних видів флори, зокрема, це стосується і Тернопільської області [4]. Аналіз особливостей поширення видів, котрі тяжіють до монтанних умов зростання на рівнині є особливо актуальним у площині глобальних змін клімату.

Метою наших досліджень слугував аналіз особливостей

поширення *A. scolopendrium* на території Тернопільської області. Для досягнення поставленої мети було опрацьовано літературні джерела, гербарні матеріали та здійснено власні польові дослідження.

Зокрема, було проаналізовано локальні (гербарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (акронім TERN)) та загальноукраїнські гербарні колекції: гербарій Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (Національний гербарій України) (KW), гербарій Львівського національного університету ім. Івана Франка (LW), гербарій державного природознавчого музею НАН України, м. Львів (LWS), гербарій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (KWHU) та інші.

Матеріалом для ценотичного аналізу, з метою подальшого опрацювання та інтерпретації даних, були геоботанічні описи, виконані за методикою J. Braun-Blanquet за відсотковою шкалою проєктивного покриття [1].

За результатами опрацювання гербарних колекцій та літературних відомостей на території Тернопільської області нами зафіксовано вісім місцезростань *A. scolopendrium*. Авторами особисто була здійснена ревізія усіх місцезнаходжень. Нижче подаємо перелік цих місцезнаходжень (відповідно до попереднього адміністративного поділу):

1. Бучацький район, село Скоморохи;
2. Бучацький район, село Стінка, берег р. Дністер;
3. Гусятинський район, село Крутилів;
4. Заліщицький район, між селами Вікно і Червоногради;
5. Заліщицький район, село Блищанка (Касперівський ландшафтний заказник);
6. Заліщицький район, село Монастирок (ліс Більче);
7. Кременецький район, село Веселівка;
8. місто Кременець (Дівочі скелі).

За результатами ревізії виявлені нами популяції знаходяться на обривистих кам'янистих схилах з достатнім зволоженням, у ярах на окремих брилах каміння, а також на окремих кам'янистих відслоненнях під пологом лісу. Виявлені угруповання *Asplenium scolopendrium* характеризуються проєктивним покриттям трав'яного ярусу в середньому 50–60 %

(від 40 % до 100 %, зі значною участю мохів), чагарникового та деревного ярусів – близько 70 %. Всього у складі асоціацій виявлено 100 видів судинних рослин (11 деревних, 9 – чагарників та 80 видів трав'яних рослин) та низка видів лишайників і мохів. Проективне покриття *Asplenium scolopendrium* у трав'яному ярусі не перевищує 60 %.

Авторами також виконано геоботанічні описи на рівнинній частині України, а саме на території Тернопільської області. Описи було опрацьовано в програмі Turboweg. Подальшу роботу по класифікації бази даних із 27 описів було здійснено в програмі Juse. При ідентифікації синтаксонів було використано синтаксономічні схеми іноземних та вітчизняних геоботаніків. Синтаксономічні особливості встановлювалися на основі власних польових досліджень та літературних відомостей [2].

У підсумку на основі проведених досліджень нами розроблено синтаксономічну схему рослинних угруповань з участю виду *Asplenium scolopendrium* на рівнинній частині України у вигляді ієрархічної системи синтаксонів, які віднесені до двох класів (*Asplenetea trichomanis* та *Carpino-Fagetea*), двох союзів, двох порядків та двох асоціацій.

Отже, листовик сколопендровий (*Asplenium scolopendrium* L.) – регіонально рідкісний вид флори Тернопільської області. На досліджуваній території нами зафіксовано 8 місцезнаходжень виду, проаналізовано його фітоценотичні особливості, розроблена синтаксономічна схема ценотичної приуроченості виду та встановлено, що виявлені популяції приурочені до кам'янистих біотопів і потребують подальшого системного моніторингу.

Список літератури

1. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Grundzuge der Vegetations-Kunde. Berlin, 1928. 330 s.
2. Dubyna D. V., Dziuba T. P., Iemelianova S. M., Bagrikova N. O., Borysova O. V., Borsukevych L. M., Vynokurov D. S., Gapon S. V., Gapon Yu. V., Davydov D. A., Dvoretzkyi T. V., Didukh Ya. P., Zhmud O. I., Kozyr M. S., Konishchuk V. V., Kuzemko A. A., Pashkevych N. A., Ryff L. E., Solomakha V. A., Felbaba-Klushyna L. M., Fitsailo T. V.,

- Chorna H. A., Chorney I. I., Shelyag-Sosonko Yu. R., Iakushenko D. M. 2019. Prodrôme of the Vegetation of Ukraine. Eds D. V. Dubyna, T. P. Dziuba. Kyiv : Naukova Dumka, 782 p.
3. Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist. Kiev, 1999. 345 s.
 4. Вашека О. В., Безсмертна О. О. Атлас папоротей флори України : монографія. Київ : Паливода А. В., 2012. 160 с.
 5. Безсмертна О. О., Перегрим М. М., Вашека О. В. Рід *Asplenium* L. (*Aspleniaceae*) у природній флорі України. *Український ботанічний журнал*. 2012. № 69 (4). С. 544–558.

УДК 378:37.01:51

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО ПАРТНЕРСЬКОЇ ВЗАЄМОДІЇ З УЧНЯМИ

Яворська В.М., Барна Л.С.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: bachykvika@gmail.com, barna@chem-bio.com.ua

Однією з важливих ідей реформи Нової української школи є реалізація партнерської взаємодії усіх учасників освітнього процесу. Зважаючи на те, що цьогоріч реформа НУШ почала реалізовуватись на базовому рівні закладів загальної середньої освіти, ця проблема для вчителів природничих дисциплін є актуальною [2].

У статті 52 закону України про освіту зазначено «учасниками освітнього процесу є: здобувачі освіти; педагогічні, науково-педагогічні та наукові працівники; батьки здобувачів освіти; інші особи, передбачені спеціальними законами ...» [1].

Орієнтація на партнерську взаємодію має глибоке коріння в національній педагогічній традиції. Свідченням цьому є думка Василя Сухомлинського, що виховання особистості необхідно здійснювати через тріаду «школа – сім'я - громадськість».

Реалізація такого підходу базується на гуманістичній спрямованості освіти, яка передбачає максимальне врахування

можливостей кожної конкретної людини, сприяння її самореалізації та розвитку, повагу до особистості, доброзичливе, позитивне, довірливе ставлення, взаємодію, взаємоповагу, рівність, добровільність, розділене лідерство [3].

Партнерська взаємодія учасників освітнього процесу потребує використання у викладанні нових підходів, які переносять акцент не на накопичення знань, а на формування технологій розумової праці, критичного, творчого мислення учнів.

Інтерактивні технології навчання належать до педагогічних технологій, побудованих на основі гуманізації й демократизації педагогічних відносин, активізації діяльності учнів та ефективності організації та управління процесом навчання. Впровадження інтерактивних методів у навчальний процес закладів загальної середньої освіти дає змогу докорінно змінити ставлення до об'єкта навчання, перетворивши його на суб'єкт. Учень стає співавтором уроку, лекції, семінарського заняття тощо.

Сутність інтерактивного навчання полягає в тому, що навчальний процес відбувається за умов постійної, активної взаємодії усіх учнів. Це співнавчання, взаємонавчання (колективне, групове, навчання у співпраці), де учень і вчитель є рівнозначними суб'єктами навчання. Перевагою інтерактивного навчання є наявність діалогу між учнями та вчителем, можливість моделювати життєві ситуації, використовувати рольові ігри, спільно вирішувати проблеми, ситуативні завдання..

Інтерактивне навчання сприяє формуванню критичного мислення учнів, навчає їх здійснювати пошук інформації та використовувати їх в конкретних ситуаціях, розуміти і аналізувати сутність речей, приймати виважені рішення.

На нашу думку, ефективним видом партнерської взаємодії учасників освітнього процесу окрім інтерактивних технологій, є проектна діяльність учнів. Цей вид діяльності, можна успішно використовувати на уроках з природничих дисциплін. Прикладом міжпредметного проекту з біології і фізики може бути проект «Зазирни у власне око», з біології, фізики та хімії «Екологічні проблеми теплоенергетики та теплокористування», «Унікальні фізичні властивості води», «Зелені» технології».

Оскільки батьки учнів є повноцінними учасниками освітнього процесу, на нашу думку, доцільно залучати їх до підготовки та проведення позакласних, виховних заходів.

Партнерська взаємодія учасників освітнього процесу вимагає не лише зміни методик навчання, а й нових ролей педагога:

- роль фасилітатора (від англ. facilitate – полегшувати, сприяти), той, хто підтримує дитину в її навчальній діяльності через педагогічну взаємодію;
- роль тьютора (від англ. tutor — учитель), той, хто індивідуально працює з дитиною – виявляє освітні запити, проектує освітню діяльність, організує рефлексію, проектує подальше навчання.

З метою підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін до партнерської взаємодії учасників освітнього процесу, на нашу думку, необхідно:

- на лабораторно-практичних заняттях з фахових методик та під час навчальної та виробничої педагогічних практик надавати особливі уваги питанням використання інтерактивних технологій навчання, проектної діяльності учнів;
- розширювати знання студентів про нові ролі вчителя в сучасних умовах шляхом неформальної освіти (участі у вебінарах, семінарах, майстер-класах).

Список літератури

1. Закон про освіту «Про повну загальну освіту». Електронний ресурс. URL: <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/03/Zakon-pro-povnu-zagalnu-serednyu-osvitu.pdf> . Дата звернення 05.10.2022 р.
2. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи / за заг. ред. М. Грищенка. Київ: 34 с.
3. Мельник О. М. Партнерство в дії. Пілотна модель партнерства у НУШ. Управління школою. 2019. № 19–21. С. 2–12.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Матеріали

**ТЕРНОПІЛЬСЬКІ БІОЛОГІЧНІ
ЧИТАННЯ —**

TERNOPIL BIOSCIENCE – 2022

Міжнародна науково-практична конференція

(4–5 листопада 2022 р., м. Тернопіль)

Макет і комп'ютерна верстка: В.О.Хоменчук

Підписано до друку 14.10. 2022 р.
Формат 60x 84/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний 70 г/м². Друк електрографічний.
Умов.-друк. арк. 9,88. Обл.-вид. арк 8,48.
Тираж 300 примірників. Замовлення № 04/20/1-26.