

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ НАН УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗООЛОГІЇ ІМ. І.І. ШМАЛЬГАУЗЕНА НАН УКРАЇНИ
ГІДРОЕКОЛОГІЧНЕ ТОВАРИСТВО УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКЕ НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ПАРАЗИТОЛОГІВ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА

БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – 2024

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

За матеріалами

XV Всеукраїнської науково-практичної конференції

від 08-09 жовтня 2024 р.

Житомир – 2024

*Рекомендовано до друку вченою радою
Житомирського державного університету імені Івана Франка
(протокол №20 від 25 жовтня 2024 року)*

Рецензенти:

Заблоцька Ольга – доктор пед. наук, професор, завідувачка кафедри технологій медичної діагностики, реабілітації та здоров'я людини Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради.

Богдан Олександр – кандидат мед. наук, голова Житомирської обласної організації, віце-президент Товариства Червоного Хреста України.

Бордюг Наталія – доктор пед. наук, професор, директор Комунального закладу позашкільної освіти «Обласний еколого-натуралістичний центр» Житомирської обласної ради.

Біологічні дослідження – 2024: Збірник наукових праць. – Житомир: 2024. – 158 с.

У збірнику представлено нові результати теоретичних, прикладних та науково-методичних досліджень провідних вчених з різних аспектів біології. Це видання розраховане на студентів, аспірантів, викладачів, вчителів та науковців.

Редакційна колегія:

Киричук Галина Євгенівна – ректор ЖДУ імені Івана Франка, д. б. н., проф.;

Боцян Тетяна Вікторівна – проректор з наукової і міжнародної роботи ЖДУ імені Івана Франка, к.е.н., доц.;

Корнійчук Наталія Миколаївна – проректор з навчальної роботи ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., доц.;

Афанасьєв Сергій Олександрович – директор Інституту гідробіології НАН України, д.б.н., проф.;

Харченко Віталій Олександрович – директор Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, д.б.н., с.н.с.;

Юришинець Володимир Іванович – заступник директора Інституту гідробіології НАН України з наукової роботи, д.б.н., с.н.с.;

Аністратенко Віталій Вячеславович – заступник директора Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, д.б.н., проф.;

Корнюшин Вадим Васильович – гол.н.с. відділу паразитології Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, д.б.н., проф.;

Грубінко Василь Васильович – завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного університету імені Володимира Гнатюка, д.б.н., проф.;

Крот Юрій Григорович – в.о. завідувача відділом екологічної фізіології гідробіонтів та біотехнології Інституту гідробіології НАН України, пр.н.с., к.б.н., ст.н.с.;

Романенко Олександр Вікторович – завідувач кафедри біології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, академік НАН України, д.б.н., проф.;

Кутек Тамара Борисівна – декан факультету фізичного виховання і спорту, д.фіз.вих., проф.

Романюк Руслана Костянтинівна – декан природничого факультету ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., д.пед.н., доц.;

Гарбар Олександр Васильович – завідувач кафедри екології та географії ЖДУ імені Івана Франка, д.б.н., проф.;

Константиненко Людмила Анатоліївна – завідувач кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., доц.;

Павлюченко Олеся Вікторівна – завідувач кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., доц.;

Гарлінська Алла Миколаївна – завідувач кафедри медико-біологічних дисциплін ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., доц.;

Грищук Сергій Миколайович – заступник вик. дир. Благодійної організації «Лікарняна каса Житомирської області», к.м.н., доцент;

Чайка Юлія Юрївна – старший викладач кафедри медико-біологічних дисциплін ЖДУ імені Івана Франка;

Оксюга Мирослава Вікторівна – лаборант кафедри медико-біологічних дисциплін ЖДУ імені Івана Франка (секретар конференції).

Матеріали друкуються в авторській редакції. За достовірність фактів, власних імен та інші відомості відповідають автори публікацій.

Думка редакції може не збігатися з думкою авторів

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА БОТАНІКА ТА ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

- L.I. Bronnikova, I.L. Domnytska*
THE ROLE OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN GESNERIACEAE
PLANTS AT LOW TEMPERATURES 9
- О.І. Жук*
РІСТ ПАГОНІВ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА
УМОВ ПОСУХИ 11
- Л.Ю. Каменчук, Л.О. Перепелиця*
ЗМІНА ВМІСТУ ХЛОРОФІЛУ В АСИМІЛЯЦІЙНИХ ОРГАНАХ *ARIUM*
GRAVEOLENS L. В УМОВАХ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕСУ 13
- Р. Мішустін*
ЛАБУЛЬБЕНІЄВІ ГРИБИ (*LABOULBENIOMYCETES, ASCOMYCOTA*),
ТРОФІЧНО ПОВ'ЯЗАНІ, З ЖУКАМИ РОДИНИ *SARABIDAE* УКРАЇНИ 16
- А.І. Чеканова, Л.О. Перепелиця, Ю.В. Іконнікова*
РОСЛИНИ-АЛЕРГЕНИ В УРБАНОФЛОРИ СЕЛИЩА
НОВОГУЙВИНСЬКЕ 18

СЕКЦІЯ 2. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

- Л.П. Горальський, Н.О. Макачук, І.М. Сокульський, В.С. Дмитрук*
ОСОБЛИВОСТІ ГІСТО- ТА ЦИТОАРХІТЕКТОНІКИ СПИННОГО
МОЗКУ СТАВКОВОЇ ЖАБИ (*RANA LESSONAE, L. 1882*) 21
- Л.П. Горальський, В.Ю. Медведева, І.М. Сокульський, Н.Л. Колеснік*
ГІСТО- ТА ЦИТОАРХІТЕКТОНІКА СПИННОГО МОЗКУ ЯЩІРКИ
ПРУДКОЇ – *LACERTA AGILIS AXIGUA, L. 1758* 23
- Л. П. Горальський, А. Філіпова, Н. Л. Колеснік, О. В. Павлюченко*
ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ СПИННОГО МОЗКУ КОРОПА
ЛУСКАТОГО (*CYPRINUS CARPIO, L. 1758*) 26
- А.П. Стадниченко, Ю.В. Іконнікова*
ОЧІКУВАНЕ МАЙБУТНЄ *ACROLOXUS LACUSTRIS* (*MOLLUSCA,*
GASTROPODA) ГІДРОМЕРЕЖІ УКРАЇНИ ЗА БЕЗВІДВОРОТНОГО
ПРОГРЕСУЮЧОГО ЗРОСТАННЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ 29
- С.А. Столярчук, Д.В. Бондарук, А.О. Шама, С.Ю. Шевчук*
ЛОРИКАТНІ ТА КОМІРЦЕВІ ГЕТЕРОТРОФНІ ДЖГУТИКОВІ 32

СЕКЦІЯ 3. ГІДРОБІОЛОГІЯ

- Ю.М. Воліков*
ОЦІНКА ЕКОЛОГО-САНИТАРНОГО СТАНУ РІЧКИ КРАСИЛІВКА
(БРОВАРСЬКИЙ Р-Н, КИЇВСЬКА ОБЛ) ЗА ПОКАЗНИКАМИ
УГРУПОВАНЬ МАКРОЗООБЕНТОСУ 35

Г.Є. Григор'єва, О.А. Давидов СТРУКТУРНІ КОМПОНЕНТИ ФІТОЕПІФІТОНУ ТУРНА ANGUSTIFOLIA L. В ПІЗНЬООСІННІЙ ПЕРІОД ОЗЕРА ВЕРБНЕ (УКРАЇНА)	37
О.А. Давидов, Г.Є. Григор'єва ІНДИКАТОРНІ ЕКОЛОГО-САНИТАРНІ ПОКАЗНИКИ МІКРОФІТОБЕНТОСУ РІЧКОВОЇ ДІЛЯНКИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (УКРАЇНА)	38
А.А. Зимарова, Т.І. Якусевич РОЛЬ ГІДРОБІОНТІВ В АКУМУЛЯЦІЇ ТА МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ В ЕКОСИСТЕМАХ ВОДОЙМ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ	40
А.А. Силаєва, О.І. Цибульський ОСОБЛИВОСТІ УГРУПОВАННЯ ЕПІФІТОНУ, АСОЦІЙОВАНОГО З ЗАРОСТЯМИ STRATIOTES ALOIDES	42
О.О. Protasov, I.O. Morozovska, S.P. Rogalsky TO THE DEVELOPMENT OF EXPERT EVALUATION OF THE EFFECT OF ANTIFOULING COATINGS IN EXPERIMENT AND PRACTICE IN WATER SUPPLY	44

СЕКЦІЯ 4. МІКРОБІОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ

S. V. Buriachenko DETERMINATION OF VARIATIONS IN NEURAMINIDASE (NA), HEMAGGLUTININ (HA) AND NUCLEOPROTEIN (NP) GENES OF AVIAN INFLUENZA STRAINS H1N1 AND H7N9	48
Д.В. Зінчук, І.Ю. Вронська, В.А. Губарик, В.Г. Буняк, О.Д. Масловська, С.Я. Комплікевич, С.О. Гнатуш ВЛАСТИВОСТІ БАКТЕРІЙ, ВИДІЛЕНИХ З ЕНДОСФЕРИ SOLOBANTHUS QUITENSIS (О. КІНГ-ДЖОРДЖ, МОРСЬКА АНТАРКТИКА)	50
І.О. Першко РЕКОМЕНДАЦІЇ EUCAST В РОБОТІ ЛАБОРАНТА МЕДИЦИНИ	52
Є.В. Старосила БАКТЕРІОПЛАНКТОН ТРАНСКОРДОННОЇ ДІЛЯНКИ ДНІСТРА: СТРУКТУРА, ДИНАМІКА ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ	56

СЕКЦІЯ 5. СТІЙКІСТЬ ТА РОЗВИТОК ЕКОСИСТЕМ

А.А. Зимарова, Р.В. Боровик, О.П. Мельник ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ	59
М.О. Квітко, Т.Ю. Лихолат, О.А. Лихолат, Д.В. Мисливець, Ю. В. Лихолат БІОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДЕРЕВНИХ	

*НАСАДЖЕНЬ ГУРІВСЬКОГО ЛІСОВОГО МАСИВУ СТЕПОВОЇ ЗОНИ
УКРАЇНИ* 61

СЕКЦІЯ 6. АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

- А.А. Гурина, А.А. Гулицька*
9 ЧИ 10 ЦІКАВИХ ФАКТІВ ПРО СКЕЛЕТ 64
- Т.В. Король, І.Ю. Гнатчук, С.В. Бичкова, Л.В. Бачинська, Сербин Л.В.*
АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНІ ПОКАЗНИКИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО
ТРЕМОРУ КИСТІ СТУДЕНТОК ПЕРЕД МОДУЛЬНИМ КОНТРОЛЕМ 66
- І.С. Лупайна, Ю.Ю. Чайка, Т.С. Волинець, Т.В. Шевчук*
СТАН ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я МОЛОДІ В УМОВАХ ВІЙНИ 68

СЕКЦІЯ 7. БІОХІМІЯ ТА МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

- І.С. Горбенко, А.В. Котинський*
ОЦІНЮВАННЯ КАРБОНАТНОЇ АКТИВНОСТІ У
РОСЛИННОГО БІЛКА ATRIPLEX SAGITTATA 70
- Ю.Г. Крот, Т.О. Леонтьєва, О.М. Усенко, Ю.М. Красюк*
ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ У ЗЕЛЕНИХ МІКРОВОДОРОСТЯХ
(CHLOROPHYTA) ПРИ ВИРОЩУВАННІ В ШТУЧНИХ УМОВАХ 72
- І.М. Михейцева, С.Г. Коломійчук, Т.І. Сіроштаненко, Маяр Алобісі,*
Н.В. Сторожук, М.К. Кузнецов
ВПЛИВ МОДУЛЯЦІЇ ЕНДОГЕННОГО СТАНУ СІРКОВОДНЮ НА
АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ В ТКАНИНАХ ОКА
ТВАРИН ПРИ АДРЕНАЛІН-ІНДУКОВАНІЙ ГЛАУКОМІ 74
- Н.А. Тодосійчук*
ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК РОБОТИ З ЛАБОРАТОРНИМ
ОБЛАДНАННЯМ У МАЙБУТНІХ ЛАБОРАНТІВ МЕДИЧНИХ 76

СЕКЦІЯ 8. МЕДИЧНА БІОЛОГІЯ

- А.В. Бичко, О.М. Гурняк*
ПОХІДНІ ПРОЛУ ЯК ПОТЕНЦІЙНІ СКЛАДОВІ У РОЗРОБЦІ
ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ 79
- М.В. Бут, І.О. Погоріла*
ГАРЯЧКА ЗАХІДНОГО НІЛУ 81
- К.А. Коваленко, І.О. Погоріла*
ВИКОРИСТАННЯ CRISPR/CAS9 ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО
АНАЛІЗУ ГЕНІВ TRYPANOSOMA CRUZI 84
- В.О. Погорелова, І.О. Погоріла*
СИНДРОМ МАРФАНА 87
- Є.В. Цвела, О.В. Панчук*
ЛІКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ
ОСОБЛИВОСТІ В УКРАЇНІ ATROPA BELLADONNA L. 91

Р.В. Янко

ВІДМІННОСТІ В КІЛЬКІСНОМУ СКЛАДІ АДИПОЦИТІВ БІЛОЇ ЖИРОВОЇ ТКАНИНИ У ЩУРІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕТАБОЛІЗМУ ПРИ ОЖИРІННІ

93

СЕКЦІЯ 9. КЛІНІЧНА МЕДИЦИНА

М.В. Дудар, І.О. Погоріла

ГАРЯЧКА ДЕНГЕ: ПРИЧИНИ, СИМПТОМИ, ДІАГНОСТИКА, ЛІКУВАННЯ ТА НАСЛІДКИ ЗАХВОРЮВАННЯ

96

С.М. Ковтун-Водяницька, Д.Б. Рахметов, К.В. Костецька

НОВІТНІ АСПЕКТИ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕДУ ТА НАСІННЯ *NIGELLA L. (RANUNCULACEAE)* ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ І ЛІКУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЛЮДИНИ

100

І.А. Пудайло

ПОСТКОВІДНИЙ СИНДРОМ, ЯК АКТУАЛЬНА ПРОБЛЕМА СЬОГОДЕННЯ

103

СЕКЦІЯ 10. БІОТЕХНОЛОГІЯ

П.М. Зубов, О.Л. Зубова

ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ І ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ ЯДРОВІСНИХ КЛІТИН КОРДОВОЇ КРОВІ ЛЮДИНИ ПІСЛЯ КРІОКОНСЕРВУВАННЯ У L-КАРНІТИН-ВМІСНИХ РОЗЧИНАХ ТА ПЕРЕНЕСЕННЯ У ФІЗІОЛОГІЧНІ УМОВИ *IN VITRO*

106

О.Є. Ніпот, Н.А. Єршова, С. М. Федосова, О.О. Чабаненко, С.С. Єршов, Н.М. Шпакова

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПОШКОДЖЕННЯ ЕРИТРОЦИТІВ ЛЮДИНИ ТА КРОЛИКА ПРИ ЇХ ПЕРЕМІЩЕННІ З РОЗЧИНУ КРІОПРОТЕКТОРУ У СОЛЬОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ

109

О.Ю. Чорнобров, О.Ю. Чорнобров

ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ КЛЕНА ГОСТРОЛИСТОГО (*ACER PLATANOIDES L.*) В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

111

СЕКЦІЯ 11. АГРОНОМІЯ

П.П. Пухтасевич, К.П. Кукол, Н.І. Довбаи, І.І. Клименко

ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ ТА РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ВМІСТ МІДІ В РОСЛИНАХ СОЇ

113

Д.Б. Рахметов, К.В. Костецька, С.М. Ковтун-Водяницька, С.О. Рахметова, Р.С. Грищук

ВПЛИВ БОРОШНА З МАКУХИ РИЖІЮ ТА ГІРЧИЦІ НА ЯКІСТЬ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

115

С.П. Рогальський, О.В. Булко, О.П. Тарасюк, Л.Г. Льошина

СТИМУЛЮЮЧИЙ ВПЛИВ СОЛІ УНДЕЦЕНОВОЇ КИСЛОТИ НА РОСТОВІ ПАРАМЕТРИ ПРОРОСТКІВ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ

117

СЕКЦІЯ 12. ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

- О.М. Василенко, І.В. Хом'як, В.Ю. Кравчук**
СОЦІОЕКОЛОГІЧНІ ЗМІНИ СПРИЧИНЕНІ ПРИПИНЕННЯМ
ВИРОБНИЦТВА БЮДЖЕТОУТВОРЮЮЧИХ КОМПАНІЙ СЕЛИЩА
ДРУЖБА КОРОСТЕНСЬКОГО РАЙОНУ 121
- В.І. Дорохов**
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ НІТРОГЕНО- ТА
СУЛЬФУРОВМІСНИХ ДОБРИВ 122
- С.Ю. Остапчук**
ТРАНСПОРТНИЙ ШУМ І ЙОГО ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я 125
- О. Ошуркевич-Панківська, Ю. Панківський**
ОЦІНКА РЕКРЕАЦІЙНОЇ МІСТКОСТІ ПРИРОДО-ЗАПОВІДНИХ
ТЕРИТОРІЙ АДМІНІСТРАТИВНИХ РАЙОНІВ ІВАНО-
ФРАНКІВЩИНИ 127
- О.О. Пасічна, Л.О. Горбатюк, М.О. Платонов, О.О. Годлевська,
Гриньова А.С.**
ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ СИНТЕТИЧНИМИ ПОВЕРХНЕВО-
АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ ВОДОЙМ НАЦІОНАЛЬНОГО
ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ГОЛОСІЇВСЬКИЙ» (УКРАЇНА) 131
- Рогальський С.П., Бодачівська Л.Ю., Джуґа О.В., Тарасюк О.П.,
Мошинець О.В.**
ДОСЛІДЖЕННЯ БІОДЕСТРУКТИВНОСТІ ТА ЕКОТОКСИЧНОСТІ
НОВОГО ПЛАСТИФІКАТОРА ДЛЯ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ НА
ОСНОВІ ТРЕТИННОГО АМІДУ ЛАУРИНОВОЇ КИСЛОТИ 133

СЕКЦІЯ 13. БІОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА

- М.С. Новицька**
ВИХОВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ І КУЛЬТУРИ 136
- А.М. Соловйова, Д.А. Гарбар**
ПРОВЕДЕННЯ ВИХОВНИХ ЗАХОДІВ ЕКОЛОГО-
ПРОФОРІЄНТАЦІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ
ОСВІТИ 137

СЕКЦІЯ 14. МЕДИКО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ

- Ю. Ю. Чайка, І. С. Лупайна, Н. М. Корнійчук, С. М. Гришук**
ФАРМАКОЛОГІЧНА КОРЕКЦІЯ ВІДНОВЛЕННЯ СПОРТИВНОЇ
ПРАЦЕЗДАТНОСТІ 140

СЕКЦІЯ 15. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН БІОЛОГІЧНОГО ЦИКЛУ

- Г.О. Гаврилюк-Скиба**
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ

<i>КОМПЕТЕНТНОСТІ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФІЗИЧНИХ ТЕРАПЕВТІВ</i>	144
О.М. Гурняк, А.В. Бичко <i>РОЛЬ СТУДЕНТСЬКОГО НАУКОВОГО ГУРТКА У ФОРМУВАННІ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ</i>	146
Д.С. Міроседі, Л.А. Константиненко <i>ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОНЛАЙН ТЕСТУВАННЯ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ</i>	149
В.К. Трушковський, С.Ю. Шевчук <i>ДО ПИТАННЯ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ З БІОЛОГІЇ В УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ (НА ПРИКЛАДІ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ ТА ПОШИРЕННЯ ЛЕЛЕКИ БІЛОГО)</i>	153

СЕКЦІЯ 1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА БОТАНІКА ТА ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

UDK 581.132

THE ROLE OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN GESNERIACEAE PLANTS AT LOW TEMPERATURES

Bronnikova L.I.^{1,2}, Domnytska I.L.¹

¹Oles Honchar Dnipro National University, 72 Nauky Avenue, Dnipro, 49010, Ukraine

²Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, 31/17 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

Adaptation of plants to various, including stressful, environmental conditions is one of the central problems of modern theoretical and practical biology. The analysis of structural and metabolic changes occurring in cells during and as a result of adaptation contributes to the understanding of the ways and nature of the evolutionary process. Global climate change, increasing anthropogenic pressure on the biosphere, accompanied by a decrease in the agroecological reliability of crop production, is of particular importance to this issue [1]. Low temperatures are among the most common stressors that cause damaging effects on the plant organism. This is especially true for tropical species. The survival of plants in such conditions is determined by their ability to low-temperature hardening, which results in increased resistance to low temperatures.

The mechanisms of low-temperature resistance formation differ significantly between different plant species, including the *Gesneriaceae* family. Gesneriaceae is a large family of dicotyledonous plants. These are perennial grasses, vines, shrubs, and small trees, many species of which have been actively used in landscaping in recent years [3, 4]. We have not found any data in the literature on the variability of chlorophyll content in the leaves of individual species and varieties of Gesneriaceae when kept at low positive temperatures. Therefore, an initial examination of two species of *Streptocarpus* Lindl. and two species of *Primulina* Hance for chlorophyll content in summer was carried out in order to compare them with those in autumn. It was found that the chlorophyll content of *Primulina* leaves is on average almost 3 times higher than that of *Streptocarpus*.

The metabolism of carbon is generally dependent on the activity of photosynthesis, which in turn is related to the pigment content. The key role is played by chlorophylls a and b and their combined quantitative effect. We studied the a+b parameter in tobacco plants. Chlorophylls a and b are molecules responsible for converting light energy into chemical energy. These pigments are in the ratio (a:b) 3:1. The peculiarity of the pigments' structure is that chlorophyll a has a methyl group in the porphyrin ring, and chlorophyll b has an aldehyde group. Chlorophyll a plays a key role, and chlorophyll b plays an auxiliary role, contributing to the expansion of the spectrum of absorbed light. It is clear that these pigments serve the reactions of the submolecular level. It is this level of activity, in our opinion, that should contribute to a significant amount of variability in the a+b parameters. This

determines the universality of the photosynthesis process. The analysis of the a+b parameter in tobacco plants revealed significant variability both within and between genotypes. Thus, the difference between the genotypes was in the range of 1 to 2,3 times. In terms of absolute value, no differences between experimental and control genotypes were observed.

The preservation of photosynthesis at low positive temperatures is an important factor in cold hardening and subsequent plant survival at low temperatures. It is believed that in cold-sensitive plants, it is photosynthesis that is suppressed in the first place. In cold-tolerant plants, the photosynthetic rate at temperatures around 0°C significantly exceeds the respiratory rate, which leads to the accumulation of large amounts of sugars in their cells [2, 6, 7]. Sugars are the main source of energy and a precursor for the synthesis of substances with a protective effect, which occurs during the hardening period at low positive temperatures. Provision of sugars to all organs and tissues of the plant is a very important condition for successful hardening of this plant to hypothermia.

References

1. Косаківська І.В., Голов'янюк І.В. Адаптація рослин: біосинтез та функції стресових білків. Український фітоценологічний збірник. Київ, 2006, сер.С., вип..24, С.3 – 17.

2. Коршиков І.І., Сушинська Н.І. Сезонна динаміка вмісту фотосинтетичних пігментів у строкатолистя форм *Berberis thunbergii* DC. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету, серія Біологія, 2019, 3(77), С.59 – 64.

3. Домницька І.Л., Колекція родини *Gesneriaceae* Dumort. у ботанічному саду Дніпровського національного університету. Інтродукція рослин, 2010, 1, С.66- 72.

4. Колісник Х.М., Грицак Л.Р., Дроби к Н.М. Вплив кліматичних умов на вміст та співвідношення фотосинтетичних пігментів у рослин роду *Carlina* L. Фізіологія рослин і генетика, 2024, 56(2), С.166 – 177 <https://doi.org/10.15407/frg2024.02.166>

5. Романенко К.О., Бабенко Л.М. Косаківська І.В. Вплив короткотривалих температурних стресів і помірної ґрунтової помухи на пігментний комплекс пшениці, спельти і жита. Фізіологія рослин і генетика, 2023, 55(6), 528 – 538 <https://doi.org/10.15407/frg2023.06.528>

6. Ogutcen E., Durand K., Wolowski M., Clavijo L. Chemical basis of frontal color signals in Gesneriaceae: the effect of alternative anthocian pathways. *Frontiers in Plant Science*, 2020, II, 604389, <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.604389>

7. Harborne J.B., Comparative biochemistry of flavonoids – II.: 3 – desoxyanthocyanins and their systematic. Distribution in ferns and gesnerads. *Phytochemistry*, 5(4), 1966, P.585 – 600 [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)83637-7](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)83637-7)

РІСТ ПАГОНІВ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ ПОСУХИ

О.І. Жук

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, вул. Васильківська 31/17, м. Київ, 03022, Україна

Аридизація клімату спричиняє тривалі сильні посухи в Україні та світі, що призводить до зменшення зборів зерна пшениці. Пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) відзначається високою продуктивністю, що сприяло розширенню її посівів. Однак дефіцит води і високі температури повітря у період активного росту рослин гальмують збільшення розмірів стебла, листків, репродуктивних органів, що обумовлює зменшення продуктивності рослин. Створення сортів пшениці з підвищеною стійкістю до умов посухи ґрунтується на дослідженнях геному пшениці. Встановлено, що його частини, які пов'язані з витривалістю до умов посухи знаходяться у А і В геномах, зокрема, у 2В, 3А, 4А, 4В, 7А і 7В хромосомах [1]. Гени, які контролюють вміст води у тканинах листків і довжину пагона локалізовані у хромосомі 2А. Масу зерна, кількість зернівок у колосі, масу колоса визначають гени, які знаходяться у хромосомах 1В, 2В, 3В, 5В, 7В, 7А, а висоту рослин гени, що знаходяться у хромосомі 6А. До генетично обумовлених ознак відносять скручування листків у пшениці, яке зменшує втрати води рослинами від продихової транспірації.

Показано, що дія посухи здатна спричинити епігенетичні зміни у хроматині, гістонах і ДНК, які дозволяють рослинам адаптуватись до стресових умов шляхом активації антиоксидантних систем, стабілізації фотосинтезу, осмотичної регуляції [2]. Дослідження впливу посухи на ріст рослин пшениці та їх врожайність у сучасних сортів залишається актуальною проблемою біологічної та аграрної науки.

Нами встановлено, що ґрунтова посуха у фазу колосіння-цвітіння пшениці м'якої озимої призводила до зниження продуктивності окремих рослин у більшості досліджених сортів [3, 4, 5, 6]. Метою даної роботи було вивчення впливу умов посухи на ріст пагонів та врожайність озимої пшениці у посіві.

Об'єктами досліджень були сорти пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої лісостепового екотипу Чигиринка, Джамала, Софія Київська, Даринка Київська (оригінатор Інститут фізіології рослин у генетики НАН України). Дрібноділянкові досліди проводили в умовах Київської області у 2023 році. Ґрунт сірий лісовий. Мінеральне живлення складало $N_{125} P_{125} K_{125}$ і вносилося у вигляді добрива нітроамофоски частинами під час посіву насіння та як підживлення весною у фазі куціння. Розмір облікової ділянки складав $1,9 \text{ м}^2$. У фазі формування зерна у рік досліджень відзначено природну посуху з високими температурами повітря. Після дозрівання рослин проводили аналіз

структури врожаю. Результати статистично оброблені за допомогою програми Microsoft Excel.

Встановлено, що умови посухи спричиняли відставання росту пагонів у довжину. Найзначніше гальмувався ріст бічних пагонів. Припинення росту бічних пагонів призвело до зменшення їх довжини на 20-30 % порівняно з головним пагоном. Сорти Джамала і Даринка Київська відзначались значнішою чутливістю до умов посухи порівняно з сортами Чигиринка і Софія Київська.

Ріст пагона за рахунок збільшення підколосового міжвузля тривав до завершення фази формування зернівки. Зростання площі листової поверхні рослин пшениці відбувалось до завершення фази колосіння-цвітіння, після чого відзначалось її зменшення. До фази молочно-воскової стиглості зерна у вивчених нами сортів озимої пшениці функціональними залишались лише прапорцеві листки. Відмирання непродуктивних пагонів відзначено у фазі наливу зерна і прискорювалось в умовах посухи. Дія посухи у фазі колосіння-цвітіння спричинила також зменшення розмірів колоса, кількості колосків у ньому, особливо у бічних пагонів. Маса листків пшениці у природних умовах вирощування збільшувалась до завершення фази виходу у трубку, після настання якої вона зменшувалась. Дефіцит води призводив до прискорення дозрівання рослин пшениці, стимулював процеси реутилізації речовин з листків, міжвузлів, відтоку їх до колоса. Збільшення маси колоса відбувалось до фази молочної стиглості зерна і було найзначнішим у колосі головного пагона. Однак, у всіх досліджених нами сортів умови посухи не спричинили суттєвого зниження виповненості зернівок.

Встановлено, що найвищу продуктивну куцистість у посіві в умовах 2023 року сформував сорт Чигиринка, яка становила у середньому 4 пагони на рослину. Дещо нижчу куцистість виявлено у пшениці сорту Даринка Київська, яка становила 3 пагони на рослину. Сорти пшениці Джамала і Софія Київська сформували по 2-3 пагони на рослину. Виявлено, що найвища зернова продуктивність колоса була у пшениці сорту Чигиринка. Висока озерненість колоса рослин даного сорту відзначена у головному і бічних пагонах. Встановлено, що найбільшу кількість та масу зерен на рослину та кількість зерен на площу посіву утворив сорт пшениці Чигиринка, однак найзначнішу масу зерен на площу посіву утворив сорт пшениці Софія Київська. Однак, маса зерен на площу посіву у пшениці сорту Чигиринка в природних умовах вирощування була меншою порівняно з сортами Джамала, Софія Київська і Даринка Київська. Найбільша кількість зерен на рослину знайдена у пшениці сорту Чигиринка, яка складала у середньому 88 шт., у сортів Джамала і Софія Київська кількість зерен на рослину була у середньому 70 шт., а у сорту Даринка Київська – 63 шт. За зерною продуктивністю на площу посіву найкращим був сорт пшениці Чигиринка, який сформував 18,8 тис. шт. зернівок на 1 м² площі посіву. Сорти пшениці Джамала і Софія Київська утворили по 14,1 тис. шт. зернівок, а сорт Даринка Київська 13,0 тис. шт. зернівок на 1 м² площі посіву. Маса зерен на рослину була найвищою у сорту Чигиринка і складала 3,8 г. Близькою до нього маса зерен на рослину виявлена у сорту

Софія Київська, яка становила 3,6 г і у сорту Даринка Київська – 3,4 г. Найменша маса зерен на рослину була у сорту Джамала, яка склала у середньому 2,9 г. Найвища маса зерен на 1 м² площі посіву виявлена у пшениці сорту Софія Київська, яка становила 714,6 г, децю нижча – у сорту Даринка Київська – 669,1 г, ще нижча у сорту Джамала – 569,8 г і найнижча – у сорту Чигиринка – 495,5 г.

Найбільша маса 1000 зернівок була у пшениці сортів Софія Київська і Даринка Київська і становила близько 52 г. Маса 1000 зерен у пшениці сорту Чигиринка складала 46,2 г, а сорту Джамала – 42,0 г. Кількість повноцінних зернівок у досліджуваних сортів перевищувала 80 % у розрахунку на загальну кількість зібраного зерна. Найвищу кількість повноцінного зерна сформували у посіві сорти Чигиринка і Даринка Київська, яка становила відповідно 89,3 і 88,0 %. Кількість повноцінних зернівок у пшениці сортів Софія Київська і Джамала складала відповідно 86,6 і 84,2 %.

Отже, пригнічення росту елементів пагона у пшениці озимої відносять до головних причин зменшення врожайності рослин у посіві. Сучасні сорти пшениці озимої здатні до адаптації і стабілізації продуктивності рослин у несприятливих умовах навколишнього середовища, що відбувається за рахунок перерозподілу ресурсів у рослині для формування повноцінних зернівок за рахунок зменшення їх кількості. Вдосконалення сучасних сортів пшениці м'якої озимої відбувається за рахунок залучення до їх геному генетичного матеріалу інших видів пшениці та злаків.

Література

1. Raveena B.R., Bharty R., Chaundhary N. Drought resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.). A review. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2019. Vol.8 (9). P.1780-1792. doi: 10.20546/ijcmas.2019.809.206.

2. Sun Ch., Ali K., Yan K., Fiaz S., Dormatey, R., Bi,Z., Bai J. Exploration of epigenetics for improvement of drought and other stress resistance in crops :a revive. *Plants.* 2021. Vol. 10. P.2-16. doi: 10.3390/plants 10061226.

3. Zhuk O.I. Reproductive ability of common winter wheat plants under drought. *Factors in experimental evolution of organisms.* 2019. Vol.24. P.86-91. doi: 10.7124/FEEO.v24.1084 [In Ukrainian].

4. Zhuk O.I Potential productivity realization of common winter wheat plants under drought. *Factors in experimental evolution of organisms.* 2020. Vol. 27. P.77-82. doi: 10.7124/FEEO.v27.1306. [In Ukrainian]

5. Zhuk O.I., Stasik O.O. Growth and productivity of wheat plants under drought in the critical phase ontogenesis. *Factors in experimental evolution of organisms.* 2021. Vol. 29. P.35-40. doi: 10.7124/FEEO.v29.1403 [In Ukrainian]

6. Zhuk O.I., Stasik O.O. Winter wheat productivity formation under water deficit in soil. *Factors in experimental evolution of organisms.* 2022. Vol.31. P.49-54. doi:10.7124/FEEO.v.31.1483. [In Ukrainian].

ЗМІНА ВМІСТУ ХЛОРОФІЛУ В АСИМІЛЯЦІЙНИХ ОРГАНАХ *APIUM GRAVEOLENS* L. В УМОВАХ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕСУ
Л.Ю. Каменчук¹, Л.О. Перепелиця²

^{1,2}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

Селера (*Apium graveolens* L.) є важливою листовою овочевою культурою родини *Ariaceae*, яка активно культивується в усьому світі завдяки наявності в ній цінних поживних та лікувальних речовин. Це холододлюбива культура, 15-20° С - оптимальні умови для росту і розвитку *A. graveolens*. Проте підвищення середньої глобальної температури на 1,52 - 2° С вище кліматичної норми та незначною кількістю опадів не сприяла розвитку рослин. Високотемпературний та водний стреси зумовлюють складні зміни в молекулярних та біохімічних механізмах рослин. Порушується фотосинтетична активність рослин, суттєво знижується вміст хлорофілу та пригнічується активність фотосинтетичних ферментів у рослин, що призводить до зменшення продуктивності фотосинтезу [1]. Тому дослідження фотосинтетичної функціональності *A. graveolens* за умов високотемпературного стресу та регуляція цього процесу є актуальним вирішенням проблеми зниження врожайності рослин.

З метою підвищення стійкості рослин до стресових умов у агропромисловому виробництві широко використовуються біопрепарати, які сприяють адаптації рослин до високотемпературного та водного стресу та підтримують їх продуктивність. Біостимулятори та антистресанти від компанії «VTU Biotech company», мають значний потенціал для покращення стану рослин. Ці препарати містять природні активні речовини, що допомагають рослинам адаптуватися до несприятливих умов, зменшують втрати води, підтримують синтез білків теплового шоку, а також стимулюють антиоксидантну активність.

Об'єктом дослідження слугували сорт кореневої селери Діамант (*Apium graveolens* var. *rapaceum* (Mill.) Gaud.) та сорт Танго черешкової селери *A. graveolens* L. var. *Dulce* (Mill.) Gaud.

Предмет дослідження – визначення вмісту хлорофілів *a* та *b* в різних сортах селери вітчизняної та зарубіжної селекції, в умовах високотемпературного стресу з використанням біопрепаратів з метою покращення якості продукції та збільшення врожайності.

Мета роботи – дослідження ефективності біопрепаратів від компанії «VTU Biotech company» для підвищення адаптивності фотосинтетичного апарату селери до стресових умов вирощування.

Матеріали та методи дослідження. Вміст фотосинтетичних пігментів хлорофілу *a* та *b* у рослинному матеріалі визначали спектрофотометрично за методикою Мусієнка М.М. [2]. Згідно методики для лабораторних аналізів відбиралися листки *A. graveolens*, вирощених в умовах відкритого ґрунту, у фазу формування коренеплодів та зрілого формування розетки у черешкової селери.

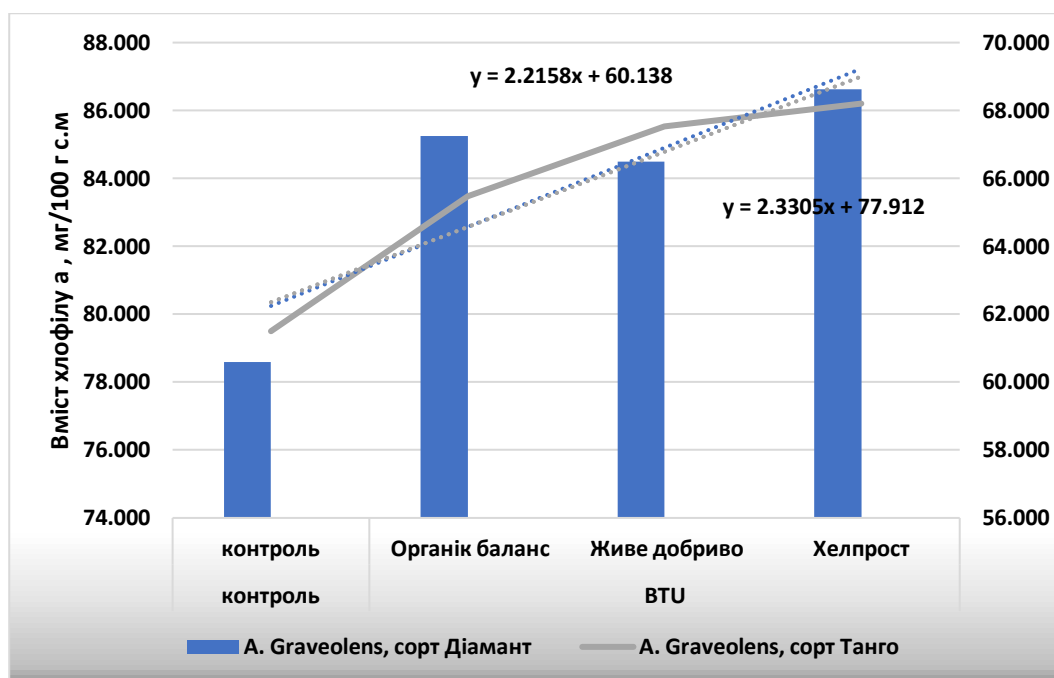


Рис. Вміст хлорофілу *a* в листках *Apium graveolens*, мг/100 г сирової маси

У результаті досліджень у контрольних рослин кореневої та черешкової селери, вирощених у польових умовах за умов високотемпературного стресу виявлено низький вміст хлорофілу *a* та *b*. Для кореневої селери сорт Діамант ці показники менші на 9,2 та 12,3% та для черешкової сорт Танго - 16,5 та 15,6%. порівняно з рослинами, вирощених в умовах нормального водного та температурного режиму. У всіх варіантах впливу біопрепаратів на вміст хлорофілу *a* було отримано значне підвищення значень даного показника для кореневої та черешкової селери в межах 8-19,5% та 6,5-18% відповідно. Найефективніше спрацював на обох сортах препарат Хелпрост, який крім стимулюючого впливу має ще й фунгіцидні властивості, що забезпечило вирощення стійких до хвороб рослин.

Використання в наших дослідженнях збалансованих біологічних препаратів Органік баланс, Живе добриво а Хелпрост, сертифікованих в органічному землеробстві, вказує на високу ефективність їх використання для підвищення якості та продуктивності кореневої селери, сорт Діамант (*Apium graveolens* var. *rapaceum* (Mill.) Gaud.) та черешкової селери, сорт Танго *A. graveolens* L. var. *Dulce* (Mill.) Gaud.

Література

1. Дубицький О. Фотохімічна активність хлоропластів листків озимої пшениці за різних умов. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна.* 2007. Вип. 43. С. 233-240.
2. Мусієнко М. М., Паршикова Т.В. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології біохімії та екології рослин. К. : Фотосоціоцентр. 2001. 200 с.

ЛАБУЛЬБЕНІЄВІ ГРИБИ (LABOULBENIOMYCETES, ASCOMYCOTA), ТРОФІЧНО ПОВ'ЯЗАНІ, З ЖУКАМИ РОДИНИ CARABIDAE УКРАЇНИ
P. Мішустін

Херсонський державний університет, вул. Шевченка, 14, м. Івано-Франківськ, Україна.

Лабульбенієві гриби (Laboulbeniomycetes, Ascomycota), це клас грибів, існування яких нерозривно пов'язане, в основному, з комахами (Insecta) і значно рідше з іншими членистоногими (Arachnida, Myriapoda) [7]. Серед цих грибів є, як комменсали, так і типові паразити, але останні не належать до летально-патогенних грибів комах. Дослідження, які були проведені в останні роки, показують, що лабульбенієві гриби можуть бути успішно використані, як індикатори змін екологічного стану біотопів (Kaishian, 2021). Але проведенню подібних досліджень в Україні заважає повна відсутність первинних даних щодо цієї групи грибів. Єдина публікація про ці гриби була видана в Україні понад 150 років тому і торкалася лише одного виду цих грибів [8].

Систематичні дослідження видового складу лабульбенієвих грибів України було проведено у 2021-2024 роках [2, 3, 4, 5]. Аналіз іноземних літературних даних дозволив виявити інформацію про 22 види лабульбенієвих грибів, знайдених в Україні до 2021 року [1, 2, 8]. Експедиційна робота та перегляд фондових ентомологічних колекцій музеїв та університетів, а також приватних ентомологічних колекцій дозволили знайти 127 видів лабульбенієвих грибів з 38 родів, 3 родин, 2 порядків. З них нові для території України – 107 видів, 29 родів, 2 родини, 1 порядок. Один вид, новий для науки [2, 3, 4, 5]. Аналіз даних дозволяє припустити, що найбільш зручними для застосування в рамках методик екологічного моніторингу будуть види, пов'язані з жуками родини Carabidae.

Трофічно пов'язаними з жуками родини Carabidae є 43 види лабульбенієвих грибів: *Eucantharomyces stammeri*, *Laboulbenia argutoris*, *L. asperata*, *L. benjaminii*, *L. calathi*, *L. clivinalis*, *L. coneglianensis*, *L. curtipes*, *L. egens*, *L. elaphri*, *L. elaphricola*, *L. eubradycelli*, *L. fasciculata*, *L. flagellata*, *L. giardii*, *L. hyalopoda*, *L. inflata*, *L. lecoareri*, *L. leisti*, *L. luxurians*, *L. metableti*, *L. murmanica*, *L. nana*, *L. notiophili*, *L. ophoni*, *L. pasquetii*, *L. pedicellata*, *L. polystichi*, *L. proliferans*, *L. pseudomasei*, *L. rougetii*, *L. slackensis*, *L. stenolophi*, *L. thaxteri*, *L. uncinata*, *L. vulgaris*, *Misgomyces dyschirii*, *Rhachomyces tenenbaumii*, *R. lasiophorus*, *R. canariensis*, *R. insolitus*, *R. lasiophorus*, *R. lavagnei*.

Лабульбенієві гриби виявлено на 89 видах жуків з родини Carabidae: *Acupalpus luteatus*, *A. elegans*, *Acupalpus flavicollis*, *A. maculatus*, *Agonum lugens*, *A. piceum*, *A. emarginatum*, *Anchomenus dorsalis*, *Anthracus consputus*, *Aptinus bombardia*, *Asaphidion flavipes*, *Atranus ruficollis*, *Badister bipustulatus*, *B. unipustulatus*, *B. collaris*, *B. bullatus*, *Bembidion articulatum*, *B. assimile*, *B. azurescens*, *B. dentellum*, *B. genei ssp illigeri*, *B. lampros*, *B. modestum*, *B. punctulatum*, *B. semipunctatum*, *B. tetracolum*, *B. varium*, *Brachinus explodens*, *Br.*

psophia, *Bradycellus caucasicus*, *Br. harpalinus*, *Calathus melanocephalus*, *Chlaenius spoliatus*, *Chl. kindermanni*, *Chl. tristis*, *Chl. aeneocephalus*, *Chl. festivus*, *Chl. vestitus*, *Chl. tristis*, *Clivina fossor*, *Cl. collaris*, *Demetrias monostigma*, *D. imperialis*, *Dicheirotichus discicollis*, *Dromius linearis*, *Dyschirius salinus*, *D. globosus*, *D. apicalis*, *Elaphrus cupreus*, *E. aureus*, *Harpalus distinguendus*, *H. affinis*, *H. smaragdinus*, *Leistus ferrugineus*, *Limodromus assimilis*, *Microlestes minutulus*, *M. plagiatus*, *Notiophilus rufipes*, *N. palustris*, *Omophron limbatum*, *Ophonus puncticollis*, *Oxypselaphus obscurus*, *Paradromius linearis*, *Parophonus hirsutulus*, *P. assimilis*, *P. excavatus*, *P. atrorufus*, *Philorhizus notatus*, *Pogonistes rufoaeneus*, *Pogonus iridipennis*, *P. punctulatus*, *P. transfuga*, *Polistichus connexus*, *Pterostichus strenuus*, *Stenolophus teutonius*, *St. discophorus*, *St. skrimshiranus*, *St. pumicatus*, *Syntomus pallipes*, *S. obscuroguttatus*, *Tachys bistriatus*, *T. centriustatus*, *T. scutellaris*, *Tachyta nana*, *Tachyura diabrachys*, *Thalassophilus longicornis*, *Trechoblemus micros*, *Trechus quadristriatus*.

Лимепамура

1. Kaishian P.J., (2021): – Insects and their Laboulbeniales (Ascomycota, Fungi) of Lake Eustis and Emerald Marsh Conservation Area: A case study on urbanization and diversity. *Ecology and Evolution* 11(2), DOI: 10.1002/ece3.8246 LicenseCC BY 4.0.

2. Mishustin R., Darmostuk V., Khodosovtsev A. (2022): – First overview of Laboulbeniomycetes (Ascomycota) from Ukraine with new records for the country. *Czech Mycology* 74 (2): 123–139. <https://doi.org/10.33585/cmy.74202>

3. Mishustin R., Khodosovtsev A. (2022): – New records of Laboulbeniales (Ascomycota) from Ukraine. *Folia Cryptogamica Estonica* 59: 53–60. <https://doi.org/10.12697/fce.2022.59.09> .

4. Mishustin R., Khodosovtsev A. (2023): – More Laboulbeniales (Ascomycota) from Ukraine. *Czech Mycology* 75 (1): 1–14. <https://doi.org/10.33585/cmy.75101>.

5. Mishustin R., Khodosovtsev A., Rossi W., (2024): – New species and new records of Laboulbeniales (Ascomycota) from countries surrounding the Black Sea. *Cryptogamie, Mycologie*. in print.

6. Rossi W., Christian E., (2020): – Laboulbeniales (Ascomycota) from Austria and neighbouring areas. – *Sydowia* 72: 149–161. DOI: <https://doi.org/10.12905/0380.sydowia72-2020-0149>

7. Santamaria, S., Pedersen, J., (2021): – Laboulbeniomycetes (Fungi, Ascomycota) of Denmark. *European Journal of Taxonomy* 781: 1–425. <https://doi.org/10.5852/ejt.2021.781.1583>

8. Сорокин Н., (1871): – *Микологичесkiye ocherki* [Mycological essay]. – *Trudy Obshchestva Ispytatelei Prirody pri Imperatorskom Khar'kovskom Universitete* 3(2): 1–51

**РОСЛИНИ-АЛЕРГЕНИ В УРБАНОФЛОРИ
СЕЛИЩА НОВОГУЙВИНСЬКЕ**

А.І. Чеканова¹, Л.О. Перепелиця², Ю.В. Іконнікова³

^{1,2,3}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

В умовах сучасних урбанізованих поселень існує велика кількість рослин, які викликають алергічні реакції у людей [1]. Це явище має широке розповсюдження серед жителів, що пов'язано з наявністю різноманітних видів рослин-алергенів, що ростуть на вулицях, у садах, парках та інших зелених зонах [2]. Одним із таких населених пунктів є селище Новогуївинське. У цій статті розглянемо основні рослини-алергени, які впливають на здоров'я його мешканців, їх біологічні властивості, а також методи боротьби та профілактики алергічних реакцій.

Використовували такі методи дослідження: польові ботанічні спостереження – виїзд на місцевість (селище Новогуївинське) для ідентифікації та збору зразків рослин; моніторинг – систематичне спостереження за сезонним розподілом і концентрацією пилку в повітрі; оцінка видового різноманіття – аналіз урбанофлори на предмет поширення рослин, що викликають алергію. Це включає визначення кількості видів рослин і їхній вплив на екосистему.

Об'єктами дослідження слугували такі рослини: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Ambrosia trifida* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Prunus cerasus* L., *Prunus armeniaca* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Taraxacum officinale* L., *Populus pyramidalis* Rozier., *Solidago canadensis*.

Предмети дослідження: ареал поширення рослин-алергенів в урбанофлорі селища Новогуївинське.

Згідно з дослідженнями, на сезонну алергію страждає близько 20 % населення планети [3]. Рослини-алергени, такі як амброзія, кульбаба, борщівник та інші, є однією з головних причин виникнення алергічного риніту та полінозу. У селищі Новогуївинське проведені ботанічні спостереження показали, що серед рослин, які поширені на цій території, значна кількість є потенційними алергенами (рис.1). Це створює необхідність досліджувати їхній вплив на здоров'я населення та розробляти ефективні методи боротьби з розвитком та поширенням рослин-алергенів.

Основні види рослин-алергенів селища Новогуївинське. Під час польових досліджень та опитування місцевих жителів було визначено кілька основних видів рослин, що викликають алергію (табл.1). До них належать:

- Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – один із найнебезпечніших алергенів. Її пилок може викликати серйозні алергічні реакції навіть у невеликій концентрації. Польові дослідження вказали на те, що найбільш поширеними рослинами-алергенами є амброзія полинолиста 22 % та амброзія трироздільна 29 %.



Рис. 1. Найпоширеніші рослинні алергени селища Новогуйвинське

- Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) – викликає сезонні алергії під час свого цвітіння.

- Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg) – може спричиняти алергічні реакції під час масового цвітіння.

- Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) – містить токсичні речовини, які можуть викликати не лише алергію, а й хімічні опіки.

Ці рослини мають різні механізми впливу на організм людини, але всі вони можуть спричиняти алергічні реакції у вигляді риніту, чхання, слезотечі, свербіж та навіть астматичних нападів. Було проведено опитування серед мешканців селища Новогуйвинське Житомирської області. Серед 50 опитуваних людей було отримано такі результати: 80 % не мають алергію на амброзію, 15 % – страждають на алергію та 5 % не знають чи наявна алергія. Значний відсоток людей не дооцінюють шкодочинність пилку *Ambrosia artemisiifolia* L. – 70 % відповіло що амброзія не поширена та не завдає шкоди здоров'ю, 20 % – що рослина дуже поширена і небезпечна. І 10 % не знають про вплив і поширення бур'яну. Отже більшість населення не обізнані з шкідливим впливом, тому наражаються на небезпеку [4].

Одним із найпоширеніших і найбільш небезпечних рослин-алергенів у селищі є амброзія полинолиста. Вона займає 49 % території селища. Це однорічна трав'яниста рослина з потужною кореневою системою та здатністю продукувати велику кількість пилку, що є основним алергеном. Амброзія здатна до швидкого розповсюдження, її пилок може переноситися вітром на великі відстані, що робить боротьбу з нею надзвичайно складною [5].

Запропоновано використання різноманітних методів боротьби та профілактики алергічних реакцій. Серед них: механічні методи – регулярне скошування рослин до їхнього цвітіння; хімічні методи – застосування

гербицидів для знищення бур'янів; біологічні методи – застосування біогербицидів для знищення бур'янів; та профілактичні заходи – носіння масок та окулярів під час високої концентрації пилку в повітрі, встановлення фільтрів у приміщеннях, уникання виходу на вулицю під час активного цвітіння рослин.

Висновок. Проблема рослин-алергенів у селищі Новогуївинське потребує ретельного моніторингу та контролю. Необхідно активно впроваджувати профілактичні заходи для зниження ризику виникнення алергій серед місцевого населення, зокрема шляхом боротьби з амброзією та іншими рослинами-алергенами.

Література

1. Дитятковська Є. М., Гогунська І. В., Дитятковський В. О. Алергічний риніт. Епідеміологія, патогенез, діагностика, лікування. Київ : Вістка, 2014. 207 с.
2. Губарь Л. М. Урбанofлори східної частини Малого Полісся (на прикладі Острога, Нетішина, Славути та Шепетівки) : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 2006. 25 с.
3. Вуж Т. Є., Мокін В. Б. Аналіз ризику впливу алергенних рослин на здоров'я дітей чи дорослих у населених пунктах на основі просторовохронологічної моделі даних. *Екологічна безпека та природокористування*. 2014. Вип. 16. С. 57–67.
4. Краснов В. П., Орлов О. О., Ведмідь М. М. Атлас рослин-індикаторів і типів лісорослинних умов Українського Полісся. Новоград-Волинський Видавництво «НОВОГрад», 2009. 488 с.
5. Солоненко В. І., Ватаманюк О. В. Явище амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.) як проблема загальнодержавного рівня: загрози, тенденції, наслідки. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С. 187–204.

СЕКЦІЯ 2. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

УДК 591.4/545.45.6

ОСОБЛИВОСТІ ГІСТО- ТА ЦИТОАРХІТЕКТОНІКИ СПИННОГО МОЗКУ СТАВКОВОЇ ЖАБИ (*RANA LESSONAE*, L. 1882)

Л.П. Горальський¹, Н.О. Макачук¹, І.М. Сокульський², В.С. Дмитрук¹

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

²Поліський національний університет, бульвар Старий, 7, Житомир, 10008, Україна

Багатофакторний антропогенний вплив (хімічне та теплове забруднення, гідробудівництво, браконьєрство тощо) неминуче тягне за собою деградацію водних та біологічних ресурсів [1, 2]. Найважливішим гістофізіологічним маркером стану організму та його реакції на екологічний фон є стан внутрішніх органів, які виконують безліч різноманітних функцій: інтегруючих, метаболічних, у тому числі детоксикаційних, репродуктивних тощо [3].

Результатом інтеграції є нервова система, яка забезпечує регуляцію роботи всіх органів і систем та функціональний взаємозв'язок між цими системами. Важливою функцією нервової системи є забезпечення взаємодії між організмом і зовнішнім середовищем [4, 5]. В даному фізіологічному процесі важлива роль належить спинному мозку [6].

Саме тому, метою нашої роботи було з'ясувати закономірності структурної організації спинного мозку ставкової жаби на макро- та мікроскопічному рівнях.

Під час проведення експериментальних досліджень дотримувались міжнародних вимог Закону України № 3447 – IV від 21.02.06 р. «Про захист тварин від жорсткого поводження» і узгоджувалися з основними принципами «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986, декларації «Про гуманне ставлення до тварин» (Гельсінкі, 2000) і Національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» (Київ, 2001) [7].

В роботі використовувались анатомічні, гістологічні, нейрогістологічні та морфометричні методи дослідження. Основою анатомічної методики було звичайне препарування, яке дозволило отримати необхідну ділянку спинного мозку для вивчення їх мікроструктури та морфометричних показників на тканинному та клітинному рівнях [8].

У жаб будова спинного мозку на поперечному зрізі має овальну форму. Дорсальна серединна борозна та вентральна серединна щілина сильно виражені. Серединна щілина розділяє спинний мозок на дві півкулі: праву та ліву. Центральний спинномозковий канал знаходиться у центрі мозку та має вертикально видовжену форму.

Дорсальні роги спинного мозку у жаб набувають чіткої структури, вони широкі та півкруглої форми. Латеральні роги не виражені. Вентральні роги у жаб широкі, у них знаходяться нервові клітини, які формують ядра різних ділянок.

Цитоструктура дорсальних рогів сірої речовини спинного мозку представлена, в основному, поодинокими малими нейронами та ядрами гліальних клітин.

У ділянці латеральних рогів, слабо виражені, розташовані поодинокі малі та середні мультиполярні нервові клітини.

Нейроцити малих розмірів, які мають переважно округлу, веретеноподібну форми поодинокі розміщені по всій площі сірої речовини. Біля них міститься значна кількість гліальних клітин. Малі клітини за формою та об'ємом нагадують гліоцити, і тому їх навіть важко диференціювати в полі зору мікроскопа. Найбільша кількість гліальних клітин зосереджена біля центрального каналу, далі від нього до периферії кількість таких клітин значно зменшується.

За імпрегнації гістопрепаратів азотнокислим сріблом виявлено густу щільну сітку нервових волокон, які формують сіткоподібну структуру, між якими знаходиться велика кількість гліальних клітин.

Середні за розміром нервові клітини у сірій речовині спинного мозку знаходяться поодинокі. Такі клітини овальної та округлої форми із чітко оконтурованими ядрами, які у більшості, розташовані в центрі перикаріону.

Вентральні роги сірої речовини спинного мозку жаби, мають округлу форму. У них часто виявляються незначні скупчення великих за розміром нервових клітин, які мають видовжену та багатогранну форми з чітко вираженими відростками. Такі нервові клітини, а саме їх скупчення, формують ядра клітин вентрального рогу латеральної зони.

У медіальній зоні сірої речовини спинного мозку жаби, домінують середні нервові клітини, інколи там виявляються поодинокі великі за розміром нейроцити. У центральній ділянці вентрального рогу трапляються, у більшості випадків, малі нервові клітин, округлої та овальної форми. Великі за розміром нервові клітини вентральних рогів спинного мозку жаби мають в основному, округлої форми ядра, які знаходяться у центрі клітини або ж ексцентрично.

Таким чином гісто- та цитоархітектоніка спинного мозку жаби має особливості його будови та характеризуються різною цитопопуляцією нервових клітин, які відрізняються розмірами, формою, щільністю розташування тощо, характерною до даного виду пойкилотермних тварин.

Література

1. Клименко М. О., Гроховська Ю. Р. Порівняльна характеристика результатів оцінки якості води за гідрохімічними показниками та водною рослинністю. *Вісник РДТУ*. 2001. Вип. 3(10). С. 15–22.

2. Статник І. І. Оцінка екологічного стану та розробка природоохоронних заходів для басейну річки Горинь : дис. канд. с.-г. наук: 03.00.16. Рівне:

Український держ. ун-т водного господарства та природокористування, 2003. 229 с.

3. Steinel N. C., Bolnick D. I. Melanomacrophage Centers As a Histological Indicator of Immune Function in Fish and Other Poikilotherms. *Frontiers in immunology*. 2017. 8, 827. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00827>

4. Garman R. H. Histology of the central nervous system. *Toxicologic pathology*. 2011, 39(1), P. 22–35.

5. Horalskyi L. P., Kolesnik N. L., Sokulskiy I. M., Tsekhmistrenko S. I., Dunaievskaya O. F., Goralska I. Y. Morphology of spinal ganglia of different segmentary levels in the domestic dog. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2020. V. 11(4). P. 501–505.

6. Walker S. E., Echeverri K. Spinal cord regeneration - the origins of progenitor cells for functional rebuilding. *Current opinion in genetics & development*. 2022, 75, 101917.

7. Law of Ukraine No. 249 “On The procedure for carrying out experiments and experiments on animals by scientific institutions”. (2012, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>.

8. Горальський Л.П., Хомич В.Т., Кононський О.І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології : навч. посіб. Житомир : Полісся, 2019. 288 с.

УДК 619.26/546.48.4

ГІСТО- ТА ЦИТОАРХІТЕКТОНІКА СПИННОГО МОЗКУ ЯЩІРКИ ПРУДКОЇ – *LACERTA AGILIS AXIGUA*, L. 1758

Л.П. Горальський¹, В.Ю. Медведєва¹, І.М. Сокульський², Н.Л. Колеснік²

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

²Поліський національний університет, бульвар Старий, 7, Житомир, 10008, Україна

При вирішенні багатьох наукових питань екології, біології, медицини тварин пріоритетними вважатимуться напрями, що досліджують структуру комплексів організму та його видову особливість у процесі філогенезу [1, 2]. Для популяційної екології та біології особливий інтерес становлять широкоареальні види, представлені великою різноманітністю внутрішньовидових груп [3].

У процесі філогенетичного розвитку тваринного світу, здатність організмів сприймати подразнення із навколишнього середовища та реагувати на них відповідною реакцією, зумовило розвиток нервової системи у тварин [4].

Нервова система організму сформувалася в процесі еволюції як механізм, який забезпечує ефективне пристосування функцій усіх інших органів та систем до змін зовнішнього середовища, інтегрує їх в єдине ціле та формує

цілеспрямовану поведінку [5]. Пластичність нервової системи є однією із універсальних її властивостей, що забезпечує пристосування організму до мінливих умов середовища [6]. В основі підтримки динамічної рівноваги між навколишнім середовищем та організмом лежить взаємодія спадковості, середовища та природного відбору, обумовлюючих виникнення чисельного різноманіття варіацій у прояві фізіологічних, біохімічних, морфологічних ознак [7].

Разом з тим, дослідження структурно-функціональних перетворень органів нервової системи у процесі їх історичного розвитку дає можливість пізнати механізми пластичності нервової системи [8]. Саме тому, метою нашої роботи було з'ясувати закономірності структурної організації спинного мозку ящірки прудкої (*Lacerta Agilis Axigua*, L. 1758).

Об'єктом дослідження слугував спинний мозок ящірки прудкої. Відповідно до поставлених завдань для дослідження гістоморфології спинного мозку були проведені дослідження, які ґрунтувалися на використанні комплексу анатомічних, нейрогістологічних, гістологічних досліджень [9].

При проведенні наукових досліджень дотримувалися основних правил належної лабораторної практики GLP (1981), положень “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухвалених I Національним конгресом з біоетики (м. Київ, 2001 р.) та вимог до “Правил проведення робіт з використанням експериментальних тварин” [10].

Спинний мозок ящірки на поперечному зрізі має серцеподібну форму, де його основа є вентральною. У центрі спинного мозку знаходиться чітко виражена сіра речовина, яка за формою подібна до такої як поперечний зріз спинного мозку. Центральний спинномозковий канал на поперечному розрізі спинного мозку ромбоподібної форми, його просвіт дещо звужений. Гліальні клітини навколо центрального каналу розміщені дифузно.

Нервові клітини сірої речовини спинного мозку ящірки, у більшості випадків, формують незначні скупчення – ядра відповідних ділянок.

За результатами цитологічних досліджень, нервові клітини мають видовжену форму із ексцентрично розташованим округлим ядром. У більшості ядра нервових клітин, містять одне інтенсивно зафарбоване округле ядро. Біля таких нервових клітин знаходяться поодинокі гліальні клітини.

У вентральних рогах спинного мозку ящірки, домінують скупчення великих мотонейронів, які у більшості розташовані у латеральній зоні. Великі мотонейрони мають переважно видовжену та багатогранну форми з вираженими відростками. Такі клітини формують так звані латеральні, медіальні та центральні групи ядер вентральних рогів спинного мозку.

У окремих ділянках, значно ближче до периферії латерального боку, великі нервові клітини формують клітинні комплекси, які складаються з 3 – 6 нервових клітин. У вентральних рогах також трапляються клітини витягнутої веретеноподібної форми, відростки яких гілкоподібно розгалужені. Ймовірно, такі розгалуження відростків (дендритів), передають нервові імпульси на сусідні спинномозкові сегменти.

Середні нервові клітини, трапляються у всіх ділянках сірої речовини. Вони мають овальну або ж продовгувату (веретеноподібну) форми, у більшості випадків, такі клітини, розміщені дифузно.

Малі, за розміром нервові клітини переважно овальної форми із великими ядрами. Вони розташовані у центральній зоні сірої речовини у вигляді сформованих груп, по 2 – 4 клітини, або ж поодинокі – по всій площі сірої речовини. Там гліальні клітини розміщуються в основному поодинокі.

Латеральні роги у спинному мозку ящірок не виражені. Водночас середні та малі за розміром нервові клітини часто виявляються у латеральних та проміжних зонах сірої речовини цієї ділянки.

Дорсальні роги сірої речовини спинного мозку ящірки, мають видовжену форму. В них знаходяться поодинокі нервові клітини середніх та малих розмірів, які мають округлу та овальну форми. Нижче дорсального рогу трапляються клітини великих розмірів, які мають веретеноподібну форму. Інколи зустрічаються і зірчасті клітини із вираженими відростками. Можливо, такі скупчення нервових клітин у цих ділянках, відповідають ядру власного дорсального рогу, ядру Кларка та інших ядер, які сформовані, у більшості, чітко у сірій речовині ссавців.

Таким чином, дослідженнями гісто- та цитоструктур спинного мозку ящірок, виявлено деякі відмінності будови органа порівняно з тваринами, які знаходяться майже на одному рівні історичного розвитку і які відрізняються руховою активністю – рибами, амфібіями. Такі відмінності характеризуються різною популяцією нейронів сірої речовини на поверхні його поперечного розрізу, їх розмірами, формою, щільністю розміщення нейронів, кількісним перерозподілом різних типів нейронів тощо.

Література

1. Adoutte A., Balavoine G., Lartillot N., Lespinet O., Prud'homme B., de Rosa R. The new animal phylogeny: reliability and implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2000. 97(9). P. 4453–4456.

2. Román-Palacios C., Scholl J. P., Wiens J. J. Evolution of diet across the animal tree of life. *Evolution letters*. 2019. 3(4). P. 339–347.

3. Costa-Pereira R., Moll R. J., Jesmer B. R., Jetz W. Animal tracking moves community ecology: Opportunities and challenges. *The Journal of animal ecology*. 2022. 91(7). P. 1334–1344.

4. Popele R Bosco G. Sophisticated spinal contributions to motor control. *Trends Neurosci*. 2003. V. 26(5), P. 269–276.

5. Sousa, A. M. M., Meyer, K. A., Santpere, G., Gulden, F. O., & Sestan, N. Evolution of the Human Nervous System Function, Structure, and Development. *Cell*. 2017. 170(2). P. 226–247.

6. Grechukha V., Otych D. The influence of neuroplasticity of the nervous system on the development of personality in adolescence. Scientific Journal of National Pedagogical Dragomanov University. Series 12. *Psychological Sciences*. 2020. Issue 11 (55). 2020. P. 48–56.

7. Domínguez-Oliva A., Hernández-Ávalos I., Martínez-Burnes J., Olmos-Hernández A., Verduzco-Mendoza A., Mota-Rojas D. *The Importance of Animal Models in Biomedical Research: Current Insights and Applications. Animals : an open access journal from MDPI*. 2023. 13(7). 1223.

8. Горальський Л. П., Сокульський І. М., Демус Н. В., Колеснік Н. Л. Порівняльно–гісто– та цитологічна характеристика спинного мозку і спинномозкових вузлів шийного і грудного відділів свійського собаки. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжиського*. 2016. Том 18. № 1. (65) Частина 2. С. 26–32.

9. Горальський Л. П., Хомич В. Т., О. І., Кононський. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології : навч. посіб. Житомир : Полісся. 2019. 288 с.

10. Law of Ukraine No. 249 “On The procedure for carrying out experiments and experiments on animals by scientific institutions”. (2012, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>.

УДК 619.2/591.45.4

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ СПИННОГО МОЗКУ КОРОПА ЛУСКАТОГО (CYPRINUS CARPIO, L. 1758)

Л. П. Горальський¹, А. Філіпова¹, Н. Л. Колеснік², О. В. Павлюченко¹

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

²Поліський національний університет, бульвар Старий, 7, Житомир, 10008, Україна

Забезпечення населення повноцінними продуктами аквакультури, можливе тільки за рахунок впровадження у галузь рибництва, сучасних промислових технологій вирощування риби на основі сучасних наукових досягнень [1, 2]. Для оцінки еколого-токсикологічної ситуації, визначення впливу на водні організми різних несприятливих чинників водного середовища, необхідно проводити морфологічні дослідження тих чи інших органів, які першочергово зазнають негативного впливу [3].

Саме тому, надзвичайно актуальними питаннями, які вимагають уваги у науковців – морфологів, є дослідження розвитку, росту та формування параметрів структурних особливостей органів і тканин, які виконують в організмі суттєво важливі функції життєдіяльності живих організмів [4].

При тім є актуальним питанням морфології є дослідження структурно-функціональних особливостей нервової системи, завдяки якій в організмі людини і тварин здійснюються регуляторні, координаційні функції усіх систем організму [5]. У процесі філогенетичного розвитку, нервова система здійснює життєзабезпечення організму: розвиток, ріст, диференціювання клітин і тканин, забезпечує взаємодію між ними [6]. За участю нервової системи відбувається адаптація організму до зміни умов існування тощо [7].

Саме тому, метою досліджень, було з'ясувати морфологію спинного мозку, у кісткових риб родини коропових (*Cyprinidae*).

Під час проведення досліджень дотримувались загальних правил належної лабораторної практики GLP (1981 р.), положень “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухвалених I Національним конгресом з біоетики (м. Київ, 2001 р.). Уся експериментальна частина дослідження була проведена згідно з вимогами міжнародних принципів “Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, які використовують в експерименті та інших наукових цілях” (Страсбург, 1986 р.), “Правилами проведення робіт з використанням експериментальних тварин”, затверджених наказом МОЗ №281 від 1 листопада 2000 р. “Про заходи щодо подальшого удосконалення організаційних форм роботи з використанням експериментальних тварин” та відповідного Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” (№ 3447-IV від 21.02.2006 р., м. Київ) [8].

Матеріалом для досліджень були спинний мозок, від щойно виловленої клінічно здорової прісноводної кісткової риби, класу – короп лускатий (*Cyprinus carpio*, L. 1758).

Вилів риби проводили в літньо-осінній період. Підбір тварин здійснювали із врахуванням віку. У порівняльно-анатомічному ряді використовували статевозрілі тварини. Оцінку статевої зрілості визначали за масою тіла тварини.

Клінічний огляд щойно виловленої риби, оцінку екстер'єрних (зовнішній вигляд, маса тіла тварин) та інтер'єрних (лінійні параметри, абсолютна та відносна маса органа) параметрів, після анатомічного розтину, здійснювали згідно з рекомендаціями іхтіологічних та морфологічних посібників (Horalskyi et al., 2019). Для запобігання негативного впливу стрес-чинників, рибу перед розтином присипляли розчином гіпнодиду (5–10 мл/л).

Для дослідження загальної мікроскопічної будови спинного мозку, стану його структур виготовляли серійні парафінові зрізи з наступним фарбуванням гематоксиліном та еозином і проводили імпрегнацію нервової тканини азотно-кислим сріблом (Horalskyi et al., 2019).

Наші дослідження спинного мозку коропа лускатого свідчать, що його морфологічна архітектоніка, має загальний план будови, але визначається їх місцем у філогенетичному ряді та умовами перебування у зовнішньому середовищі. При тім спинний мозок коропа уздовж всього хребетного стовпа не змінює свого діаметру, в той час як у іншого філогенетичного ряду з більш досконалим рівнем філогенетичного розвитку (свійські птахи, ссавці) спинний мозок має шийне і попереково-крижове потовщення.

Поперечний зріз спинного мозку у коропа, як одного із поширених представників риб, має неправильно-округлу форму. У центрі спинного мозку знаходиться сіра речовина. Вона сформована вузькими дорсальними та більш широкими вентральними рогами. Дорсальні роги сірої речовини спинного мозку мають вертикально видовжену форму. У ділянці дорсальної серединної

перегородки вони щільно прилягають один до одного. Латеральні роги сірої речовини відсутні.

Сіра речовина спинного мозку коропа на поперечному зрізі має форму перевернуту літеру “Т”. Із вентральних рогів у білу речовину спинного мозку галузяться відростки. Вони утворюють сітчасту структуру у вигляді розгалужених гілок.

Нейроцити у сірій речовині знаходяться поодинокі, не формуючи ядер дорсального і вентрального рогу. При тім, найбільше скупчення таких клітин знаходиться у центральній та латеральній ділянках вентральних рогів. У центральній частині, дещо ближче до центрального каналу та, рідше, у латеральній ділянці вентральних рогів спинного мозку виявляються надзвичайно великі поодинокі нервові клітини з чітко вираженими відростками та округлим ядром, яке розміщене ексцентрично.

Поодинокі великі нейроцити трапляються і в латеральних та медіальних ділянках вентральних рогів. Вони мають овальну, видовжену, багатогранну форми із ексцентрично розміщеними ядрами.

При тім, у центральних ділянках, а також по всій площі сірої речовини спинного мозку коропа, поодинокі зустрічаються і середні нейроцити, які мають багатогранну та овальну форми з нечітко вираженими відростками. Малі нейрони у таких ділянках зустрічаються рідше і мають, в більшості, округлу та видовжену форми із великими ядрами.

У дорсальних рогах сірої речовини спинного мозку рідко виявляються лише поодинокі нервові клітини, які мають, в основному, малі розміри з нечіткими розгалуженими відростками.

Отже, еволюція спинного мозку тісно пов’язана із розвитком апарату руху тварин, а саме їх осьового скелету, що проявляється морфологічними особливостями будови спинного мозку, його гісто- та цитоархітектоніки. При тім, спинний мозок коропа вздовж всього хребетного стовпа не змінює свого діаметру, як у тварин з більш досконалим рівнем філогенетичного розвитку (свійські птахи, ссавці), спинний мозок яких, має шийне та попереково-крижове потовщення.

Література

1. Бех В. В. Перспективи селекційно-плеємінної справи у рибництві України. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 9. С. 31–34.

2. Махиборода К. В. Еволюційні процеси формування базових підходів регулювання розвитку ринку органічної аквакультури в глобальній продовольчій системі. *Біоекономіка та аграрний бізнес. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2022. Т. 13. № 4. С. 71–83.

3. Horalskyi L. P., Demus N. V., Sokulskyi I. M., Gutyj B. V., Kolesnik N. L., Pavliuchenko O. V., Horalska I. Y. Species specifics of morphology of the liver of the fishes of the Cyprinidae family. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. 14(2), P. 234–241.

4. Sydorenko, M. Structural organization of the ileum of laboratory animals in normal and in a comparative view aspect. *Reports of Morphology*. 2019. 25(2). P. 72–77.

5. Sokulskyi I. M., Goralskyi L. P., Kolesnik N. L., Dunaievska O. F., Radzikhovsky N. L. Histostructure of the gray matter of the spinal cord in cattle (*Bos Taurus*). *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2021, 4(3), P. 11–15.

6. Goralskyi, L. P., Sokulskyi, I. M., Demus, N. V., & Kolesnik, N. L. Comparative histo- and cytological characteristics of the spinal cord and spinal nodes of the cervical and thoracic regions of a domestic dog. *Scientific Bulletin of the LNUVMBT named after S.Z. Gzhitskyi*. 2016, 18, 1. (65). P. 26–32.

7. Sousa, A. M. M., Meyer, K. A., Santpere, G., Gulden, F. O., & Sestan, N. (2017). Evolution of the Human Nervous System Function, Structure, and Development. *Cell*. 2017. 170(2). P.226–247.

8. Law of Ukraine No. 249 “On The procedure for carrying out experiments and experiments on animals by scientific institutions”. (2012, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>.

УДК 594.3:502:504.7(477.82)

ОЧІКУВАНЕ МАЙБУТНЄ *ACROLOXUS LACUSTRIS* (MOLLUSCA, GASTROPODA) ГІДРОМЕРЕЖІ УКРАЇНИ ЗА БЕЗВІДВОРОТНОГО ПРОГРЕСУЮЧОГО ЗРОСТАННЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

А.П. Стадниченко¹, Ю.В. Іконнікова²

^{1,2}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

Чашечка озерна *Acroloxus lacustris* у гідромережі Європи вперше виявлена, названа (*Patella lacustris*) й описана була К. Ліннеєм (Linnaeus, 1758). Найперші короткі згадки про неї з водойм України належать Е. Ейхвальду [6]. Надалі цього м'якуна відзначено було у низці інших країн Європи [3, 4, 7, 8, 10].

Чашечка озерна має невелику (до 8–9 мм), низеньку, переважно сплюснену черепашку ковпачкоподібної форми, спіральна закрученість якої полягає у своєрідній орієнтації форми її верхівки, яка має вигляд невеличкого приплюснутого різька, оберненого назад і спрямованого вгору і ліворуч. Місцеположення верхівки асиметричне: вона розміщена дещо лівіше від середньої лінії черепашки. Устя останньої овальне, часом – округлоовальне, рідше – округле. Краї його інколи піднесені догори і скеровані назад. Вони м'які, оскільки утворені лише одним конхіоліном. Черепашка ж є тришаровою. Забарвлення горішнього конхіолінового її шару найчастіше світлих тонів (сірувато-жовтого, блідожовтого, рогового, ясносірого, сірого, жовтувато-рогового). Поверхня її вкрита (особливо густо – її верхівка) тоненькими

радіальними і концентричними борозенками, помітними лише за розглядання їх під малим збільшенням мікроскопу. По ній рідко розкидані також вертикальні коротенькі волосинки (0,1–0,3 мм), перпендикулярні щодо поверхні її обертів [9]. Інші шари черепашки – середній фарфоровий (остракум, призматичний, вапняковий) і внутрішній (гіпостракум) – кальцифіковані.

Правозакручене тіло *A. lacustris* складається з голови, ноги й асиметричного нутрянного мішка – тулуба. Останній блюдцеподібної або низькопірамідальної форми, що зумовлене редукцією спіралі черепашки цього м'якуна. Голова й нога його лежать в одній і тій же самій площині, а тулуб знаходиться понад ногою. Голова чашечки на червоному боці її тіла вкрай невиразно відмежована від її ноги. Остання знаходиться на черевній стороні її тіла, представляючи собою більш-менш овальної форми цей м'язовий її орган. Нижня поверхня ноги оснащена плоскою підошвою. Хвилеподібними скороченнями м'язів останньої, непомітними для неозброєного ока, здійснюється рух особин цього молюска по дну або по поверхні водної рослинності. При цьому із шкіри його на субстрат виділяється шар слизу. Нога у чашечки коротка, широка, майже однаково заокруглена як спереду, так і ззаду її. Підошва округла або округло-овальна. Слугує нога цим м'якунам не стільки для переміщення в просторі, скільки для пневматичного присмоктування до місць їх перебування. Голова, нутрянний мішок і нога – це м'яке тіло цього м'якуна. Воно становить собою 25–43 % від загальної його маси.

Шкірно-м'язовий мішок чашечки згори вкритий дуже м'якою, ослизлою шкірою з украй нерівною її поверхнею, вкритою численними зморшками і борознами поміж ними різними за їх висотою й напрямками скерування [11].

Ріст черепашок за дефінітивного органогенезу є наслідком секреції залозистого епітелію його мантиї. Регулюється цей процес гормоном росту, котрий продукується яснозеленими клітинами церебральних гангліїв черепашки озерної [12]. За впливу його у цього м'якуна активується карбоангідраза, що зумовлене вивільнення іонів кальцію з його сполук. Беззаперечно доведено [5], що за впливу цього гормону здійснюється ріст черепашки чашечок у висоту залежно від рівня синтезу зв'язуючого кальцій білка періостракума зовнішнього шару їх мантиї.

Чашечка озерна – стенобіонт, поширений виключно на мілководдях переважно стоячих, значно рідше – слабкопроточних водойм, швидкість течії котрих не перевищує 0,09–0,24 м/сек. Вона – звичайний компонент фітофільних біоценозів, що зумовлене її фітофагією. Кормовий раціон її представлений м'якою водною вищою рослинністю, а також підпавших розкладанню відмерлих м'яких тканин як водоростей, так і вищих водних рослин, а часом і тканин відмерлих тварин.

Піднесення значень показника температурних умов середовища до 31°C зумовлює зростання рівня поглинання кисню чашечкою. Ці м'якуни у травні-червні споживають його на 50 % більше, ніж у вересні-жовтні. Цей же показник у червні на 43 % є більшим порівняно із таким щодо серпня [2]. Цей молюск здатний отримувати кисень ще й іншим способом – через шкірне дихання.

Адаптивна зябра чашечки являє собою листкоподібної форми шкірний виріст, густо пронизаний кровоносними судинами. Розміщена вона над анальним її отвором (трохи вище останнього).

До останньої чверті ХХ-го сторіччя цей молюск був досить широко розповсюдженим й багаточисельним у гідромережі усіх природно-географічних зон України. З початком глобального потепління клімату Землі, яке припало на згаданий вище період, температурні умови у межах їх підпали прогресуючим змінам, зумовленим зростаючим рік від року невідворотним піднесенням рівнів температурних умов на зазначених вище теренах. Наразі територія України представлена чотирма фізико-географічними природними її зонами – Поліською Лісовою, Лісостеповою, Степовою і Карпатським гірським регіоном. Поступове підвищення середньомісячних температур в Україні, що рухається в північно-східному її напрямку, виявилось вкрай небезпечним для низки її гідробіонтів [1]. Частота трапляння чашечки озерної за таких обставин, як і загальна чисельність і щільність поселення її популяцій у межах кожної із згаданих вище зон, є вкрай різними. Дуже малі розміри особин *A. lacustris*, малорухомий (майже повністю сидячий) спосіб її життя не дозволяють їй за значного потепління клімату на освоєних раніше нею теренах мігрувати ні у межах України, ні тим паче на такі поза її межами із сприятливішими для неї умовами температурного режиму водного середовища. Наразі цей м'якун майже відсутній у водоймах Криму у Степовій зоні континентальної України його невеличкі популяції трапляються дуже рідко. У Поліській Лісовій і Лісостеповій зонах, де чашечка озерна була досить багаточисельною до останньої чверті ХХ-го і першої чверті ХХІ-го століть, наразі чисельність її популяцій теж скорочується, але поки що у значно меншій мірі порівняно із південнішими природно-географічними зонами України.

Література

1. Вишневська Н., Ставчук І. Клімат змінюється! Час діяти! Дніпропетровськ : НУО, 2007. 24 с.
2. Wąkowski J. Mięczaki galicyjskie. Lwów : Polskie Tow. Przyrodników im. Kopernika, 1885. 103 p.
3. Berg K., Ockelmann K. W. The respiration of freshwater snail. *Journal of Experimental Biology*. 1959. Vol. 36, № 4. P. 690–708.
4. Clessin S. Molluskenfauna Oesterreich, Ungarns und der Schweiz. Nürnberg : Bauer und Raspe, 1887. 858 p.
5. Dogterom A. A., Van Loenhout H., Van der Schors R. C. The effect of the growth hormone of *Lymnaea stagnalis* on shell calcification. *General and Comparative Endocrinology*. 1979. Vol. 39, № 1. P. 63–68.
6. Eichwald E. Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien in geognostisch-mineralogischer, botanischer und zoologischer Hinsicht. Wilna : Zawadzki, 1830. 256 p.
7. Geyer D. Unsere Land-und Süßwasser-Mollusken. Stuttgart : K.G. Lutz, 1927. 224 p.

8. Grossu A. V. Mollusca (Gastropoda, Pulmonata). Bucuresti : Acad. Rep. Populare Romîne, 1956. 518 p.
9. Hubendick B. Studies on Acroloxus (Moll. Basomm.). *Göteborgs Kungliga Vetenskapsoch Vitterhets-Samhälles Handlingar*. 1962. Vol. 9, № 2. P. 1–68.
10. Locard A. Les coquilles des eaux douces et saumâtres de France. Paris : J.B. Baillière, 1893. 327 p.
11. Moquin-Tandon A. Histoire naturelle des Mollusques Terrestres et fluviatiles de France. Paris : J.B. Baillière, 1855. 644 p.
12. Spronk N., Bolhuis D., Scheerboom et al. Shell formation and calcium deposition in *Lymnaea stagnalis* L. *Heliotis*. 1980. Vol. 10, № 2. P. 181.

УДК 561.24:593.16

ЛОРІКАТНІ ТА КОМІРЦЕВІ ГЕТЕРОТРОФНІ ДЖГУТИКОВІ

С.А. Столярчук¹, Д.В. Бондарук², А.О. Шама³, С.Ю. Шевчук⁴

^{1,2,3,4}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

Протисти – група різноманітних еукаріотичних, переважно одноклітинних мікроскопічних організмів, що мають певні морфологічні та фізіологічні характеристики тварин, рослин або обох цих груп. Термін "протисти" зазвичай використовується для позначення еукаріотів, які не є справжніми тваринами, рослинами або грибами, або у яких відсутня багатоклітинна стадія розвитку [1].

Зустрічаються в більшості наземних, прісноводних і морських біотопах як вільноживучі, так і паразитичні їх форми. Оскільки їхні способи живлення обмежуються переважно осмо-, фаго-, гетеротрофією та фототрофією, метаболізм протистів менш різноманітний, ніж у бактерій та архей [2].

Що стосується гетеротрофних джгутикових, то назва говорить сама за себе. Ця група одноклітинних використовує гетеротрофний тип живлення, тобто вони споживають вже готові органічні речовини, здобуваючи енергію за рахунок їхнього окиснення або безкисневого розщеплення відповідно. Серед них є сапротрофи, що споживають вже «мертву» органіку, хижаків та паразити.

Група гетеротрофних джгутикових є найменш вивченою ланкою складу зоопланктону як прісних, так і солоних водойм. Особливо цікавими серед них є лорікатні та комірцеві джгутикові.

Лорікатні джгутикові характеризуються наявністю лоріки або «будиночка», населяють прісні водойми, зокрема водосховища, заплави річок, іноді зустрічаються на болотах та у ставках. Їхньою особливістю є також нездатність існувати у водоймах, де середня температура у весняно-осінній період становить менше 19-23°C.

Представники мають 2 джгутики, один з яких коротший та у світловий мікроскоп майже непомітний, його ще називають низхідним, через його спрямування і здатність прикріплюватись до дна «будиночка». Інший довший

та виконує локомоторну функцію, а також направлений догори, його називають верхній або апікальний. Джгутики скорочуються, утворюючи спіральні скручування. Вони відходять апікально та злегка дорзально. В свою чергу, задній джгутик згинаючись щільно прилягає до клітини вздовж усієї його довжини і розміщений в клітинній борозні. Під час подразнення клітини джгутик скорочується, що сприяє його втягуванню всередину «будиночка». Це подразнення стимулюватиме й скручування переднього джгутика, а також й скорочення самої клітини протиста. У вільному стані джгутики розпрямлені та спрямовані до устя «будиночка», де утворюватиметься протоплазматична губа, яка досить часто здатна виступати з простору самої ж «хатинки».

Лоріка здатна виконувати не лише захисну функцію, а й брати участь в утворенні колоній, нею ж деякі протисти прикріплюються до водоростей, задля ведення сидячого способу життя. Цьому сприяє видовжений носик на дорзальному кінці лоріки. Загалом ця структура схожа на дзвін із розширенням у латеральному просторі та звуженням на полюсах. Потрібно враховувати, що частина клітини протиста виходить за межі «будиночка».

Також слід зважати на те, що за типом будови лоріки, а також деякими іншими особливостями, що досліджуються за допомогою електронної мікроскопії, ці зоофлагеляти об'єднують з групою хризофітових водоростей. При ідентифікації видів до уваги беруть наявність або відсутність кольору та кілець лоріки, кількість та чіткість вираження останніх.

Хоанофлагеляти – вільноживучі одноклітинні або колоніальні джгутикові еукаріоти, яких вважають найближчими родичами тварин. Їх називають комірцевими джгутиковими, за те, що мають воронкоподібний «комір» із з'єднаних між собою тентакул біля основи джгутика. Хоанофлагеляти здатні як до нестатевого, так і до статевого розмноження. Мають особливу клітинну морфологію, що характеризується яйцеподібною або кулястою формою клітини діаметром до 10 мкм, з одним апікальним джгутиком, оточеним комірцем з 30-40 тентакул [3].

Рух джгутика створює течії води, які можуть переміщати вільноплаваючих хоанофлагелят крізь товщу води і притягувати бактерії та детрит до шийки «комірця», де поглинаються ці харчові часточки. Таке живлення забезпечує критично важливу ланку в глобальному кругообігу карбону, пов'язуючи трофічні рівні. Окрім своєї важливої екологічної ролі, хоанофлагеляти становлять особливий інтерес для біологів-еволюціоністів, які вивчають походження багатоклітинності у тварин. Як найближчі родичі тварин, хоанофлагеляти слугують корисною моделлю для реконструкції останнього одноклітинного предка тварин.

Література

1. URL: <https://www.britannica.com/science/protist>. (Дата звернення: 15 квітня 2024 року).
2. Dunlap V. Paul. Microbial Diversity. In book: Encyclopedia of Biodiversity. (Second Edition), 2001. P. 280-291. URL:

https://www.researchgate.net/publication/288178133_Microbial_Diversity. (Дата звернення: 15 квітня 2024 року).

3. Hausmann Klaus, Hülsmann Norbert, Radek Renate. Protistology. 3rd completely revised edition. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Berlin, Stuttgart, 2003. 379 p.

СЕКЦІЯ 3. ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК [571.5(28):591.521.11](285.3)

ОЦІНКА ЕКОЛОГО-САНІТАРНОГО СТАНУ РІЧКИ КРАСИЛІВКА (БРОВАРСЬКИЙ Р-Н, КИЇВСЬКА ОБЛ) ЗА ПОКАЗНИКАМИ УГРУПОВАНЬ МАКРОЗООБЕНТОСУ

Ю.М. Воліков

Інститут гідробіології НАН України, просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210,
Україна

З наукових джерел відомо, що в Україні вже загинуло понад 20 тисяч малих річок. Трубізька річкова система ще століття тому складалась із 107 малих річок. Сьогодні в басейні Трубежа залишились 33 малі річки. Повністю зникли притоки четвертого і п'ятого порядків. Чим менша притока, тим швидше гине, не витримуючи антропогенного навантаження [1].

Гідробіологічним матеріалом слугували літні 2021 р. збори фауни макрозообентосу на п'яти станціях, розташованих вздовж течії р. Красилівка (притока р. Трубіж) на території Броварського та Баришівського районів, в яку потрапляють скиди з очисних споруд м. Бровари. Притока має характер степової річки. Вона ж називається ще й Рудка і Стариця.

Оцінка екологічного стану водного об'єкту проведено за розробленим в Україні методичним посібником «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [2] з використанням загальноприйнятого гідробіологічного обладнання [3].

Аналіз гідробіологічних зразків встановив наступне.

На станціях №№1—4 був відмічений дуже бідний видовий склад донних макробезхребетних, які належали лише до двох найбільш поширених у прісноводних об'єктах таксономічних груп – комарів-дзвінців (*Chironomidae*) та малощетинкових червів (*Oligochaeta*). Серед визначених по чисельності та біомасі домінували види-індикатори органічного забруднення, представники роду *Chironomus* та родини Tubificidae. Станції від №1 по №4 включно мали фактично однакові значення та характеристики відносно застосованих трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) критеріїв а саме: клас якості вод – V; категорія якості вод 7; категорія сапробності – «полісапробні»; назву класу якості вод за їх станом – «дуже погані»; назву категорії якості води за ступенем їх чистоти (забрудненості) – «дуже брудні». Індекс Шенона від 0 до 0,09. ТВІ від 1 до 2 з домінантом угруповань *Tubifex tubifex* (Müller).

Значення стандартного методичного індексу Гуднайта-Уітлея цих станцій лежав в межах зони сапробності «полісапробні» та класу якості вод «дуже погані».

На станції №1 (виток з очисних споруд м. Бровари) зафіксовані максимальні значення чисельності та біомаси організмів видів-індикаторів (93400 екз/м² та 61,1 г/м², відповідно), що свідчить про наявність у складі донних відкладів високого вмісту органічних сполук.

Мінімальні значення чисельності та біомаси представників даних видів зафіксовані на станції №2 (1000 екз/м² та 1 г/м², відповідно) (нижче 500 м по течії від скиду з очисних споруд та станції №3 (1800 екз/м² та 2,9 г/м²) (вище 500 м від скиду з очисних споруд).

Неприродний запах донних відкладів, який був тут зафіксований, та низькі значення чисельності і біомаси гідробіонтів можуть свідчити про наявність токсичного забруднення цих ділянок, яке пригнічує розвиток біоти. Підтвердження цього потребує проведення відповідних хімічних аналізів.

На станції №4 (с. Красилівка, 5 км нижче по течії від скиду) великі значення чисельності та біомаси представників родини Tubificidae (Oligochaeta) (32600 екз/м² та 19,6 г/м², відповідно) свідчили про значний рівень органічного забруднення, яке зберігається на значній відстані від скиду забруднення.

Станція №5 (гирло р. Красилівка, місце впадіння в р. Трубіж, 35-й км від скиду) має найкращі відносно інших досліджених станцій значення та характеристики відносно застосованих трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) критеріїв а саме: клас якості вод – III; категорія якості вод 4; категорія сапробності – «β-мезосапробні»; назва класу якості вод за їх станом - «задовільні»; назву категорії якості води за ступенем їх чистоти (забрудненості) – «слабко забруднені». Індекс Шенона 2,74. ТВІ – 2 з домінантом угруповання *Cricotopus silvestris* Fabricius.

Тут значення стандартного методичного індексу Гуднайт-Уітлея станції знаходяться в межах зони сапробності «β-мезосапробні» та класу якості вод «добрі».

Таким чином, біоіндикаційні показники донної фауни свідчать про існування істотного органічного (з підозрою на токсичне) забруднення на усіх досліджених ділянках р. Красилівка, окрім її впадіння в р. Трубіж – найбільш віддаленого місця від скиду забруднення.

Література

1. <https://web.archive.org/web/20110819034923/http://baryshivka.kiev.ua/category/richky/krasylivka>

2. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.

3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.

**СТРУКТУРНІ КОМПОНЕНТИ ФІТОЕПІФІТОНУ *ТУРНА*
ANGUSTIFOLIA L. В ПІЗНЬООСІННІЙ ПЕРІОД ОЗЕРА ВЕРБНЕ
(УКРАЇНА)**

Г.Є. Григор'єва¹, О.А. Давидов²

^{1,2} Інститут гідробіології НАН України, проспект Володимира Івасюка, 12, Київ 04210, Україна

Фітоепіфітон – важливий компонент водних екосистем, який впливає на кисневий режим водної товщі у літоральній зоні (від дна до її поверхні), оскільки мешкає на занурених частинах вищих водних рослин. Життєвий цикл епіфітних водоростей тісно пов'язаний з періодом вегетації цих рослин.

Озеро Вербне розташоване на території Оболонського району (м. Київ) (50°29'23'' пн.ш., 30°30'57'' сх.д.), має статус іхтіолого-ботанічного ландшафтного заказника місцевого значення.

Публікації стосовно фітоепіфітону оз. Вербне нечисленні та охоплюють період активної вегетації вищих водних рослин [1, 2]. До теперішнього часу дослідження епіфітних альгоугруповань оз. Вербне в пізньоосінній період, коли вегетація вищої водної рослинності закінчується – не проводились.

Мета роботи полягала у встановленні структурних компонентів фітоепіфітону оз. Вербне та визначення складу їх домінуючих комплексів у період закінчення вегетації *Typha angustifolia* L.

Матеріалом послуговували проби фітоепіфітону, що були відібрані наприкінці листопада 2023 р. з *Typha angustifolia* L. оз. Вербне. Камеральну обробку проб проводили за загальноприйнятими методами [3]. Для визначення діатомових водоростей виготовляли постійні препарати [5].

За результатами досліджень у фітоепіфітоні ідентифіковано 79 видів (87 внутрішньовидових таксонів (ввт)), що відносились до 34 родин з 6 відділів.

Серед відділів провідна роль у видовому багатстві належала Bacillariophyta (64,4 % від загальної кількості видів) та Chlorophyta (19,5 %). Інші відділи були менш представлені: Cyanobacteria (8,0 %), Charophyta (4,6 %), Euglenozoa (2,3 %), Cryptista (1,2 %). Найбільшою кількістю ввт серед родин вирізнялись: Gomphonemataceae та Naviculaceae (по 9,2 %), Achnanthidiaceae (8,0 %).

Встановлено, що структура фітоепіфітону представлена наступними компонентами: перифітонтами, бентонтами та планктонтами [4].

До складу домінуючого комплексу (за чисельністю) перифітонтів входили: *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow – 64,0 %, *Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst – 10,4 %, *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarnecki – 6,6 %.

Найбільші показники у планктонтів відмічені для: *Limnothrix redekei* (Goor) Meffert – 41,6 %, *Heteroleibleinia kossinskajae* (Elenkin) Anagnostidis & Komárek – 20,1 %, *Jaaginema geminatum* (Schwabe ex Gomont) Anagnostidis & Komárek – 6,3 %.

Домінуючий комплекс бентонтів сформований наступними видами: *Halamphora veneta* (Kützing) Levkov і *Navicula veneta* Kützing по 23,3 %, *Amphora libyca* Ehrenberg – 13,8 %, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Navicula cryptocephala* Kützing, *Navicula capitatoradiata* H.Germain ex Gasse, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère по 5,2 %.

Таким чином встановлено, що у пізньоосінній період при завершенні вегетації *Typha angustifolia* L. фітоепіфітон характеризується досить високим видовим різноманіттям, де за кількістю видів переважали Bacillariophyta. Домінуючий комплекс перифітонів представлений типовими формами обрастань.

Водорості епіфітних угруповань, після закінчення вегетації вищих водних рослин потрапляють на дно водойми та суттєво збагачують видове різноманіття мікрофітобентосу, особливо у пізньоосінній-ранньовесняний період.

Отримані показники структурних компонентів фітоепіфітону *Typha angustifolia* L. в пізньоосінній період оз. Вербне та результати аналізу складу їх домінуючих комплексів у подальшому можуть бути використані при дослідженні процесів обміну видами між різнотипними водоростевими угрупованнями.

Література

1. Клоченко П.Д., Харченко Г.В., Шевченко Т.В. Особливості таксономічної структури фітоепіфітону водойм м. Києва. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біолог.* 2012. 1(50). 42–49.
2. Клоченко П.Д., Шевченко Т.Ф., Харченко Г.В. Структурная организация фитопланктона и фитоэпифитона озер г. Киева. *Гидробиологический журнал.* 2013. Т. 49, № 2. С. 50–66.
3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін. За ред. В.Д. Романенка. НАН України: Ін-т гідробіології. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.
4. Окснюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И Эколого-морфологическая структура микрофитобентоса. *Гидробиол. журн.* 2008. Т. 44, № 6. С. 15–28.
5. Топачевський О.В., Окснюк О.П. Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae). Визначник прісноводних водоростей Української РСР, Т.11. К.: Вид-во АН УРСР, 1960. 412 с.

УДК 574.63:581.526.323(285+477-25)

ІНДИКАТОРНІ ЕКОЛОГО-САНІТАРНІ ПОКАЗНИКИ МІКРОФІТОБЕНТОСУ РІЧКОВОЇ ДІЛЯНКИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (УКРАЇНА)

О.А. Давидов¹, Г.Є. Григор'єва²

^{1,2} Інститут гідробіології НАН України, проспект Володимира Івасюка, 12, Київ 04210, Україна

Мікрофітобентос ефективно використовується при санітарно-гідробіологічній характеристиці різнотипних водних об'єктів України [6].

Індикаторні показники донних альгоугруповань досить чітко реагують на різні антропогенні фактори, які безпосередньо впливають на стан водних екосистем [1, 3, 5]. У водосховищах Дніпра до таких факторів відносяться: забруднення з точкових джерел та розсіяним поверхневим стоком, нерівномірний гідрологічний режим, обумовлений піковими попусками ГЕС [4].

Мета роботи полягала у дослідженні індикаторних показників мікрофітобентосу річкової ділянки Канівського водосховища для характеристики її еколого-санітарного стану.

Встановлення величин індикаторних еколого-санітарних показників мікрофітобентосу (кількість видів, чисельність, біомаса, сапробність) річкової ділянки Канівського водосховища проводили восени 2022 р. на основному руслі (в районі парку “Наталка”) (50° 29' 53" пн.ш., 30° 31' 23" сх.д.). Проби мікрофітобентосу відбирали у літоральній зоні мікробентометром МБ-ТЕ у трьох повторностях (загальна площа відбору 40 см²) у місцях, вільних від заростей вищих водних рослин. Камеральну обробку проб проводили за загальноприйнятою методикою [2]. Для визначення діатомових водоростей виготовляли постійні препарати [8] з використанням синтетичної смоли Naphrax фірми Brunel Microscops LTD (Велика Британія) з показником заломлення світла 1,74.

Індекс сапробності розраховували за методом Пантле-Букк у модифікації Сладечека [9, 10]. Екологічну оцінку якості води за результатами сапробності та визначення трофності виконано за [2, 7].

Дослідження індикаторних показників мікрофітобентосу у період стабільних внутрішньодобових коливань рівня води (перша декада вересня) дозволили виявити наступне: кількість видів, які були ідентифіковані на дні, становила – 49, чисельність – 6 847 тис. кл/10 см², біомаса – 2,26 мг/10 см², величина індексу сапробності за чисельністю та біомасою не перевищувала 1,95 – 1,97 відповідно.

Отримані результати вказують, що на річковій ділянці Канівського водосховища у період досліджень клас якості вод відповідав – II, категорія якості вод – 3, сапробність – β-мезосапробні (β'-мезосапробні), трофність (переважаючий тип) – мезотрофні (мезо-евтрофні).

Література

1. Давидов О.А. Структурні компоненти мікрофітобентосу як індикатори впливу антропогенних чинників на водні об'єкти. *Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2009. 40(3). С. 47—56.
2. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін. За ред. В.Д. Романенка. НАН України: Ін-т гідробіології. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.

3. Оксiюк О.П., Давыдов О.А. Методические принципы оценки экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу. *Гидробиол. журн.* 2006. Т. 42, № 2. С. 98–112.
4. Оксiюк О.П., Давыдов О.А. Санитарная гидробиология в современный период. Основные положения, методология, задачи. *Гидробиол. журн.* 2012. Т. 48, № 6. С. 50–65.
5. Оксiюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И. Микрофитобентос как биоиндикатор состояния водных экосистем. *Гидробиол. журн.* 2010. Т. 46, № 5. С. 75–89.
6. Оксiюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И. Санитарно-гидробиологическая оценка состояния речной части Каневского водохранилища на основе структурных показателей альгоценозов микрофитобентоса. *Гидробиол. журн.* 2012. Т. 48, № 3. С. 57–72.
7. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксiюк О.П. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуарій України. К., 2001. 48 с.
8. Топачевський О.В., Оксiюк О.П. Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae). Визначник прісноводних водоростей Української РСР, Т.11. К.: Вид-во АН УРСР, 1960. 412 с.
9. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Прил. 1. Индикаторы сапробности. М: СЭВ, 1977. 91с.
10. Sladeček V. System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnologie.* 1973. Vol.7, P.1-128.

УДК 574.5 (546.42:546.36)

РОЛЬ ГІДРОБІОНТІВ В АКУМУЛЯЦІЇ ТА МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ В ЕКОСИСТЕМАХ ВОДОЙМ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

А.А. Зимаросва, Т.І. Якусевич

Поліський національний університет, Старий бульвар 7, Житомир, 10008, Україна

В процесах накопичення та міграції радіоактивних речовин в екосистемах водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) різні групи гідробіонтів відіграють досить важливу роль.

Риби. Верхні трофічні рівні у водних біоценозах займають риби, які також входять до раціону харчування людини, тому ця група тварин викликає особливий інтерес при вивченні розподілу радіонуклідів і їх акумуляції.

У всіх видах риб, які трапляються в водоймах ЧЗВ вміст ^{137}Cs у декілька разів є більшим, ніж ^{90}Sr . Максимальний вміст дозоформувальних радіонуклідів (^{90}Sr та ^{137}Cs) виявлено в рибах озер Глибоке та Далеке, у Семиходському та Прип'ятському затонах, водоймі-охолоджувачі ЧАЕС. Вміст радіоактивних

речовин тут перевищує норми прийняті в Україні (ДР-2006) від десятків до сотень разів. У рибах рік Прип'ять та Уж зафіксовано найменший вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr .

Вміст ^{137}Cs у різних видів риб визначається рівнем радіонуклідного забруднення водойми та залежить від типу харчування риби. Наприклад, іхтіофаги із оз. Глибоке мають межі вмісту ^{137}Cs від 7850 до 17600 Бк/кг, із ВО ЧАЕС ці показники коливаються від 4440 до 10900 Бк/кг. Тоді як у цих же видів, котрі мешкають в оз. Далеке дозові навантаження є значно меншими (1700–6200 Бк/кг). Пояснити це можна більш високим вмістом радіоцезію у товщі води та донних відкладах екосистеми оз. Глибоке та ВО ЧАЕС [2].

Молюски. Прісноводних молюсків зазвичай розглядають як види-індикатори забруднення водойм радіонуклідами, оскільки вони мають значну біомасу у водних об'єктах та відіграють суттєву роль у процесах міграції, трансформації та акумуляції радіоактивних речовин у водних екосистемах [1].

Багато видів риб та водоплаваючі птахи живляться дрібними молюсками та молоддю крупних молюсків. Найчастіше у водоймах ЧЗВ трапляється ставковик звичайний (*Lymnaea stagnalis* L.). У малакофауні оз. Глибоке зустрічається також катушка рогоподібна (*Planorbarius corneus* L.). Найбільш масовим видом ВО ЧАЕС є двостулковий молюск дрейсена мінлива (*Dreissena polymorpha* L.) та дрейсена бузька (*Dreissena bugensis* L.). У р. Прип'ять та оз. Далеке відмічена живородка (*Viviparus viviparus* L.) та молюски роду перлівниця (*Unio*). Так як і у відношенні риб, вміст ^{90}Sr та ^{137}Cs у молюсках водойм ЧЗВ є проєкцією характеру забруднення водних об'єктів радіоактивними речовинами. Саме тому найбільший вміст ^{137}Cs відмічено у молюсках оз. Глибоке (1400–30000 Бк/кг). У молюсків із оз. Далеке показники активності ^{137}Cs є значно меншими (210–2800 Бк/кг) [1].

Роль природних біофільтрів у водоймах виконують двостулкові молюски, тому вони приймають активну участь у процесах перерозподілу та біоаккумуляції радіонуклідів і характеризуються найвищими показниками коефіцієнтів концентрування ^{90}Sr та ^{137}Cs . Так для *Dreissena* відзначаються максимальні коефіцієнти накопичення ^{90}Sr (більше 1100), для *Unio* відмічено максимальні значення для ^{137}Cs (близько 500) [1].

Вищі водяні рослини (ВВР) характеризуються високим продукційним потенціалом і здатністю активно поглинати радіонукліди. У більшості водойм вони оселяються у літоральній та частково субліторальній зонах і є домінуючим по біомасі компонентом прісноводних біоценозів [3]. Макрофіти здатні акумулювати радіоактивні речовини з води та донних відкладів. Коли з території водозбору йде змив радіонуклідів, ВВР можуть виконувати функцію природного біофільтру, оскільки здатні накопичувати й осаджувати радіонукліди і на певний час можуть виводити їх із колобігу речовин водної екосистеми і перешкоджати подальшому розповсюдженню радіоактивних речовин.

Найбільшими значеннями питомої активності ^{137}Cs відзначені макрофіти оз. Глибоке (1200–200000 Бк/кг), дещо менші значення концентрацій відмічено

у ВВР з оз. Далеке (1200–100000 Бк/кг). Показники питомої активності ^{90}Sr розподіляються у водних рослин дещо по-іншому. Так, найвищими показниками характеризуються макрофіти оз. Глибоке (67–14000 Бк/кг), а в рослинах оз. Далеке вміст ^{90}Sr реєструється на рівні 200–5100 Бк/кг. Найменші значеннями відмічено для рослин ВО ЧАЕС (36–1600 Бк/кг). Питома активність радіонуклідів у тканинах ВВР із різних водойм ЧЗВ позитивно корелює з концентрацією ^{90}Sr та ^{137}Cs у воді цих водойм впродовж вегетаційного періоду [3].

Серед макрофітів водойм ЧЗВ найбільш зручним об'єктом для проведення радіоекологічного моніторингу у водоймах ЧЗВ є *Phragmites australis*, вид, який характеризується максимальними коефіцієнтами накопичення ^{90}Sr та ^{137}Cs .

Література

1. Гудков Д.І., Кіреєв С.І., Дзюбенко О.В. Прісноводні молюски зони відчуження: динаміка вмісту основних дозоутворюючих радіонуклідів, цитогенетичні та гематологічні дослідження. Чорнобильський науковий вісник. Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. 2009. № 1 (33). С.33–42.

2. Каглян О.Є., Гудков Д.І., Кленус В.Г. Забруднення радіонуклідами представників іхтіофауни озера Азбучин та інших водойм зони відчуження Чорнобильської АЕС. Вісник львівського університету. Серія фізична. 2008. Вип. 42. С. 214–220.

3. Назаров О.Б., Гудков Д.І., Ганжа Х.Д. Вплив гідрометеорологічних факторів на накопичення радіонуклідів та формування дозового навантаження вищою водною рослинністю. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. 2010. № 2 (43). С. 367–370.

УДК [592+581.5](574.5:556.5)

ОСОБЛИВОСТІ УГРУПОВАННЯ ЕПІФІТОНУ, АСОЦІЙОВАНОГО З ЗАРОСТЯМИ *STRATIOTES ALOIDES*

А.А. Силаєва^{1,2}, О.І. Цибульський³

¹Інститут гідробіології НАН України, пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

²Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник, вул. Полупанова, 26а, м. Чорнобиль, Київська обл., 07270, Україна, e-mail: asylaieva-ihb@ukr.net

³Ботанічний сад імені академіка О.В. Фоміна Київського Національного університету Тараса Шевченка, вул. Симона Петлюри, 1, Київ, 01032, Україна

Угруповання безхребетних, асоційованих з заростями вищих водних рослин (ВВР), відіграють важливу роль в екосистемах водойм. Ці безхребетні характеризуються значним таксономічним багатством, представлені досить значним різноманіттям екологічних груп, а ВВР виступають важливим

ценозоутворюючим фактором. Дослідження цих угруповань завдяки наявності складних біоценологічних зв'язків завжди викликали науковий інтерес і мають певну історію та окремі методологічні підходи [2].

У межах Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника знаходиться значна кількість різнотипних водних об'єктів, гідробіологічні дослідження у більшості з них раніше не проводили. Значна увага при дослідженнях ВВР приділялась водним об'єктам Красненської пойми р. Прип'ять [3], безхребетних зообентосу оз. Глибоке і Далеке досліджувала авторка цього повідомлення (неопубліковані дані).

Загалом різак (*Stratiotes aloides* L.) є розповсюдженим видом у водних об'єктах заповідника. Він може утворювати зімкнуті зарості з проективним покриттям до 100 % і є біоіндикатором процесу заболочення [3]. У щільних заростях різака погіршується кисневий режим, водообмін, може виникати температурна стратифікація [1]. Також відмічалось, що зміни відбувались у структурі зообентосу на ділянці затору різакон, таксономічне і групове багатство було мінімальним (3 видів з 3 груп), збільшуючись вниз за течією (26 видів з 9 груп) [4]. Дослідження фітофільної фауни заростей різака у водних об'єктах НПП «Прип'ять – Стохід» показали досить високе її таксономічне багатство (8–16 груп) і рівень кількісних показників (150–7300 екз/кг) [1]. Причому таксономічне багатство і кількісний розвиток зменшувались від берега до межі заростей.

У даному повідомленні наведено попередні результати обстеження заростей різака озер В'юнове (ст. 1) і Плютовище (ст. 2) Чорнобильського заповідника у серпні 2024 р. Зарості різакон вегетували в озерах практично від берега з 100 % покриттям смугою від 2–5 м (ст. 1) до 5–10 м (ст. 2).

Безхребетних вилучали шляхом змиву з поверхні усієї рослини, рослину зважували, кількісні показники розраховували на 1 кг сирової маси. Для опису безхребетних використовували термін «епіфітон», ідентифікацію проводили до рівня нижчого ідентифікованого таксону (НІТ).

Обстеження показало певну специфічність угруповань епіфітону заростей різакон озер. При відносно подібній кількості груп (13 – ст. 1 і 15 – ст. 2), Heteroptera, Diptera зустрічались лише на ст. 1, Isopoda, Coleoptera, Hydracarina і Neuroptera – тільки на ст. 2. При цьому таксономічна різноманітність (розподіл кількості таксонів у групах) була високою і близькою в обох угрупованнях – 3,284 (ст. 1) і 3,616 біт/НІТ (ст. 2). Загальна кількість НІТ була близькою – 24 і 27, відповідно на ст. 1 і 2. Більшість видів мала преференції до мешкання серед заростей ВВР, в основному у слабо проточних умовах. Слід зазначити, що таксономічний склад мав дуже низьку подібність (21 %, кластерний аналіз за методом Жаккара).

Кількісний розвиток безхребетних також різнився в угрупованнях різакон двох озер. В оз. Плютовище чисельність більш як у 3 рази, а біомаса – у 4 рази була вищою, ніж в оз. В'юнове (відповідно 1143 екз/кг, 2,27 г/кг і 339 екз/кг, 0,54 г/кг). Різними в озерах були і доміанти за кількісними показниками. В оз. Плютовище основу чисельності складали Naididae (71 %, зокрема *Ripistes*

parasita (Schmidt) – 34 %), а біомасу визначали Naididae (23 %) і *Bithynia tentaculata* (L.) (28 %). В оз. В'юнове чисельність визначали Naididae (49 %, зокрема *Slavina appendiculata* (d'Udekem) – 32 %), а також личинки Chironomidae (33 %, зокрема *Glyptotendipes glaucus* (Mg.) – 19 %). При цьому, обидва угруповання можна вважати полідомінантними – різноманітність за кількісними показниками (за індексом Шеннона) була високою: на ст. 1 – 3,280 біт/екз, 2,978 біт/г, на ст. 2 – 3,094 біт/екз і 3,411 біт/г.

Слід зазначити, що розвиток зообентосу під заростями різака (оз. В'юнове) був невисоким, визначено лише 6 НІТ безхребетних з 5 груп, 5 НІТ зустрічались тут і у епіфітоні. Чисельність була 600 екз/м², біомаса – 1,15 г/м² за домінування *Dero* sp. і Gastropoda.

Таким чином, таксономічний склад і кількісний розвиток безхребетних епіфітону одного виду ВВР (*S. aloides*) значним чином різнився у двох озерах Чорнобильського заповідника, причини цього явища потребують подальших досліджень.

Література

1. Гідроекосистеми заповідних територій верхньої Прип'яті в умовах кліматичних змін / за ред. В.Д. Романенка, С.О. Афанасьєва, В.І. Осадчого. Київ : Кафедра, 2013. 228 с.

2. Зимбалевская Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ (экологический очерк). Киев : Наук. думка, 1981. 216 с.

3. Зуб Л.М., Прокопук М.С., Гудков Д.І. Багаторічні спостереження за структурою заростей макрофітів у заплавах водоймах Чорнобильської зони відчуження. *Гідробіол. журн.* 2022. Т. 58. № 6. С. 41–56.

4. Цибульський О.І. Угруповання гідробіонтів як показник екологічних ризиків забруднення річок України : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 2017. 22 с.

УДК 001.892:628.1:62-757.5

TO THE DEVELOPMENT OF EXPERT EVALUATION OF THE EFFECT OF ANTIFOULING COATINGS IN EXPERIMENT AND PRACTICE IN WATER SUPPLY

O.O. Protasov¹, I.O. Morozovska¹, S.P. Rogalsky²

¹Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine

²V. P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the NAS of Ukraine, Kharkivske shose, 50, Kyiv, 02160, Ukraine

The problem of fouling of hydraulic constructions, watercrafts, water supply and treatment systems is well known in applied and technical hydrobiology. In terms of development of this problem it is possible to identify several directions and key issues that require their development. Its can be formulated as follows:

- identification of the composition of periphyton organisms that may form fouling, focusing on the most aggressive forms and species of hydrobionts, including invasive species;
- assessment of quantitative development, dynamics of community formation, biotic interactions in biocenoses, tolerance of certain fouling species to environmental factors;
- development of methods and measures for fouling control, limitation of negative impact, and possible biopositive effects (intensification of self-purification processes, bioresource production);
- development of hydrobiological research methods, as well as practical express-methods for assessing qualitative and quantitative characteristics of fouling in technoecosystems.

This publication dealing with to the latter task. Long-term experience of interaction between hydrobiologists and practitioners in the field of energy and water supply has shown that there is a need to develop quite simple and effective informative methods of fouling assessment in the absence of basic hydrobiological knowledge.

As for the composition of fouling, many years of research experience have shown that these periphyton communities are, as a rule, oligomixed, and the number of species and forms dominant in terms of biomass in fresh waters does not exceed a dozen, although the lists of hydrobionts noted in periphyton communities amount to many dozens [1]. The most important ones include: attached dreissenid mollusks, bryozoans, sponges, and in some cases hydroid polyps. Among mobile forms, gastropods, some crustaceans (Gammaridae, Corophiidae) can reach high abundance. Of plants, filamentous algae of different taxonomic affiliation, some mosses (Bryophyta) may be of significant importance in the fouling. To simplify the description of the composition of the main organisms, as well as to unify the information, we propose to use the fouling formula.

For purely technical assessments, the cenoeomorphological approach can be used, since making assessments at the level of individual species is not only more laborious, but sometimes not more informative. For example, it is reasonable not to distinguish two species of dreissenids, but to characterize fouling by one cenoeomorph – attached filter feeding molluscs. As with other colonial forms, fouling by bryozoans can be assessed based on the nature of the colony the degree of substrate coverage by the colonies, and the two-dimensional or three-dimensional structure. Several components of the formula were identified: dreissenids (D), bryozoans (B), sponges (S), mobile forms (Oligochaeta, Chironomidae, O-Ch), crustaceans (Gammarida, Corophiidae, G), gastropods (Gs), remains of organisms, detritus (T), filamentous algae (Fa). An atlas for identification of key forms of fouling hydrobionts has been prepared for practitioners.

The total biomass of all organisms can be determined in laboratory conditions for quantitative assessment of the fouling degree. However, this is rather laborious process that requires the selection and professional sorting of samples. A 5-point scale

was proposed for rapid assessment, and comparison of assessment results showed good correlation with biomass indices.

For a long period, since 2014, we tested different coatings in the Kaniv Reservoir [2, 3]. Substrates made of inert viniplast were used for control comparison. Thus, based on the assessment of composition, quantitative development in each case, a fouling formula (FF) can be drawn up, where a general assessment of fouling intensity is given. Letters denote dominant forms with an estimate of their % of coverage.

For example, the 2023 study showed that for galvanized (Zn) steel with an exposure for 132 days (from May to September), the fouling formula was follows: FF=1.1/D-7/B-2/S-5/T-10. An overall fouling score was 1.1 (fractional values occur due to the estimation and subsequent averaging over several experimental substrates). The values after the letter designations indicate the average % coverage by a given fouling group. A small colony of sponges, bryozoans, and detritus was noted here in addition to single individuals of *Dreissena*. For viniplast the total score was 3.8, the formula differed from the previous one: FF=3.8/D-45/B-34. The predominance of dreissenids over bryozoans during this period of study was not significant. The total score of the fouling power for the modified coating based on alkyd enamel PF-115 and antifouling additive N,N-dibutylundecenamide (DBUA, 10%) was 3 points, the formula was: FF=3/D-28/B-21. For these coatings, as well as for vinyl plastic, the degree of coverage for bryozoans and zebra mussels was similar.

After 118 days of exposure (May-September, 2024), the composition of the coating on the surface of the experimental substrates and its assessment differed for each group of organisms, as indicated by the fouling formula for each substrate. For the modified coating based on PF-115 enamel and antifouling additive undecylenic acid (UA, 10%), the formula was FF=3.3/D-39/B-10/T-5. Similar to that for PF-115+DBUA (10%) coating (FF=3.7/D-48/B-14/T-3), dreissenids were predominant, and detritus in the form of dead bryozoan colonies was also noted. On viniplast (FF=4.9/D-66/B-4) the dominance of dreissenids was overwhelming, and detritus was not noted. At the same time, on zinc coating (FF=0.9/D-0.4/B-1/T-16), detritus in the form of slime films was dominant with very low abundance. It can be concluded that the effectiveness of the coatings was not high, although it can be seen that the fouling by *Dreissena* was lower than in the control.

In fact, the procedure for assessing the properties and quality of antifouling coatings is a hydrobiological experiment aimed at revealing the dynamics, patterns of microsuccession of periphyton communities on specially prepared experimental substrates (ES). Although we are interested, as a rule, in the final result after long-term exposure, the final biomass on a particular substrate, knowledge of succession is also important, especially since it can provide a more informative characterization of the properties of antifouling coatings.

The studies have shown that there are at least two models of succession of periphyton communities on experimental substrates in the conditions of the Kaniv reservoir. According to one, there is a continuum development of communities with

predominance of dreissenids. According to the other one, the succession continuum is interrupted by mass development of bryozoans. The use of rapid methods of fouling assessment allows us to monitor these processes promptly, for example, even without sampling, e.g., from photographs of experimental substrates.

Thus, the proposed express method of evaluation proved to be quite effective, deserves attention and further development.

References

1. Protasov A.A., Silaeva A.A. Contour groupings of hydrobionts in technoecosystems of TPPs and NPPs. Kiev, 2012. 274 p. (in Russian)
2. Morozovska I.O., Rogalskiy, S.P., Dzhuzha O.V., Tarasiuk O.P., Protasov O.O. Zooperiphyton on anti-fouling coatings and changes of its coenotic structure / Hydrobiological Journal, 2024, 60 (3), pp. 91-109.
3. Protasov A.A., Morozovska I.O., Rogalskiy S.P. Dynamics of zooperiphyton communities' development on inert substrate and antifouling coatings in the reservoir / Hydrobiological Journal, 2021, 57 (2), pp. 36-53

СЕКЦІЯ 4. МІКРОБІОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ

УДК 578

DETERMINATION OF VARIATIONS IN NEURAMINIDASE (NA), HEMAGGLUTININ (HA) AND NUCLEOPROTEIN (NP) GENES OF AVIAN INFLUENZA STRAINS H1N1 AND H7N9

S. V. Buriachenko

NSC Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine of NAAS of Ukraine, 83 G. Skovorody str., Kharkiv, 61023, Ukraine, e-mail: semenb837@gmail.com

Avian influenza is an infectious disease caused by influenza virus type A. In many cases, avian influenza can cause severe diseases in birds, as well as irreversible processes. Hemagglutinin (HA), neuraminidase (NA) and nucleoprotein (NP) are important viral proteins identified in H1N1 and H7N9 strains of avian influenza. Studying the variability of genes such as hemagglutinin (HA), neuraminidase (NA), and nucleoprotein (NP) is critical to understanding the mechanisms of pathogenesis and adaptation of these viruses. Hemagglutinin, one of the main antigens of the virus, plays a key role in binding the virus to host cells and initiating infection. Its variability may affect the viruses ability to evade the immune response and adapt to new hosts. Neuraminidase, a second important antigen, promotes the release of viral particles from infected cells and thus plays an important role in the spread of infection. Variation in this gene may also influence sensitivity to antiviral drugs, making it an important target for study in the context of epidemiological risks and treatment resistance [1]. The nucleoprotein responsible for assembling viral particles and interacting with cellular machinery is also subject to mutations, which can affect the stability of the virus's genetic material. Studying variation in this gene can help understand how changes affect viral replication and pathogenicity [2]. In light of the above, analysis of the variability of the hemagglutinin, neuraminidase and nucleoprotein genes of the H1N1 and H7N9 strains is a relevant area of research that contributes to the understanding of the mechanisms of pathogenesis of these viruses. These proteins play critical roles in viral replication, virulence, and host range. Analysis of the amino acid sequences of the H1N1 and H7N9 viruses reveals key molecular differences that may influence their pathogenic properties and susceptibility to drugs. H1N1, known as the swine flu virus, exhibits high variability in its proteins, including hemagglutinin (HA) and neuraminidase (NA), which affects its ability to undergo antigenic drift. Structural changes in these proteins can lead to a deterioration of the immune response in the population and complicate the task of vaccination. H7N9, on the other hand, is a strain typically found in birds, with a potential threat to humans. Its amino acid profiles, especially in proteins responsible for cell adhesion and entry, highlight evolutionary adaptations to mammals, facilitating its zoonotic transmission. Comparative analyzes consistently show expressed positions in proteins based on virulence and antiviral drug resistance. This

is important for the development of external therapy and vaccination. PCR was used followed by sequencing and mutational analysis and comparison of the neuraminidase, hemagglutinin and nucleoprotein gene sequences. The amino acid sequence data of the H1N1 and H7N9 strains for the study were taken from the *NCBI* database. The research methods were the *MEGA 5 (Molecular Evolutionary Genetic Analysis)* program. Phylogenetic and amino acid sequence variation analyzes were performed. Research have identified several variations in the NA gene of avian influenza A(H1N1) strains. Amino acid substitutions in positions 225, 226 and 228 are associated with increased virulence and transmissibility of the virus. Variations in the NA gene have been associated with reduced susceptibility to antiviral drugs such as *Oseltamivir* and *Zanamivir*. Amino acid substitutions at positions 119 and 150 correlate with loss of resistance to these drugs. The NP protein is a conserved protein found in all influenza A viruses, including avian influenza H1N1 and H7N9. Variations in the NP gene were determined to affect virus replication and host range. A single amino acid substitution at position 100 was associated with increased replication and virulence of the virus in mammals. Hemagglutinin H7N9, compared to H1N1, shows changes in interstitial regions that affect its binding to animal and human cell receptors. This may be due to its pathogenicity and transmission ability. H7N9 neuraminidase has unique amino acid substitutions that may improve its activity under conditions common in avian and human infections, whereas H1N1 has a more stable profile consistent with its adaptation to human populations. nucleoprotein, both strains have differences in amino acid sequences that may affect viral replication and assembly. These adaptations highlight differences in virulence and transmission ability between strains. Thus, the amino acid profiles of these proteins reflect not only their functions, but also the evolutionary paths that the H7N9 and H1N1 viruses have taken. Variations of these genes are associated with increased pathogenicity and transmission of avian influenza viruses to humans. Therefore, understanding the genetic variation in these genes is important for the prevention and control of future infectious outbreaks. Our research allows us to better understand the evolution and spread of viruses, provides new data for the creation of vaccines and the development of methods for controlling avian influenza.

References

1. Zhang Y, Xu C, Zhang H, Liu GD, Xue C, Cao Y. Targeting Hemagglutinin: Approaches for Broad Protection against the Influenza A Virus. *Viruses*. 2019 Apr 30;11(5):405. doi: 10.3390/v11050405. PMID: 31052339; PMCID: PMC6563292.
2. Chen L., Ruan F., Sun Y., Chen H., Liu M., Zhou J., et al.. (2019). Establishment of sandwich ELISA for detecting the H7 subtype influenza A virus. *J. Med. Virol.* 91, 1168–1171. 10.1002/jmv.25408

**ВЛАСТИВОСТІ БАКТЕРІЙ, ВИДІЛЕНИХ З ЕНДОСФЕРИ
*COLOBANTHUS QUITENSIS***

(О. КІНГ-ДЖОРДЖ, МОРСЬКА АНТАРКТИКА)

**Д.В. Зінчук¹, І.Ю. Вронська², В.А. Губарик³, В.Г. Буняк⁴, О.Д. Масловська⁵,
С.Я. Комплікевич⁶, С.О. Гнатуш⁷**

^{1,2,3,4,5,6,7}Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

Сукупність наслідків антропогенного впливу, глобальних змін клімату, деградації ґрунтів, зокрема засолення орних земель, внаслідок надмірного сільськогосподарського використання, становлять основну проблему для виробництва харчових продуктів [1]. Рослини під час осмотичного стресу зазнають фізіологічних, біохімічних, морфологічних, а також молекулярних змін, які шкодять їхньому розвитку і зменшують врожайність сільськогосподарських культур [2]. Ендofіти антарктичних рослин позитивно впливають на екофізіологічну продуктивність культурних рослин, особливо за умов стресу [1].

Метою роботи було дослідити властивості культивованих мікроорганізмів ендосфери *Colobanthus quitensis* (о. Кінг-Джордж, Морська Антарктика).

У роботі використовували *C. quitensis* з о. Кінг-Джордж (Морська Антарктика), отримані в українських антарктичних експедиціях упродовж 2021/2022 років. Із зони ендосфери *C. quitensis* у наших попередніх роботах було виділено 18 копіотрофних і 33 оліготрофних ізолятів, які відрізнялися морфологією колоній.

Для з'ясування діапазону температур за яких ростуть досліджувані ендofіти *C. quitensis* бактерії висівали на поживний агар методом збідненого штриха та вирощували за 4 ± 1 °C, 8 ± 1 °C, 28 ± 1 °C, 37 ± 1 °C і 42 ± 1 °C упродовж 5–14 діб. Досліджені копіотрофні ізоляти відрізняються за здатністю рости за різних температур. Ізоляти К-464, К-466, К-469 і К-471 є факультативними психрофілами, оскільки ростуть у діапазоні температур від 4 ± 1 до 28 ± 1 °C. Оптимальною температурою для росту цих ізолятів є 10–20 °C. Ізоляти К-465, К-468 і К-473 є мезофілами, оскільки ростуть за температури від 4 ± 1 до 37 ± 1 °C, а оптимальна температура для їхнього росту – 20–28 °C. Ізоляти К-550, К-614,

К-619 також є мезофілами, однак, вони погано ростуть за 4 ± 1 °C. Мінімальна температура для їхнього росту – 8 ± 1 °C. Виявлено незначний ріст ізолятів К-470, К-472 і К-474 за температури 4–8 °C. Оптимальна температура для росту цих ізолятів 28 ± 1 °C, максимальна – 37 ± 1 °C. Ізолят К-467 є мезофілом, який здатний рости у діапазоні температур від 4 до 42 °C.

Відомо, що практичне значення психрофільних мікроорганізмів полягає у продукуванні ними холодоактивних ферментів, наприклад, амілаз, ліпаз, целюлаз тощо. Холодоактивні ензими залучені в адаптації антарктичних

мікроорганізмів до чинників середовища. Досліджено здатність рости на середовищі Ешбі та середовищі з карбоксиметилцелюлозою, фосфоліпазу (здатність розщеплювати лецитин), ліпазу (здатність розщеплювати твін-20) й амілолітичну (здатність розщеплювати крохмаль) активності виділених ізолятів. Серед виділених 18 копіотрофних ізолятів мікроорганізмів лецитин розщеплюють три ізоляти, твін-20 – п'ять ізолятів, крохмаль – вісім ізолятів. Ізоляти К-469 і К-471 виявляють фосфоліпазу, ліпазу і амілолітину активності. Усі виділені копіотрофні ізоляти ростуть на середовищі Ешбі. Серед оліготрофних мікроорганізмів лецитин розщеплюють три ізоляти, крохмаль – два ізоляти. Тринадцять ізолятів розщеплюють твін-20. Одинадцять оліготрофних ізолятів не виявили жодної з досліджених активностей. Ізоляти О-480 і О-485 виявляють фосфоліпазу, ліпазу й амілолітичну активності.

Для визначення здатності ізолятів бактерій рости за різних концентрацій NaCl та сполук важких металів використовували поживний агар, до якого вносили натрій хлорид у концентрації 2,0–30,0 % та солі важких металів MnCl₂×4H₂O (1,0–20,0 мМ), CuCl₂×2H₂O (1,0–6,0 мМ), K₂Cr₂O₇ (0,1–10,0 мМ), CdCl₂×2,5H₂O (0,002–0,5 мМ), CoCl₂×6H₂O (0,5–5,0 мМ), FeSO₄×7H₂O (0,5–20,0 мМ). Середовище без NaCl та сполук важких металів було контролем. Бактерії висівали штрихом та культивували за температури 18±2 °C упродовж 7–10 діб. Виділені з зони ендосфери *S. quitensis* ізоляти є помірними галофілами, оскільки більшість з них добре росте за концентрації NaCl від 2 до 10 %. Серед копіотрофних мікроорганізмів п'ять ізолятів (К-465, К-468, К-638, К-614, К-619) ростуть за концентрацій NaCl від 2 до 7,5 %. Найстійкішими до впливу NaCl є ізоляти К-470 та К-473, які ростуть за вмісту цієї сполуки у поживному агарі 10,0 % NaCl. Серед оліготрофних бактерій найкращий ріст за концентрацій NaCl від 2 до 7,5 % спостерігали у шести ізолятів О-637, О-642, О-636, О-647, О-648 та О-635. Ізолят О-480 не ріс за вмісту натрій хлориду вище 5,0 %, а ізоляти О-641, О-645 та О-646 – 3,5 %. Три з досліджених оліготрофних ізолятів – О-643, О-481 та О-639 росли на середовищі, яке містить 10 % NaCl. Виділені ізоляти бактерій відрізняються за стійкістю до сполук важких металів. Найстійкішими до манган (II) хлориду, купрум (II) хлориду, калій дихромату, кадмій (II) хлориду були ізоляти К-470, К-473 і О-643.

Література

1. Antarctic root endophytes improve physiological performance and yield in crops under salt stress by enhanced energy production and Na⁺ sequestration / M. A. Molina-Montenegro et al. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62544-4>
2. Uncovering the impact of AM fungi on wheat nutrient uptake, ion homeostasis, oxidative stress, and antioxidant defense under salinity stress / S. Huang et al. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35148-x>.

РЕКОМЕНДАЦІЇ EUCAST В РОБОТІ ЛАБОРАНТА МЕДИЦИНИ

І.О. Першко

Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж Житомирської обласної ради, вул. Чуднівська, 99, Житомир, 10005, Україна

Антибіотикорезистентність – це ключова проблема сучасності при лікуванні бактеріальних інфекцій. Однією з причин виникнення стійкості бактерій до протимікробних препаратів є неконтрольоване та необґрунтоване їх використання. З метою визначення ефективності антибіотика для лікування інфекційної хвороби у конкретного пацієнта здійснюють оцінку чутливості мікроорганізму до того чи іншого антимікробного препарату. Загальноприйнятими в Україні стандартами, що визначають гармонізовані граничні значення чутливості, є настанови EUCAST [1]. Європейський комітет з тестування чутливості до протимікробних препаратів (EUCAST) був створений у 1997 році за ініціативи низки європейських наукових інституцій, зокрема Європейського товариства клінічної мікробіології та інфекційних хвороб. Провідним завданням EUCAST є тестування антимікробної чутливості з метою опрацювання відповідних настанов щодо визначення граничних значень протимікробної дії існуючих антибіотиків [2]. Окрім того, досліджуються механізми виникнення антибіотикорезистентності та випробовуються нові методики видової ідентифікації мікроорганізмів. Дані настанови оновлюються щорічно та є доступними різними мовами (в т.ч. українською) усім зацікавленим інституціям [1].

Ключовим параметром, що визначає особливості реакції бактерії на антибіотик є його мінімальна інгібуюча концентарція (МІК). МІК – це мінімальна концентрація антибіотика, яка пригнічує видимий ріст досліджуваного мікроорганізму в бульйонній культурі або на щільному поживному середовищі. Натомість, відповідно до рекомендацій МОЗ України та настанов EUCAST в рутинній практиці бактеріологічних лабораторій визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків здійснюється диско-дифузійним методом з подальшим вимірюванням зон затримки росту [3]. Слід відмітити, що постановка чутливості до антибіотиків є заключним етапом бактеріологічного дослідження, якому передують низка процедур ідентифікації мікроорганізму. Лише у випадку достовірного визначення видової належності збудника інфекції лаборант досліджує його реакцію на дію конкретних антибіотиків.

Настанови EUCAST дають лаборанту вичерпну інформацію щодо алгоритму дій при визначенні чутливості диско-дифузійним методом: приготування і зберігання поживних середовищ; приготування бактеріальної суспензії; посів на чашки; укладання дисків з антибіотиками; інкубація чашок; огляд чашок після інкубації; вимірювання зон затримки росту та інтерпретація результатів; контроль якості. Більшість із перелічених маніпуляцій здійснює безпосередньо лаборант, натомість, підбір антибіотиків, чутливість яких

тестується; обробка та аналіз результатів належить до компетенції лікаря-лаборанта, який має вищу медичну освіту. Відповідно до «Таблиці граничних значень для інтерпретації МІК та зон затримки росту» лікар-лаборант відбирає лише ті антибіотики, ефективність яких щодо конкретних видів бактерій науково підтверджена [4]. Саме диски просочені цими антибіотиками і використовуватиме лаборант для дослідження.

Приготовлена відповідно до інструкції EUCAST суспензія мікроорганізму (щільність інокулуму 0,5) висівається тампоном на стерильний агар Мюлер-Хінтона (МХА). Після цього лаборант наносить на чашку Петрі 5-6 дисків з антибіотиками (рис. 1). Здійснюючи ці маніпуляції лаборант керується правилом 15-15-15 хвилин: «Використовуйте суспензію інокулуму протягом 15 хвилин після приготування, нанесіть диски протягом 15 хвилин після нанесення інокулуму та поставте чашки для інкубування протягом 15 хвилин після нанесення диска».



Рис. 1. Підготовлене робоче місце лаборанта для постановки чутливості мікроорганізмів до антибіотиків диско-дифузійним методом

Інкубація чашок Петрі при визначення чутливості до антибіотиків здійснюється відповідно до фізіологічних особливостей мікроорганізму та визначається рекомендаціями EUCAST (наприклад, для стафілококів час інкубації становить 18 годин при $t\ 35^{\circ}\text{C}$).

На наступному етапі лікар-лаборант вимірює зони затримки росту та аналізує отримані результати. Граничні значення EUCAST використовуються для класифікації результату за трьома категоріями чутливості [2]:

- Ч – чутливий, стандартний режим дозування: мікроорганізм вважається Чутливим при стандартному режимі дозування, коли існує висока вірогідність терапевтичного успіху при стандартному режимі дозування препарату;
- П – чутливий, збільшена експозиція: мікроорганізм вважається Чутливим при збільшеній експозиції, коли існує висока вірогідність терапевтичного успіху, оскільки вплив агента збільшується шляхом коригування режиму дозування або його концентрації в місці інфекції.
- С – стійкий: мікроорганізм вважається Стійким, коли існує висока вірогідність терапевтичної невдачі навіть тоді, коли збільшена експозиція.

Для кожного виду патогенних мікроорганізмів граничні зони затримки росту, що окреслюють їх приналежність до однієї з цих трьох категорій,

визначаються багаточисельним експериментальними дослідженнями та щороку уточнюються і корегуються.

Проаналізуємо «Таблиці клінічних граничних значень EUCAST» для *Pseudomonas aeruginosa* (синьогнійна паличка) (табл. 1). Загальновідомо, що синьогнійна паличка є опортуністичним патогеном і у людей із здоровою імунною системою захворювань не викликає. Натомість, дана бактерія є причиною цілої низки нозокоміальних (госпітальних) інфекцій (ентерити, цистити, сепсис, пневмонія, абсцес тощо) у хворих з порушеннями імунних реакцій. Вкрай небезпечними є гнійно-запальні ускладнення операційних ран та опіків, спричинені саме синьогнійною паличкою, особливо якщо врахувати виняткову стійкість цього мікроорганізму до багатьох антибіотиків.

У табл. 1 наведено перелік антибіотиків, які EUCAST рекомендує для тестування штамів *P. aeruginosa* з метою визначення їх чутливості та вибору стратегії лікування.

Таблиця 1

Таблиця клінічних граничних значень EUCAST для *Pseudomonas aeruginosa* (станом на 01.01.2024 р. [4])

Антибіотик	Граничні значення діаметра зон пригнічення росту (мм)	
	Ч \geq	С <
Пеніциліни		
1. Піперацилін	50	50
2. Піперацилін-тазобактам	18	18
3. Тікацилін-клавуланат	50	50
Цефалоспорини		
4. Цефепім	50	21
5. Цефідерокол	21	22
6. Цефтазидим	22	17
7. Цефтазидим-авібактам	22	17
8. Цефтолозан-тазобактам	50	24
Карбапенеми		
9. Доріпенем	50	50
10. Іміпенем	22	22
11. Іміпенем-релебактам	50	50
12. Меропенем (показання, крім менінгіту)	20	20
13. Меропенем (менінгіт)	22	22
14. Меропенем-ваборбактам	20	20
Монобактами		
15. Азтреонам	50	50
Фторхінолони		
16. Ципрофлоксацин	50	50
17. Левофлоксацин	26	26
Аміноглікозиди		
18. Амікацин (системні інфекції)	(15)A	(15)A
19. Амікацин (при інфекціях, що походять із СВШ)	(15)A	(15)A
20. Тобраміцин (системні інфекції)	15	15
21. Тобраміцин (при інфекціях, що походять із СВШ)	15	15

Слід відмітити, що кількість препаратів з доведеною антимікробною дією проти цього виду бактерій становить усього 21 позицію. До прикладу, для ентеробактерій лише група цефалоспоринів містить 20 препаратів, рекомендованих для тестування. *P. aeruginosa* абсолютно стійка до таких поширених груп антибіотиків, як: тетрацикліни, оксазолідінони, глікопептиди та ліпоглікопептиди, макроліди, лінкозаміди та стрептограміни. Слід також відмітити, що чутливість конкретного штаму бактерії може відрізнятись від чутливості виду загалом. Зниження чутливості (тобто підвищення стійкості *P. aeruginosa* до тестованих антибіотиків) викликає вік пацієнта, термін та інтенсивність попередньої антибіотикотерапії.

На рис. 2 зображено результати тестування *P. aeruginosa* на чутливість до 5 антибіотиків: цефалоспоринів (найбільша зона затримки росту), левофлоксацину, тобраміцину, азтреонаму. Методика вимірювання зони пригнічення також регламентується настановами EUCAST. Отриманні данні по кожному протестованому антибіотику лікар-лаборант фіксує у журналі, а лаборант заносить ці данні у електронну карточку пацієнта. Тільки після цього, аналізуючи результати дослідження, лікар приймає рішення – який саме антибіотик буде використано на даному етапі лікування.



Рис. 2. Результати тестування *P. aeruginosa* на чутливість до антибіотиків

Підсумовуючи, слід підкреслити, що від часу впровадження у роботу бактеріологічних лабораторій стандартів EUCAST (2017 рік) ефективність визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків значно підвищилася. Лікар-лаборант має чіткі рекомендації щодо переліку препаратів, антимікробна дія яких є доведеною. Своєю чергою, лаборант керується алгоритмами EUCAST на кожному етапі постановки реакції чутливості, що практично виключає можливість помилок. Лікар, як кінцевий бенефіціар усієї процедури бактеріологічного дослідження, також використовує настанови EUCAST та вибирає той антибіотик, ефективність якого підтверджена саме для штаму виділеного з його пацієнта.

Література

1. Центр громадського здоров'я України. Режим доступу: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/antimikrobna-rezistentnist/normativna-dokumentaciya>
2. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Режим доступу: <https://www.eucast.org>
3. Визначення чутливості до антибіотиків. Диско-дифузійний метод EUCAST (Версія 12.0. Січень 2024). Режим доступу: <http://surl.li/mrvvvm>
4. Таблиці граничних значень для інтерпретації МІК та зон затримки росту EUCAST (Версія 14.0, діє з 2024-01-01). Режим доступу: <http://surl.li/kcatpw>

**БАКТЕРІОПЛАНКТОН ТРАНСКОРДОННОЇ ДІЛЯНКИ ДНІСТРА:
СТРУКТУРА, ДИНАМІКА ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ**

Є.В. Старосила

Інститут гідробіології Національної Академії Наук України, пр. Володимира Івасюка, 12, м. Київ, 04210, Україна

Транскордонна ділянка річки Дністер, яка протікає через території України та Молдови, є важливим джерелом питної води для регіонів обох країн, а також джерелом електроенергії для України. Промислові підприємства, сільське господарство та населені пункти розташовані на берегах річки вносять у Дністер недостатньо очищені стоки, що призводить до підвищеного вмісту органічних та хімічних забруднень у воді транскордонної ділянки [5, 7]. Сьогодні не тільки антропогенний вплив, але й воєнні дії є причинами, які впливають на якість води у річці.

Комплексні гідробіологічні дослідження транскордонної ділянки річки Дністер були проведені у 2023 р. [1]. Їх складова – мікробіологічні дослідження, – мала за мету встановлення рівня забруднення, виявлення загроз як для екологічної стабільності, так і для здоров'я населення.

Для мікробіологічних досліджень проби відбирали з поверхневого шару води. При аналізі використовували загальноприйняті у водній мікробіології методи [3]. Проаналізовано 34 проби, проведено 247 посівів на поживні середовища та мікроскопійовано 68 препаратів зі зразків води.

Мікробіологічні дослідження показали високу чисельність бактеріопланктону. Активно використовуючи доступні органічних речовин, як джерело енергії, бактерії планктону швидко розмножувалися. Флуктуацію чисельності бактеріопланктону у Дністрі можна пов'язати з багатьма факторами, такими як сезонні зміни, антропогенний вплив, температура води та кількість поживних речовин. У літні місяці чисельність бактерій у воді значно зростала через підвищення температури, збільшення сонячного світла та накопичення біологічно нестійких речовин. Разом з тим, частка клітин з неушкодженою цитоплазматичною мембраною (так звані «живі бактерії») у бактеріопланктоні, реагуючи на погодні умови, екологічні зміни, якість води, присутність поживних речовин та хижаків вищих трофічних рівнів і вірусів, вказує на найкращу ситуацію для функціонування бактерій в осінній період.

Важливі екологічні групи мікроорганізмів, які відіграють ключову роль у процесах самоочищення водних екосистем і біогеохімічних циклах, впливаючи на якість води в річках та водосховищах – це евтрофні та оліготрофні бактерії. Евтрофні бактерії інтенсивно розвиваються в умовах високої концентрації органічної речовини, яка легко окиснюється (розчинні вуглеводи, жирні кислоти, амінокислоти та інші метаболічно активні сполуки, тощо). Згідно з дослідженнями річки Дністер, на певних ділянках (наприклад, поблизу промислових зон, населених пунктів) кількість евтрофних бактерій значно збільшується, що вказує на надмірне забруднення води. Також відмічали їхню

високу активність в теплий період року, коли температура води підвищувалася і вміст розчиненої органічної речовини зростав через розкладання органіки та стоків з прилеглих територій. Також, наявність великої кількості евтрофних бактерій вказує на процеси евтрофікації. За їхньою кількістю вода транскордонної ділянки Дністра за системою комплексної оцінки якості поверхневих вод [4] належала до 5 класу, 7 категорії, «дуже брудні», полісапробні.

Оліготрофні бактерії здатні виживати та розвиватися в умовах низької концентрації органічної речовини, а екосистеми з їхнім переважанням вважаються менш забрудненими і характеризуються кращою здатністю до самоочищення. Для сезонної динаміки відмічали, що восени їхня чисельність у Дністрі знижувалася порівняно з літніми показниками, що свідчить про зменшення біологічно нестійкої органіки у воді.

Евтрофні та оліготрофні бактерії відіграють ключову роль в екосистемі водних об'єктів. Їхня чисельність та співвідношення відображають загальний екологічний стан водних систем та ступінь антропогенного впливу. У випадку річки Дністер, високий вміст евтрофних бактерій вказує на значні проблеми з органічним забрудненням води, тоді як зменшення чисельності оліготрофних бактерій може сигналізувати про порушення процесів самоочищення.

Окрім евтрофних та оліготрофних бактерій, у воді були виявлені значні кількості потенційно патогенних та патогенних мікроорганізмів. У весняний та літній періоди фіксувалися перевищення державних та європейських норм [2, 6] за показниками кишкової палички (*Escherichia coli*) та фекальних ентерококів (*Enterococcus faecalis*). Також, у значній кількості у зразках були виявлені бактерії родів *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Salmonella* та колиформні бактерії. Особливо високі концентрації потенційно патогенних бактерій спостерігали у районах ГЕС, водосховищах та біля населених пунктів. Важливо відмітити, що у вивчених пробах води були відсутні патогенні бактерії *E. coli* O157:H7, *Salmonella* serotype Typhimurium, *Pseudomonas aeruginosa* та *Proteus mirabilis*.

Загалом, результати мікробіологічного дослідження річки Дністер у 2023 році, вказують на високий рівень забруднення, що спричиняє зниження якості води та становить загрозу для екосистеми та здоров'я населення. Зростання чисельності потенційно патогенних бактерій, особливо влітку, вимагає негайних заходів з очищення та захисту водних ресурсів річки.

Роботу виконано за рахунок бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень (КПКВК 6541230)».

Література

1. Афанасьєв С.О. Вплив експлуатації Дністровської ГАЕС на угруповання гідробіонтів транскордонної ділянки Дністра /С.О. Афанасьєв, Л.В. Гулейкова, О.М. Летицька та ін.// Матеріали VIII Міжнар. наук.-практичної конф. «Тернопільські біологічні читання — Ternopil bioscience — 2024», 18-19 квітня, 2024. – Тернопіль: Вектор, 2024. – С. 388–391.

2. Державні санітарні правила МОЗ України № 173 (від 19.06.1996) (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>).

3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод; за ред. В.Д. Романенка. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.

4. Романенко В.Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями /В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк, А.В. Яцик// К.: Символ-Т, 1998. 28 с.

5. Управління транскордонним басейном Дністра: встановлення референційних показників для оцінки екологічного стану масивів поверхневих вод; за ред. С.О. Афанасьєва, О.В. Мантурової. К.: Кафедра, 2019. 376 с.

6. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006L0007>).

7. <https://vodaif.gov.ua>(<https://vodaif.gov.ua/wpcontent/uploads/2024/08/monitoryng-vod-rb-dnistra-za-2023-rik.pdf>).

СЕКЦІЯ 5. СТІЙКІСТЬ ТА РОЗВИТОК ЕКОСИСТЕМ

УДК 502.7: 630*15:630*228

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

А.А. Зимаросва¹, Р.В. Боровик², О.П. Мельник³

^{1,2,3}Поліський національний університет, Старий бульвар 7, Житомир, 10008, Україна

Важливим складовим елементом безпечного розвитку природних екосистем є лісові екосистеми, які ефективно стабілізують екологічний режим в біосфері, акумулюють у собі біологічне різноманіття та мають соціальне і біосферне значення. Ліси є фізико-географічним та біологічним явищем, виступають як складова частина ландшафтів і в цілому біосфери. Лісові екосистеми мають складну структурно-функціональну організацію, де всі елементи є взаємопов'язаними. Навколо екосистем лісу формується специфічне середовище, яке спричиняє вплив на прилеглі сільськогосподарські угіддя (визначаючи у певній мірі склад орнітофауни агроландшафтів), на водойми, що знаходяться поруч з лісовими масивами, а також на клімат місцевості (зокрема, прилеглих міст і сіл). Тому так важливо зберігати еколого-стабілізуючу роль лісів у природі через вивчення впливу екологічних факторів на екосистеми лісу. Важливим критерієм невиснажливого управління лісами, прийнятому на міжнародному рівні, є стан збереженості біорізноманіття лісових екосистем [1].

Наразі має місце істотне зростання антропогенного тиску, при домінуванні економічної складової ресурсів лісу, на екологічні та соціальні компоненти, що викликає потребу у розробці стратегії збалансованого розвитку лісових ресурсів [2]. Основними вимогами до такої стратегії є раціональне використання та збереження функцій лісів (екологічної, соціальної та економічної).

Стан лісової екосистеми зазвичай є проекцією дії зовнішніх факторів та ступенів господарського використання лісових масивів [1]. За переважаючим числом відомих класифікацій, фактори, які впливають на біорізноманіття лісових екосистем, поділяють на три групи. До абіотичних факторів відносять кліматичні, геологічні та едафічні фактори. До біотичних – вплив фауни та флори. Антропогенними факторами є індустриальні, лісогосподарські, рекреаційні та транспортні. Дію цих факторів можна зобразити у відповідності до їх впливу на функціонування екосистем лісу (рис. 1).

До первинних екологічних факторів, які впливають на біорізноманіття лісових екосистем відносять абіотичні та біотичні фактори, а до вторинних належать антропогенні фактори. Негативні зміни клімату та різноманітні біотичні ушкодження призводять до порушень у стійкості екосистем лісу та до збіднення біорізноманіття. Проте у подальшому має місце відтворення лісів

через заміну старовікових насаджень молодняками. Після успішних змін різної етіології штучне поновлення лісових насаджень може відбуватися такими ж лісовими породами, які були до впливу первинних факторів, тоді як природне лісовідновлення може бути в певній мірі стихійним і склад деревостанів у такому випадку змінюється [4].



Рис. 1. Схематичне зображення впливу екологічних факторів на біорізноманіття лісових екосистем

Вплив вторинних антропогенних факторів суттєво проявився у останні століття через інтенсифікацію лісогосподарського виробництва та через опосередкований вплив первинних факторів, таких як кліматичні зміни та розвиток шкідників і враження рослинності інфекційними хворобами. Завдяки антропогенному впливу здебільшого відбувається незворотне ушкодження лісових екосистем, що в першу чергу зачіпає показники біорізноманіття через порушення генетичного розвитку лісової рослинності [3]. Останнє, в свою чергу, значно знижує спроможність лісової екосистеми відновити біологічне різноманіття.

Література

1. Адамовський О.М. Комплексна еколого-економічна оцінка лісових ресурсів як фактор сталого лісочористування. Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. Львів : РВВ НЛТУ України, 2004. Вип. 3. С. 43-46.
2. Нейко І.С., Марценюк О.П. Оцінка стану лісових екосистем у контексті збалансованого лісочористування та забезпечення екологічної стабільності ландшафтів України. Науковий вісник НЛТУ України, 2008. Вип. 18.10. С. 65-68.

3. Орлов О.О., Сіренький С.П. Центрально-європейські види у флорі західної частини Полісся. Охорона та біорізноманіття флори: проблеми збереження і раціонального використання. Львів, 2004. С.115-120.

4. Тимочко Т.В. Збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. Ніжин : Аспект-Поліграф, 2008. 28 с.

УДК: 574:630

БІОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ ГУРІВСЬКОГО ЛІСОВОГО МАСИВУ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

М.О. Квітко^{1,2}, Т.Ю. Лихолат¹, О.А. Лихолат³, Мисливець Д.В.¹, Ю. В. Лихолат¹

¹Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, м. Дніпро, просп. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна

²Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, пр. Університетський, 76, Кривий Ріг, 50086, Україна

³Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро, вул. В. Вернадського 2/4, 49000, Україна

У лісовому та садово-парковому господарстві Дніпропетровської області протягом багатьох років успішно проводилося вивчення механізмів адаптації штучно інтродукованих видів деревних рослин, використовуючи наукові основи відомих геоботанічних шкіл розробляються агротехнічні та селекційні методи з урахуванням абіотичних та біотичних особливостей мезо- та мікрорельєфу певної території для покращення виконання рекомендацій. Багато видів рослин у природних екосистемах Придніпровського степу знаходяться під загрозою зникнення, що, у свою чергу, може призвести до зменшення біорізноманіття.

Метою даної роботи було розглянути стан деревних насаджень різного походження с. Гурівки як одного з ключових чинників аналізу стійкого розвитку деревної рослинності в межах степової зони України. Використовуючи показники кількості видів, а також дендрометричні характеристики провести аналіз життєвості деревних видів. Проведені нами упродовж 2014 – 2024 рр. дослідження природних та штучних деревних насаджень с. Гурівка репрезентують основні різновиди деревно-чагарникових насаджень, зокрема природно-заповідні лісові угруповання, штучні лісові насадження промислово-виробничого призначення та спонтанні природні ділянки самозаростання. Деревні екосистеми Гурівського лісу знаходиться на відстані близько 50 кілометрів від джерел техногенного забруднення і розташовані на межі Криворізького залізничного басейну у заплаві р. Бокова і відзначаються відмінностями у рельєфі. Було закладено 3 стаціонарні моніторингові ділянки та закладені маршрути обстеження різних частин лісового масиву, на яких

встановлювали вертикальну структуру, вимірювали висоту і діаметр стовбура дерев усіх наявних ярусів.

Оцінка штучних деревних насаджень передбачає нами послідовний аналіз площі та території насаджень і має на меті вивчити характеристики ґрунту та аналіз рівня поверхневого забруднення ґрунту, листового опаду, лісової підстилки та аналіз даних забруднення повітря. Крім того, особливу увагу слід звернути на дендрометричні характеристики деревостану та життєздатність деревостану. Ці параметри виявляють екологічну перспективність деревостану в природних лісових екосистемах і штучних деревних насадженнях. Слід також зазначити, що біогеохімічні показники листового опаду є перспективними індикаторами лісостану.

Було встановлено, що в природних лісових екосистемах Гурівського лісу значення повноти деревостану варіювали від 1100 до 1300 дерев/га, висота стовбура становила 17-19 м, діаметр – від 19 до 21 см, Базальна площа насадження становила від 44 до 48 м²/га, об'єм стовбурної деревини становив від 500 до 550 м³/га. Необхідно зазначити, що живучість (життєвість) деревостану була дуже високою і відображається через показники стану листової пластинки та інших органів цих екосистеми. Загалом характеристика Гурівських насаджень відображає типовий склад та життєвий стан для заплавних лісів в межах підзони степової зони України. У флористичному складі дослідних ділянок домінуючими видами є *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. Природне походження екосистеми Гурівського лісу зумовило в наявність повної цілісної вертикальної структури ярусів.

Отже, перспективним і актуальним є створення лісонасінневої бази деревних порід на генетико-селекційній основі, що забезпечить значне підвищення не тільки продуктивності, а й біологічної стійкості штучних деревних насаджень.

Література

1. Лихолат Ю. В., Мицик Л. П. Рівень акумуляції важких металів у рослинах *Роа angustifolia* L. у штучних біогеоценозах. Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. Дніпропетровськ: ДНУ, 2000. Вип. 4. С. 25–28.

2. Савосько В., Лихолат Ю., Дьомшина К., Лихолат Т. Екологічна та геологічна зумовленість поширення дерев і чагарників на девастрованих землях Криворіжжя. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. Вип. 27, No 1. С. 116–130.

3. Опанасенко В. Ф., Лихолат Ю. В., Рудницька Є. М., Говорун І. О. Багаторічні квітково–декоративні рослини для озеленення промислового міста. Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку. Матеріали III міжнар. наук. конф. (Донецьк, 3–5 вересня 1998 р.). Донецьк: Агентство «Мультипресс», 1998. С. 277-281.

4. Kvitko M.O., Savosko V.M., Lykholat Y.V., Holubiev M.I., Hrygoruk I.P., Lykholat O.A., Kofan I.M., Chuvasova N.O., Yevtushenko E.O., Lykholat T.Y.,

Marenkov O.M., Ovchinnikova Y.Y. (2022). Assessment of the ecological hybrid threat to industrial area in connection with the vital state of artificial woody plantations in Kryvyi Rih District (Ukraine). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Volume 1049 Published online: 05 July 2022. <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/1049/1>

5. Lykholat T. Y., Lykholat O. A., Marenkov O. M., Kvitko M. O., Panfilova H. L., Savosko V. N., Belic Y. V., Vyshnikina O. V. and Lykholat Y. V. (2022). Proteolytic processes in organism of different age rats exposed to xenoestrogens. Materials of XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2022) Kryvyi Rih, Ukraine, May 18-20, Journal of Physics: Conference Series, Volume 2288, 22 June 2022. doi:10.1088/1742-6596/2288/1/012013 <https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/2288/1>

6. Savosko V., Bielyk Y., Lykholat Y., Heilmeier H., Grygoryuk I., Khromykh N., Lykholat T. (2021^a). The total content of macronutrients and heavy metals in the soil on devastated lands at Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 30, 1: 153– 164. DOI: doi.org/10.15421/112114.

7. Savosko V., Komarova I., Lykholat Y., Yevtushenko E., Lykholat T. (2021^b). Predictive model of heavy metals inputs to soil at Kryvyi Rih District and its use in the training for specialists in the field of Biology. *Journal of Physics: Conference Series*. 1840 (1), 012011. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012011>

8. Savosko V.M. et al. (2021^c). Effects of pollution and climate change on the ecosystem components: monograf. Edited by Yu. V. Lykholat. Praha: Oktan Print, 196 p.

9. Savosko, V.M., Lykholat, Y.V., Bielyk, Yu.V., Lykholat, T.Y. (2019^a). Ecological and geological determination of the initial pedogenesis on devastated lands in the Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 28 (4), 738-746. DOI: doi.org/10.15421/111969.

10. Savosko, V.M., Lykholat, Yu.V., Bielyk, Yu.V., Grygoryuk, I.P. (2019^b). Apophyte and adventives woody species in granite quarry devastated land at Kryvyi Rih District. *Biological Resources and Nature Management*, 11 (1-2), 14-25. DOI: doi.org/10.31548/bio2019.01.002.

11. Tarasov V. V. Flora of Dnepropetrovsk and Zaporizhia regions. Dnipropetrovsk: Lira, 2012. 296 p.

СЕКЦІЯ 6. АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

УДК: 611.7

9 ЧИ 10 ЦІКАВИХ ФАКТІВ ПРО СКЕЛЕТ

А.А. Гурина¹, А.А. Гулицька²

^{1,2}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вулиця Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

Вивчення будови людського тіла зазвичай починається з опорно-рухового апарату, який в свою чергу поділяється на опорну частину, що представлена сукупністю всіх кісток нашого організму (скелет або кістяк), і руховою (активною) складовою, що утворена м'язовим шаром [4, 36]. Якщо м'язова складова викликає більше зацікавлення, хоча б з огляду на те, що ми бачимо їх дивлячись на себе в дзеркало, особливо в тренувальному залі, то кістки зазвичай сприймаються як щось «неживе» і навіть лякаюче. Тому зібрана і представлена нижче інформація спрямована не на «сухе» сприйняття, а з метою показати, що і кістяк може бути цікавим і подекуди містити відповіді на одвічні питання.

Кількість кісток скелета є різною в різні вікові періоди.

Кількість кісток дитини і дорослої людини відрізняється, причиною цього є осифікація, або іншими словами окостеніння і зрощення кісток. Так наприклад, тазова кістка у дорослої людини до 14-15-річного віку складається з 3-х окремих кісток: клубової, сідничної і лобкової.

Атлант тримає не лише небо.

Перший шийний хребець носить назву атлант і його основна роль полягає в утримуванні черепа, з'єднуючись із потиличною кісткою [5; 28].

Хребет людини має «зуб».

Хребет людини складається з 33-34 хребців. Кожен з цих хребців попри спільну будову має і ряд відмінностей, як то розмір, кількість відростків, але однією із найцікавіших відмінностей є те, що другий шийний хребець (осьовий хребець, епістрофей) має ще таке утворення як зуб, навколо якого обертається атлант разом із черепом при поворотах голови [3, 31].

У чоловіків і жінок однакова кількість ребер.

А це одвічне питання ще і сьогодні тривожить, а подекуди і збурює людей і в прямому сенсі слова призводить до сварок. Адже відповідно до християнських релігійних переконань, жінка була створена із ребра чоловіка, але думка пішла ще далі: нажаль, багато (навіть освічених) людей переконані в тому, що у чоловіків більша кількість ребер ніж у жінок, а от це вже є помилковим і з математичної, і з наукової точки зору, оскільки їх кількість є однаковою і становить 12 пар і у жінок, і у чоловіків.

Одна кисть становить 1/8 всього скелета.

Так, попри невелику площу нашого тіла, яку займає кисть (приблизно 5%), вона нараховує в своєму складі 27 кісток, а оскільки кількість кісток

дорослої людини становить 206-210 [1, 83], то математика нам каже, що це навіть більше, ніж 1/8 всього скелета.

У черепі лише одна рухома кістка.

Череп людини нагадує одну монолітну конструкцію, але насправді це - утворення 23 кісток, і лише одна з них є рухомою і ця кістка — нижня щелепа, яка дає нам можливість говорити, жувати і більш яскраво виражати емоції.

Нижня щелепа одна, а верхніх дві

Побутує думка, що у нас наявна верхня і нижня щелепа. Так і є, але верхня щелепа - це парна кістка, яка сполучується через великий верхньощелепний розтвір [1, 110].

У людини є кістки, які заповнені повітрям

Ці кістки носять назву пневматичні або повітряноносні. Свою назву вони отримали через те, що вони мають порожнини, які заповнені повітрям. Це забезпечує дві основні функції: легкість і міцність кістки. Такі особливості стають в нагоді, наприклад, в такій конструкції як череп, тому переважно саме тут і зустрічаються повітряноносні кістки: лобна, решітчаста та ін.

Кістка, яка «гуляє сама по собі»

Якщо всі інші кістки так чи інакше якимось з'єднані між собою (за допомогою швів, суглобів, хрящів), то така кістка як під'язикова не кріпиться до жодної іншої кістки і утримується за допомогою м'язів, які приводять її в рух [4, 49].

І насамкінець: скелет людини може бути дуже цікавим і розповісти про свого власника навіть через багато років, наприклад як скелет афарського австралопітека Люсі, якому понад 3,2 млн. років [2, 14].

Література:

1. Анатомія людини: у 3 т. Т.1 / [А.С. Головацький, В.Г. Черкасов, М.Р. Сапін та ін.]. – Вид.3 – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 386с.: іл.
2. Ісхакова А.В., Мірошніченко С.В. Історія стародавнього світу. Схід, Греція, Рим: Навчально-методичний посібник для здобувачів історичних спеціальностей. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Харків: ХНПУ імені Г.С. Сковороди, 2024. 315 с.
3. Мартіні, Фредерік. Анатомічний атлас людини: Пер. з 8-го англ. Вид. / Відповідальний за дизайн та ілюстрації вільям обер; наук. ред. пер. В.Г. Черкасов. – ВСВ «Медицина», 2011. – 128с.; 250 іл.
4. Самусев Р.П., Липченко В.Я. Атлас анатомії людини: Навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів / Пер. з рос. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2009. – 752 с.: іл
5. Сидоренко П.І. Анатомія та фізіологія людини: підручник / П.І. Сидоренко, Г.О. Бондаренко, С.О. Куц. – 5-е вид., випр. - К.: ВСВ «Медицина», 2015. - 248 с.

АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНІ ПОКАЗНИКИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО ТРЕМОРУ КИСТІ СТУДЕНТОК ПЕРЕД МОДУЛЬНИМ КОНТРОЛЕМ

Т.В. Король¹, І.Ю. Гнатчук², С.В. Бичкова³, Бачинська Л.В.⁴, Сербин Л.В.⁵

^{1,2,3,4,5}Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

У здорової людини реєструють фізіологічний тремор – низькоамплітудні рухи з частотою 8–12 Гц [2]. Під час підвищеного нервово-емоційного навантаження амплітуда фізіологічного тремору може збільшитися понад нормальну величину, що призводить до появи посиленого фізіологічного тремору [3]. Тому метою роботи було дослідити показники фізіологічного тремору кисті студенток в умовах підвищеного емоційного напруження перед модульною контрольною роботою.

Учасниками дослідження були 16 студенток біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка віком 19–20 років. Дослідження виконано згідно з Гельсінською декларацією Всесвітньої медичної асоціації "Етичні принципи медичних досліджень за участю людини як об'єкта дослідження". Студентки надали письмову згоду для участі у ньому. Усі студентки є правшами. Перед дослідженням обстежувані не вживали каву чи міцний чай, а також не виконували важку фізичну роботу.

Реєстрацію тремору проводили безпосередньо перед модульною контрольною роботою та у навчальні дні, коли у студенток не було контрольних замірів знань. Під час дослідження студентки перебували у положенні сидячи. Показники фізіологічного тремору правої та лівої руки реєстрували у двох положеннях кисті – у вільному положенні (кисть звисала з опорної поверхні долонею донизу) та у постуральному положенні (витягнута кисть утримувалася паралельно опорній поверхні долонею донизу) [1]. Дослідження проводили за допомогою акселерометра MPU6050 (InvenSense, Китай), який розміщували на рівні другого п'ястково-фалангового суглоба з відступом на 2 см ближче до зап'ястка. Тривалість запису становила 30 с у кожному положенні кисті. Тремор реєстрували вздовж трьох взаємно-перпендикулярних осей x , y , z . Навколо осі z акселерометра реєстрували тремор, який виникає під час згинання та розгинання променево-зап'ясткового суглоба, навколо осі y – тремор, зумовлений відведенням та приведенням, навколо осі x – тремор внаслідок руху у дистальному напрямку.

Отримані показники прискорення були перетворені у частоту та амплітуду за допомогою функції швидке перетворення Фур'є програми «OriginPro» (довірчий інтервал 0,05) [1].

З'ясували, що у вільному положенні кисті частота тремору правої та лівої руки вздовж осей x , y , z не відрізнялася перед контрольним заміром знань від показника, зареєстрованого у звичайний навчальний день (табл. 1).

Таблиця 1

Частота фізіологічного тремору (Гц) кисті студенток

Кисть	Частота тремору (Гц)					
	Вільне положення					
	Вісь x		Вісь y		Вісь z	
	МК (-)	МК (+)	МК (-)	МК (+)	МК (-)	МК (+)
Права	8,03±0,66	7,84±0,6	7,89±0,41	7,97±0,43	8,93±0,30	8,57±0,28
Ліва	8,25±0,52	8,44±0,58	7,42±0,41	7,79±0,31	8,27±0,25	8,12±0,32
Постуральне положення						
Права	8,75±0,51	8,96±0,32	8,78±0,66	8,64±0,81	8,76±0,24	8,85±0,30
Ліва	6,76±0,55	8,31±0,40*	7,38±0,67	7,85±0,40	8,31±0,20	8,48±0,34

Примітка: МК (-) – не було модульного контролю; МК (+) – перед модульним контролем.

* – $p \leq 0,05$ порівняно з МК (-).

Як видно з табл.1, у постуральному положенні кисті лівої руки частота фізіологічного тремору вздовж осі x збільшилася в 1,2 разів ($p \leq 0,05$) перед контрольною роботою порівняно із звичайним навчальним днем. Вздовж осей y та z зміни частоти фізіологічного тремору правої та лівої руки не були достовірними перед контрольною роботою порівняно з днем без заміру знань.

Таблиця 2

Амплітуда фізіологічного тремору (мм) кисті студенток

Кисть	Амплітуда тремору (мм)					
	Вільне положення					
	Вісь x		Вісь y		Вісь z	
	МК (-)	МК (+)	МК (-)	МК (+)	МК (-)	МК (+)
Права	0,21±0,04	0,17±0,01	0,24±0,02	0,25±0,03	0,38±0,11	0,25±0,02
Ліва	0,19±0,04	0,16±0,02	0,22±0,03	0,26±0,05	0,25±0,04	0,28±0,04
Постуральне положення						
Права	0,22±0,04	0,22±0,04	0,27±0,04	0,28±0,03	0,56±0,11	0,59±0,09
Ліва	0,21±0,04	0,21±0,03	0,32±0,04	0,29±0,03	0,78±0,17	0,70±0,11

Примітка: МК (-) – не було модульного контролю; МК (+) – перед модульним контролем.

Амплітуда фізіологічного тремору кистей правої та лівої рук (табл. 2) не змінилася перед модульним контролем порівняно із звичайним навчальним днем, коли не було контролю знань.

Отже, за умов навчального стресу (перед контрольною роботою) показники фізіологічного тремору правої та лівої кінцівки у вільному / постуральному положенні кисті не змінилися порівняно із звичайним навчальним днем. Збільшення частоти фізіологічного тремору в 1,2 разів ($p \leq 0,05$) зареєстрували лише у постуральному положенні лівої руки вздовж осі x .

Література

1. Гнатчук І.Ю., Манько В.В. Зміни параметрів фізіологічного тремору кисті під час різної активності м'язів верхньої кінцівки людини // Фізіол. журн. 2019. Т. 65. № 4. С. 59-65. DOI: <https://doi.org/10.15407/fz65.04.059>

2. Lakie M., Vernooij C., Osborne T. et al. The resonant component of human physiological hand tremor is altered by slow voluntary movements // J Physiol. 2012. 590 (10). P. 2471-2483. doi: [10.1113/jphysiol.2011.226449](https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.226449)

3. Verrelli D.I., Qian Y., Wilson M.K. et al. Intraoperative tremor in surgeons and trainees // Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2016. 23(3):410–415.

УДК 159.942.5-053.6:316.485.26

СТАН ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я МОЛОДІ В УМОВАХ ВІЙНИ

І.С. Лунаїна¹, Ю.Ю. Чайка², Т.С. Волинець³, Т.В. Шевчук⁴

^{1,2,4}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, 10008, Україна

³Копищенський ліцей Олевської міської ради, вул. Партизанська, 31, с. Копище, 11010, Україна

Україна сьогодні живе в умовах війни. Війна забирає найдорожче – життя, а також фізичне та психічне здоров'я людини. Зумовлене сьогоднішнім повідомленням повітряної тривоги, звуки військових дій, перегляд новин, важкі новини з фронту про загибель та полон українських героїв, мирних жителів, дітей призводять до погіршення ментального здоров'я, а це у свою чергу збільшує навантаження на нервову систему людини [6].

Військові дії впливають на наше звичне життя. Наслідки війни для психічного здоров'я українців вже досліджують багато науковців, але вони стануть об'єктом і подальших довготривалих досліджень. Вже на сьогодні відомо, що одним із негативних видимих впливів війни на людину є наступні наслідки: постійна тривога, депресивні стани, проблеми з сном. Українські фахівці з психології та психотерапевти акцентують увагу на підвищену кількість запитів на консультації, які стосуються наслідків військових дій, а це тривожні та депресивні стани, неконтрольована агресивна поведінка та суїцидальні думки, які виникли внаслідок переживання за втратою близьких родичів, друзів, знайомих, дому, ідентичності [1].

В умовах сьогоднішнього надзвичайно актуальним питанням є збереження психічного здоров'я людини. Статистичні дані Всесвітньої організації охорони здоров'я, повідомляють, що приблизно 10 % людей у всьому світі, які опинилися під час воєнних дій на тій чи іншій території, тобто постраждали внаслідок війни, будуть мати в майбутньому зміни в психічному здоров'ї, а також ще в 10 % людей будуть відзначатися відхилення в поведінці, які будуть заважати раціональній та ефективній життєдіяльності в суспільстві [5].

Молоді люди, особливо схильні до великого ризику утворення різноманітних проблем, що безпосередньо пов'язані саме з психічним здоров'ям, тому що молодь здатна переходити від залежності до незалежності, нові вимоги та зміни, такі як певний віковий розвиток, у даному випадку – юнацький вік, нові стосунки, розлука з батьками, якщо дитина навчається в закладі освіти, далеко від дому, фінансова нестабільність, робота та навчання

можуть викликати високий рівень стресу, що призводить до проблем з психічним здоров'ям [4].

Однією з важливих складових загального здоров'я та благополуччя є психічне здоров'я. Воно включає наступні складові – психологічну, емоційну та соціальну. На кожному етапі онтогенезу, починаючи з дитинства та підліткового віку і безпосередньо до зрілого віку є важливим психічне благополуччя [3].

Існує багато методик за допомогою яких можна дослідити психічне здоров'я особистості. Для вивчення стану психічного здоров'я молоді ми використали методику «Тест дослідження тривожності», яка дала можливість оцінити рівень реактивної та особистісної тривожності молоді [2]. Дослідження проводили на базі Житомирського державного університету імені Івана Франка. В дослідженні брали участь здобувачі першого курсу. Результати дослідження показали, що переважна більшість здобувачів – 80 % мають високу особистісну тривожність, а всього 20 % – помірну. Щодо реактивної тривожності, то 60 % досліджуваних мали помірну тривожність, а 40 % – низьку.

Слід зазначити, що реактивна або її ще називають ситуативна тривожність характеризується наступними ознаками – напруженістю, неспокоєм, нервозністю. Якщо її показник великий, то в такої людини може порушуватися увага, а інколи навіть і координація рухів. Що стосується особистісної тривожності, то це стійкий стан, що характеризує здатність (схильність) людини сприймати певну кількість ситуацій як загрозові, тобто реагувати на них станом тривоги [2].

Отже, проблеми психічного здоров'я під час війни не є новими, але наше сьогодення посилює потребу у вивченні впливу військових дій на психічне здоров'я людини, адже воно є складовою загального здоров'я.

Література

1. Котлова Л.О., Долінчук І.О., Ілющенко І.О. Психічне здоров'я молоді в умовах воєнного стану. *Вікова та педагогічна психологія*. 2023. Вип. 53. С. 63-68.
2. Коцур Н.І., Гармаш Л.С., Товкун Л.П. Валеологія: навчально-методичний посібник. Видання 2-ге, доповнене. 2010. – 286 с.
3. Лотоцька Л., Лотоцька-Дудик У., Брейдак Ю. Психічне здоров'я молоді в умовах військових конфліктів. *Viae Educationis: Studies of Education and Didactics*. 2022, Vol. 1, No. 3. P. 54-61.
4. Пилипенко Л.В., Пристайко Ю.Р. Емпіричне дослідження впливу воєнного стану на психічне здоров'я особистості юнацького віку. *Наукові записки ЛДУБЖД. Педагогіка і психологія*. №1, 2023. С. 58-66.
5. Тюріна В.О., Солохіна Л.О. Вплив військових конфліктів на психічне здоров'я людини: короткий огляд зарубіжних досліджень. *Особистість, Суспільство, Війна*. Харків, 2022. С. 116-118.
6. Цимбалюк М., Жигайло Н. Формування стресостійкості студентів в умовах війни для правового та євроінтеграційного процесів. *Вісник Львівського університету. Серія психологічні науки*. 2022. Спецвипуск. С. 128-136.

СЕКЦІЯ 7. БІОХІМІЯ ТА МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

УДК 582.661.21:[577.325:581.12

ОЦІНЮВАННЯ КАРБОНАГІДРАЗНОЇ АКТИВНОСТІ У РОСЛИННОГО БІЛКА *ATRIPLEX SAGITTATA*

I.С. Горбенко¹, А.В. Котинський²

^{1,2}Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, Україна

Актуальність теми пов'язана з такими глобальними проблемами, як зміни клімату, збільшення викидів та концентрації вуглекислого газу (CO₂). Тому необхідно вивчити механізм секвестрації (CO₂) для виявлення високої ефективності карбонатгидразної активності (КА) у рослин. Наукові дослідження проведені з використанням тваринного білка, підтвердили, що дана технологія, відкриває перспективи застосування механізму для вловлювання сполук вуглецю. Висока активність цих ферментів у рослинних тканинах, особливо в листках та механізми їх участі у фіксації CO₂ вивчені не достатньо [1].

Різні типи КА є ферментами, які присутні в усіх живих організмах і каталізують оборотну реакцію гідратації CO₂, прискорюючи реакцію поглинання CO₂. Рослинні КА, присутні у величезній кількості рослин, але їх здатність до впливу стимулювання CO₂ потребують додаткового дослідження.

Об'єктом дослідження слугували отримані сумарні білкові фракції з рослини *Atriplex sagittata* Bork..

Метою дослідження було за допомогою проведення експерименту перевірити здатності карбонатгидразного ферменту із виділеної рослинної білкової фракції *Atriplex sagittata* B., визначити та оцінити активність за умов високої концентрації CO₂ та різних температур для рослинної КА. Оскільки даний вид є досить поширеним, але недостатньо вивченим, необхідно оцінити можливості подальших екологічних досліджень та здійснити вивчення перспективності застосування рослинних КА для технології поглинання CO₂. Рослинні КА присутні в листках у великих кількостях представлені численними формами, але їх здатність стимулювати поглинання CO₂ недостатньо досліджена.

Види *Atriplex* є представниками родини *Amaranthaceae*, який складається з близько 300 видів, серед яких містяться рослини з C₃ - фотосинтезом, так і C₄ - фотосинтезом. Місцем поширення роду *Atriplex*, рослини *A. sagittata* є Центральна, а також Східна Європа до Центральної Азії. Вид теплолюбний, стійкий до посухи та засоленості ґрунту та підходять для використання з метою відновлення деградованих посушливих та напів посушливих земель [2].

Для дослідження ми використовували свіжозібраний рослинний об'єкт зібраний у місті Києві, 2024 році. Щоб отримати сумарні білкові фракції рослини та здійснення первинного очищення дотримувалися методу *Makino* [3].

Після методу центрифугування для подальшого аналізу отриманий білок охолоджують. При визначенні в екстракції концентрації загальних білків *A. sagittata*, оптичну щільність білку виміряли за методикою *Bradford* [4].

Вимірювання здатності КА в сумарних білкових фракціях досліджуваного

об'єкту здійснювали за методом *Capasso*. В умовах використання крижаної бані у попередньо охолоджені дві пробірки, додавали 1 мл 25 мМ *tris-SO₄* (рН 8,3), що містив бромтимоловий синій барвник. До однієї пробірки додавали 20 мкг розчин білку, а в другу пробірку додавали еквівалентну кількість буфера як контрольну [5].

Встановлено, що за умови додавання до білку рослини 20 % гліцерину, КА залишається при заморожуванні та розморожуванні. Спостерігали зміну забарвлення під час проведення КА у буферному розчині з білком, для цього досліду відміряли по 20 мкг білку без гліцерину, результати були розраховані в одиницях *Wilbur-Anderson* (WAU). Швидкість реакції після наступних температур становила: 0°C від 1,06 до 1,46 WAU/мг; після перебуванні 40 °C у термостаті до 25 год. від 0,48 до 0,68 WAU/мг та за умов перебування до 93 год. КА не відбувається від -0,3 до -1 WAU/мг; при 60°C до 3 год. 0,07 до 0 WAU/мг. При додаванні до білку 20 % гліцерину для досягнення тривалішого зберігання, КА при 0°C: від 0,68 до 0,39 WAU/мг; після 20 год. у термостаті при 40 °C від 0,14 до 0,20 WAU/мг; до 2 год. при 60°C від 0,03 WAU до -0,01 WAU.

Отже, згідно з результатами дослідження, враховуючи всі отримані дані після аналізу білку *A. sagittata* було виявлено чутливість рослинного білку і КА, яка залежить від впливу температури і часу перебування у термостаті. Встановлено, що при високій температурі, КА зменшується, а за умови додавання до білку 20 % гліцерину і витримування при температурі 40 °C спостерігали збереження КА в досліджуваному об'єкті.

Література

1. Chaf, A.; Hassania, K. E.; Essamadib, A.; Yildirim Ç. S., Mavi A. Efficient sequestration of carbon dioxide into calcium carbonate using a novel carbonic anhydrase purified from liver of camel (*Camelus dromedarius*) [Online] 2020.

2. Royal Botanic Gardens, Kew.

<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:164128-1#distributions>

3. Makino, A.; Sakashita, H.; Hidema, J.; Mae, T.; Ojima, K.; Osmond, B. Distinctive Responses of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase and Carbonic Anhydrase in Wheat Leaves to Nitrogen Nutrition and their Possible Relationships to CO₂-Transfer Resistance [Online] 1992, vol. 100, pp. 1737-1743. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.100.4.1737>

4. Bradford, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, [Online] 1976, vol. 72(1-2), pp. 248-254.

5. Capasso, C.; De Luca, V.; Carginale, V.; Cannio, R.; Rossi, M. Biochemical

properties of a novel and highly thermostable bacterial α carbonic anhydrase from *Sulfurihydrogenibium yellowstonense*. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* [Online] 2012, vol. 27, pp. 892-897. Doi: <https://doi.org/10.3109/14756366.2012.703185>

УДК 582.26:581.19:581.18

ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ У ЗЕЛЕНИХ МІКРОВОДОРОСТЯХ (*CHLOROPHYTA*) ПРИ ВИРОЩУВАННІ В ШТУЧНИХ УМОВАХ

Ю.Г. Крот¹, Т.О. Леонтьєва², О.М. Усенко³, Ю.М. Красюк⁴

^{1,2,3,4}Інститут гідробіології НАН України, просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна

Енергетичний обмін зелених мікроводоростей відіграє важливу роль у їх життєдіяльності. Мікроводорості мають здатність виробляти енергетичні субстрати як запасні молекули, до яких відносять загальні білки, ліпіди та вуглеводи [8].

Особливе місце у енергетичному обміні зелених мікроводоростей займають вуглеводи. Вони виконують цілу низку функцій, які потрібні організму для підтримання протікання метаболічних процесів. Так, вуглеводи відіграють важливу роль для водоростей в якості енергетичних субстратів, при катаболізмі яких в процесі дихання звільняється основна кількість енергії, що є необхідною складовою в підтриманні життєдіяльності організму. Вуглеводи входять до складу нуклеїнових кислот, комплексних білків, ліпідів. Слід відмітити, що значну частку клітинних мембран водоростей складають вуглеводи, яким належать механічна, захисна та опорна функції [1, 9]. Вцілому, мікроводорості виробляють вуглеводи для двох основних цілей: вони служать структурним компонентом клітинної стінки та компонентом для внутрішньоклітинного зберігання [6]. Ці компоненти мікроводоростей зустрічаються в різних концентраціях у біомасі і можуть змінюватись залежно від виду та фази росту мікроводоростей [4].

З цього приводу, нами було поставлене завдання – встановити видоспецифічні властивості водоростей *Tetradismus dimorphus* (Turpin) M.J. Wynne та *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E. Hegew за дії оптимальних значень температури та поживних речовин, визначивши вміст важливого енергетичного компоненту, вуглеводів, за різної тривалості експозиції.

Водорості вирощували при оптимальному температурному режимі 31,0 °C та 28,0 °C відповідно для *T. dimorphus* та *D. brasiliensis*, інтенсивності освітлення 47,5 мкмоль/м²·с, співвідношення світла і темряви – 16 : 8 год. Вміст у поживному середовищі азоту нітратів та фосфору фосфатів становив відповідно 81,7 мг N/дм³ і 6,9 мг P/дм³ для *D. brasiliensis* та 81,7 мг N/дм³ і 58,7 мг P/дм³ для *T. dimorphus*. Перемішування культур відбувалося шляхом подачі у культивацийні ємності стислого атмосферного повітря (38 дм³/хв.). Тривалість експерименту – 24 доби. Результати дослідження показали, що за оптимальних

умов утримання упродовж першої половини експозиції (1–12 доба) у *T. dimorphus* і *D. brasiliensis* спостерігаються певні зміни у вмісті вуглеводів. Відмічено, що у *T. dimorphus* і *D. brasiliensis* вміст вуглеводів зріс на 11,7 та 4,3 %, відповідно. Вірогідно, в цей період активного росту відбувалося накопичення енергетичних субстратів вуглеводневої природи, серед яких провідну роль відіграє крохмаль [2].

Наприкінці експозиції (24 доба) у *T. dimorphus* і *D. brasiliensis* спостерігається зниження вмісту вуглеводних компонентів на 8,5 і 2,8 %, відповідно. Слід звернути увагу, що така зміна вмісту вуглеводів у обох культур водоростей пов'язана з потребою в енергії, яка була необхідна для інвестицій у метаболізм жирних кислот, що тісно пов'язано з відділенням мембран під час поділу клітин. Вирощування в зоні оптимуму може полегшити перетворення жирних кислот на мембранні ліпіди, які є такими важливими для забезпечення умов високої питомої швидкості росту мікрободоростей [5, 7].

Результати наших досліджень показали, що при оптимальному температурному режимі та присутності поживних речовин за період першої половини експозиції (1–12 доба) *T. dimorphus* і *D. brasiliensis* вміст досліджуваного вуглеводного компоненту зростає. Це підтверджується літературними даними, де зазначено, що при активному рості клітини досягають критичного розміру (клітини приблизно удвічі подвоюють свою початкову масу) та подвоюють свій вихідний вміст крохмалю [3].

На другій половині експозиції (12–24 доба) відмічено певне зниження вмісту вуглеводів, що пояснюється енергозатратами водоростей *T. dimorphus* і *D. brasiliensis*. При оптимальних умовах може відбуватися витрачання цього субстрату, як енергетичного компоненту на утворення мембранних ліпідів при високій швидкості росту водоростей.

Досліджено, що у *T. dimorphus* вміст вуглеводних компонентів у процесі росту схильний до значних коливань і максимальна їх кількість достатньо вища, порівняно з *D. brasiliensis*. Вірогідно, вуглеводи приймають участь в забезпеченні потенційної стійкості виду, що і впливає на значне їх накопичення в клітинах *T. dimorphus*.

В цілому, можемо припустити, що виявлені особливості зміни вмісту вуглеводів *T. dimorphus*, а саме: здатність їх клітин до коливань вмісту цього компоненту з достатньо значною амплітудою є видоспецифічністю цього виду, яка дає змогу водоростям більш активно проявляти адаптивні можливості.

Література

1. Кирпенко Н. И., Усенко О. М., Мусий Т. О. Биохимический состав зеленых водорослей на разных стадиях роста. *Гидробиол. журн.* 2015. Т. 51(2). С. 44–50.
2. Accumulation of energy reserves in algae: From cell cycles to biotechnological applications / Vitova M., Bisova K., Kawano Sh., Zachleder V. *Biotechnol. Adv.* 2015.1;33(6Pt2):1204-18. doi: 10.1016/j.biotechadv.2015.04.012.

3. Characterization of Growth and Cell Cycle Events Affected by Light Intensity in the Green Alga *Parachlorella kessleri*: A New Model for Cell Cycle Research / Zachleder V. et al.; *Biomolecules*. 2021. 11(6): 891.

4. González-Fernández C., Ballesteros M. Linking microalgae and cyanobacteria culture conditions and key-enzymes for carbohydrate accumulation. *Biotechnology Advances*. Vol. 30 (6). 2012. 1655–1661.

5. Guschina I. A., Harwood J. L. Algae for Biofuels and Energy: Algae for Biofuels and Energy (pp.17–36). 2013. DOI:10.1007/978-94-007-5479-9_2

6. Improving carbohydrate and starch accumulation in *Chlorella* sp. AE10 by a novel two-stage process with cell dilution / Cheng D. et al.; *Biotechnol Biofuels*. 2017. 10:75. <https://doi.org/10.1186/s13068-017-0753-9>

7. Metabolic Insights Into Infochemicals Induced Colony Formation and Flocculation in *Scenedesmus subspicatus* Unraveled by Quantitative Proteomics / Roccuzzo S. et al.; *Front Microbiol*. 2020. 7:11:792. doi: 10.3389/fmicb.2020.00792

8. Microalgae biorefinery: High value products perspectives / Chew K.W. et al.; *Bioresour. Technol*. Vol. 229. 2017. 53–62.

9. Microalgae-based carbohydrates: A green innovative source of bioenergy / De Carvalho Silvello M. A. et al.; *Bioresour. Technol*. 2022. 344(Pt B):126304. doi: 10.1016/j.biortech.2021.126304.

УДК 617.7-007.681:577.175.5]-092.9

ВПЛИВ МОДУЛЯЦІЇ ЕНДОГЕННОГО СТАНУ СІРКОВОДНЮ НА АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ В ТКАНИНАХ ОКА ТВАРИН ПРИ АДРЕНАЛІН-ІНДУКОВАНІЙ ГЛАУКОМІ

І.М. Михейцева¹, С.Г. Коломійчук², Т.І. Сіроштаненко³, Маяр Алобісі⁴, Н.В. Сторожук⁵, М.К. Кузнецов⁶

^{1,2,3,4,5,6}ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМН України», Французський бульвар, 49/51, Одеса, 65016, Україна

Розмірковуючи про патогенез глаукоми, слід вказати, що на сьогоднішній день метаболічна концепція розвитку первинної глаукоми, в основі якої лежать численні молекулярні порушення, включаючи оксидативний стрес, ексайтотоксичність, ендотеліальну та мітохондріальну дисфункцію, які викликають аномальний апоптоз нервових клітин ока, вважається домінуючою. При цьому тригерні молекулярні механізми формування та розвитку цього нейродегенеративного захворювання досі не визначено [1, 4] та потребують подальшого дослідження.

Роль ендогенного сірководню (H_2S) в регуляції значної кількості метаболічних процесів в організмі, включаючи редокс-статус, апоптоз, мітохондріальну дисфункцію тощо, встановлено. Представляє інтерес вивчення участі цього нейротрансмітеру в патогенезі глаукоми [3, 5-7].

Мета. Дослідити вплив модуляції ендogenousного стану H_2S його донором на активність антиоксидантних ферментів в тканинах ока тварин при адреналін-індукованій глаукомі (АІГ).

Методи. АІГ у кролів моделювали за допомогою внутрішньовенних ін'єкцій по 0,1 мл розчину адреналіну (1:1000) через день протягом 3 місяців [2]. У другій групі моделювали АІГ в умовах введення донору сірководня гідросульфід натрію у вигляді щоденних інстиляцій 1 % розчину. Тварини контрольної групи (норма) отримували ін'єкції тільки розчинника. Тварини містилися в умовах віварію, отримували їжу та питну воду *ad libitum*. Стан очей тварин протягом експерименту оцінювали офтальмоскопічно та біомікроскопічно. Внутрішньоочний тиск (ВОТ) у кролів вимірювали за допомогою апланаційного тонометра Маклакова. В тканинах дренажної зони ока, сітківці та зоровому нерві тварин через 3 місяці експерименту визначали активність глутатіонпероксидази, супероксиддисмутази та каталази. Отримані дані ВОТ у тварин обробляли за допомогою програми Statistica з використанням непараметричних методів аналізу (критерій Крускала-Уоліса і Мана-Уїтні), а біохімічні показники з використанням параметричного методу t-критерію Стьюдента.

Результати. Встановлено, що при моделюванні АІГ на 90 добу експерименту активність антиоксидантних ферментів в тканинах ока кролів виразно та достовірно значуще знижувалась при порівнянні з контрольною групою (в сітківці активність глутатіонпероксидази на 34,6 %, супероксиддисмутази на 41,8 % та каталази на 29,5 %; в зоровому нерві активність глутатіонпероксидази на 31,7 %, супероксиддисмутази на 37,3 % та каталази на 26,2 %; в тканинах дренажної зони ока активність глутатіонпероксидази на 35,2 %, супероксиддисмутази на 32,8 % та каталази на 22,7 %).

В умовах застосування донору H_2S гідросульфід натрію на тлі моделювання АІГ виявлено достовірно значуще підвищення активності антиоксидантних ферментів в тканинах ока кролів по відношенню до відповідних значень групи тварин з АІГ без лікування (в сітківці активність глутатіонпероксидази вище на 38,5 %, супероксиддисмутази – на 34,7 % та каталази – на 25,8 %; в зоровому нерві глутатіонпероксидази на 35,2 %, супероксиддисмутази на 32,8 % та каталази на 22,7 %; в тканинах дренажної зони активацію глутатіонпероксидази на 25,3 %, супероксиддисмутази на 22,7 % та каталази на 18,4 %).

Таким чином слід зазначити, що у кролів з АІГ в тканинах ока суттєво порушена ферментативна ланка антиоксидантної системи, тоді як донор сірководню значною мірою нормалізував цей дисбаланс редокс-статусу в тканинах очей при моделюванні глаукоми.

Висновки. Моделювання АІГ у кролів викликало виснаження антиоксидантного потенціалу в тканинах ока за умови адреналінового стресу. При впливі на ендogenousний стан газотрансмітеру H_2S його донором виявлена активація механізмів антиоксидантного захисту в тканинах ока шляхом дії на

ферментативну ланку, що знижує негативні прояви оксидативного стресу у експериментальних тварин при моделюванні АІГ.

Література

1. Ельський В. Н., Михейцева І. Н. Дизрегуляторні аспекти глаукомного процесу (обзор літератури і власних досліджень) // Журн. НАМН України. 2011. Т. 17, № 3. С. 235–244.

2. Спосіб моделювання адреналін-індукованої глаукоми у кролів: пат. №61478 Україна: Михейцева І.М.; опубл. 25.07.11, Бюл. №14.

3. Feng Y., Prokosch V., Liu H. Current Perspective of Hydrogen Sulfide as a Novel Gaseous Modulator of Oxidative Stress in Glaucoma // Antioxidants (Basel). 2021. V.10. № 5. P. 671. doi: 10.3390/antiox10050671.

4. Macanian J. Pathogenesis of Glaucoma // Encyclopedia. 2022. V. 2. P. 1803–1810. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2040124>.

5. Mhatre S, Opere CA, Singh S. Unmet needs in glaucoma therapy: The potential role of hydrogen sulfide and its delivery strategies. J. Control Release. 2022. 347. P. 256-269. doi: 10.1016/j.jconrel.2022.05.001.

6. Shahid A, Bhatia M. Hydrogen Sulfide: A Versatile Molecule and Therapeutic Target in Health and Diseases. Biomolecules. 2024. 14(9). P. 1145. <https://doi.org/10.3390/biom14091145>.

7. Tabassum R., Jeong N. Y. Potential for therapeutic use of hydrogen sulfide in oxidative stress-induced neurodegenerative diseases // Int. J. Med. Sci. 2019. V. 16. P. 1386-1396.

УДК 661.12

ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК РОБОТИ З ЛАБОРАТОРНИМ ОБЛАДНАННЯМ У МАЙБУТНІХ ЛАБОРАНТІВ МЕДИЧНИХ

Н.А. Тодосійчук

Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж Житомирської обласної ради, вул. Чуднівська, 99, Житомир, 10005, Україна

Особливе місце системи охорони здоров'я займає лабораторне обслуговування, адже саме лабораторна служба має видавати результати досліджень для швидкого розпізнання захворювання. У лабораторії працівники здатні швидко виконувати аналізи вручну на старому устаткуванні, але сьогодення вимагає використовувати сучасні автоматичні аналізатори, які дають можливість ефективно, раціонально, швидко, точно і якісно провести дослідження та видати електронні результати у кабінет лікаря [1]. Для функціонування та розвитку сучасних лабораторій, які оснащені новітніми аналітичними технологіями, необхідно залучення лаборантів з відповідними фаховими компетенціями: володіння технікою виконання лабораторних

досліджень та навичками обслуговування обладнання, в тому числі автоматичних аналізаторів [2].

В процесі вивчення обов'язкової освітньої компоненти Освітньо-професійної програми Лабораторна діагностика «Біологічна хімія з біохімічними методами дослідження» здобувачі освіти спеціальності 224 «Технології медичної діагностики та лікування» на практичних заняттях отримують необхідні навички та вміння проведення біохімічних лабораторних досліджень використовуючи наявне обладнання в навчальній лабораторії.

Навчальна лабораторія біологічної хімії з біохімічними методами дослідження Житомирського базового фармацевтичного фахового коледжу оснащена реактивами, посудом, інструментарієм та обладнанням: фотометр («МБА-540»); фотоелектроколориметр КФК-2МП; фотоелектроколориметр КФК; спектрофотометр СФ-46; аналізатор глюкози Ексан А; апарат для електрофорезу на папері; аналізатор білірубину тощо. Використовуючи набори реактивів фірми «Філісіт-Діагностика» та ПрАТ«Реагент» майбутні лаборанти відпрацьовують професійні навички виконуючи біохімічні дослідження. Для проведення дослідження на практичних заняттях здобувачі освіти використовують контрольну сироватку, наприклад контрольна сироватка Cormay норма (Cormay Serum HN) та інші. Контрольна сироватка призначена для контролю вимірювань вмісту неорганічних, органічних і ферментативних компонентів і є ліофілізованою сироваткою людського походження. Використовувати можливо її при проведенні визначення на автоматичних аналізаторах, а також ручними методами. З цим продуктом слід поводитись так само як і зі зразками пацієнтів, і аналізувати їх відповідно до інструкцій, що додаються до використовуваного реагенту. Тобто треба враховувати біологічну безпеку та працюючи з цим реагентом необхідно дотримуватись усіх правил роботи з біологічним матеріалом та Наказів МОЗ. Майбутні лаборанти працюють на практичних заняттях дотримуючись усіх правил роботи з біоматеріалом.

Враховуючи біологічну безпеку і фінансові фактори, що пов'язані з використанням контрольної сироватки на практичних заняттях з біологічної хімії з біологічними методами дослідження, які передбачають визначення макромолекул (наприклад: глюкози, сечовини тощо) та йонів натрію, кальцію, калію тощо доцільно використовувати імітаційні (симуляційні) методи навчання. Симуляційний (імітований) біологічний матеріал не відрізняється від справжнього, натомість, є біологічно безпечним. Також він дозволяє готувати різні концентрації досліджуваного показника та створює можливість опанування реальними методиками, які будуть застосовуватися у майбутній фаховій діяльності медичного лаборанта, здійснювати багаторазове

відпрацювання алгоритмів дій, краще оволодіти практичними навичками та проаналізувати помилки допущені при виконанні аналізу,

Наявність у лабораторії біологічної хімії з біологічними методами дослідження автоматичних фотометрів (наприклад, МБА-540, що має кювети 3 мм) надає можливість використовувати мікроаналіз при проведенні визначення, що теж забезпечує здійснення багаторазового відпрацювання методик враховуючи мінімальне використання реагентів та досліджуваного матеріалу.

На даний час клініко-діагностичні лабораторії стрімко впроваджують нові методики діагностики, комп'ютерні програми, автоматичні аналізатори. Автоматичні фотометри (спектофотометри) вимагають вручну змішувати аналізований зразок з реактивами, а в автоматичних аналізаторах це виконує сам прилад, що є головною відмінною особливістю від інших приладів. Навчальна лабораторія біологічної хімії з біологічними методами дослідження ЖБФФК немає автоматичних аналізаторів і вивчення їх можливо використовуючи ще один метод симуляційного навчання, так звані віртуальні біохімічні лабораторії [3]. Для моделювання віртуальної реальності виконання різних біохімічних досліджень можливо використати різні платформи, створюючи віртуальну лабораторію і частково компенсувати потребу навчальної лабораторії у сучасних аналізаторах, реагентах та досліджуваному матеріалу. Окрім того, лаборанти знайомляться з роботою автоматичними аналізаторами під час екскурсій до клініко-діагностичних лабораторій та під час проходження виробничої та переддипломної практики. До прикладу, у КДЛ Житомирської обласної клінічної лікарні ім. О.Ф. Гербачевського здобувачі освіти проводять кількісні біохімічні дослідження за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора Cobas c 311, що визначає 90 показників, проводить вимірювання на іонселективних електродах та фотометрично, має спроможність визначати фотометрично 300 тестів на годину.

Отже, під час вивчення біологічної хімії з біологічними методами дослідження широко використовуються різноманітні методи навчання в тому числі методи симуляційного навчання для формування навичок роботи з лабораторним обладнанням у майбутніх лаборантів медичних.

Література

1. Сучасні тенденції підготовки фахівців лабораторної діагностики у фаховому коледжі / І.О. Першко // Науково-методичні засади освітнього процесу у закладах фахової передвищої освіти : матер. Міжнародної наук.-метод. конф., м. Житомир, 15 грудня 2022 року / за заг. ред. І.Д. Бойчук. Житомир, 2022. – С. 32-36 (439 с.).

2. Артеменко А. І. Проблеми впровадження інноваційних технологій у медичних лабораторіях. матер. Міжнародної наук.-метод. конф. «Економіка і менеджмент – 2020». Електронний ресурс: <http://confcontact.com/node/697>

3. Ількевич, Н. С. Використання віртуальних лабораторій під час вивчення біохімії студентами природничого факультету / Н. С. Ількевич // Інформаційні технології в освіті. – 2021. – № 48 (3). – С. 15-23.

СЕКЦІЯ 8. МЕДИЧНА БІОЛОГІЯ

УДК 547.74/.75:615.31

ПОХІДНІ ПІРОЛУ ЯК ПОТЕНЦІЙНІ СКЛАДОВІ У РОЗРОБЦІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

А.В. Бичко¹, О.М. Гурняк²

^{1,2}Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я колоректальний рак (КРР) – рак прямої та товстої кишки займає друге місце серед онкологічних захворювань (1 місце посідає рак легень у чоловіків та рак молочної залози у жінок) і має тенденцію до позитивного приросту кількості хворих. Тому пошук засобів терапії цього захворювання є актуальною всесвітньою проблемою.

Ініціація та розвиток КРР визначається комбінативною дією генетичних та епігенетичних чинників на проліферативну активність та метаболізм епітеліальних клітин інтерстиціальних крипт [2]. На молекулярному рівні ключовою подією, що запускає патогенез цих клітин, є мутація або надмірна експресія генів, відповідальних за структуру протеїнкіназ (тирозинових протеїнкіназ, зокрема). Модифікація молекулярної структури та активності цих ферментів призводить на клітинному рівні до цілої низки негативних ефектів: спотворення системи регуляції процесів проліферації та диференціації клітин, зміни в перебігу клітинного циклу та ін. [1]. Тому природні та синтетичні інгібітори таких протеїнкіназ зміненої структури привертають увагу дослідників як базовий матеріал для пошуку та подальшого впровадження в медичну практику більш ефективних цільових препаратів для терапії та лікування онкологічних захворювань людини.

Як було показано, одним з найбільш перспективних підходів у створенні високоефективних цільових інгібіторів протеїнкіназної активності за неопластичної трансформації клітин є використання природніх похідних піролу, (наприклад страуспорин з *Streptomyces showdoensis*, пенколід з *Isaria farinosus*) та синтетичних похідних піролу, фармакофорним ядром яких виступає цикл пірол-2,5-діон (малеїнімід) [5]. Так для похідних 4-(R-1-аміно)-3-хлормалеїніміду доведена здатність до конкурентної взаємодії із аденозинтрифосфат-зв'язувальними сайтами рецепторів із протеїнкіназною активністю (VEGF-R, EGF-R), що надає їм здатність інгібувати активність низки мембранних рецепторних та нерцепторних цитоплазматичних протеїнкіназ (VEGF-R1, EGF-R1, PDK1, Yes, Src (h), Syk (h) та ін.) й пригнічувати ріст злоякісних пухлин. Одночасно, в дослідженнях *in vitro* [7] та *in vivo* [4] також було виявлено відсутність деструктивних ефектів впливу таких сполук на будову плазматичних мембран клітин на фоні вираженої антиоксидантної активності сполук [3].

Багатофакторний аналіз похідних малеїніміду як потенційних препаратів таргетної терапії раку дозволив обрати найбільш перспективні для подальшої

розробки сполуки. Використовуючи методи молекулярного моделювання *in silico* було розроблено і синтезовано 1-(4-хлоробензил)-3-хлоро-4-(3-трифторметил-феніламіно)-1H-пірол-2,5-діон (MI-1) як аденозинтрифосфат-конкурентний низько-молекулярний інгібітор тирозинкіназ EGF-R, FGF-R1, IGF1-R, INS-R, SRK, TAK, VEGF-R1-3, ZAP70. Показано, що MI-1 проявляє цитостатичний та цитотоксичний вплив на різні типи пухлинних клітин (IC₅₀ в межах 0,8-51,6 мкг/мл). Найбільшу чутливість до MI-1 показали епітеліальні клітини лінії KB3-1 та KBC-1 раку шийки матки та лінії HCT116 карциноми товстої кишки людини. Встановлено, що в основі антинеопластичної дії MI-1 на клітини лінії HCT116 є індукція апоптозу через підвищення концентрації специфічної мітохондріальної нуклеази EndoG, апоптозного фактора Araf1 у цитозолі та зниження рівня мітохондріального білка Bcl-2. Також високу чутливість до дії MI-1 виявили неопластичні гемопоетичні клітини (U-937, L1210, K-562) та бластні клітини за ідіопатичного мієлофіброзу, що свідчить про здатність MI-1 проявляти відновлювальний вплив на гематологічну відповідь організму на фоні розвитку запальних або неопластичних процесів. Одночасно, MI-1, як і інші представники похідних малеїнімідів, характеризується низьким рівнем токсичності у системах *in vivo* за гострої та хронічної дії в діапазоні загальноприйнятих фармакологічних доз [6, 8].

Наведені дані свідчать, що похідні пірол-2,5-діону є перспективними для подальшої розробки низькотоксичних препаратів таргетної терапії та лікування онкологічних захворювань.

Література

1. Cicens J., Zalyte E., Bairoch A., Gaudet P. Kinases and cancer. *Cancers*. 2018.10. 63.
2. Gallo G., Sena G., Vescio G., Papandrea M., Sacco R., Trompetto M., Sammarco G. The prognostic value of KRAS and BRAF in stage I-III colorectal cancer. A systematic review. *Ann Ital Chir*. 2019. 90. 127-137.
3. Hers I., Tavaré J.M., Denton R.M. The protein kinase C inhibitors bisindolylmaleimide I (GF 109203x) and IX (Ro 31-8220) are potent inhibitors of glycogen synthase kinase-3 activity. *FEBS Lett*. 1999. 460(3). 433-436.
4. Lynchak O.V., Prylutsky Yu.I., Rybalchenko V.K., Kyzyma O.A., Soloviov D., Kostjukov V.V., Evstigneev M.P., Ritter U., Scharff P. Comparative Analysis of the Antineoplastic Activity of C₆₀ Fullerene with 5-Fluorouracil and Pyrrole Derivative In Vivo. *Nanoscale Res Lett*. 2017.12(1). 8.
5. Meijera L., Flajoleta M., Greengarda P. Pharmacological inhibitors of glycogen synthase kinase 3. 2004. 25(9). 471-480.
6. Белінська І.В., Линчак О.В., Рибальченко Т.В., Гурняк О.М. Гематологічні ефекти інгібітора протеїнкіназ похідного малеїміду за 1,2-диметилгідразиніндукованого канцерогенезу товстої кишки щурів. *Фізіологічний журнал*. 2014. Вип 60. № 4. С. 40-49.
7. Дубініна Г.Г., Головач С.М., Козловський В.О., Толмачов А.О., Воловенко Ю.М. Антипроліферативна дія нових похідних 1-(4-R-бензил)-3-R1-

4-(R2-феніламіно)-1H-пірол-2,5-діону. *Журнал органічної та фармацевтичної хімії*. 2007. 5 (1). 39-49.

8. Похідні піролу в біології і медицині: синтез, протизапальна і протипухлинна дія: монографія / В.К. Рибальченко, Р.С. Стойка, Г.М. Кузнецова та ін.; за наук. ред. В.К. Рибальченка, Р.С. Стойки. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2023. 279 с.

УДК 616.831-002-06-07

ГАРЯЧКА ЗАХІДНОГО НІЛУ

М.В. Бут¹, І.О. Погоріла²

^{1,2}Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Берестейський проспект, 34, Київ, 02000

Актуальність. У даній роботі проаналізована проблема зараження людей гарячкою Західного Нілу (англ. West Nile Fever, син.: енцефаліт Західного Нілу, західнонільський енцефаліт, «качина гарячка»). Захворювання викликається вірусом Західного Нілу, який добре зберігається в замороженому та висушеному стані [3]. Дана проблема є актуальною, оскільки у більшості пацієнтів хвороба проходить без симптомів або у легкій формі. Захворювання є географічно поширеним і зустрічається на всіх континентах, особливо на територіях з теплим кліматом. Через глобальне потепління і зміну клімату ареал розповсюдження захворювання тільки збільшується [4]. Вірус передається трансмісивним шляхом найчастіше через укуси комарів роду *Culex* [3, 4, 5]. Найбільшу небезпеку несе тяжка форма протікання хвороби, яка може призводити до тривалих неврологічних порушень або навіть смерті. За 2024 рік в Україні зафіксовано 69 випадків зараження гарячкою Західного Нілу, з яких 41 випадок підтверджений в серпні [2]. Американський центр контролю захворювань і профілактики повідомляє, що за 2024 рік на території США зафіксовано 659 випадків зараження серед населення, найбільше випадків зараження в теплих південних штатах [7]. За даними Європейського центру профілактики та контролю захворювань 16 країн Європейської зони повідомляють про випадки захворювання за 2024 рік на їх території, а саме Албанія, Австрія, Болгарія, Хорватія, Франція, Німеччина, Греція, Угорщина, Італія, Косово, Північна Македонія, Румунія, Сербія, Словенія, Іспанія і Туреччина [6].

Мета роботи – дослідити розповсюдження, переносників збудника гарячки Західного Нілу, патогенну дію, клінічну картину та діагностику даного захворювання, використовуючи статистичні данні МОЗ, Європейського центру профілактики та контролю захворювань, а також Американського центру контролю захворювань і профілактики.

Основний зміст. Збудником гарячки Західного Нілу є вірус Західного Нілу, який належить до родини Флавівірусів (лат. Flaviviridae), до якої належать віруси жовтої гарячки, денге та японського енцефаліту. Вірус має сферичну

будову, діаметр 30-50 нм, масу МД_а; суперкапсид двошаровий, містить глікопротеїн Е і М/preM білок. Генوم представлений лінійною однострунковою несеgmentованою РНК⁺ [4]. Репродукція вірусу відбувається у цитоплазмі. Реплікативний процес пов'язаний з ядерною мембраною, а брунькування віріонів проходить через мембрани ендоплазматичного ретикулума. Вірус може передаватися через кров (під час переливання крові, трансплантації органів або тканин), від матері до дитини (випадки передачі від вагітної жінки до плоду рідкісні, але можливі, також можлива передача через грудне молоко), проте зазвичай вірус передається трансмісивним шляхом завдяки укусам комарів родів *Culex*, *Aedes*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, і кліщів родів *Hyalomma*, *Ornithodoros*, *Argas* *Ixodes*. Зі слиною комара вірус потрапляє у кров, після чого розповсюджується по організму в ендотелій судин, лімфатичні вузли та паренхіматозні органи. Після розмноження і накопичення він повторно виходить у кров, і саме в цей період хвороба починає проявлятися.

Резервуарами вірусу Західного Нілу є дикі і свійські птахи, плазуни, амфібії, ссавці, комарі, кліщі. Зазвичай на ендемічних територіях хворіють діти, оскільки доросле населення має набутий імунітет. Хвороба була вперше виявлена на території Уганди в 1939 році [1]. Хвороба є ендемічною для багатьох регіонів і нині поширена на всіх континентах. Трансконтинентальне поширення можливе через перелітних птахів [5].

Виділяють декілька форм хвороби: гарячкову, менінгеальну, субклінічну, інфаратну. Дві останні форм переважають у більшості випадків. Інкубаційний період хвороби 3-6 днів. Захворювання починається гостро з температурою 39-40°C. Можуть виникати такі прояви хвороби, як сонливість, головний біль, біль в очах, біль у горлі, відсутність апетиту, біль у м'язах живота та попереку [3, 5]. У деяких випадках на 2-5 день хвороби може з'явитися висип, який проходить за пару годин. Інколи також може проявлятися діареєю, лімфоденопатією, гепатитом, блюванням і гіперестезією. У переважній більшості випадків хвороба проходить за 4-8 днів у легкій формі. У тяжких випадках розвиваються симптоми, які пов'язані з ураженням центральної нервової системи. Це може бути менінгіт, енцефаліт або поліемілітоподібні синдроми. Симптоми можуть тривати тижнями або місяцями, а в деяких випадках викликати довготривалі неврологічні ускладнення або навіть призводити до смерті. За різними джерелами смертність від хвороби коливається від 1 до 10 % [5]. Найчастіше до летальних наслідків призводять «нові» штами вірусу, які виникли наприкінці ХХ століття. Постінфекційний імунітет довготривалий [5].

Для діагностики захворювання використовують кілька методів, а саме лабораторні тести на антитіла в крові або спинномозковій рідині, полімеразну ланцюгову реакцію, вірусологічні дослідження для виділення самого вірусу. При клінічному аналізі крові виявляють лейкопенію, нейтропенію,

лімфоцитоз. Антиген вірусу можна виявити за допомогою РІФ (експрес тест діагностики) [5].

На сьогоднішній день специфічних методів лікування та профілактики хвороби винайдено не було. При легкій формі хворі перебувають в амбулаторних умовах і медикаментозного лікування не потребують. У тяжких випадках пацієнта госпіталізують і проводять лікування симптоматики хвороби, за потреби пацієнта ставлять на апарат штучного дихання та проводять інтенсивну терапію при ураженні нервової системи [4].

Для профілактики вірусу доцільно проводити боротьбу з популяціями комарів. Тим часом люди повинні уникати місць розмноження комарів, носити одяг з довгими рукавами та штанами особливо в період коли комарі найбільш активні, встановлювати протимоскітні сітки на вікнах, щоб не допустити проникнення комарів у приміщення.

Висновки. Гарячка Західного Нілу – гостра арбовірусна ендемічна трансмісивна хвороба, яка клінічно проявляється гарячкою, лімфаденопатією та менінгеальним синдромом. Хвороба зазвичай передається трансмісивним шляхом найчастіше через укуси комарів роду *Culex*. В більшості випадків захворювання проходить у легкій формі. Діагностується хвороба лабораторним шляхом. Специфічних профілактичних методів не було розроблено, тому треба уникати місць розмноження комарів з метою зменшення ймовірності укусу та зараження.

Література

1. Гарячка Західного Нілу. Центр громадського здоров'я МОЗ України. URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/osobливо-nebezpechni-infekcii/virusni-gemoragichni-garyachki/garyachka-zakhidnogo-nilu>
2. Гарячка Західного Нілу в Україні: скільки хворих зареєстровано у серпні. Главком. URL: <https://glavcom.ua/country/health/harjachka-zakhidnoho-nilu-v-ukrajini-skilki-khvorikh-zarejestrovano-u-serpni--1019798.html>
3. Епідеміологія: протиепідемічні заходи : навч. посіб. / М.Д. Чемич, Н.Г. Малиш, Н.І. Ільїна [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2020. – 288с.
4. Інфекційні хвороби : енциклопедичний довідник / за ред. Крамарьова С.О., Голубовської О.А. – К. : ТОВ «РА-ГАРМОНІЯ», 2018. – 592с.
5. Тропічні хвороби : навч. посіб. / В.М. Козько, Г.О. Соломенник, К. В. Юрко. – К. : ВСВ «Медицина», 2019. – 384с.
6. Surveillance of West Nile virus infections in humans, weekly report. European Centre for Disease Prevention and Control. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/west-nile-fever/surveillance-and-disease-data/disease-data-ecdc>
7. West Nile Virus. U.S. Centers for Disease Control and Prevention. URL: <https://www.cdc.gov/west-nile-virus/data-maps/current-year-data.html>

ВИКОРИСТАННЯ CRISPR/CAS9 ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ГЕНІВ *TRYPANOSOMA CRUZI*

К.А. Коваленко¹, І.О. Погоріла²

^{1,2}Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, проспект Берестейський, 34, Київ, 03057, Україна

Анотація. Система CRISPR/Cas9 стала важливим інструментом для дослідження генів у *Trypanosoma cruzi* – збудника хвороби Чагаса. У даній статті розглядається застосування CRISPR/Cas9 для вивчення генетичних механізмів, що забезпечують патогенез, резистентність до лікарських засобів *Trypanosoma cruzi* [1].

Ключові слова: CRISPR/Cas9, генетична інженерія, *Trypanosoma cruzi*, функціональний аналіз генів, нокаут генів, паразитологія.

Актуальність. *Trypanosoma cruzi*, збудник хвороби Чагаса, викликає інфекції, що можуть призводити до серйозних кардіологічних ускладнень [2]. Дослідження геному *T. cruzi* завжди було складним через його специфічну структуру та кількість генів. CRISPR/Cas9 забезпечила нові можливості для модифікації генів цього паразита, дозволяючи не тільки ідентифікувати ключові гени, що впливають на виживання та інвазію паразита, але й вивчати механізми стійкості до ліків [3].

Мета роботи. Основна мета – дослідження ефективності системи CRISPR/Cas9 для функціонального аналізу генів *Trypanosoma cruzi*. У роботі детально розглядаються можливості CRISPR/Cas9 для створення нокаутів генів, що дозволяє досліджувати роль конкретних генів у патогенезі, інвазії та лікарській стійкості паразита.

Основний зміст. Протист *Trypanosoma cruzi* є збудником хвороби Чагаса, найпоширенішого інфекційного захворювання в Америці, яке вражає до 20 мільйонів людей і величезну кількість тварин [4]. Дослідження *T. cruzi* і хвороби Чагаса ускладнюється через складність геному паразита та нестачу інструментів для маніпуляції, що ускладнює визначення їхньої ролі у виживанні паразита та патогенності. Окрім значної кількості генів, які не мають аналогів серед інших еукаріотів, геном *T. cruzi* містить величезну кількість генних сімей (англ. Gene families), деякі з яких налічують тисячі генів [5]. Найбільші з цих сімей включають гени, що кодують білки, подібні до трансїалідаз, муцинів та муцин-асоційованих білків, які експресуються на поверхні паразита і взаємодіють з хазяями та комахами, що виступають імунологічними мішенями. Хоча методи експресії екзогенних або надекспресії ендогенних генів, а також нокаут генів у *T. cruzi* виявилися корисними, вони залишаються трудомісткими і займають багато часу [6]. Наприклад, стратегія нокауту генів, що ґрунтується на гомологічній рекомбінації ДНК-касети, яка містить маркер для селекції з ліками, оточений приблизно 500 нуклеотидами кодуючих чи некодуючих ділянок цільового гена [7], має низьку ефективність. Цей підхід обмежується нокаутом лише одного алеля на маркер, що уповільнює процес

селекції, займаючи до місяця для кожного алеля. Створення нульових мутантів у *T. cruzi* загалом характеризується низькою ефективністю, а кількість доступних маркерів для селекції є обмеженою [8]. У порівнянні з цим, CRISPR/Cas9-редагування геному у *T. cruzi*, що використовує конститутивну експресію Cas9 разом зі sgRNA та донорним ДНК, показало успішність у створенні нокаутів генів і тегуванні ендогенних генів [9]. Проте цей метод також має недоліки, такі як тривалий час відбору стабільних нокаутних клітин і можливість виникнення позатаргетних ефектів [10]. Інші підходи, які передбачають використання *in vitro* транскрибованих sgRNA разом з Cas9, або через конститутивну експресію [11], або у вигляді RNP-комплексу [12], не підходять для масштабного редагування геному.

Інша стратегія CRISPR/T7RNAP/Cas9, спершу застосована для *Leishmania* та *T. brucei*, була адаптована для *T. cruzi* для тегування генів [13]. Вона зменшує ризик позатаргетних ефектів і сприяє масштабним дослідженням генів [14]. Основні відмінності цього дослідження полягають у використанні специфічного для *T. cruzi* вектора та трансфекції одним sgRNA, що дозволило швидше отримати мутантів із нокаутами генів і визначити важливі гени. Дослідження було зосереджене на генах TcCAMK, TcFLAM6 та TcCC2CP, і результати свідчать, що TcFLAM6 і TcCC2CP важливі для росту епімастигот *T. cruzi*. TcFLAM6 локалізується у джгутику та відіграє роль у функції джгутика, тоді як TcCC2CP, який містить домени зв'язування циклічних нуклеотидів і C2-домени, є необхідним для росту клітин [15]. Цей підхід CRISPR/T7RNAP/Cas9 без клонування може прискорити великомасштабний аналіз нокауту генів і зменшити ризик позатаргетних ефектів. Подальші дослідження TcFLAM6 і TcCC2CP допоможуть краще зрозуміти їхню роль у життєвому циклі *T. cruzi*.

Висновки. *Trypanosoma cruzi*, збудник хвороби Чагаса, є складним об'єктом для досліджень через його геном та обмеженість методів генетичних маніпуляцій. Класичні методи, такі як нокаут генів через гомологічну рекомбінацію, є малоефективними та потребують значного часу. Нові підходи на основі CRISPR/Cas9 дозволяють прискорити процес редагування геному, хоча існують певні недоліки, такі як позатаргетні ефекти. Застосування системи CRISPR/T7RNAP/Cas9 для *T. cruzi* показало кращі результати, дозволяючи швидше та ефективніше отримувати мутанти, що сприяє масштабним генетичним дослідженням.

Література

1. Mesías et al. (2019). Trypanothione synthetase confers growth, survival advantage and resistance to anti-protozoal drugs in *Trypanosoma cruzi*. *Free Radical Biology and Medicine*, 130, 23-34.
2. É & Menezes Falcão (2020). Chagas cardiomyopathy and heart failure: From epidemiology to treatment. *Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition)*, 39(5), 279-289.

3. Minet et al. (2023). Recent advances in genome editing of bloodstream forms of *Trypanosoma congolense* using CRISPR-Cas9 ribonucleoproteins: Proof of concept. *Experimental Parasitology*, 252, Article 108589. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2023.108589>.
4. Santi et al. (2022). Disruption of multiple copies of the Prostaglandin F2alpha synthase gene affects oxidative stress response and infectivity in *Trypanosoma cruzi*. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(10), Article e0010845. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010845>.
5. Peng et al. (2014). CRISPR-Cas9-mediated single-gene and gene family disruption in *Trypanosoma cruzi*. *mBio*, 6(1), Article e02097-14. <https://doi.org/10.1128/mBio.02097-14>.
6. Lander et al. (2015). CRISPR/Cas9-induced disruption of Paraflagellar Rod Protein 1 and 2 genes in *Trypanosoma cruzi* reveals their role in flagellar attachment. *mBio*, 6(4), Article e01012-15. <https://doi.org/10.1128/mBio.01012-15>.
7. Costa et al. (2018). Expanding the toolbox for *Trypanosoma cruzi*: A parasite line incorporating a bioluminescence-fluorescence dual reporter and streamlined CRISPR/Cas9 functionality for rapid in vivo localisation and phenotyping. PMCID: PMC5897030; PMID: 29608569.
8. Kolev et al. (2011). RNA interference in protozoan parasites: achievements and challenges. *Eukaryotic Cell*, 10(9), 1156-1163. <https://doi.org/10.1128/EC.05114-11>.
9. Chiurillo et al. (2021). Drug target validation of the Protein Kinase AEK1, essential for proliferation, host cell invasion, and intracellular replication of the human pathogen *Trypanosoma cruzi*. *Microbiology Spectrum*, 9(2), Article e0073821. PMID: 34585973; PMCID: PMC8557885.
10. Park et al. (2022). A dual conditional CRISPR-Cas9 system to activate gene editing and reduce off-target effects in human stem cells. *Molecular Therapy Nucleic Acids*, 28, 656-669. <https://doi.org/10.1016/j.omtn.2022.04.013>. PMID: 35615005; PMCID: PMC9112054.
11. Marcelino et al. (2023). Identification of inhibitors for the transmembrane *Trypanosoma cruzi* eIF2 α kinase relevant for parasite proliferation. *Journal of Biological Chemistry*, 299(7), 104857. PMID: 37230387; PMCID: PMC10300260.
12. Saenz-Garcia et al. (2022). Trypanin disruption affects the motility and infectivity of the protozoan *Trypanosoma cruzi*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11, Article 807236. PMID: 35071054; PMCID: PMC8777028.
13. Rosón et al. (2022). H2B.V demarcates divergent strand-switch regions, some tDNA loci, and genome compartments in *Trypanosoma cruzi* and affects parasite differentiation and host cell invasion. *PLOS Pathogens*, 18(2), Article e1009694. PMID: 35180281; PMCID: PMC8893665.
14. Baker et al. (2021). Systematic functional analysis of *Leishmania* protein kinases identifies regulators of differentiation or survival. *Nature Communications*, 12(1), Article 1244, PMID: 33623024; PMCID: PMC7902614.
15. Chiurillo et al. (2023). Dual localization of receptor-type adenylate cyclases and cAMP response protein 3 unveils the presence of two putative signaling

microdomains in *Trypanosoma cruzi*. mBio, 14(4), Article e0106423. PMID: 37477489; PMCID: PMC10470820.

УДК 161.71-007.17

СИНДРОМ МАРФАНА

В.О. Погорєлова¹, І.О. Погоріла²

^{1, 2}Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

Актуальність. В сучасних умовах розвитку медицини, коли значна увага приділяється персоналізованій терапії та генетичним дослідженням, важливість вивчення синдрому Марфана стає особливо актуальною [1]. Завдяки досягненням у генетичній діагностиці стало можливим раннє виявлення захворювання, що дає можливість запобігти розвитку серйозних ускладнень, проте, враховуючи генетичну гетерогенність і різноманіття клінічних проявів, залишається безліч невирішених питань, щодо організації терапевтичних підходів. Враховуючи відсутність специфічних симптомів на ранніх стадіях, більшість випадків діагностуються вже тоді, коли проявляються серйозні ускладнення. Частота синдрому Марфана в популяції становить 1:3000-10000, що підкреслює необхідність покращення діагностичних заходів [2].

Зважаючи на прогрес у сфері генетичних досліджень та впровадження нових терапевтичних стратегій, актуальність вивчення цього захворювання постійно зростає. Також важливим фактором є те, що синдром Марфана вражає молодих людей, впливаючи на їх якість життя та потребуючи довготривалого медичного супроводу. Це захворювання, яке вимагає особливої уваги, оскільки вчасно розпочате лікування може значно покращити якість і тривалість життя пацієнтів. Соціальна значимість вивчення синдрому Марфана надзвичайно важлива, оскільки захворювання проявляється в дитинстві або в молодому віці, що ускладнює соціальну та професійну адаптацію хворих, вимагає постійного медичного нагляду та психологічної підтримки [1; 2].

Мета. Дослідити причини розвитку синдрому Марфана, визначити ефективні методи діагностики та лікування захворювання. Оцінити можливі наслідки для різних систем організму і обґрунтувати прогнози для пацієнтів з даною патологією.

Основний зміст. Синдром Марфана – спадкова аутосомно-домінантна патологія, що характеризується ураженням сполучної тканини. Це мультисистемне порушення, що вражає серцево-судинну систему, опорно-руховий апарат і органи зору. За частотою серед хромосомних спадкових захворювань синдром Марфана поступається тільки фенілкетонурії, займаючи друге місце [1; 3].

Синдром обумовлений мутацією в гені FBN1, що знаходиться в 15-й хромосомі. Цей ген кодує білок фібрілін-1, який являється основним компонентом мікрофібрил у сполучній тканині. Внаслідок мутації порушується функціонування

фібриліну-1, що негативно впливає на еластичність та міцність тканин, зазвичай в серцево-судинній системі, опорно-руховому апараті та органах зору. Багато симптомів синдрому виникають не стільки через дефіцит білка фібриліну, скільки через надлишок трансформуючого фактора росту-бета (TGF- β), білка, який зазвичай зв'язується з фібриліном. Близько 25 % випадків патології обумовлені новими мутаціями гену FBN1. У людей з синдромом Марфана виявляють більше 1300 мутацій [2; 3].

Синдром Марфана, як захворювання, що наслідується за аутосомно-домінантним типом [2], проявляється вже при наявності мутантного гена в гетерозиготному стані. Хворі діти народжуються з однаковою частотою, що відповідає принципам аутосомно-домінантної спадковості. Патологічна спадковість простежується в родоводі «по вертикалі», тобто, принаймні один з батьків хворого також страждає на це захворювання. Якщо у родині вже є випадки патології, зростає ймовірність того, що наступні покоління також можуть успадкувати цей стан. Приблизно у 25 % випадків синдром Марфана виникає внаслідок нової спонтанної мутації гена, навіть якщо в родоводі раніше не було відомих випадків цього захворювання [3].

Синдром Марфана є мультисистемним захворюванням, яке може вражати декілька органів і систем організму. Симптоми можуть значно варіюватися залежно від ступеня тяжкості захворювання і віку пацієнта, при цьому деякі прояви можуть з'являтися вже в ранньому дитинстві, а інші розвиваються поступово.

Хворі мають обличчя трикутної форми з малим підборіддям, близько розташовані очі та пташиний вираз обличчя; вуха великі, відстовбурчені з подовженими мочками; високе піднебіння, неправильний ріст зубів та високий голос; високий зріст, астенічна статура, великий палець разом з мізинцем можуть оточити зап'ястя (симптом Марфана) [2; 3].

Одним із найбільш серйозних проявів синдрому Марфана є ураження серцево-судинної системи [3; 4]. Основними симптомами є аневризма аорти, що є найнебезпечнішим ускладненням синдрому, оскільки воно несе загрозу життю; пролапс мітрального клапана, що призводить до мітральної регургітації; недостатність аортального клапана [2; 3; 4].

До симптомів скелетної системи належать аномалії росту кісток і деформації скелета: подовжені кінцівки та пальці (арахнодактилія) – один із класичних симптомів синдрому Марфана, при якому руки, ноги і пальці мають непропорційно довжину; деформації грудної клітки: пацієнти можуть мати увігнуту (*pectus excavatum*) або випуклу (*pectus carinatum*) форму грудної клітки; сколіоз; гнучкість суглобів – підвищена рухливість суглобів, що може призводити до нестабільності або болю; часто рецидивуючі грижі [2; 3; 4]. Синдром Марфана часто супроводжується проблемами зору [2; 3], серед яких ектопія кришталика, міопія, катаракта і глаукома, що можуть розвинути у молодому віці. Синдром Марфана також впливає на дихальну систему. У хворих може розвинути спонтанний пневмоторакс або емфізема легень [2]. Одним із частих симптомів синдрому Марфана є поява розтяжок на шкірі [2; 4], особливо на спині, стегнах і

плечах, навіть без різких змін ваги. Зміни в нервовій системі можуть включати дуральну ектатазію – розширення твердої мозкової оболонки, що може спричиняти біль у попереку, порушення чутливості або інші неврологічні симптоми [4].

Діагностика синдрому Марфана є комплексним процесом, який потребує ретельної оцінки стану пацієнта. Перший етап діагностики полягає в детальному аналізі симптомів пацієнта і фізичному обстеженні. Оскільки захворювання вражає кілька органів і систем, діагностичні заходи мають охоплювати клінічне обстеження, інструментальні методи діагностики та генетичне тестування. Для постановки діагнозу використовуються Гентські критерії [2; 3], які враховують симптоми з різних систем організму. Задля точного встановлення діагнозу важливо враховувати клінічні прояви, генетичні дані та відрізнити захворювання від інших станів, які мають подібні ознаки.

Для диференційної діагностики важливим є виключення гомоцистинурії, оскільки це захворювання піддається терапевтичній корекції. Як і синдром Марфана, гомоцистинурія проявляється порушеннями опорно-рухової системи та ектопією кришталика. Однак при гомоцистинурії підвивих кришталика зазвичай відбувається вниз, тоді як при синдромі Марфана – догори. Крім того, для гомоцистинурії характерні такі прояви, як зниження інтелекту, тромбози, тромбоемболії та остеопороз із підвищеним ризиком переломів. Підвищений рівень гомоцистеїну в сечі є ключовим діагностичним маркером, що дозволяє відрізнити ці два захворювання [5].

Лікування синдрому Марфана націлене на запобігання або зменшення ускладнень, пов'язаних з цим захворюванням, оскільки повноговилікування наразі не існує. Терапія включає як медикаментозне лікування, так і хірургічні втручання, спрямовані на корекцію уражених систем організму. Ключовими аспектами лікування є постійний медичний моніторинг і профілактика серцево-судинних ускладнень, що є найнебезпечнішими для життя пацієнтів [3; 4].

Пацієнтам із синдромом Марфана рекомендується уникати важких фізичних навантажень, які можуть підвищити тиск на серцево-судинну систему та збільшити ризик розриву аорти. Спортивні активності, що передбачають різкі рухи, сильні удари або підняття важких предметів, зазвичай не рекомендуються. Проте можна займатися певними аеробними вправами під наглядом лікаря [1; 4].

Для своєчасного виявлення ускладнень необхідно постійно проходити медичне обстеження. Регулярні огляди у кардіолога (ехокардіографія для моніторингу стану аорти), офтальмолога та ортопеда є важливими для контролю стану пацієнта [2].

Прогноз для пацієнтів із синдромом Марфана залежить від ступеня ураження різних органів і систем, а також від своєчасності діагностики та лікування [4]. Завдяки сучасним методам лікування, особливо в сфері кардіохірургії, тривалість і якість життя пацієнтів із синдромом Марфана значно покращилися в порівнянні з минулими десятиліттями. За умови регулярного медичного нагляду та своєчасного хірургічного втручання [3; 4] багато пацієнтів можуть жити до віку, що відповідає середній тривалості життя загальної

популяції. Основними факторами, що впливають на прогноз, є стан серцево-судинної системи, особливо аорти, а також своєчасність хірургічного втручання при її розширенні [4]. Пацієнти із синдромом Марфана зазвичай можуть вести активне життя за умов належного лікування. Обмеження стосуються лише важких фізичних навантажень і ризикових спортивних видів, які можуть підвищити ризик серцево-судинних ускладнень. Більшість пацієнтів потребують регулярного медичного нагляду і, в деяких випадках, постійної медикаментозної терапії для підтримки нормальної функції серця і запобігання ускладненням. Оскільки синдром Марфана передається за аутосомно-домінантним типом, існує 50 % ймовірність передачі захворювання дитині. Генетичне консультування є важливим аспектом для пацієнтів, які планують мати дітей [2; 6].

Висновки. Синдром Марфана є складним мультисистемним генетичним захворюванням, яке вимагає ретельної діагностики та постійного медичного контролю. Завдяки сучасним підходам до медикаментозного лікування та кардіохірургії тривалість життя пацієнтів значно покращується, і за умов регулярного спостереження багато з них можуть вести активне життя, наближене до нормального.

Проте, попри досягнення в медицині, залишаються відкритими питання щодо індивідуалізації терапії та пошуку нових методів лікування, особливо в контексті генетичних досліджень. Рання діагностика за допомогою генетичного тестування, моніторинг серцево-судинних ускладнень та своєчасне хірургічне втручання є ключовими факторами, що дозволяють покращити прогноз хворих на синдром Марфана.

Таким чином, подальші дослідження у сфері генетики, удосконалення діагностичних методів і розробка нових терапевтичних підходів залишаються пріоритетними напрямками для покращення якості життя пацієнтів із цим синдромом.

Література

1. Warnink-Kavelaars, J., Beelen, A., Goedhart, T.M.H.J. et al. Marfan syndrome in adolescence: adolescents' perspectives on (physical) functioning, disability, contextual factors and support needs. *Eur J Pediatr* 178, 1883–1892 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00431-019-03469-7>
2. Кіцера Н.І., Ковальчук Л.Є., Рожко М.М. Генетична патологія і її стоматологічні прояви. Івано-Франківськ - Львів: Афіша, 2021. С. 83-92 с.
3. Кравченко В.І., Кравченко І.М., Осадівська І.А., Либавка В.Д. Синдром Марфана: діагностика та лікування серцево-судинних уражень. ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М. Амосова НАМН України», Київ, 2021.
4. Aranson NJ, Patel PB, Mohebbi J, Lancaster RT, Ergul EA, Clouse WD, Conrad MF, Patel VI. (2020, Aug). Presentation, surgical intervention, and long-term survival in patients with Marfan syndrome. *J Vasc Surg.* 72 (2): 480–489. doi: 10.1016/j.jvs.2019.10.060. Epub 2020 Feb 19. PMID: 32085956.

5. Schiff M, Blom HJ. Homocystinuria and hyperhomocysteinemia. In: Goldman L, Cooney KA, eds. Goldman-Cecil Medicine. 27th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2024: chap 193.

6. Siromakha, S. O., Davydova, Y. V., Volkova, N. I., & Lazoryshynets, V. V. (2020). Синдром марфана та вагітність. Актуальні питання педіатрії, акушерства та гінекології, (1), 94–101. <https://doi.org/10.11603/24116-4944.2020.1.11492>

УДК 581.524:582.930.7:615.322](477)

ЛІКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ В УКРАЇНІ *ATROPA BELLADONNA* L.

Є.В. Цвела¹, О.В. Панчук²

^{1,2}Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, проспект бульвар Шевченка 13, Київ, 01601, Україна

Беладона звичайна (*Atropa belladonna* L.) – це одна із найцінніших лікарських рослин із родини Пасльонових, яку використовують у традиційній та народній медицині. Це багаторічна трав'яниста рослина до 150 см заввишки з довгим кореневищем та розгалуженими стеблами. Геофіт. Має овальні, загострені, цільнокраї листки. Квіти зеленувато-фіолетові, великі та пониклі. Для рослини характерні чорні, кулясті, солодкі ягоди і споживаються тваринами, які розносять насіння у своєму посліді [1, 3].

Ця рослина містить тропанові алкалоїди (скополамін, анізодамін, гіосціамін), глікозиди, аскорбінову кислоту, дубильні речовини [4, 5].

Atropa belladonna небезпечна рослина: проковтування 10 ягідок буде токсичним для дорослої людини, 2-3 – для дитини. Ризик отруєння при вживанні даної рослини найбільший серед дітей, причиною якої є необізнаність у схожості отруйних і неотруйних рослин [3].

Алкалоїди (атропін, гіоцинамін і скополамін) містяться у всіх частинах рослини, але найбільше в стиглих плодах і зеленому листі. Ці хімічні речовини діють шляхом конкурентного блокування зв'язування ацетилхоліну з центральною нервовою системою та парасимпатичними рецепторами [3, 7].

Випадкове проковтування смертоносних ягід пасльону може викликати антихолінергічний токсидром. Пацієнти з центральним антихолінергічним синдромом можуть мати атаксію, дезорієнтацію, сплутаність свідомості, галюцинації, психоз, кому, тахікардію та гіпертензію чи гіпотензію, дихальну недостатність або серцево-судинний колапс [7].

Лікування беладоною є ефективним при різних захворюваннях, включаючи синдром гострого енцефаліту, ішемічне пошкодження міокарда, обструкцію дихальних шляхів під час сну у немовлят, клімактеричні скарги, синдром подразненого кишечника та пульсуючий головний біль [2, 4, 6].

Беладона має протизапальну, антихолінергічну, спазмолітичну, мідріатичну, болезаспокійливу, протисудомну та антимікробну дію, що робить її широко застосовною для лікування різних захворювань [2, 6]. Безпечною та

ефективною вона може бути лише за умов правильного застосування за рекомендації та під наглядом лікаря, бо існує ряд небезпечних побічних ефектів, які необхідно враховувати.

В Україні *Atropa belladonna* поширена на Закарпатті, Карпатах, західному Лісостепу, Опіллі та Криму.

Це реліктовий вид та має ценофобну стратегію, через вузьку екологічну амплітуду, вирубку лісів, постійне заготовлення його як лікарської сировини і відповідно зменшення його ареалу, був занесений до Червоної книги України [10].

Є тіньовитривалим видом, що зростає на помірно зволжених ґрунтах, збагачених кальцієм та вапном.

В природних ценозах вона зустрічається в мезофільних та мезоксерофільних широколистяних лісах України на багатих на поживні речовини ґрунтах у складі угруповань класу *Quercus-Fagetum* Br.-Wl. лісової зони та Гірському Криму. Трапляється у складі рослинного угруповання порядку *Fagetalia sylvaticae* – мезофільних зональних тіньових лісах України на сірих лісових та карбонатних ґрунтах Закарпаття, Карпат, Прикарпаття, Розточчя. В Гірському Криму поширені у букових, грабових, кленових та ясеневих лісах у складі угруповань порядку *Dentario-Fagetalia* на бурих ґрунтах [9, 10].

Трапляється *Atropa belladonna* і в антропогенно-порушених ценозах: зрубах, просіках, галявинах, серед чагарників у складі класу *Urtico-Sambucetum*.

Дана отруйна і водночас лікарська рослина є перспективною для медицини та має широке застосування. Через зменшення площ зростання беладони в результаті антропогенного впливу, заборону її збирати у природних екотопах, збільшення попиту на цю лікарську сировину, необхідно більш широко культивувати даний вид. Тому потрібно збільшувати площу вирощування *Atropa belladonna*, але при цьому враховувати її еколого-ценотичні та біологічні властивості та проводити відповідні дослідження. Необхідно шукати ще шляхи ефективного вирощування достатньої кількості лікарської сировини беладони звичайної для потреб фармацевтичного ринку України та на експорт. Раніше промислове вирощування беладони звичайної було переважно у Закарпатті та на Півдні України, а зараз розробляються технічні рекомендації вирощування у Лісостеповій зоні України [8].

Для української фармації це було б корисним кроком для зменшення імпорту закордонних лікарських препаратів на основі беладони. Україна має сприятливі умови для вирощування беладони в південних та західних регіонах.

Отже, *Atropa belladonna* L. містить різноманітні біологічно-активні сполуки та широко використовується у фармацевтичній промисловості для виробництва ряду ліків. Лікування беладаною є ефективним при різних захворюваннях, але необхідно враховувати її токсичність, тому збирання та використання потребує запобіжних заходів. Бажано розвивати освітні програми для медиків і фармацевтів, а також просвітницьку роботу для населення, щоб уникнути неправильного використання препаратів на основі беладони. При вирощуванні беладони звичайної як лікарської рослини для отримання кращих

результатів потрібно враховувати екологічні та біологічні особливості та специфіку поширення виду у біоценозах.

Література

1. An *Atropa belladonna* L. poisoning with acute subdural hematoma / U. Cıkla et al. *Human & Experimental Toxicology*. 2011. Vol. 30, no. 12. P. 1998–2001. URL: <https://doi.org/10.1177/0960327111407225>
2. *Atropa belladonna* neurotoxicity: Implications to neurological disorders / G. F. Kwakye et al. *Food and Chemical Toxicology*. 2018. Vol. 116. P. 346–353. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.04.022>
3. Boskabadi S. J., Ramezanejad S., Zakariaei Z. Severe Neurotoxicity due to *Atropa belladonna* Poisoning: A Case Report and Literature Review. *Case Reports in Neurological Medicine*. 2024. Vol. 2024, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1155/2024/5411258>
4. Гродзінський. А. М. Лікарські рослини: енциклопедичний довідник / відп. ред. «Українська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр. Київ: Видавництво «Олімп», 1992. 544 с.
5. Гарна С. В., Владимірова І. М., Бурд Н. Б. та ін. Сучасна фітотерапія: навч. посіб. Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. 280 с.
6. Dark Classics in Chemical Neuroscience: An Evidence-Based Systematic Review of Belladonna / V. K. Maurya et al. *ACS Chemical Neuroscience*. 2020. Vol. 11, no. 23. P. 3937–3954. URL: <https://doi.org/10.1021/acscemneuro.0c00413>
7. Deadly nightshade (*Atropa belladonna*) intoxication: an analysis of 49 children / Н. Çaksen et al. *Human & Experimental Toxicology*. 2003. Vol. 22, no. 12. P. 665–668. URL: <https://doi.org/10.1191/0960327103ht404oa>
8. Рудник-Іващенко О. І., Ярута О. Я. Вивчення норм висіву беладоли звичайної (*Atropa belladonna* L.) з метою введення в культуру в умовах Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 87 (Ч. 1). 2015. С. 171–175.
9. Соломаха В.А. 2008. Синтаксономія рослинності України. Третє наближення. Київ: Фітосоціоцентр, 296 с.
10. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 916 с.

УДК 616.382.1+577.121:616-056.52

ВІДМІННОСТІ В КІЛЬКІСНОМУ СКЛАДІ АДИПОЦИТІВ БІЛОЇ ЖИРОВОЇ ТКАНИНИ У ЩУРІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕТАБОЛІЗМУ ПРИ ОЖИРІННІ

Р.В. Янко

Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, вул. Богомольця, 4, Київ, 01024, Україна

Ожиріння є однією з серйозних проблем сучасного суспільства та медицини, а його поширеність серед людей постійно зростає [1, 2]. Його розвиток тісно пов'язаний зі станом енергетичного обміну в організмі. Відомо, що при розвитку ожиріння спостерігаються характерні морфологічні зміни у вісцеральній білій жировій тканині (ВБЖТ). Ожиріння переважно супроводжується гіпертрофією адипоцитів, рідше їх гіперплазією. Гіпертрофовані клітини можуть досягати 200 мкм у діаметрі [3]. Вважають, що базальний рівень енергетичного метаболізму при ожирінні збільшується, але за певних умов він може знижуватися, що сприяє зростанню відкладення вісцерального жиру. Морфологічна структура ВБЖТ при ожирінні, в залежності від рівня енергетичного метаболізму (РЕМ) в організмі, не була повністю вивчена.

Ціллю роботи було порівняння кількісного складу адипоцитів (в залежності від їх розміру) у ВБЖТ щурів з ожирінням та різним РЕМ.

Експеримент здійснено на 24 щурах самцях лінії Вістар, які були взяті в експеримент у віці 3 міс. Ожиріння у щурів моделювали шляхом знаходження їх протягом 12 тижнів на висококалорійному раціоні. Добова калорійність корму для щура дослідної групи становила 116 ккал, а для контрольної тварини – 66 ккал [6]. Доступ до води був вільний. В кінці експерименту у щурів виділяли вісцеральний жир та визначали його вагу. Щурів як контрольної, так і дослідної групи, в залежності від інтенсивності споживання кисню, розділили на тварин з низьким і високим РЕМ. Рівень споживання кисню відображає стан обмінних процесів і кількість спожитої організмом енергії [5]. Для гістоморфологічних досліджень рандомно відбирали зразки ВБЖТ, з яких робили гістологічні зрізи [4].

Виявлено, що межі середньої індивідуальної варіації об'єму споживання кисню у контролі становили $1761 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. При знаходженні тварин на висококалорійному раціоні спостерігали зростання споживання кисню на 75 % до $3079 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Утримання щурів на висококалорійному раціоні протягом 12 тижнів призвело до розвитку ожиріння, яке проявлялося у вірогідному збільшенні маси вісцерального жиру. У дослідних щурів з високим РЕМ маса вісцерального жиру була вірогідно меншою на 35 %, ніж у тварин з низьким РЕМ.

Вплив висококалорійного раціону змінював морфологічну структуру ВБЖТ щурів, а саме – призводив до гіпертрофії адипоцитів. У ВБЖТ щурів з низьким РЕМ, які перебували на такому раціоні, виявили більш суттєві зміни в кількісному складі адипоцитів, ніж у дослідних тварин з високим РЕМ, порівняно з контролем. Так, у дослідних тварин з низьким РЕМ спостерігали вірогідно меншу кількість адипоцитів діаметром $<50 \text{ мкм}$ (на 23 %) та більшу кількість клітин розміром $50\text{-}100 \text{ мкм}$ (на 31 %) і діаметром $>100 \text{ мкм}$ (на 530 %), ніж у контрольних тварин з відповідним РЕМ. У ВБЖТ дослідних тварин з високим РЕМ спостерігали вірогідно більшу кількість адипоцитів розміром $<50 \text{ мкм}$ на 14 %, меншу кількість клітин діаметром $50\text{-}100 \text{ мкм}$ на 27 % та більшу кількість клітин діаметром $>100 \text{ мкм}$ на 200 %, ніж у контрольних тварин.

Отже, вплив висококалорійного раціону протягом 12 тижнів призводив до розвитку ожиріння та появи змін у кількісному складі адипоцитів у ВБЖТ, які вказують на гіпертрофічний тип ожиріння. Інтенсивність цих змін була більш виражена у щурів з низьким РЕМ і залежала від ступеня ожиріння. Отримані результати мають не лише теоретичне значення, але й цікаві для практичної медицини у розробці нових ефективних методів профілактики та лікування ожиріння у пацієнтів в залежності від їх рівня енергетичного метаболізму.

Література

1. Aparecida Silveira E., Vaseghi G., de Carvalho Santos A.S., Kliemann N., Masoudkibir F., Noll M., Mohammadifard N., Sarrafzadegan N., de Oliveira C. Visceral obesity and its shared role in cancer and cardiovascular disease: A scoping review of the pathophysiology and pharmacological treatments. *Int. J. Mol. Sci.* 2020. Vol. 21. P. 9042. DOI: 10.3390/ijms21239042.
2. Black M. H., Watanabe R. M., Trigo E., Takayanagi M., Lawrence J. M., Buchanan T. A., Xiang A. H. High-fat diet is associated with obesity-mediated insulin resistance and β -cell dysfunction in Mexican Americans. *J Nutr.* 2013. Vol. 143, № 4. P. 479–485. DOI: 10.3945/jn.112.170449.
3. Liu F., He J., Wang H., Zhu D., Bi Y. Adipose morphology: a critical factor in regulation of human metabolic diseases and adipose tissue dysfunction. *Obes Surg.* 2020. Vol. 30, № 12. P. 5086–5100. DOI: 10.1007/s11695-020-04983-6.
4. Rehfeld A., Nylander M., Karnov K. Histological Methods. In: *Compendium of Histology*. Springer, Cham. 2017. P. 11–24.
5. Salin K., Auer S. K., Rey B., Selman C., Metcalfe N. B. Variation in the link between oxygen consumption and ATP production, and its relevance for animal performance. *Proc Biol Sci.* 2015. Vol. 282, № 1812. P. 20151028. DOI: 10.1098/rspb.2015.1028.
6. Yanko R., Levashov M., Chaka O., Nosar V., Khasabov S., Khasabova I. Tryptophan prevents the development of non-alcoholic fatty liver disease. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2023. Vol. 16. P. 4195–4204. DOI: 10.2147/DMSO.S444278.

СЕКЦІЯ 9. КЛІНІЧНА МЕДИЦИНА

УДК 616.936:616.928.8]-084

ГАРЯЧКА ДЕНГЕ: ПРИЧИНИ, СИМПТОМИ, ДІАГНОСТИКА, ЛІКУВАННЯ ТА НАСЛІДКИ ЗАХВОРЮВАННЯ

М.В. Дудар¹, І.О. Погоріла²

^{1,2}Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, проспект Берестейський, 34, Київ, 03057, Україна

Актуальність. Недавня суперечка навколо вакцини від лихоманки Денге ускладнила реалізацію програми вакцинації від COVID-19 на Філіппінах [7]. Конфлікт навколо Dengvaxia виник на Філіппінах, коли з'ясувалося, що вакцина від лихоманки Денге підвищує ризик тяжкого захворювання для осіб, які її отримали. Програма вакцинації, яку реалізувало Міністерство охорони здоров'я Філіппін, передбачала щеплення дітей у школах вакциною Dengvaxia від компанії Sanofi Pasteur. Вона була зупинена після того, як Sanofi Pasteur повідомила уряд про те, що вакцина збільшувала ризик важкої форми лихоманки Денге у раніше неінфікованих осіб через явище, відоме як антитілозалежне підсилення [7]. Гарячка Денге вражає більше ніж 100 країн по всьому світу, включаючи регіони Південно-Східної Азії, Латинської Америки, Карибського регіону та Західної Тихоокеанської області [1]. Приблизно 3,9 мільярда людей живуть у районах, де існує ризик захворювання [1]. Кількість випадків гарячки Денге зросла в 30 разів з 1960-х років [1]. У 2010 році було зареєстровано 2,3 мільйона випадків у всьому світі. За оцінками, щорічно близько 390 мільйонів інфекцій відбувається, з яких 96 мільйонів проявляються клінічно [1]. Епідемії гарячки Денге відбуваються в циклічному режимі, з піками в періоди сильних дощів. Зокрема у 2013 році Філіппіни зазнали одного з найбільших спалахів за останнє десятиліття, з більше ніж 200,000 випадками [1]. В Індії спостерігається збільшення випадків, зокрема в 2015 році було зареєстровано понад 10,000 випадків за короткий період [1]. Урбанізація і глобалізація призвели до збільшення щільності населення в містах, що сприяє розповсюдженню комарів *Aedes aegypti* [1]. Зміни клімату, такі як підвищення температури, також впливають на тривалість сезону активності комарів, сприяючи їх розмноженню. Дослідження показують, що підвищення температури на 1 градус Цельсія може збільшити ймовірність спалаху гарячки Денге на 20 % [1]. Гарячка Денге залишається серйозною глобальною загрозою, що потребує комплексного підходу до контролю та профілактики. Розуміння епідеміологічних тенденцій, причин та наслідків поширення є критично важливим для розробки ефективних стратегій боротьби з цим захворюванням [1].

Мета. Дослідити причини розвитку гарячки Денге, визначити методи діагностики та лікування хвороби.

Основний зміст. Гарячка Денге – це вірусне захворювання, яке викликане вірусом Денге (DENV), що належить до родини Flaviviridae. Це захворювання

передається комарами, зокрема, комарами роду *Aedes*, переважно *Aedes aegypti*. Гарячка Денге є одним з найбільш поширених і небезпечних вірусних захворювань. Вона має значний епідеміологічний вплив, особливо в тропічних і субтропічних регіонах світу. Це захворювання викликане чотирма серотипами вірусу (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4), які можуть призводити до різних клінічних форм, включаючи легкі та важкі випадки [4].

Вірус Денге – це патоген з родини *Flaviviridae*. Його будова включає односторонню РНК, що кодує білки для реплікації та структури вірусу. Вірус має дві оболонки (внутрішню та зовнішню). Внутрішня оболонка складається з білка С, який формує капсид. Зовнішня оболонка складається з білків оболонки (Е) і мембранного білка (М), які забезпечують злиття з клітинними мембранами та прикріплення до клітин-хазяїв [1].

Вірус Денге має чотири серотипи. DENV-1 найстаріший серотип, виявлений у 1943 році. Часто призводить до легких форм захворювання, але може викликати важкі випадки, особливо при повторних інфекціях. Може сприяти розвитку геморагічного синдрому при повторній інфекції іншими серотипами. DENV-2 часом асоціюється з тяжкими формами захворювання. Часто викликає важкі випадки геморагічної гарячки Денге, особливо в ендемічних зонах. Інфекція цим серотипом підвищує ризик важких форм хвороби при подальших інфекціях іншими серотипами. DENV-3 поширений у багатьох регіонах, включаючи Південно-Східну Азію. Характеризується середньою тяжкістю, але може призводити до серйозних ускладнень. Подібно до DENV-1 і DENV-2, може спричинити ризики для здоров'я при повторних інфекціях. DENV-4 наймолодший серотип, виявлений у 1980-х роках. Зазвичай асоціюється з легшими формами захворювання, але також може призводити до важких випадків. Взаємодіє з імунною системою, схожий на інші серотипи, потенційно підвищуючи ризик тяжких форм хвороби при повторних інфекціях. Всі серотипи вірусу Денге мають спільні механізми патогенності, але різняться за епідеміологічними характеристиками. Основний ризик виникає при повторній інфекції, коли попередня імунна відповідь може посилити тяжкість захворювання через механізм, названий імунною потужністю. Цей механізм є результатом реакції антитіл, які можуть не нейтралізувати вірус, а, навпаки, сприяти його проникненню в клітини і підвищувати вірусне навантаження [4].

Існують дані, які свідчать про те, що генетичні фактори можуть впливати на індивідуальну відповідь організму щодо інфекції вірусом Денге. Дослідження показують, що певні генетичні поліморфізми можуть підвищувати ризик розвитку важких форм хвороби. Наприклад, варіації в генах, відповідальних за імунну відповідь, можуть впливати на здатність організму реагувати на вірус, що може призводити до тяжких симптомів або ускладнень. Генетичні особливості можуть визначати, як швидко і ефективно організм виробляє антитіла та інші компоненти імунної системи. Від цього залежить, чи зможе організм адекватно боротися з вірусом і чи виникнуть ускладнення [1]. Дослідження показують, що деякі люди можуть мати спадкову схильність до посиленої імунної реакції, що може, в свою чергу, призводити до розвитку

синдромів, таких як геморагічна гарячка Денге. Наявність супутніх захворювань (наприклад, цукровий діабет, хвороби серця) може також бути асоційована з генетичними чинниками і впливати на тяжкість гарячки Денге. Індивідуальна реакція на вірус може варіюватися залежно від загального стану здоров'я людини, який, в свою чергу, має генетичні корені. В останні роки з'являються дослідження, які вивчають зв'язок між генетичними варіаціями у певних популяціях та ризиком розвитку важких форм гарячки Денге. Ці дослідження використовують геномні методи, щоб визначити, які гени можуть бути пов'язані зі сприйнятливістю до ускладнень [1].

Гарячка Денге викликає ряд симптомів, які можуть варіюватися за інтенсивністю і типом. Лихоманка, раптове підвищення температури до 40°C або вище. Лихоманка зазвичай триває від 2 до 7 днів. Це один з перших і найпомітніших симптомів. Інтенсивний головний біль, що зазвичай відчувається в області лоба, може супроводжуватися чутливістю до світла. Біль у м'язах і суглобах, який часто описується як "ломка" кісток і м'язів, що викликано запальною реакцією організму. Біль може бути дуже сильним, що обмежує рухливість пацієнта і викликає загальну слабкість. Висипання, яке може з'явитися на 3-4 день після початку лихоманки. Спочатку виглядає як почервоніння шкіри, згодом може перетворитися на петехії (маленькі червоні або пурпурні плями). Нудота та блювота часто супроводжують основні симптоми, викликаючи додатковий дискомфорт. Блювота може призводити до втрати апетиту та зневоднення. Лімфатичні вузли можуть бути збільшені, що свідчить про активну імунну відповідь на вірус. Пацієнти часто відчувають велику втому, загальне нездужання, яке може тривати навіть після зниження лихоманки [6]. У тяжких випадках гарячка Денге може призводити до серйозних ускладнень, таких як геморагічна гарячка Денге та шоківий синдром Денге. Геморагічна гарячка Денге характеризується проявами кровотеч (наприклад, носові або з ясен), значним зниженням кількості тромбоцитів та шоківим синдромом. Шоківий синдром Денге виникає внаслідок різкого зниження артеріального тиску, що може загрожувати життю. Потребує термінового медичного втручання [2].

Діагностика гарячки Денге є важливим етапом у веденні пацієнтів з підозрою на це захворювання. Вона складається з кількох ключових етапів, що включають клінічну оцінку, лабораторні тести та, у разі потреби, додаткові дослідження. Першим кроком у діагностиці є клінічна оцінка. Лікар проводить детальний збір анамнезу, звертаючи увагу на симптоми, такі як лихоманка, головний біль, м'язові та суглобові болі, а також на можливі контакти з хворими або відвідування регіонів, де гарячка Денге є ендемічною. Фізичний огляд також є важливим – лікар оцінює загальний стан пацієнта, шукає висипання на шкірі та перевіряє наявність збільшення лімфатичних вузлів і рівень гідратації. Наступним етапом є лабораторні тести. Загальний аналіз крові дозволяє виявити зниження кількості тромбоцитів (тромбоцитопенія) та лейкоцитів (лейкопенія). Також може спостерігатися підвищення гематокриту через дегідратацію, що є важливим показником для оцінки стану пацієнта.

Серологічні тести, зокрема ELISA (метод ферментного зв'язування), допомагають виявити специфічні антитіла IgM і IgG до вірусу Денге. IgM свідчить про нещодавню інфекцію, тоді як IgG може вказувати на попередню інфекцію або вакцинацію [5]. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) є ще одним важливим методом. Вона дозволяє виявити вірусну РНК у зразках сироватки крові, сечі або тканин. Цей метод є найбільш ефективним на ранніх стадіях захворювання, зазвичай протягом перших п'яти днів. Крім того, антигенні тести, які виявляють специфічний антиген NS1, можуть використовуватися для діагностики на ранніх стадіях хвороби [5]. Цей антиген секретується вірусом і може бути виявлений до сьомого дня захворювання. Біохімічні тести, що оцінюють функцію печінки, також можуть бути важливими. Вимірювання рівнів трансаміназ (ALT, AST) допомагає визначити можливе ураження печінки. Крім того, важливо перевіряти рівень електролітів, оскільки гіпонатріємія та інші порушення можуть бути пов'язані з дегідратацією. За потреби можуть бути здійснені додаткові дослідження, такі як ультразвукове дослідження, щоб оцінити наявність рідини в черевній порожнині. Це може свідчити про серйозні ускладнення, такі як шоківий синдром [2]. Лікування гарячки Денге переважно є підтримувальним, оскільки специфічної протівірусної терапії для цього захворювання немає. Основні принципи лікування включають гідратацію, знеболення та жарознижувальні засоби, спостереження та госпіталізацію. Важливим аспектом лікування є підтримка адекватного рівня гідратації. Пацієнтам рекомендується вживати велику кількість рідин, таких як вода, електролітні розчини та бульйони. У тяжких випадках може знадобитися внутрішньовенна інфузія рідин для запобігання дегідратації. Для полегшення симптомів, таких як лихоманка, головний біль і біль у м'язах, рекомендується використовувати парацетамол. Нестероїдні протизапальні препарати (аспірин, ібупрофен) слід уникати, оскільки вони можуть підвищити ризик розвитку геморагічних ускладнень [3].

Пацієнти з тяжкими симптомами повинні перебувати під пильним наглядом лікарів, щоб своєчасно виявити можливі ускладнення. Моніторинг артеріального тиску та кількості тромбоцитів є критично важливими [3]. Пацієнти, які мають високий ризик ускладнень (наприклад, діти, літні люди або особи з супутніми захворюваннями), можуть потребувати госпіталізації для інтенсивного лікування та спостереження. Гарячка Денге може мати різні наслідки, які варіюються залежно від тяжкості захворювання та своєчасності лікування. Легкі форми: більшість випадків гарячки Денге є легкими і закінчуються одужанням без тривалих наслідків. Симптоми зазвичай зникають протягом тижня. Тяжкі форми: у деяких пацієнтів може розвинутися геморагічна гарячка Денге або шоківий синдром, що може призвести до серйозних ускладнень, таких як внутрішні кровотечі, зниження артеріального тиску та органна недостатність. Ці ускладнення можуть загрожувати життю. Довгострокові наслідки: хоча більшість пацієнтів одужує, деякі можуть відчувати втомленість і загальне нездужання протягом кількох тижнів після зникнення симптомів. Дослідження показують, що це може бути пов'язано з

поствірусним синдромом. Ризик повторних інфекцій: Повторні інфекції гарячкою Денге можуть призвести до більш тяжких форм захворювання, якщо вірус належить до іншого серотипу. Це підвищує ризик розвитку ускладнень [3].

Висновки. Гарячка Денге – це вірусне захворювання, яке передається через укуси комарів. Основні симптоми включають високу лихоманку, головний біль, м'язові та суглобові болі. Лікування полягає в підтримці пацієнта, зокрема у забезпеченні достатньої гідратації і полегшенні симптомів. Тяжкі форми захворювання можуть призвести до небезпечних ускладнень, тому важливо вчасно їх діагностувати. Профілактика, зокрема контроль комарів і вакцинація, є ключовими для зменшення ризику інфекції. Загалом, гарячка Денге є серйозною проблемою, але з підвищенням обізнаності і належними заходами можна знизити її вплив на здоров'я людей.

Література

1. Bhatt, S., et al., The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 2013. 496 (7446): p. 504–507.
2. Gubler DJ (2010). Dengue viruses. У Mahy BWJ, Van Regenmortel MHV (ред.). *Desk Encyclopedia of Human and Medical Virology*. Boston: Academic Press. p. 372-82.
3. Darvin Scott Smith, David J Mariano, Micah Lynne Trautwein. Dengue. *Medscape. Drugs & Diseases. Infectious Diseases*. updated Nov 16, 2022 (Chief Editor Michael Stuart Bronze)
4. Smith D.S. (2019) Dengue. *Medscape*, May 3. Посилання: (www.umj.com.ua/uk/novyna-158931-lihomanka-denge-klinichna-kartina-diagnostika-ta-likuvannya)
5. Centers for Disease Control and Prevention — CDC), 2019). (Fort G.G., 2022).
6. Alfonso, Cenon; Dayrit, Manuel; Mendoza, Ronald; Ong, Madeline (March 8, 2021). "From Dengvaxia to Sinovac: Vaccine Hesitancy in the Philippines". *The Diplomat*. Retrieved September 7, 2021.

УДК 614.2:612.3[638.16+635.6]

НОВІТНІ АСПЕКТИ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕДУ ТА НАСІННЯ *NIGELLA L. (RANUNCULACEAE)* ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ І ЛІКУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЛЮДИНИ

С.М. Ковтун-Водяницька¹, Д.Б. Рахметов¹, К.В. Костецька²

¹Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, вул. Садово-Ботанічна, 1, Київ, 01014, Україна

²Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, Умань, 20301, Україна

З початку ХХІ століття можна відмітити стійкі тенденції щодо пошуку і використання природних складників у житті людини, насамперед у харчуванні

та лікуванні. Нові тренди застосування рослин та їх похідних ґрунтуються на результатах комплексних досліджень та випробувань. Почасті об'єктами дослідження є рослини тих видів, які здавна відомі, проте сучасні методи і засоби дозволяють більш досконало окреслити їх властивості і відслідкувати механізми дії на організм людини.

В Україні рослини роду чорнушка *Nigella* L. (Ranunculaceae) відомі здавна, проте використовуються не так масштабно, як у країнах Азії. Переважно певна обізнаність стосується рослин двох видів – чорнушки посівної *Nigella sativa* L. і чорнушки дамаської *N. damascena* L. Зазвичай, мова йде про насіння цих рослин як джерело олій із якісним жирно-кислотним складом.

Не менш важливим і цікавим з позиції властивостей і дії на організм людини є мед чорнушки. Вважається, що всі представники роду мають медоносні властивості завдяки розвиненим нектарникам. Цікавим є те, що поряд із функціонально придатними нектарниками квітки мають і псевдонектарники, які покликані відволікати увагу окремих, небажаних, запилювачів [7].

Всім відома користь меду і важливість його споживання. Адже мед являє собою натуральний продукт переробки квіткового нектару медоносними бджолами. Він є достатньо складною речовиною, напрочуд солодким, в'язким і енергетичним, містить багато вторинних метаболітів, вуглеводів, ферментів, вітамінів, мікроелементів, амінокислот [6].

Зі всіх видів даного роду саме чорнушка посівна найбільш відома і затребувана медодайна рослина, яку часто можна зустріти під такими народними назвами як чорний кмин, калонджі, трава святої Катерини. Мед із чорнушки темного коричнево-бурштинового кольору, має кремову текстуру, помірно солодкий, на смак потужний, димний, злегка гіркуватий і водночас ніжний. Важкувато кристалізується, має унікальний аромат. Вважається ідеальним продуктом для кулінарних і медичних цілей. Мед чорнушки класифікують як мед преміум-класу і він доволі коштовний – на міжнародному ринку реалізують по 20 євро за 250 г [4].

На сьогодні виробництво меду чорнушки не є масовим, тож і вивчення властивостей обмежені. Існує потреба у його комплексних дослідженнях з огляду на користь і недостатню вивченість.

Регіонами із найвищим рівнем виробництва меду чорнушки є Туреччина (Бурдур) і Єгипет. Відомо, що мед даного виду є хорошим джерелом антиоксидантів, містить поліфеноли, флавоноїди, вітамін С, завдяки чому виявляє антибактеріальні, противірусні, антиоксидантні і протигрибкові властивості. Зокрема має високий бактерицидно-бактеріостатичний ефект пригнічення проти *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumonia* subsp. *pneumonia* ATCC18883, *Mycobacterium smegmatis* ATCC607 [5-6, 8].

Більше відома практика використання комбінації квіткового меду зі змеленим насінням чорнушки посівної. Насінню чорнушки притаманні різні фармакологічні властивості, включаючи антимікробні, протизапальні,

знеболювальні, протидіабетичні, протипухлинні, імуномодулюючі та антиоксидантні [1].

Квітковий мед і насіння чорнушки посівної мають схожі фармакологічні профілі і їх поєднання виявилось ефективним у профілактиці і лікуванні COVID-19. На сьогодні вірусна пандемія охопила всі частини світу і її наслідки разючі: близько 105 млн. людей постраждали і 2.3 млн. загинули [3]. У зв'язку з цим важливими є новітні експериментальні дослідження, які підтверджують, що даний купаж – меду і насіння – ефективний для послаблення тяжкості захворювання, контролю розмноження вірусу, збільшення швидкості вірусологічного очищення, зниження ризику смертності і рекомендований як самостійно чи у поєднанні з іншими методами для досягнення ефекту проти COVID-19 [2, 5, 10]. Ще одним із способів використання насіння чорнушки у терапії лікування хворих на COVID-19 є його поєднання із вітаміном D₃, що сприяє значному виведенню вірусу COVID-19 за короткий проміжок часу та зменшення тяжкості і прогресування симптомів [9].

Таким чином, зважаючи на новітні напрями дослідження чорнушки у світі, на часі є вивчення представників цього роду в різних регіонах України. Нарощування сировинної бази поряд із поглибленими комплексними дослідженнями, зокрема якості вітчизняного меду чорнушки та жирно-кислотних профілів насіння, сприятиме новим практичним розробкам, спрямованим на поліпшення якостей харчової продукції і лікувальних засобів, і у цілому – оздоровленню нації. Також, більш ніж ймовірно, матиме позитивний економічний ефект.

Література

1. Ahmad A., Husain A., Mujeeb M. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pacific J. of Tropical Biomedicine*. 2013, 3(5), 337-352. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60075-1](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60075-1)
2. Ashraf S., Imran M.A., Kalsoom L., et al. Efficacy of honey and *Nigella sativa* against COVID-19: HNS-COVID-PK Trial. <https://doi.org/10.1101/2020.10.30.20217364>
3. Atif M., Naz F., Akhtar J., et al. From molecular pathology of COVID 19 to *Nigella sativum* as a treatment option: Scientific Based Evidence of Its Myth or Reality. *Chin. J. Integr. Med.* 2022, 28(1), 88-95. <https://doi.org/10.1007/s11655-021-3311-z>
4. Egyptian nigella flower honey. https://biomielandco.com.translate.google/en/home/1528-egyptian-nigella-flower-honey.html?x_tr_sl=en&x_tr_tl=uk&x_tr_hl=uk&x_tr_pto=sc
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.10.30.20217364v2.full>
5. Kemal M., Esertas U.Z., Kanbur E.D., et al. Characterization of the black cumin (*Nigella sativa* L.) honey from Turkiye. *Food Bioscience*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102760>

6. Kolayli S., Palabiyik I., Atik D.S., et al. Comparison of antibacterial and antifungal effects of different varieties of honey and propolis samples. *Acta Alimentaria*. 2020, 49(4). 515-523. <https://doi.org/10.1556/066.2020.49.4.18>
7. Liao H., Fu X., Zhao, H., et al. The morphology, molecular development and ecological function of pseudonectaries on *Nigella damascena* (Ranunculaceae) petals. *Nat Commun*. 2020, 11, 1777. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15658-2>
8. Linkon K.R., Prodhan U.K., Hakim M.A., et al. Study on the physicochemical and antioxidan properties of *Nigella* honey. *Intern. J. of Nutrition and Food Sciences*. 2015, 4(2), 137-140. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150402.13>
https://www.researchgate.net/publication/281615841_Study_on_the_Physicochemical_and_Antioxidant_Properties_of_Nigella_Honey
9. Said S.A., Abdulbaset A., El-Kholy A.A., et al. The effect of *Nigella sativa* and vitamin D3 supplementation on the clinical outcome in COVID-19 patients: A randomized controlled clinical trial. *Front. Pharmacol*. 2022, 13. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1011522>
10. Umer M., Naveed A., Maryam Q., et al. *Nigella sativa* for the treatment of COVID-19 patients: A rapid systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Science & Nutrition*, 2024, 12(3), 2061-2067. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3906>

УДК 614.4:616.036.32

ПОСТКОВІДНИЙ СИНДРОМ, ЯК АКТУАЛЬНА ПРОБЛЕМА СЬОГОДЕННЯ

І.А. Пудайло

Миропільська гімназія Житомирської області, вул. Перемоги, 21, Миропіль, 13033, Україна

У грудні 2019 року в Ухані з'явився новий тип корона вірусу (SARS- COV-2), що призвело до швидкого поширення COVID-19. 30 січня 2020 року ВООЗ оголосила COVID-19 надзвичайною ситуацією, а 11 березня 2020 року спалах захворювання було оголошено пандемією. Станом на 8 грудня 2021 року в Україні було зареєстровано 3.5 мільйонів випадків захворювання з них 89436 – летальні випадки [1].

Network та The Royal College National Institute for Health and Care Excellence (NICE) в угоді з Scottish Intercollegiate Guidelines of General Practitioners опублікували критерії для чіткого розуміння визначення постковідного синдрому. Хоча немає загальновизнаних стадій реконвалесценції при COVID-19, можна погодитися на такий поділ:

Гострий COVID-19 (Acute COVID-19): симптоми COVID-19 протягом 4 тижнів після початку хвороби.

Довготривалі симптоми COVID-19 (Ongoing symptomatic COVID-19): симптоми COVID-19 від 4 до 12 тижнів після початку хвороби.

Після COVID-19 (Post-COVID-19): симптоми, що розвиваються під час або після COVID-19, тривають протягом ≥ 12 тижнів і не пояснюються альтернативним діагнозом [2, 4].

Ці стадії відображають симптоматичне одужання і не пов'язані з активною вірусною інфекцією та контагіозністю. Постковідний синдром внесений до Міжнародного класифікатору хвороб МКХ-10 у формулюванні «Post COVID-19 conditional» код рубрики U09.9.

У Великобританії було проведено дослідження, яке виявило, що кожен п'ятий пацієнт (близько 186 тисяч), що переніс лабораторно підтверджений COVID-19 мав як наслідок Post-COVID-19 та симптоми продовжувались понад 12 тижнів.

2024 року було закінчено великомасштабне дослідження Cohort Profile: Post-Hospitalisation COVID-19 (PHOSP-COVID) 2020 року, яке виявило, що лише 29 % людей після перенесеної коронавірусної хвороби відчують себе здоровими, тоді як 20 % мають продовження симптомів, а 18 % втратили працездатність. За оцінками, поширеність залишкових явищ у легенях після COVID-19 становила від 8,5 % до 11,7 %, а запропонована клінічно застосовна стратифікація ризику показала, що 7,8 % досліджуваної когорти мали помірний або дуже високий ризик залишкових явищ у легенях після госпіталізації через COVID. Вражаючим відкриттям стала відсутність чіткого зв'язку між тяжкістю гострого захворювання та триваючими симптомами, порушеннями психічного та фізичного здоров'я [3].

Симптоми постковідного синдрому різноманітні, вони включають у себе фізичні, психічні, емоційні і в тому числі когнітивні порушення. Найчастіші скарги, що перелічують пацієнти включають у себе: втому (від 15 до 87 %), задишку (від 10 до 71 %), біль або скутість у грудях (від 12 до 44 %), кашель (від 17 до 26 %) [6]. Особлива увага приділяється скаргам з боку дихальної системи, адже в осіб з вентиляційними порушеннями у постковідному періоді частіше зустрічаються бронхообструктивні зміни, особливо у тих, що мали нетяжкий перебіг COVID-19. Рестриктивні порушення залишаються характерними для пацієнтів з тяжким перебігом, які за даними комп'ютерної томографії мали від субтотального до майже тотального ураження легень [7]. Рідше можуть траплятись аносмія (втрата нюху), втрата смаку, біль у суглобах, головний біль, риніт, погіршення пам'яті, порушення концентрації уваги, поганий апетит, тривога, депресії, запаморочення, міалгії, безсоння, пітливість, діарея.

Пацієнти які перенесли гостру коронавірусну хворобу потребують подальшого нагляду та уважного ставлення свого сімейного лікаря та суміжних спеціалістів. Для контролю пацієнтів, які мають Post-COVID-19 або загострення хронічних захворювань можуть бути рекомендовані наступні дослідження: загальноклінічний аналіз крові, загальноклінічний аналіз сечі, феритин, 25-гідроксивітамін D3, кортизол крові та сечі, гормони щитоподібної залози, ревматоїдна панель та інші [5]. Лікувальна тактика пацієнтів що

одужали від гострого COVID-19 індивідуальна і залежить від багатьох чинників, включаючи поточну симптоматику, вік пацієнта, супутні захворювання. Рекомендації щодо реабілітації ще досі розробляються. Спеціальні реабілітаційні програми необхідні для пацієнтів зі значними рестриктивними порушеннями в постковідному періоді для відновлення функціонального стану дихальної системи. Основні заходи скеровані на повернення фізичної та соціальної активності людини.

Література

1. Worldometer. COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC; 2021. <https://www.worldometers.info/coronavirus/country/ukraine/> (Accessed on 1 December 2021).
2. Duda, O. K., Manzhelieieva, I. V., & Vega, A. R. (2021). Постковідний синдром – нова актуальна проблема сучасної медицини. Інфекційні хвороби, (4), 5–11. <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2020.4.11890>.
3. Post-Hospitalisation COVID-19 (PHOSP-COVID) study, International Journal of Epidemiology, Volume 53, Issue 1, February 2024, dyad165, <https://doi.org/10.1093/ije/dyad165>.
4. Persistent Symptoms in Patients After Acute COVID-19 / A. Carfi, R. Bernabei, F. Landi [et al.] // JAMA. – 2020. – Vol. 324 (6). – P. 603-605.
5. The “post-COVID” syndrome: How deep is the damage? / P. Garg, U. Arora, A. Kumar, N. Wig // Journal of Medical Virology. – 2020. – Vol. 93 (2).
6. Otte M. S. Persisting olfactory dysfunction in patients after recovering from COVID-19 / M. S. Otte, J. P. Klussmann, J. C. Luers // J. Infect. – 2020.
7. Konopkina L, Botvinikova L, Bielosludtseva K, Shchudro O. Ventilation function of the lungs in patients after pneumonia associated with coronavirus disease (COVID-19): diagnostic significance of indicators. Med. perspekt. [Internet]. 2022 Jun. 28 [cited 2024 Sep.18]; 27(2):51-7. Available from: <https://journals.uran.ua/index.php/2307-0404/article/view/260220>.

СЕКЦІЯ 10. БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 611.018.53:618.48:57.086.13:577.121.7

ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ І ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ ЯДРОВМІСНИХ КЛІТИН КОРДОВОЇ КРОВІ ЛЮДИНИ ПІСЛЯ КРІОКОНСЕРВУВАННЯ У L-КАРНІТИН-ВМІСНИХ РОЗЧИНАХ ТА ПЕРЕНЕСЕННЯ У ФІЗІОЛОГІЧНІ УМОВИ *IN VITRO*

П.М. Зубов¹, О.Л. Зубова²

^{1, 2}Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, 23, Харків, 61016, Україна

Кордова кров (КК), яка раніше вважалася медичними відходами, в даний час визнана цінним джерелом клітин для терапевтичного використання [3]. Накопичені за тривалий період спостереження щодо клінічного застосування КК значно покращили розуміння її біологічних властивостей і терапевтичного потенціалу [5]. Легкий спосіб отримання КК і унікальні характеристики клітин розкривають її можливості для терапії різних гематологічних та негематологічних захворювань [4]. Найбільш поширеним застосуванням є трансплантація гемопоетичних прогеніторних клітин (ГПК), які мають подібні властивості з клітинами кісткового мозку. З огляду на широке застосування КК виникла необхідність створення кріобанків та ефективних кріотехнологій довгострокового зберігання. Вирішення цієї задачі можливе лише шляхом проведення досліджень по вивченню впливу факторів на збереження та життєздатність клітин на всіх етапах заморожування-відігрівання. Це дозволить виявити критичні точки, в яких відбувається порушення структурних компонентів клітин, що стане основою для розробки ефективних технологій кріоконсервування. Крім того, для прогнозування терапевтичної ефективності препаратів кордової крові важливо не лише оцінювати їх стан одразу після розморожування, але й вивчати відстрочений стан клітин, перенісши їх у фізіологічні умови *in vitro* [1].

У попередніх роботах ми показали, що при кріоконсервуванні ядровмісних клітин кордової крові (ЯВК) на етапі еквілібрації з кріопротекторами, а також після розморожування, спостерігається збільшення активних форм кисню. Це може призвести до порушення енергетичного стану клітин і пошкодження їх мембран через перекисне окислення ліпідів [2]. Ми вважаємо, що додавання до кріозахисного середовища речовин з антиоксидантними властивостями дозволить уникнути або сповільнити розвиток оксидативного стресу, покращуючи результати кріоконсервування. Спираючись на аналіз літератури, ми припустили, що додавання антиоксиданту L-карнітину до кріопротекторного розчину може суттєво поліпшити результати кріоконсервування ЯВК кордової крові [6].

Таким чином, метою роботи було визначення збереженості і життєздатності ядровмісних, у тому числі гемопоетичних прогеніторних,

клітин кордової крові людини після кріоконсервування у L-карнітин-вмісних розчинах та перенесення до фізіологічних умов *in vitro*.

Виділення фракції ядровмісних клітин із цільної КК проводили методом седиментації у 6 % розчині поліглюкіну. В якості кріопротектора використовували ДМСО у кінцевих концентраціях 2,5; 5 та 7,5 %. L-карнітин використовували в кінцевих концентраціях 1; 5; 10; 15; 20; 50 мМ. Кріоконсервування проб КК проводили на програмному заморозувачі зі швидкістю 1 °С/хв до -80 °С з наступним зануренням до рідкого азоту. Моделювання трансфузії *in vitro* проводили шляхом перенесення у співвідношенні 1:10 суспензії деконсервованих клітин у розчин Хенкса (рН 7,4) при підтримуванні температури 37 °С протягом однієї години. Підрахунок клітин у пробах проводили в камері Горяєва згідно зі стандартною методикою. Життєздатність ЯВК (CD45⁺) та ГПК (CD34⁺) оцінювали з використанням моноклональних антитіл CD45FITC, CD34PE і ДНК-барвника 7-аміноактиноміцину D (7AAD) методом протокової цитофлуориметрії.

Отримані нами результати показали, що після годинної інкубації розморожених клітин в фізіологічних умовах *in vitro* спостерігається значне зниження (на 20-35 %) збереженості та життєздатності ядровмісних, у тому числі гемопоетичних прогеніторних, клітин кордової крові, що вказує на виражену дестабілізацію клітин при заморожуванні-відтаванні.

Визначення кількості збережених ЯВК КК після кріоконсервування у розчинах з різною концентрацією ДМСО і L-карнітину та годинної інкубації клітин у розчині Хенкса виявило значущі відмінності за даним показником між пробами, що містили різну концентрацію ДМСО. Мінімальні значення (28-33 %) були у зразках, що містили 2,5 % ДМСО. Клітини, заморожені з кріопротектором у концентрації 5 %, характеризувалися збереженістю на рівні 38-43 %. Максимальна збереженість (49-57 %) фіксувалася в пробах, що містили 7,5 % ДМСО. Наявність L-карнітину у кріопротекторних розчинах забезпечувало збільшення кількості збережених клітин при всіх концентраціях ДМСО, що досліджувалися. Максимальний ріст збереженості виявлявся у пробах, що містили 15-50 мМ антиоксиданту. Аналогічні закономірності також спостерігалися при аналізі збереженості ГПК: мінімальна збереженість клітин була у зразках, заморожених з 2,5 % ДМСО, а максимальна (60-73 %) – при вмісті 7,5 % ДМСО у складі кріопротекторного розчину. Наявність у пробах антиоксиданту також, як і у випадку з ЯВК, забезпечувала збереженість більшої кількості ГПК у пробах. При кріоконсервуванні з 2,5 % ДМСО та L-карнітином достовірні відмінності спостерігалися лише у пробах з 20 мМ антиоксидантом. Підвищення збереженості у цих зразках складало близько 28 %. В розчинах з 5 % ДМСО ефект від внесення антиоксиданту був більш виражений: L-карнітин викликав достовірне підвищення кількості збережених ГПК, починаючи з концентрації L-карнітину 5 мМ. У пробах, що містили 7,5 % ДМСО та 10 – 50 мМ L-карнітину, кількість збережених клітин була на 15-20 % вищою у порівнянні з контрольними пробами, які не містили антиоксидант.

У наступній серії експериментів було проведено визначення виходу живих клітин після кріоконсервування у різних розчинах та моделювання трансфузії *in vitro* у порівнянні з контрольними значеннями до кріоконсервування.

Так, у пробах, що містили 2,5 % ДМСО та антиоксидант, достовірних відмінностей не спостерігалось. Можна говорити лише про тенденцію збільшення виходу живих клітин з 22,7 % у контролі до 27 % у пробах, що містили 20 мкМ L-карнітину. Аналогічний ефект спостерігався і у пробах з 5 % ДМСО. При концентрації кріопротектора 7,5 % та антиоксиданту – 15-50 мМ спостерігалось достовірне збільшення виходу живих клітин. Підвищення складало до 21 % у порівнянні з контрольними пробами, куди не вносили L-карнітин.

Визначення кількості живих ГПК у порівнянні з контрольними значеннями до заморожування показало, що в зразках, які містили 2,5 % ДМСО та L-карнітин, спостерігалась тенденція до підвищення даного показника при зростанні концентрації антиоксиданту. Максимальні показники фіксувалися в пробах, що містили 2,5 % ДМСО та 20 мМ L-карнітину (в цих пробах вихід клітин був на 40 % більшим у порівнянні з контрольними значеннями). Збільшення концентрації кріопротектора в зразках до 5 % в 1,5–1,9 раз підвищувало вихід живих клітин. Окрім цього, додавання в кріопротекторне середовище L-карнітину викликало додаткове зростання виходу живих ГПК на 18-25 % (концентрація 20 мМ виявилася найефективнішою). Годинна інкубація зразків, кріоконсервованих з 7,5 % ДМСО та L-карнітином, в розчині Хенкса виявила ефективність внесення антиоксиданту в концентраціях 10 - 50 мМ. У цих експериментальних зразках вихід живих ГПК був на 20-27 % вищим у порівнянні з пробами, в які його не вносили.

Таким чином було показано, що кріоконсервування ядровмісних клітин під захистом ДМСО та з додаванням антиоксиданту L-карнітину в ефективних концентраціях (15-20 мМ) дозволяє зберігати на 13-28 % більше життєздатних ядровмісних клітин, включно з гемопоетичними прогеніторними, після годинної інкубації в фізіологічних умовах *in vitro*, у порівнянні з контрольними зразками, в які не вносили антиоксиданти.

Література

1. Бабійчук Л.О., Зубов П.М., Макашова О.Є., Зубова О.Л. Моделювання трансфузії як підхід для прогнозування ефективності кріоконсервованих препаратів ядровмісних клітин кордової крові людини: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 16-17 жовт. 2020 р. Одеса, 2016. С. 66–70.

2. Макашова О.Є., Зубова О.Л., Зубов П.М., Бабійчук Л.О. Активні форми кисню як фактор зниження кількості життєздатних ядровмісних клітин кордової крові людини при кріоконсервуванні. Медична та клінічна хімія. 2019 Т. 21, № 3, додаток. С. 112–113.

3. Ballen K., Gluckman E., Broxmeyer H. Umbilical cord blood transplantation: the first 25 years and beyond. Blood. 2013. Vol. 122, № 4. P. 491–498.

4. Orlando N., Pellegrino C., Valentini C. Umbilical cord blood: Current uses for transfusion and regenerative medicine. *Transfus. Apher. Sci.* 2020. Vol. 59, № 5. P. 102952.

5. Sanchez-Petitto G., Rezvani K., Daher M. Umbilical cord blood transplantation: connecting its origin to its future. *Stem Cells Transl Med.* 2023. Vol. 12, № 2. P. 55–71.

6. Surai P.F. Antioxidant action of carnitine: molecular mechanisms and practical applications // *EC Veterinary Science.* 2015. Vol. 2, № 1. P. 66-84.

УДК 612.111:57.043:577.352.4

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПОШКОДЖЕННЯ ЕРИТРОЦИТІВ ЛЮДИНИ ТА КРОЛИКА ПРИ ЇХ ПЕРЕМІЩЕННІ З РОЗЧИНУ КРІОПРОТЕКТОРУ У СОЛЬОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ.

О.Є. Ніном¹, Н.А. Єршова¹, С. М. Федосова², О.О. Чабаненко¹, С.С. Єршов¹, Н.М. Шпакова¹

¹Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, 23, Харків, 61016, Україна

²Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

На даний час механізми захисту еритроцитів людини за умов заморожування-відтавання є достатньо вивченими, що дозволило розробити протоколи кріоконсервування цих клітин. Застосування таких протоколів для еритроцитів тварин потребує змін, які будуть враховувати особливості будови їх мембран, в'язкоеластичних властивостей, проникності для кріопротекторних речовин, тощо. У якості ефективного кріопротектору клітин часто використовується диметилсульфоксид (ДМСО). Кріопротекторний механізм ДМСО зазвичай пояснюється здатністю пригнічувати утворення льоду та зменшенням осмотичного стресу під час заморожування [1]. Показано його успішне використання у кріопротекторних сумішах для еритроцитів ссавців [2].

Мета роботи – оцінити рівень пошкодження еритроцитів людини та кролика при їх переміщенні з розчину кріопротектору ДМСО у сольове середовище.

Для дослідження використовували еритроцити, отримані з крові людини та кролика за стандартною методикою. Заготівлю крові кролика і всі маніпуляції проводили відповідно до вітчизняних та міжнародних біоетичних норм. Після видалення плазми еритромасу двічі відмивали фізіологічним розчином шляхом центрифугування. До суспензії еритроцитів додавали розчин ДМСО. Кінцева концентрація кріопротектора складала 10 %. Суміш інкубували за температури 22°C впродовж 20 хв. Після цього клітини переносили у розчини NaCl різної концентрації. Вміст гемоглобіну, що вийшов у супернатант, визначали спектрофотометрично. Статистичну обробку отриманих числових даних проводили за допомогою програми "Statistica" (версія 6.0).

Отримані дані показали, що пошкодження еритроцитів спостерігається тільки при переміщенні еритроцитів з розчину кріопротектора у сольовий розчин 0,15 моль/л та 0,4 моль/л NaCl. Перенесення у розчини з більшою концентрацією NaCl не призводить до гемолізу клітин. Ці особливості були характерні для обох досліджуваних видів ссавців. Так, рівень пошкодження еритроцитів людини складав: 0,15 моль/л NaCl – 88 ± 3 %; 0,4 моль/л NaCl – 22 ± 2 %; 0,5 моль/л NaCl – 3 ± 1 %; 0,6 моль/л NaCl – 4 ± 1 %; 0,7 моль/л NaCl – 2 ± 1 %. Для еритроцитів кролика: 0,15 моль/л NaCl – 92 ± 3 %; 0,4 моль/л NaCl – 39 ± 7 %; 0,5 моль/л NaCl – 3 ± 2 %; 0,6 моль/л NaCl – 2 ± 1 %; 0,7 моль/л NaCl – 3 ± 2 %. Звертає на себе увагу наявність видоспецифічності рівня пошкодження еритроцитів, яка найбільш проявлена при переносі клітин з розчину ДМСО у 0,4 моль/л NaCl. У цьому випадку еритроцити кролика є більш чутливими, ніж людини, співвідношення рівнів гемолізу складає 1,8 разів.

Відомо, що ДМСО має диференційовану дію на біологічні мембрани залежно від їх складу та структури. Він здатен змінювати механічні властивості мембрани еритроцитів і впливає на її проникність навіть у відносно низьких концентраціях [3]. Оскільки еритроцити ссавців відрізняються за фосфоліпідним та білковим складом, у дії кріопротектору теж, ймовірно, будуть спостерігатися відмінності. Крім того, виходячи з отриманих результатів, можна припустити, що проникність для кріопротектору еритроцитів кролика може бути вищою і, отже, можливо, потрібен менший час інкубації з кріопротектором для досягнення тієї ж концентрації у внутрішньоклітинному середовищі у порівнянні з еритроцитами людини.

Таким чином, результати роботи продемонстрували різну реакцію еритроцитів людини та кролика на інкубацію з кріопротекторною речовиною ДМСО. Цей факт підкреслює необхідність створення окремих протоколів кріоконсервування для еритроцитів тварин з метою підвищення ефективності їх зберігання.

Література.

1. Ulizko P., Bobrova O., Nardid O., Vodopyanova L., Repina S. New cryoprotective media for cryopreservation of mammal erythrocytes. *Trakia Journal of Sciences*. 2019. Vol. 17, No 4. P. 303-307. <https://doi.org/10.15547/tjs.2019.04.001>.
2. Mandumpal J. B., Kreck C. A., Mancera R. L. A molecular mechanism of solvent cryoprotection in aqueous DMSO solutions. *Physical chemistry chemical physics*. 2011. Vol. 13, No 9. P. 3839–3842. <https://doi.org/10.1039/C0CP02326D>
3. Gironi B., Kahveci Z., McGill B., Lechner B.-D., Pagliara S., Metz J., Morresi A., Palombo F., Sassi P., Petrov P. G. Effect of DMSO on the mechanical and structural properties of model and biological membranes. *Biophysical Journal*. 2020. No 119. P. 274–286. <https://doi.org/10.1016/j.bpj.2020.05.037>.

**ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ КЛЕНА ГОСТРОЛИСТОГО
(*ACER PLATANOIDES* L.) В КУЛЬТУРУ *IN VITRO***

О.Ю. Чорнобров¹, О.Ю. Чорнобров²

¹ВП НУБіП України “Боярська лісова дослідна станція”, вул. Лісодослідна, 12, Боярка, 08150, Україна

²Інститут агроєкології і природокористування НААН України, вул. Метрологічна, 12, Київ, 03143, Україна

Клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) – цінна медоносна, харчова, кормова, танідоносна, фарбувальна й декоративна рослина. Росте в другому ярусі листяних і мішаних лісів, є основою насаджень у парках та скверах; тіншовитривала, досить морозостійка рослина. У приватному садівництві рослини використовують для вітрозахисту та для формування обмежувальних насаджень. Рослина поширена майже по всій Україні, частіше Лісостепова зона, Карпати та Прикарпаття; у світі це зона помірного клімату, зустрічається на території Азії, Європи, Скандинавії, Фінляндії. *A. platanoides* культивують у парках і захисних насадженнях. Деревина щільна, тверда, міцна, досить гнучка, легко обробляється і полірується; з неї виробляють меблі й музичні інструменти, використовують її в машинобудуванні, авіабудуванні, для виготовлення фанери і токарних виробів. З рослин навесні заготовляють сік, з якого виготовляють безалкогольні напої та кленовий сироп. У Канаді ця рослина – символ держави, його зображають на державних символах. Клени є джерелом для добування таніну і галової кислоти, які використовують у медицині. Клен гостролистий широко використовують в зеленому будівництві для створення масивів, груп, алей, вуличних насаджень, узлісь; рослини висаджують уздовж доріг.

Мікроклональне розмноження, на противагу традиційним способам, дозволяє одержувати оздоровлені генетично однорідні рослини упродовж року з мінімальної кількості донорного матеріалу [5; 6]. У різні роки низка вчених досліджували *Acer*, зокрема, особливості морфогенезу і регенерації тканин рослин в культурі *in vitro*, фізико-хімічні властивості насіння, дію інтенсивності освітлення та оцінювали протоколи укорінення [1; 2; 4]. У той же час відомо, що органогенез тканин деревних рослин *in vitro* залежить від комплексу внутрішніх і зовнішніх чинників, що зумовлює необхідність добору оптимальних умов культивування для їх тиражування *in vitro*. Асептичність експлантатів – передумова мікроклонального розмноження. Мета дослідження – розробити протокол стерилізації мікропагонів рослин *A. platanoides* для масового мікроклонального розмноження.

Для досліджень використовували пагони завдовжки 15–25 см ізольовані із 50-річних донорів *A. platanoides* у травні 2024 р. Далі їх нарізали на 3–5 см мікропагони та витримували у мильному розчині з Tween-80 (20 хв) з наступним промиванням у водопровідній воді (10 хв) та перенесенням у дистильовану воду (10–15 хв). Після цього здійснювали ступінчасту

стерилізацію з використанням 70 % етилового спирту (1 хв), 2 % AgNO₃ (5 хв) та 35 % H₂O₂ (5 хв). Відстерилізовані експлантати споліскували у трьох порціях стерильної води по 10 хв у кожній. Відстерилізований рослинний матеріал у стерильних умовах нарізали на фрагменти 1,0–1,5 см та культивували на базовому безгормональному живильному середовищі WPM (Woody Plant Medium) [3]. Мікропагони витримували по 1 шт у культуральному посуді з додаванням 5–6 мл живильного середовища у культуральному приміщенні за температури 24 ± 1 °C і освітлення 2.0–3.0 клк з 16-годинним фотоперіодом та відносною вологістю повітря 70–75 %.

За результатами досліджень одержано 78 % ефективність стерилізації мікропагонів *A. platanoides* ізольованих у весняний період. Використання розробленого протоколу стерилізації із застосуванням нітрату срібла і пероксиду водню дозволило одержати значну кількість асептичного рослинного матеріалу. Активацію росту бруньок фіксували на 6–11 добу. Зафіксовано 100 % життєздатність асептичних мікропагонів на 24 добу культивування. Використання живильного середовища WPM дозволило одержати понад 43 % асептичних регенераційно здатних мікропагонів, які мали характерну для виду пігментацію, ознак вітрифікації не виявлено. Також спостерігали потовщення основи мікропагонів з утворенням калюсної тканини твердої консистенції та різної пігментації (салатова, зелена, світло-коричнева). На 50 добу культивування регеновані мікропагони були завдовжки 1,5–3,0 см. Отже, одержано асептичні мікропагони *A. platanoides in vitro*, тканини яких досліджуються на предмет інтенсивності регенерації за дії компонентів живильного середовища.

Література

1. Chen Zhou, Jim Mattsson. Development of Micropropagation in Bigleaf Maple (*Acer macrophyllum*). *Horticulturae*. 2021. Vol. 7 (7). P. 170.
2. Hovanet Marilena, Dociu Niculina, Mihaela Dinu, Ancuceanu Robert, Morosan Elena, Eliza Oprea. A Comparative Physico-chemical Analysis of *Acer platanoides* and *Acer pseudoplatanus* Seed Oils. *Revista de Chimie*. 2015. Vol. 66 (7). P. 987–991.
3. McCown BH., Lloyd G. Woody Plant Medium (WPM) – A Mineral Nutrient Formulation for Microculture of Woody Plant Species. *HortScience*. 1981. Vol. 16. P. 453.
4. Micropropagation of Douglas maple (*Acer glabrum* var. *douglasii*): 2. Light intensity and evaluation of *in vitro* and *ex vitro* rooting protocols. Noel A Hathaway; Stephen L Love; Robert Tripepi. *Native Plants Journal*. 2024. Vol. 24 (3). P. 247–259.
5. Smith RH. Plant tissue culture: Techniques and experiments. Burlington: Elsevier Science, 2012. 55 p.
6. Sunghun Park. Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments. Fourth Edition. Academic Press: Elsevier, 2021. 227 p.

СЕКЦІЯ 11. АГРОНОМІЯ

УДК 631.847.211:632.937

ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ ТА РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ВМІСТ МІДІ В РОСЛИНАХ СОЇ **П.П. Пухтасевич¹, К.П. Кукол¹, Н.І. Довбаши², І.І. Клименко²**

¹Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України, вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022, Україна

²Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», вул. Машинобудівників, 2-Б, смт Чабани, Київська обл., 08162, Україна

Мідь (Cu) є важливим мікроелементом, необхідним для живлення рослин. Вона відіграє важливу роль у процесах дихання, фотосинтезу, перерозподілу вуглеводів, фіксації азоту, метаболізму клітинних стінок і протеїнів. Мідь впливає на проникність судин ксилеми для води та контролює баланс вологи, а також суттєво впливає на механізми стійкості до фітопатогенів різної етіології. Однак, за надлишку або підвищеного вмісту міді рослини стають менш стійкими до деяких збудників хвороб [3, 6]. Слід відмітити, що за біохімічними властивостями та функціями мідь є подібною до заліза і здатна як утворювати стабільні комплекси, так і змінювати валентність із двовалентної на одновалентну [2].

За дефіциту Cu у рослинних тканинах на молодому листі та репродуктивних органах з'являються ознаки її недостатності [5]. Водночас низка окисновідновних властивостей, що визначають важливість міді для рослин, регулюють також рівень її токсичності. Таким чином, як надлишок, так і дефіцит цього елемента живлення можуть спричинювати порушення росту й розвитку вирощуваних культур. Недостатньо дослідженими залишаються багато питань, зокрема ті, що пов'язані з акумулюванням міді у рослинах, її розподіленням у тканинах та попередженням накопичення токсичних рівнів [1]. Тому проведення досліджень із визначення вмісту міді у рослинах сої за умов бактеризації посівного матеріалу ризобіями та різних способів застосування комплексу мікроелементів є актуальним.

Вегетаційний дослід проводили на спеціально обладнаному майданчику Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Рослини сої сорту Алмаз вирощували на промитому річковому піску з внесенням поживної суміші Гельрігеля. У рослинному матеріалі визначали вміст Cu. Насіння обробляли бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* T21-2 та комплексом мікроелементів Аватар-2. Окрім цього Аватар-2 застосовували по вегетації та поєднували таку обробку з інокуляцією. Відбори зразків для аналізів проводили тричі упродовж вегетації сої.

У результаті проведених досліджень виявлено, що вміст міді у рослинах сої в залежності від фази розвитку та способів їх обробки становив від 3,1 до 5,1 мг/кг у зеленій масі та від 6,5 до 20,2 мг/кг у коренях сої. За даними

науковців відомо, що мідь розподіляється у рослинах переважно акропетально. Водночас адсорбовані на поверхні кореня іони міді здатні витіснити іони інших елементів [4]. Наші результати узгоджуються із численними дослідженнями про захисні функції кореневої системи рослин, яка є свого роду фізіологічним бар'єром на шляху надходження металів із ґрунту в надземні органи.

Найвищий вміст Cu у надземній масі сої зафіксовано у фазу трьох справжніх листків. Водночас максимальний показник (5,1 мг/кг сухої речовини), що на 16 % перевищував рослини контролю, відмічали за поєднання інокуляції насіння та його обробки комплексом мікроелементів. У подальших фазах розвитку вміст Cu у рослинах знижувався. Найнижчий показник (3,1 мг/кг сухої речовини) вмісту цього елемента було виявлено у фазу утворення бобів у рослин контрольного варіанту.

Слід зауважити, що для сільськогосподарського виробництва важливим є не лише загальний вміст міді в ґрунті, але й форма вказаного елемента та ступінь його доступності рослинам [2]. Аналіз мікроелементного складу коренів сої показав, що особливості накопичення міді значною мірою залежали від способів обробки рослин. Установлено, що вміст даного елемента у коренях сої поступово зростає упродовж вегетації і досяг найвищих показників у фазу утворення бобів. Найвищий показник (20,2 мг/кг сухої речовини) зафіксовано у рослин, вирощених із неінокульованого насіння та оброблених по вегетації мікроелементним комплексом. Таким чином, за дещо вищого вмісту міді в коренях сої, у зеленій масі рослин цей показник був на досить низькому рівні.

Отже, отримані дані вказують на відсутність надмірно високого вмісту міді у рослинах сої за впливу бактеризації насіння та застосування різними способами комплексу мікроелементів. Водночас доцільним у подальшій роботі є аналіз рослин сої, вирощених у польових умовах на фоні різної забезпеченості міддю та за впливу вказаних елементів у технології її вирощування.

Література

1. Рязанова М. Є. Мідь як важливий елемент для росту і розвитку рослин. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2013. 35. С. 25–29.
2. Kaur H., Kaur H., Kaur H., Srivastava S. The beneficial roles of trace and ultratrace elements in plants. *Plant Growth Regulation*. 2023. 100(2). P. 219–236.
3. Mir A. R., Pichtel J., Hayat S. Copper: uptake, toxicity and tolerance in plants and management of Cu-contaminated soil. *Biometals*. 2021. 34(4). P. 737–759.
4. Pandey R. Mineral nutrition of plants. In: Bahadur B., Venkat Rajam M., Sahijram L. *Plant Biology and Biotechnology*. Springer, New Delhi, 2015. P. 499–538.
5. Printz B., Lutts S., Hausman J. F., Sergeant K. Copper trafficking in plants and its implication on cell wall dynamics. *Frontiers in plant science*. 2016. 7. 601.
6. Yruela I. Copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 2005. 17. P. 145–156.

ВПЛИВ БОРОШНА З МАКУХИ РИЖІЮ ТА ГІРЧИЦІ НА ЯКІСТЬ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Д.Б. Рахметов¹, К.В. Костецька², С.М. Ковтун-Водяницька¹, С.О. Рахметова¹, Р.С. Грищук²

¹ Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, Київ, Україна

² Уманський національний університет садівництва, Умань, Україна

Макаронні вироби є одними з найбільш споживаних харчових продуктів у світі та є доступними та зручними з точки зору збагачення біологічно активними компонентами. Макарони належать до висококалорійних продуктів широкого вжитку. Однак вони переобтяжені вуглеводами та містять лише 10–12 % білка, який до того ж не є збалансованим за амінокислотним складом, тому не задовольняють вимог раціонального харчування [1, 3–5].

Макаронні вироби за харчовою цінністю перевершують хліб пшеничний, оскільки виготовляють їх із борошна пшеничного з максимальним умістом білкових речовин. Підвищити біологічну цінність макаронних виробів можна, збагативши їх повноцінним білком, вітамінами, мінеральними речовинами [4, 6].

Метою даного дослідження було сформулювати, оптимізувати та оцінити властивості макаронних виробів на основі борошна пшеничного хлібопекарського та макаронного збагачених макухою рижію та гірчиці.

Насіння гірчиці та рижію інтродуковане на базі Національного ботанічного саду ім. Гришка НАН України. Борошно пшеничне хлібопекарське (вищий сорт) та макаронне (крупка) було надано виробником (Вінницька область). Дослідження проведено на базі кафедри харчових технологій Уманського НУС. Показники технологічного процесу, якість борошна та макаронних виробів оцінювали за стандартними методиками [2].

Важливим показником якості макаронних виробів є кислотність, що залежить від кислотності сировини, що використовували. На рис. наведено зміни титрованої кислотності борошна пшеничного хлібопекарського та макаронного залежно від дозування борошна з макухи рижію.

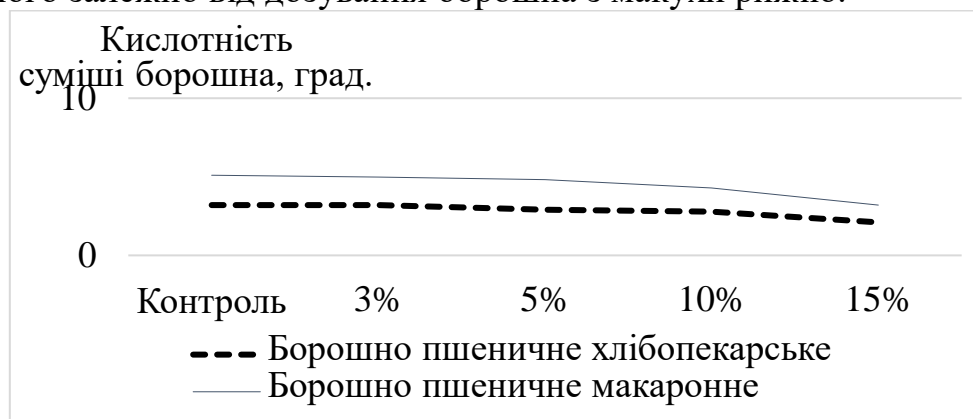


Рис. Зміни кислотності борошна пшеничного залежно від дозування борошна з макухи рижію

Зі збільшенням у борошняній суміші кількісного вмісту гірчиці та рижію спостерігали процеси поступового зниження градуса кислотності відносно контрольних зразків – борошно пшеничне хлібопекарське та борошно пшеничне макаронне (рис.). Згідно вимог кислотність макаронних виробів з додаванням сумішей не має перевищувати 10 град. Оскільки в експериментальних зразках, із внесенням макухи гірчиці та рижію, значення кислотності знижувалось, є очевидним, що збільшення кількості макухи в суміші борошна пшеничного не впливатиме негативно на даний показник якості готового продукту.

Також вивчали вплив різного дозування отриманого борошна гірчиці та рижію на макаронні властивості досліджуваних видів борошна, у т. ч. кількість та якість клейковини. Під час проведених досліджень макуху додавали у кількості 3 %, 5, 10 та 15 % від загальної кількості суміші борошна. У якості контролю використовували борошно пшеничне хлібопекарське та макаронне.

Внесення борошна з макухи гірчиці та рижію до борошна пшеничного макаронного та хлібопекарського призводило до зміцнення клейковини, при чому, зі збільшенням кількості внесеної добавки, спостерігали нижчі значення приладу ВДК, що знаходилася у межах 52...75 од. пр., а отже міцнішу клейковину суміші.

Суттєве зменшення кількості клейковини визначено у дослідних зразках із додаванням борошна макухи понад 10 %.

З порівняння змін у кількості клейковини в макаронному та хлібопекарському борошні пшеничному за внесення макухи гірчиці та рижію, можна зробити висновок, що їхнє внесення до борошна хлібопекарського викликає більш суттєві зміни. Це, очевидно пов'язано з тим, що таке борошно містить меншу кількість білка у порівнянні з борошном макаронним. Крім того, в ендоспермі твердої пшениці переважає білок, що міцно зв'язаний із крохмальними гранулами та формує єдину скловидну масу. У борошністому ж ендоспермі м'якої пшениці переважає білок, який слабо зв'язаний з зернами крохмалю у вигляді окремих зв'язків з наявними повітряними включеннями.

Із використанням обраного дозування (10 %) борошна з макухи рижію та гірчиці були виготовленні макаронні вироби, що оцінені за органолептичними та фізико-хімічними показниками якості. Так, внесення макухи гірчиці та рижію мало вплив на органолептичні властивості макаронних виробів, головним чином за показником смакових характеристик. Фізико-хімічні показники якості знаходились на рівні допустимих стандартом ДСТУ 7043:2020.

Висновок. Таким чином, за результатами досліджень, можна рекомендувати для виробництва макаронних виробів використовувати борошно з макухи рижію та гірчиці у кількості до 10 % від маси борошна як хлібопекарського, так і макаронного. Не дивлячись на зменшення кількості клейковини, її вміст знаходиться на рівні, що відповідає вимогам ДСТУ 46.004-99. У той же час покази приладу ВДК значно підвищуються та відповідають першій групі якості.

Під час проведення досліджень було встановлено, що використання макухи рижію та гірчиці дозволяє отримати макаронні вироби з показниками якості, що відповідають вимогам ДСТУ 7043:2020. Крім того використання борошна з макухи олійних культур дає змогу підвищити харчову цінність готових виробів і розширити асортимент існуючих макаронних виробів на ринку України.

Література

1. Волощук Г. І. Кочура Н. М., Юрчак В. Г. Технологічні властивості макаронного тіста з овочевими порошками. Експресновини: наука, техніка, виробництво. Київ.: УкрІНТЕІ. 1999. № 3–4. С. 31–32.
2. Лабораторний практикум із технології хлібопекарського та макаронного виробництва: навч. посіб.: [В. І. Дробот, Л. Ю. Арсеньєва, О. А. Білик та ін.]. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.
3. Demir, B & Bilgiçli, N. Utilization of quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd.) in glutenfree pasta formulation: Effects on nutritional and sensory properties. *Food Science and Technology International*, 2021. No. 27 (3). 242–250.
4. Nilgün, E., Mine, A. & Asuman, Ç. Improvement of Structural and Nutritional Quality of Gluten Free Pasta. *Journal of Culinary Science & Technology*, 2023. No. 21(6). 867–885.
5. Tyl, C., Marti, A., Ismail, B. P. Changes in protein structural characteristics upon processing of gluten-free millet pasta. *Food chemistry*, 2020. No. 327. 127052.
6. Ungureanu-Iuga, M., Dimian, M. & Mironeasa, S. (2020). Development and quality evaluation of gluten-free pasta with grape peels and whey powders. *Lwt*, No. 130. 109714.

УДК 57.04; 581.4

СТИМУЛЮЮЧИЙ ВПЛИВ СОЛІ УНДЕЦЕНОВОЇ КИСЛОТИ НА РОСТОВІ ПАРАМЕТРИ ПРОРОСТКІВ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ

С.П. Рогальський¹, О.В. Булко², О.П. Тарасюк¹, Л.Г. Льошина²

¹Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, 50, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

²Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, 148, вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

Жирні кислоти (ЖК) є біологічно активними природними сполуками, які проявляють широкий спектр активності проти фітопатогенних мікроорганізмів і мають значні перспективи для застосування в якості екологічно безпечних засобів захисту рослин в сучасних агробіотехнологіях [3]. Грибкові хвороби рослин є найпоширенішими видами захворювань сільськогосподарських культур, які суттєво впливають на їх врожайність та якість отриманих продуктів [4]. З цієї точки зору надзвичайно актуальними є дослідження впливу ЖК із вираженою протигрибковою активністю на ріст і розвиток рослин.

Ундеценова кислота (УК), яка є продуктом піролізу рицинової олії, має високу фунгіцидну активність і входить до складу комерційних протигрибкових медичних препаратів [6, 7]. Однак нерозчинність УК та її солей з металами у воді значно ускладнює її застосування як засобу захисту рослин. Метою цієї роботи було отримання органічної солі УК, розчинної у воді, і вивчення її впливу на ростові параметри проростків насіння пшениці.

Водорозчинну сіль синтезували за схемою 1. Суміш УК і діетаноламіну (ДЕА) у мольному співвідношенні 1:1 перемішували 2 год за температури 30 °С. Отримували в'язку прозору рідину, розчинну у воді.

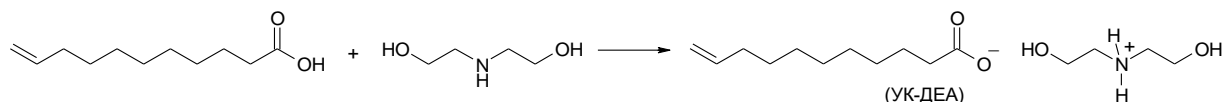


Схема 1. Синтез водорозчинної солі УК-ДЕА

Зерна пшениці *Triticum* сорту Подолянка пророщували у чашках Петрі (по 20 штук) з додаванням 5 мл дистильованої води (контроль) або водних розчинів солі УК/ДЕА з концентраціями 0.1, 0.01 і 0.001 %. Через 7 діб аналізували морфо-фізіологічні складові пагонів і коріння. Ефективність проростання, яку визначали за співвідношенням кількості пророслого насіння до загальної, була значно вищою у порівнянні з контрольними зразками (57 %) і становила 90 % і 77 % для концентрацій сполуки 0.001 % і 0.01 % відповідно. Для зразків, витриманих у розчині УК/ДЕА з концентрацією 0.01 %, встановлено суттєве збільшення довжини і маси пагонів (на 12,4 % і 37,9 % відповідно), а також маси коріння (на 25,9 %). Обробка насіння розчином солі з концентрацією 0.1 % спричиняла зменшення довжини пагонів і коріння (на 5,6 % і 19,3 % відповідно). Маса пагонів не відрізнялась від контрольних показників, а маса коріння зростала на 19 %. При цьому ефективність проростання залишалась значно вищою у порівнянні з контролем (73 %).

Вміст рослинних пігментів – хлорофілів *a* і *b* і каротиноїдів у проростках пшениці визначали вимірюванням оптичної густини спиртового екстракту пігментів на довжинах хвиль, які відповідають максимумам поглинання хлорофілів (649 і 665 нм) і каротиноїдів (479 нм) [5]. Пігментний склад в зеленій частині і співвідношення сумарного вмісту хлорофілів ($C_a + C_b$) до вмісту каротиноїдів ($C_{кар}$) є показниками стресу та фізіологічного стану рослини [2]. Додавання УК/ДЕА сприяло збільшенню вмісту хлорофілу в пагонах. Сумарна кількість хлорофілів у всіх рослин становила 0,6 – 0,7 мг/г сухої маси. Пігментний комплекс відрізнявся невисоким показником відношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* і нижчим вмістом каротиноїдів у порівнянні з контролем. Це свідчить про відсутність негативного впливу солі УК/ДЕА на розвиток пагонів.

Вплив солі УК/ДЕА на пігментний склад та кількість флавоноїдів у проростках пшениці

Зразок (пагін)	C_a , мг/г	C_b , мг/г	C_a/C_b	$C_{кар}$, мг/г	$(C_a+C_b)/C_{кар}$	$C_{фл}$, % від сухої маси
Контроль	0,476	0,201	2,38	0,1	6,68	0,678
0,1%	0,511	0,202	2,59	0,1	7,1	0,607
0,01%	0,405	0,260	1,58	0,07	6,6	0,535
0,001%	0,454	0,247	1,84	0,08	7,0	0,555

Накопичення низькомолекулярних антиоксидантів – флавоноїдів у рослинах відбувається у відповідь на абіотичні стреси [8]. Вміст флавоноїдів ($C_{фл}$) визначали вимірюванням оптичної густини їх комплексу з хлоридом алюмінію на довжині хвилі 510 нм [1]. Після обробки насіння розчинами УК/ДЕА з концентраціями 0,001 % та 0,01 % вміст флавоноїдів в пагонах і корінні практично не змінювався у порівнянні з контрольними зразками. Для концентрації сполуки 0.1 % встановлено збільшення вмісту флавоноїдів (на 18 %) у корінні. Таким чином, сіль УК/ДЕА в області концентрацій 0.001-0.01 % немає негативного впливу на біосинтез пігментів і не є стресором для рослин.

Слід зазначити, що для всіх рослин, оброблених розчинами УК/ДЕА, була відсутня мікотична інфікованість, в той час як контрольні зразки періодично заростали грибок (рис. 1).

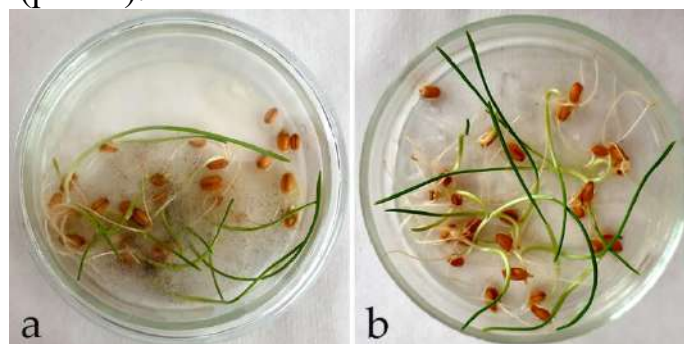


Рис. 1. Насіння пшениці після 7 діб проростання: а – дистильована вода (контроль), б – водний розчин УК/ДБУА (0.001 %)

В цілому, результати досліджень свідчать про ріст-стимулюючий вплив солі УК кислоти на насіння пшениці. Одним із факторів такого впливу може бути пригнічення досліджуваною речовиною патогенної мікрофлори на всіх стадіях культивування рослини.

Література

1. Ayele D. T., Akele M. L., Melese A. Analysis of total phenolic contents, flavonoids, antioxidant and antibacterial activities of *Croton macrostachyus* root extracts. *BMC Chemistry*. 2022. Vol. 16, 30.

2. Kancheva R, Borisova D, Georgiev G. (2014) Chlorophyll assessment and stress detection from vegetation optical properties. *Ecological Engineering and Environment Protection* 1:34–43
3. Liu S., Ruan W., Li J. et al. Biological control of phytopathogenic fungi by fatty acids. *Mycopathologia*. 2008. Vol. 166, P. 93–102.
4. Liu X., Han R., Wang Y. et al. Fungicidal activity of medium-chain fatty acids mixture comprising caprylic, pelargonic and capric acids. *Plant Pathology Journal*. 2014. Vol. 13, P. 65–70.
5. Porra R., Thompson W., Kriedemann P. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1989. Vol. 975, P. 384–394.
6. Shi D., Zhao Y., Yan X. et al. Antifungal effects of undecylenic acid on the biofilm formation of *Candida albicans*. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 2016. Vol. 54, P. 343–353.
7. Van der Steen M., Stevens C. V. Undecylenic acid: a valuable and physiologically active renewable building block from castor oil. *ChemSusChem*. 2009. Vol. 2, P. 692–713.
8. Winkel-Shirley B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology*. 2002. Vol. 5, P. 218–223.

СЕКЦІЯ 12. ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 316.334.56:332.12:504.03

СОЦІОЕКОЛОГІЧНІ ЗМІНИ СПРИЧИНЕНІ ПРИПИНЕННЯМ ВИРОБНИЦТВА БЮДЖЕТОУТВОРЮЮЧИХ КОМПАНІЙ СЕЛИЩА ДРУЖБА КОРОСТЕНСЬКОГО РАЙОНУ

О.М. Василенко¹, І.В. Хом'як², В.Ю. Кравчук³

^{1,2,3}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська 40, Житомир, 10008, Україна

Селище Дружба, розташоване в Коростенському районі Житомирської області, розвивалося як частина індустріальної стратегії Радянського Союзу. Основою економіки селища стала видобувна промисловість, зокрема видобуток кварцу та інших нерудних корисних копалин. Селище стало важливим центром регіональної промисловості, але після розпаду Радянського Союзу бюджетуютворюючі підприємства почали закриватися, що призвело до значних соціальних та екологічних змін [1].

Припинення роботи основних підприємств спричинило серйозні соціальні проблеми. Найбільш відчутним наслідком стало безробіття серед місцевого населення. Втрата робочих місць призвела до міграції працездатних жителів селища до інших регіонів або за кордон, що викликало демографічні зміни, зокрема старіння населення [2].

Через зменшення податкових надходжень до місцевого бюджету скоротилося фінансування соціальних програм, освіти та медицини. Це спричинило погіршення якості життя населення, доступу до медичних послуг, а також посилення соціальної нерівності. Закриття підприємств також призвело до зниження рівня доходів місцевих жителів, що ще більше погіршило соціальну ситуацію в селищі.

Закриття підприємств також мало екологічні наслідки для селища Дружба. Промислова діяльність, зокрема видобуток корисних копалин, призвела до деградації ландшафтів та порушення екологічного балансу. Після припинення видобувної діяльності постало питання рекультивуації земель, пошкоджених внаслідок інтенсивного використання природних ресурсів. Крім того, використання вибухових технологій на кар'єрах спричинило підвищення рівня нітратів та аміаку у водоймах, що негативно впливає на стан навколишнього середовища.

Іншою екологічною проблемою є необхідність відновлення водних ресурсів і запобігання подальшому забрудненню річок та озер в регіоні. Оскільки багато місцевих жителів використовують природні ресурси для ведення сільського господарства, стан екосистеми безпосередньо впливає на їхній добробут [3].

Одним із шляхів подолання соціоекологічних наслідків є розвиток альтернативних економічних напрямів, зокрема зеленого туризму та рекреаційних зон. Кар'єри, де припинилася видобувна діяльність, можуть бути

використані для створення туристичних об'єктів і зон відпочинку. Рекультивовані території можуть стати привабливими для туристів, особливо у контексті розвитку внутрішнього туризму в Україні.

Кар'єри можна використовувати як водні об'єкти для купання, риболовлі або катання на човнах. Такі види діяльності сприяють розвитку інфраструктури та залученню інвесторів для створення туристичних баз і кемпінгів. Зокрема, водойми на території колишніх кар'єрів часто мають привабливий колір і можуть стати осередком для розвитку водних видів спорту.

Крім того, розвиток екстремальних видів спорту, таких як скелелазіння або альпінізм, може залучити молодь та любителів активного відпочинку. Це створить нові робочі місця та покращить соціально-економічну ситуацію в регіоні.

Зелений туризм та рекреаційні зони можуть також сприяти збереженню природного середовища та біорізноманіття. Створення екопарків або природоохоронних територій на місці колишніх промислових зон підвищить екологічну цінність регіону, а також приверне увагу екологічно свідомих туристів.

Висновок. Припинення діяльності бюджетоутворюючих підприємств у селищі Дружба призвело до значних соціальних та екологічних змін. Безробіття, міграція населення та погіршення екологічної ситуації стали основними викликами для місцевої громади. Проте розвиток альтернативних напрямів, таких як зелений туризм та рекреація, може стати важливим фактором для відродження економіки селища та покращення якості життя місцевих жителів. Створення нових робочих місць та залучення інвесторів сприятиме сталому розвитку селища та забезпеченню соціальної стабільності.

Література

1. Бойко О. Д. Індустріалізація радянської України: наслідки для місцевих громад / О. Д. Бойко. – Житомир: Видавництво ЖДУ, 2005. – 256 с.
2. Зубов В. П. Соціальні та екологічні наслідки занепаду промислових підприємств у пострадянській Україні / В. П. Зубов. – Київ: Логос, 2000. – 198 с.
3. Літвін Ю. С. Економіка видобувної промисловості Житомирської області в радянський і пострадянський періоди / Ю. С. Літвін. – Житомир: Полісся, 2014. – 185 с.

УДК 661.15:631.454

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ НІТРОГЕНО- ТА СУЛЬФУРОВМІСНИХ ДОБРИВ

В.І. Дорохов

Поліський національний університет, вул. Старий Бульвар, 7, Житомир, 10008, Україна

Нітроген й Сульфур є важливими біогенними елементами й необхідні для життя рослин, входять до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот. У природі біогеохімічні цикли Нітрогену та Сульфуру пов'язані один з одним та

характеризуються низьким вмістом доступних рослинам форм азоту (NH_4^+ , NO_3^-) та сірки (SO_4^{2-}) (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна характеристика біогеохімічних циклів Нітрогену та Сульфору [1]

Елемент	Процес	Хімічні перетворення	Функція біологічних груп
Нітроген	Азотфіксація	$\text{N}_2 \rightarrow \text{RNH}_2$ (органічні аміни)	Вільноживучі прокаріоти (Azotobacter spp., деякі Clostridium spp., деякі Cyanobacteria, фотосинтетичні бактерії). Симбіотичні прокаріоти (Rhizobium spp. та інші)
	Нітрифікація	$(\text{NH}_3) \text{NH}_4^+, \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$	Хемоавтотрофні нітрифікуючі бактерії
	Асиміляційна денітрифікація	$\text{NO}_3^- \rightarrow$ амінокислоти \rightarrow білки	Рослини, тварини, мікроорганізми
	Дисиміляційна денітрифікація	$\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}, \text{N}_2$	Анаеробні бактерії
	Амоніфікація	Органічний нітроген $\rightarrow \text{NH}_3(\text{NH}_4^+)$	Багато мікробів, особливо бактерії
Сульфур	Сульфоокиснення	$\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$	Пурпурові і зелені сульфатні фотосинтезуючі бактерії, окремі хемоавтотрофні сульфоокиснювальні ціанобактерії
	Дисиміляція сульфатів	$\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$	Сульфовідновлюючі бактерії
	Асиміляційне відновлення	$\text{SO}_4^{2-} \rightarrow$ сульфуровмісні амінокислоти	Багато рослин, бактерії
	Утворення диметилсульфіду	$\text{SO}_4^{2-} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{S}$	Деякі морські водорості

З метою забезпечення врожайності при вирощуванні сільськогосподарських культур широко використовують мінеральні добрива оскільки вони є джерелом необхідних макро- і мікроелементів і мають перекривати винос хімічних елементів з ґрунту рослинами та їх природні втрати. Виробництво мінеральних добрив на початку XXI століття склало біля 200 млн. тон і в найближчі роки світове споживання добрив буде тільки зростати у зв'язку із ростом чисельності населення Землі [2, 3].

Норма споживання Нітрогену на одну людину дорівнює 5 кг на рік і на початку XXI століття сумарна потреба людства у фіксованому азоті вийшла на рівень $32,5 \cdot 10^9$ т. Задовольнити її може лише підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок внесення у ґрунт високих доз азотних добрив (близько $30 \cdot 10^6$ т/рік у перерахунку на Нітроген), що є основною причиною порушення його природною колообігу й виникнення глобальної екологічної аномалії – “нітрифікації” біосфери.

Нітроген вносять у трьох основних формах: амонійній (NH_4^+), нітратній (NO_3^-) та амідній (NH_2). При застосуванні азотних добрив збільшується вміст нітратів у воді (грунтових водах, джерелах, річках тощо), що шкідливо впливає на організми людини й тварин. Надлишок Нітрогену у амідній формі (карбамід, сечовина) змінює рН ґрунту, підвищує його лужність. Надлишок Нітрогену у формі нітратів і нітритів отрує сільськогосподарську продукцію за рахунок утворення токсичних нітрозамінів $\text{R}_2\text{N}-\text{N}=\text{O}$ – канцерогенних речовин. Найбільша кількість нітратів вимивається навесні, особливо в дощову й холодну погоду [4].

Для оптимального розвитку рослинам потрібен Сульфур, вміст якого в сухій речовині має складати від 0,1 % до 0,65 %. При дефіциті Сульфуру гальмується білковий синтез, що призводить до суцільного хлорозу. На відміну від Нітрогену, Сульфур відрізняється більш рівномірним розподілом по всій рослині, тому його дефіцит одночасно позначається як на молодих, так і на старих листках. За умови інтенсивного зволоження та при вирощуванні культур із високими потребами Сульфуру (олійні, бобові культури, цибуля, часник, цибуля-порей та ін.), забезпечення сіркою є важливою складовою живлення рослин. Протягом останнього часу питання внесення Сульфуру набуло особливого значення, оскільки все частіше з різних країн світу повідомляють про його дефіцит у ґрунті, особливо при високих нормах внесення Нітрогену [5].

З метою управління вмістом Нітрогену та Сульфуру у ґрунтах та забезпечення оптимального розвитку рослин важливим екологічним аспектом є одночасне, комплексне застосування нітрогено- та сульфуровмісних добрив. Вимивання Нітрогену з ґрунту значно зменшується при використанні інгібіторів нітрифікації – речовин, що містять у своєму складі Сульфур [6].

До таких речовин належить тіосульфат амонію ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$) – комплексне мінеральне добриво, яке одночасно містить Нітроген (12 %) та Сульфур (26 %) і за рахунок функції інгібітора забезпечує пролонговане азотне та сірчане живлення рослин впродовж всього періоду вегетації. Відомо, що уреаза – фермент, який каталізує процес трансформації амідної форми Нітрогену (NH_2) в діоксид вуглецю (CO_2) та аміак (NH_3). Атом Сульфуру (S) взаємодіє з атомами Нікелю (Ni) – активною ділянкою ферменту й дезактивує його (рис.1).

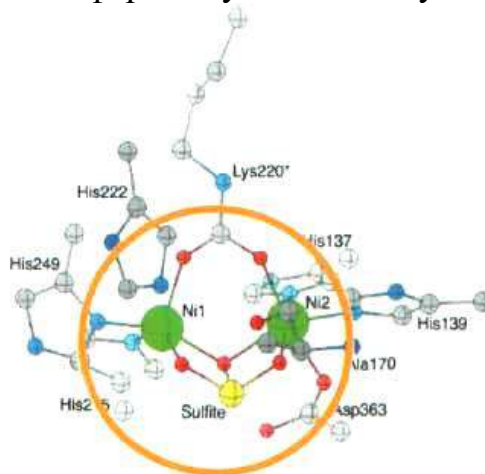


Рис.1. Інгібування процесу трансформації Нітрогену.

Окрім цього залишок молекули тіосульфату амонію (SO_3) утворює зв'язок з ферментами бактерій *Nitrosomonas* і *Nitrobacter* блокуючи їх активність й значно уповільнюючи процес нітрифікації [7].

Таким чином, комплексне використання нітрогено- та сульфуровмісних мінеральних добрив призводить до значного зменшення негативного екологічного впливу нітратних добрив на довкілля за рахунок уповільнення утворення нітратів і нітритів, забезпечує не тільки підвищення врожайності але й гарантує високу якість сільськогосподарської продукції.

Література

1. Біогеохімія: навч. посібник / Дорохов В.І., Шелест З.М., Скиба Г.В., Барабаш О.М. Житомир: Вид-во ЖДТУ, 2004, 272 с.
2. Дорохов В.І. Екологічні проблеми застосування мінеральних добрив / Збірник «Наукові читання – 2019». Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2019, С.19-24.
3. Дорохов В.І. Хімія мінеральних добрив і пестицидів: конспект лекцій. Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2013, 113 с.
4. Дорохов В.І. Екологічні проблеми колообігу Нітрогену / Збірник «Біологічні дослідження – 2022». – Житомир: Видавець ПП „Євро-Волинь”, 2022, С.253-256.
5. Екологічна хімія: навч. посібник / Федішин Б.М., Дорохов В.І., Павлюк Г.В., Заблоцька О.С., Борисюк Б.В. Херсон, ОЛДІ-ПЛЮС, 2020, 516с.
6. Хімія та біохімія біогенних елементів: Навчальний посібник / Б.М. Федішин, В.І. Дорохов, Г.В. Павлюк, Н.В. Іванова; За ред. Б.М.Федішина. Житомир: Вид-во „Держ. агроєколог. ун-т”, 2006, 348 с.
7. Тіосульфат амонію – добриво, яке дійсно дає результат [Електронний ресурс] / ХімАгроСтеп, 2023, Режим доступу: <http://www.himagrostep.com>

УДК 534.83:656:614.7

ТРАНСПОРТНИЙ ШУМ І ЙОГО ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я

С.Ю. Остапчук¹

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська 40, Житомир, 10008, Україна

Транспортний шум є однією з найпоширеніших форм шумового забруднення в сучасному світі. З розвитком транспортної інфраструктури та зростанням урбанізації дедалі більше людей піддаються постійному впливу шуму від автомобілів, поїздів та літаків. Хоча шум не є фізично відчутним забрудненням, він може мати серйозні наслідки для фізичного та психічного здоров'я людини. Вплив транспортного шуму часто недооцінюється, але наукові дослідження свідчать про його шкідливі наслідки [1].

Основними джерелами транспортного шуму є:

Дорожній транспорт – шум від автомобілів, мотоциклів, автобусів, вантажівок. Він виникає внаслідок роботи двигуна, контакту коліс з дорожнім покриттям і аеродинамічних ефектів.

Залізничний транспорт – шум від руху поїздів по рейках, особливо при високій швидкості, створює значне шумове забруднення.

Авіаційний транспорт – шум від літаків під час злету і посадки є одним з найбільш інтенсивних джерел шумового забруднення, особливо в районах поблизу аеропортів.

Одним із найбільш поширених наслідків впливу транспортного шуму є порушення сну. Навіть помірний рівень шуму, такий як рух автомобілів за вікном, може впливати на якість сну, призводячи до частих пробуджень та неспокійного відпочинку. Хронічне недосипання може спричиняти втому, зниження працездатності та підвищувати ризик розвитку інших захворювань [2].

Довготривалий вплив транспортного шуму пов'язаний з підвищеним ризиком розвитку серцево-судинних захворювань, зокрема гіпертонії, інфарктів та інсультів. Дослідження показують, що шумовий фон інтенсивністю понад 55-60 дБ може провокувати підвищення артеріального тиску та прискорення серцевого ритму.

Тривала дія шуму може викликати постійне відчуття дискомфорту та дратівливості, що призводить до підвищення рівня стресу. Постійний вплив шумового фону підвищує ризик розвитку тривожних розладів, депресії та емоційного виснаження. Це особливо помітно в густонаселених районах, де рівень транспортного шуму є постійним і значним.

Тривала дія високого рівня шуму може спричинити погіршення слуху. Хоча основна загроза втрати слуху виникає від промислових шумів або музичних подій, транспортний шум також має накопичувальний вплив, зокрема в місцях, де рівень шуму перевищує допустимі норми.

Особливо чутливими до транспортного шуму є діти. Дослідження показують, що діти, які мешкають поблизу жвавих автомагістралей або аеропортів, мають більше проблем із концентрацією та засвоєнням нової інформації. Постійний шум заважає навчальному процесу та знижує академічні показники [3].

Одним із методів зменшення впливу транспортного шуму є архітектурні рішення. У нових житлових та комерційних районах важливо впроваджувати звукоізоляційні матеріали, які допоможуть зменшити проникнення шуму в приміщення. Це включає встановлення звукоізоляційних вікон, акустичних стін та використання шумоізоляційних технологій при будівництві будівель.

Рослинність, зокрема дерева та кущі, здатні поглинати частину шуму, створюючи природний бар'єр між джерелом шуму і житловими районами. Озеленення міських територій може значно зменшити рівень шумового забруднення.

Перехід на електричні транспортні засоби, які мають значно нижчий рівень шуму порівняно з традиційними автомобілями на бензині чи дизельному паливі, є перспективним рішенням. Електротранспорт, зокрема електромобілі та електричні автобуси, можуть суттєво знизити рівень шуму в містах.

Обмеження швидкості руху транспорту в житлових районах допоможе зменшити рівень шуму. Чим нижча швидкість транспортних засобів, тим менше шуму вони створюють, особливо при русі по дорогах з поганим покриттям.

Важливим кроком є встановлення законодавчих норм щодо рівня шуму. Багато країн вже мають встановлені граничні рівні шуму для житлових і комерційних зон. Дотримання цих стандартів, а також регулярний моніторинг рівня шуму, є необхідними для забезпечення захисту здоров'я населення.

Висновки. Транспортний шум є серйозною проблемою сучасних мегаполісів, що впливає на здоров'я мільйонів людей по всьому світу. Його вплив на організм людини є комплексним, охоплюючи як фізичні, так і психічні аспекти. Хоча транспортний шум важко повністю усунути, існує ряд ефективних рішень, які можуть зменшити його вплив на людей: від технологічних інновацій у будівництві до розвитку екологічного транспорту. Впровадження комплексних заходів допоможе не лише знизити рівень шуму, а й покращити загальну якість життя людей у містах.

Література

1. Гладкий А. І. Шумове забруднення в умовах урбанізації: шляхи зниження і вплив на здоров'я людини / А. І. Гладкий // Екологія та здоров'я. – 2020. – № 45 (2). – С. 34–42.
2. Дубровський І. П. Транспортний шум і його вплив на мешканців мегаполісів / І. П. Дубровський // Екологічні проблеми міст. – 2019. – № 3 (1). – С. 67–73.
3. Basner M., Babisch W., Davis A., Brink M., Clark C., Janssen S. Auditory and non-auditory effects of noise on health // The Lancet. – 2014. – Vol. 383, № 9925. – P. 1325–1332.

УДК 338.487 (477.84)

ОЦІНКА РЕКРЕАЦІЙНОЇ МІСТКОСТІ ПРИРОДО-ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ АДМІНІСТРАТИВНИХ РАЙОНІВ ІВАНО-ФРАНКІВЩИНИ **О. Ошуркевич-Панківська¹, Ю. Панківський²**

^{1,2}Національний Лісотехнічний університет України, вул. О. Кобилянської, 1, м. Львів, Україна

Abstract. In current work the recreational potential of the administrative districts of Ivano-Frankivsk region was assessed on the basis of the analysis of location features and parameters of forested recreational areas. The possibility and

main directions of increasing of the recreational load on the natural objects of the region were estimated.

Івано-Франківщина є унікальним за своєю туристичною привабливістю регіоном України. Різноманіття типів рельєфу, висока залісненість території, сприятливі екологічні умови, а також багата історико-культурна спадщина створює хороші передумови для розвитку рекреаційної індустрії.

Проте, при надмірному тривалому рекреаційному навантаженні природне середовище зазнає негативного, а іноді незворотного впливу. Тому, у теперішній час актуальним і необхідним стає режим обмеженого та збалансованого рекреаційного природокористування, організованого на принципах безперервності і невиснажливості. Оптимальна рекреаційна місткість території є не лише одним з найважливіших показників при плануванні рекреаційно-туристичного господарства, але й при оцінці впливу рекреаційної діяльності на навколишнє середовище, з метою забезпечення нормального функціонування та самовідновлення екосистеми та збереження біорізноманіття [2, 5].

Для оцінки заповідності територій Івано-Франківської області, на основі переліку територій та об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) загальнодержавного та місцевого значення [4] проведений аналіз приуроченості цих об'єктів до меж адміністративних районів області. Для кожного району розраховано показник щільності об'єктів ПЗФ та коефіцієнти заповідності [1].

Загальна кількість об'єктів ПЗФ загальнодержавного значення на території Івано-Франківської області 33 і розподілені вони по адміністративних районах досить нерівномірно. Максимальна їхня кількість у Надвірнянському та Івано-Франківському районах (10 і 9 об'єктів відповідно), мінімальна – у Коломийському і Верховинському (по 2 об'єкти). Сумарна кількість об'єктів ПЗФ місцевого значення становить 485, найбільше у Надвірнянському (182 об'єкти), Калуському (100 об'єктів) та Коломийському (87 об'єктів) районах.

Коефіцієнт заповідності Івано-Франківської області становить 42,6 %, причому співвідношення загальної площі об'єктів ПЗФ області загальнодержавного і місцевого значення приблизно однакове (19,2 і 23,4 % відповідно). Найвищий відсоток заповідності за об'єктами ПЗФ загальнодержавного значення характерний для високогірних районів – Косівського (83,69 %) та Надвірнянського (70,31 %), а найнижчий для Калуського та Коломийського районів (по 0,09 %). Заповідність районів за об'єктами ПЗФ місцевого значення більш рівномірна і коливається від 82,4 % (в Косівському районі) до 14,5 % у Коломийському.

Показник щільності об'єктів ПЗФ місцевого значення значно (в середньому у 19 разів) перевищує щільність об'єктів загальнодержавного значення. Максимальна їхня щільність (97,2 шт/тис.км²) характерна для Надвірнянського району, що зумовлене максимальною кількістю заповідних об'єктів та, порівняно, невеликою його площею. Для Косівського,

Коломийського, Калуського та Верховинського районів щільність заповідних територій місцевого значення коливається в незначних межах (21,23 - 37,65 шт./тис.км²). На території Івано-Франківського району найменша щільність об'єктів місцевого значення – 14,06 шт./тис.км². Щільність об'єктів ПЗФ загальнодержавного значення змінюється від 0,8 шт./тис.км² (у Коломийському районі) до 6,64 шт./тис.км² (у Косівському).

За визначеннями категорій природно-заповідного фонду України [3] у рекреаційній діяльності дозволено використовувати лише: національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, пам'ятки природи, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, дендрологічні парки, ботанічні сади, зоологічні парки.

З метою оцінки рекреаційної місткості природно-заповідних територій районів області, з переліку територій та об'єктів природно-заповідного фонду було вибрано об'єкти, де дозволена рекреаційна діяльність. На основі нормативних показників рекреаційного навантаження на різні типи природних комплексів [2, 5] розраховане потенційне рекреаційного навантаження протягом літнього і зимового сезонів окремо під час тижневих рекреаційних турів та дводенних турів для кожного такого об'єкту і згруповано їх по районах області (рис. 1-4). Для усіх районів області простежується дещо вища рекреаційна місткість для літнього періоду, ніж для зимового. Це пов'язане з більшими значеннями нормативних показників допустимого рекреаційного навантаження для літнього періоду, оскільки у теплу пору року процеси самовідновлення та саморегуляції природних екосистем є більш активними, а в холодний період природні комплекси є більш піддатливими до антропогенного впливу. Суттєвий вплив на рекреаційну ємність територій має тривалість відпочинку. Так, для дводенних рекреаційних турів рекреаційна ємність територій у середньому у 3,5 разів вища, ніж для тижневих, незалежно від пори року.

Найбільші значення рекреаційних ємностей характерні для районів, де площа рекреаційних територій є максимальною – Надвірнянського та Косівського, незалежно від тривалості відпочинкових турів та періоду року. Так, максимальна кількість туристів для літніх дводенних турів у Надвірнянському районі може сягати 6,2 млн. осіб, а в Косівському – 6,1 млн. осіб. Для літніх тижневих турів ці значення можуть досягати відповідно 1,77 і 1,74 млн. осіб за теплий період року.

Помірна рекреаційна ємність характерна для природно-заповідних об'єктів Івано-Франківського та Верховинського районів. Для літніх дводенних турів вона може досягати значення 3,2 млн. і 1,5 млн. осіб, а для літніх тижневих 0,9 млн. і 0,4 млн. осіб відповідно.



Рис. 1. Екологічно допустима рекреаційна місткість територій ПЗФ для літніх тижневих турів



Рис. 2. Екологічно допустима рекреаційна місткість територій ПЗФ для зимових тижневих турів



Рис. 3. Екологічно допустима рекреаційна місткість територій ПЗФ для літніх дводенних турів



Рис. 4. Екологічно допустима рекреаційна місткість територій ПЗФ для зимових дводенних турів

Райони з мінімальною рекреаційною ємністю природо-заповідних територій – Калуський і Коломийський, де навіть для літніх дводенних турів ємність не перевищує 498 тис. і 712 тис. осіб. Така ситуація зумовлена найменшими площами природо заповідних об'єктів і, відповідно мінімальними значеннями коефіцієнтів заповідності.

Загальний рекреаційний потенціал лісовкритих рекреаційних території Івано-Франківської області може досягати 8,7 млн. осіб/рік, що у 6,5 разів перевищує кількість населення області. Отже, рекреаційні території області здатні не лише задовольнити потреби у відпочинку місцевого населення, але й володіють високим рекреаційним потенціалом з точки зору розвитку внутрішнього (з інших адміністративних областей) та міжнародного туризму.

Література

1. Грищенко Ю.М. Методика оцінка мережі природно-заповідного фонду / Науковий вісник НСІ, 2008, №2.-С.33-36.
2. Гулич О.І. Екологічно збалансований розвиток курортно-оздоровчих територій: питання теорії і практики: Монографія. Львів: ІРД НАН України, 2007. 208 с.
3. Про природно-заповідний фонд України: Закон України від 16.06.92 № 2457-ХІІ (2457-12). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>.
4. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів. Офіційний сайт. - веб-

сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyssha-v-ukrayini/>.

5. Стафійчук В. І. Рекреалогія: Навчальний посібник. 2-ге вид. – К.: Альтерпрес, 2008. 264 с.

УДК 574.4:504.054

ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ СИНТЕТИЧНИМИ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ ВОДОЙМ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ГОЛОСІЇВСЬКИЙ» (УКРАЇНА)

О.О. Пасічна¹, Л.О. Горбатюк¹, М.О. Платонов¹, О.О. Годлевська², Гриньова А.С.³

¹Інститут гідробіології НАН України, проспект Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна

³Академія мистецтв імені Павла Чубинського, вул. І. Мазепи, 15, Київ, 01601, Україна

В результаті інтенсивної антропогенної діяльності щорічно зростають обсяги використання, а, отже, і об'єми потрапляння у водойми різних класів СПАР. Є переконливі підтвердження їхньої токсичності для водної біоти [3, 5], а також здатності впливати на міжвидову взаємодію і конкурентні відносини між представниками різних трофічних рівнів [6].

З кожним роком погіршується екологічна ситуація й у водних об'єктах м. Києва, як у його промислових, так і в паркових зонах. У зв'язку з цим об'єктами досліджень були 12 ставків, розташованих на території Національного природного парку «Голосіївський», що знаходиться в межах міста Києва (50°22'47" N, 30°30'21" E). Вони формують три каскади, з чотирьох сполучених між собою штучно створених водойм кожний, відомі як Горіховатські, Китаївські та Дідорівські ставки.

Проби води для визначення вмісту аніонних СПАР відбирали в літоралі ставків з поверхневого (0,2–0,3 м) шару води у липні 2022 р. Визначення аніонних СПАР у воді проводили колориметричним методом. Основою методу є реакція СПАР з катіонним барвником (метиленовий блакитний) з утворенням забарвленої комплексної сполуки, яку екстрагують із води хлороформом [1].

Дослідження концентрації аніонних СПАР у воді ставків НПП «Голосіївський» показало певні відмінності для кожного каскаду, зумовлені впливом розташованих поблизу об'єктів міської інфраструктури та різним ступенем антропогенного навантаження на водойми. Встановлено, що вода Китаївських ставків, порівняно з іншими водоймами, відрізнялася найнижчою концентрацією аніонних СПАР, яка знаходилась в межах 0,069–0,080 мг/дм³ і не перевищувала рекомендований граничний показник (0,1 мг/дм³) у

поверхневих водах [4], що дозволяє класифікувати її як «помірно забруднену» аніонними СПАР [2].

Визначення концентрації аніонних СПАР у Дідорівських ставках показало дещо вищий рівень забруднення (0,080–0,096 мг/дм³). Згідно методики [2] вода Дідорівських ставків за вмістом аніонних СПАР відповідала категорії «помірно забруднена».

Що стосується Горіховатських ставків, то у їхній воді концентрація аніонних СПАР змінювалася в досить широкому діапазоні від мінімальної 0,055 мг/дм³ у ставку №4 (найнижчому в каскаді) до максимальної 0,121 мг/дм³ у ставку №1 (найвищому в каскаді). Концентрація аніонних СПАР (0,121 і 0,103 мг/дм³) у верхніх ставках цього каскаду (відповідно, №1 і №2) перевищувала концентрації цих речовин, за яких відсутній негативний вплив на водні екосистеми (<0,1 мг/дм³) згідно [4]. Вода цих ставків відповідно до методики екологічної оцінки може бути віднесена до категорії «брудна» [2]. Воду ж двох нижніх за течією Горіховатських ставків (№3 і №4) за вмістом аніонних СПАР (відповідно, 0,096 і 0,055 мг/дм³) можна класифікувати як «помірно забруднена».

Підвищені концентрації аніонних СПАР у Дідорівських і, особливо, Горіховатських ставках, свідчать про потрапляння у їхні води комунально-побутових стоків. Відомо, що аніонні та інші класи СПАР виявляють токсичність для мешканців водойм і становлять потенційний ризик для їхнього існування [3, 5].

Література:

1. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка. К.: Логос, 2006. 408 с.
2. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін. К.: Символ-Т. 1998. 28 с.
3. Jackson M., Eadsforth C., Schowanek D. et al. Comprehensive review of several surfactants in marine environments: Fate and ecotoxicity. *Environ. Toxicol. Chem.* 2016. Vol. 35, N 5. P. 1077–1086.
4. Proposed system of surface water quality standards for Moldova: technical report for the EAP task force secretariat/OECD in the framework of the project “Support for convergence with EU water quality standards in Moldova». OECD Publishing, 2007
5. Sobrino-Figueroa A. Toxic effect of commercial detergents on organisms from different trophic levels. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2018. Vol. 25. N 14. P. 13283–13291.
6. Zhu X., Wang Z., Yunfei Sun Y. et al. Surfactants at environmentally relevant concentrations interfere the inducible defense of *Scenedesmus obliquus* and the implications for ecological risk assessment. *Environ. Pollut.* 2020. Vol. 261. Art. 114131.

УДК 579.6;

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОДЕСТРУКТИВНОСТІ ТА ЕКОТОКСИЧНОСТІ НОВОГО ПЛАСТИФІКАТОРА ДЛЯ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ НА ОСНОВІ ТРЕТИННОГО АМІДУ ЛАУРИНОВОЇ КИСЛОТИ

*Рогальський С.П.¹, Бодачівська Л.Ю.¹, Джу́жа О.В.¹, Тарасюк О.П.¹,
Мошинець О.В.²*

¹Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, 50, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

²Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, 150, вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

Полівінілхлорид (ПВХ) є одним із найпоширеніших промислових термопластичних полімерів, який займає третє місце за обсягами світового виробництва після поліетилену і поліпропілену [1]. Переважна більшість виробів з ПВХ містить значну кількість пластифікаторів, які надають полімерові необхідної еластичності. Традиційні пластифікатори на основі фталатних естерів схильні до міграції з полімерних виробів і проявляють токсичний вплив на довкілля, а також на організми людей і тварин [2]. Актуальною проблемою сьогодення є створення нових екологічно безпечних пластифікаторів для ПВХ з високою стійкістю до міграції, низькою токсичністю і здатністю до біологічної деструкції.

Раніше нами синтезовано третинний амід жирної кислоти дибутиллаурамід (ДБЛА) і встановлено його високу ефективність як первинного пластифікатора для ПВХ [3]. У цій роботі досліджено антибактеріальну активність і біодеградабельність ДБЛА з метою оцінки його потенційного впливу на довкілля.

Третинний амід ДБЛА синтезували взаємодією хлорангідриду лауринової кислоти з дибутиламіном в метиленхлориді [3]. Композиційні плівки ПВХ/ДБЛА із вмістом пластифікатора 20 і 30% отримували поливом з розчину в дихлоретані.

Антибактеріальну активність пластифікованих плівок ПВХ вивчали проти грам-негативної бактерії *Klebsiella pneumoniae* за методикою [4]. Зразки полімерних плівок з розмірами 1 x 1 см стерилізували автоклавуванням за температури 105 °С впродовж 30 хв. Кожну плівку поміщали в 24-лунковий планшет і додавали 2 мл агару LB, інокульованого 10 мкл бактеріальної культури з концентрацією 10⁹ колоній утворюючих одиниць в 1 мл (КУО/мл). Зразки інкубували 48 год за 37 °С, після вилучення промивали для видалення планктонної і слабо прикріпленої біомаси. Встановлено, що рівні метаболічної активності біоплівки на поверхні зразків чистого ПВХ (контроль) і пластифікованих плівок ПВХ/ДБЛА, визначені за допомогою МТТ-тесту [4], мають близькі значення (рис. 1). Це свідчить про відсутність негативного впливу домішки на бактеріальну тест-культуру, поширену у довкіллі.

Біодеградабельність пластифікатора визначали за допомогою тесту SECL-33-A93 “Biodegradability of two-stroke cycle outboard engine oils in water”.

Зокрема, визначали втрату вуглеводневих фрагментів у дослідженому зразку після контакту з мікробними культурами, виділеними з осаду стічних вод [5]. Розщеплення аліфатичних радикалів контролювали методом ІЧ-спектроскопії за інтенсивністю смуги валентних коливань зв'язків С-Н при 2930 см^{-1} . Згідно з отриманими результатами, біорозклад ДБЛА через 21 добу становив 96 %.

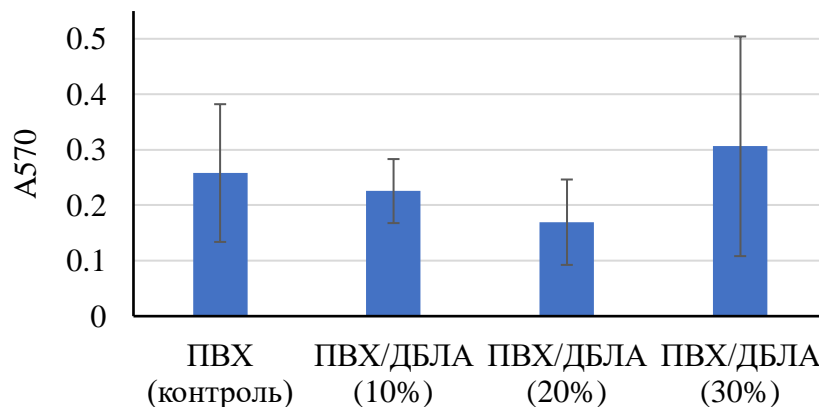


Рис. 1. Рівень метаболічної активності біоплівки *K. pneumoniae*, утворених на поверхні полімерних зразків після 48 год інкубування

Для дослідження міграційної стійкості пластифікатора ДБЛА плівки ПВХ/ДБЛА (30 %) з розмірами 80 x 80 мм поміщали між двома листами фільтрувального паперу. Отримані сандвіч-пакети фіксували затискачами між скляними пластинами. Для оцінки стійкості сполуки до вимивання полімерні плівки масою 1 г поміщали у воду (1 л) за кімнатної температури. Контроль міграції/вимивання визначали за зміною маси зразків. Міграція ДБЛА з плівок ПВХ/ДБЛА (30 %) становила 1.1 % від його загального вмісту через 30 діб. Втрата маси сполуки після 30 діб контакту полімерних плівок з водою становила 2.8 %.

Результати проведених досліджень свідчать про перспективність третинного амід лауринової кислоти ДБЛА як нового екологічно безпечного пластифікатора для ПВХ, альтернативного токсичним фталатним естерам. Сполука має високу стійкість до міграції, здатність до біологічної деструкції і не проявляє токсичного впливу на довкілля.

Література

1. Lewandowski K., Skórczevska K. A brief review of poly(vinyl chloride) (PVC) recycling. *Polymers*. 2022. Vol. 14, P. 3035.
2. Panthi G., Bajagain R., Chaudhary D. K. et al. The release, degradation and distribution of PVC microplastic-originated phthalate and non-phthalate plasticizers in sediments. *Journal of Hazardous Materials*. 2024. Vol. 470, 134167.
3. Rogalsky S., Cherniavska T., Dzhuzha O. et al. O. N,N-dibutylauramide as new alternative plasticizer for polyvinyl chloride. 2-nd International Scientific Conference “Chemical Technology and Engineering – 2”, June 24-28, 2019, Lviv, Ukraine, P. 334.
4. Rogalsky S., Moshynets O., Dzhuzha O. et al. Preparation and characterization of new antifouling coating based on alkyd paint modified with

hydrophobic cationic biocide. *Journal of Coatings Technology and Research*. 2024. Vol. 21, P. 939–953.

5. Rogalsky S., Tarasyuk O., Vashchuk A. et al. Synthesis and evaluation of N,N-dibutylundecenamide as new eco-friendly plasticizer for polyvinyl chloride. *Journal of Materials Sciences*. 2022. Vol. 57, P. 6102-6114.

СЕКЦІЯ 13. БІОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА

УДК 37.502/504

ВИХОВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ І КУЛЬТУРИ

М.С. Новицька

Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж Житомирської обласної ради, вул. Чуднівська, 99, Житомир, 10005, Україна

Екологічна свідомість і екологічна культура є важливою складовою гармонійного розвитку людства. Міжнародні документи останніх років інформують людей про різні екологічні ситуації в світі, регіоні та місці проживання, для того, щоб бути обізнаним і знаходити шляхи вирішення різноманітних екологічних проблем для збереження біорізноманіття, біосфери і цивілізації в цілому. І тому ефективна екологічна освіта лежить в основі екологічної культури, а також має бути доступною для усіх прошарків суспільства, і не обмежуватися певними групами [1].

В сучасному світі екологічна освіта стала важливою складовою безпечного екологічного розвитку і гармонії. Високий рівень знань з екології, її свідомості та культури важливий для взаємовідносин людей і природи, щоб вирішувати надзвичайно гострі екологічні та соціально-економічні проблеми сучасності через базову екологічну освіту в процесі навчання, виховання, розвитку особистості та екологізації. Процес виховання екологічної свідомості і культури потрібно запроваджувати в усіх вікових групах і різних сферах діяльності [1].

Екологічна освіта спрямована на підвищення знань та свідомості людей про навколишнє середовище та його проблеми. Метою екологічної освіти є формування знань, умінь, підходів та навичок, для збереження природи, для створення сталого способу життя, для гармонійних відносин між людьми і природою.

Здобувачі освіти оточені освітнім середовищем здатні впливати на розвиток суспільства, приймати раціональні екологічні рішення, брати участь у розробці інноваційних підходів при вирішенні екологічних проблем, а також здатні запроваджувати їх на практиці. Екологічна культура стає новою філософією життя, де людина як частина природи може співпрацювати, успішно формуючи мотиви, потреби та цінності [3].

В освітніх закладах екологічне виховання молоді є важливою складовою, оскільки за ними майбутнє нашої держави і світу. Молодь усвідомлює усю важливість взаємовідносин з довкіллям, любов до рідної землі і природи, до традицій нашого народу у взаємовідносинах з довкіллям, усвідомлюють особисту відповідальність за стан довкілля, вчать ухвалювати рішення щодо проблем у навколишньому середовищі, розуміють важливість споживацького ставлення до природи, володіють нормами екологічної поведінки, розуміють важливість поваги до свого здоров'я та його збереження [2].

Маючи великий потенціал у формування екологічної свідомості освітні заклади інтегрують екологічні аспекти у навчально-виховний процес, щоб наступні покоління були відповідальними і турботливими щодо довкілля. Враховуючи інтереси та потреби молоді екологічна освіта має бути цікавою і актуальною, щоб інтегрувати екологічні теми у повсякденне життя, діяльність та інтереси. Під час занять виконуються проекти щодо енергоефективності, відповідального споживання, використання відновлювальної енергетики, а сучасні засоби комунікації: відео, медіа, привертають увагу до екологічних проблем [2].

Молодь залучають до різних екологічних квестів, акцій, які є джерелом навчання і натхнення, завдяки яким вони можуть самостійно впливати на довкілля.

Екологічне виховання молоді в освітніх закладах формує свідому і відповідальну людину, її відносини з навколишнім середовищем. Завдяки програмам екологічного виховання в різних формах та рівнях освіти, можна залучити велику кількість людей з усіх прошарків суспільства. Молодь відіграє ключову роль у процесах збереження природи і створення сталого майбутнього.

Література

1. Про концепцію екологічної освіти в Україні. Електронний ресурс. <https://zakon.rada.gov.ua/go/v6-19290-01> (дата звернення 26.09.2024).

2. Екологічна освіта молоді у навчальних закладах. Електронний ресурс. https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/62052/1/%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%20advanced_training_UDU.pdf#page=53 (дата звернення 26.09.2024).

3. Формування екологічної свідомості та культури як засоби екологічного виховання студентської молоді. Електронний ресурс. <http://perspectives.pp.ua/public/site/conferency/conf-25.pdf#page=250> (дата звернення 26.09.2024).

УДК 378.147:502/504

ПРОВЕДЕННЯ ВИХОВНИХ ЗАХОДІВ ЕКОЛОГО-ПРОФОРІЄНТАЦІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

А.М. Соловйова¹, Д.А. Гарбар²

^{1,2}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

Нині увага суспільства здебільшого зосереджена на проблематиці здійснення професійної орієнтації учнів закладів середньої освіти. Водночас практична реалізація професійної орієнтації студентів залишається на досить низькому рівні. Уявлення про майбутню професію у студентів 1 курсу сформовані здебільшого суспільною думкою, ЗМІ та телебаченням. Вони дуже

приблизно уявляють собі обов'язки фахівця в сфері екології, конкретні завдання, які ставляться перед ним [1].

За відсутності цілеспрямованого плану здійснення профорієнтації у вищому навчальному закладі ця діяльність має безсистемний характер і проводиться викладачами тільки в межах своїх дисциплін. Для підсилення професійної мотивації студентів вищих навчальних закладів необхідний комплексний підхід [2].

Для студентів 1 курсу спеціальності 101 Екологія крім засвоєння необхідного обсягу навчального матеріалу для отримання кваліфікації, важливим є проведення заходів профорієнтаційного спрямування для розширення екологічної свідомості, можливості глибше зануритись у спеціальність при виконанні завдань різних напрямків, формування уявлень про роботу еколога та його кар'єрні можливості.

За допомогою профорієнтаційних заходів студенти мають змогу визначити, які навички є необхідними для отримання роботи та зрозуміти, у якій галузі знайде себе здобувач вищої освіти.

Житомирський державний університет імені Івана Франка забезпечує здобувачам вищої освіти можливість спілкування з фахівцями. На базі університету реалізуються проекти «Запрошені професори» та «PRO Студії від професіоналів», за допомогою яких студенти можуть поспілкуватися з професорсько-викладацьким складом різних ЗВО, як вітчизняних так і закордонних, дослідниками науково-дослідних установ, а також з професіоналами-екологами, які працюють на підприємствах, в органах місцевого самоврядування та державних установах. Під час таких зустрічей студенти мають змогу отримати нову інформацію та задати питання, які їх цікавлять.

Впродовж 2024 зі студентами були проведені профорієнтаційні заходи зі спеціалістами різних напрямків роботи. Зокрема проведена зустріч з представниками Держекоінспекції, де основною темою обговорення стало використання офіційного застосунку від Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, розробленого за допомогою Міністерства цифрової трансформації України «ЕкоЗагроза» з метою фіксування екологічних злочинів внаслідок російської агресії та подальших стягнень репарацій з країни-агресора. Після зустрічі студенти 1 курсу спеціальності 101 Екологія дізналися від державних інспекторів з охорони навколишнього середовища про ключову роботу спеціалістів під час військового стану, фіксування адміністративних правопорушень та притягнення осіб до адміністративної відповідальності, розгляд скарг та звернень від громадськості.

Крім того відбулася зустріч з екологом-розробником дозвільної документації ТОВ «Екогеопром». Спеціаліст розповіла про основні напрямки діяльності фірми, про вимоги та обов'язки на посаді еколога, специфіку роботи еколога-розробника документації. Студенти мали змогу задати питання та

дізнатися, які ключові критерії відіграють роль на ринку праці серед фахівців даного напрямку роботи.

Був проведений профорієнтаційний захід з інженером із впровадження нової техніки й технологій на підприємстві FPS Flexibles Ukraine. Інженер розповів про важливість вторинної переробки, необхідності сортування відходів та особливості виробничих процесів на підприємстві.

На природничому факультеті зі студентами 1 курсу відбулася зустріч з головним спеціалістом з питань комунального господарства та благоустрою Білокоровицької територіальної громади. Головний спеціаліст розповів про напрямки своєї діяльності, а саме: про розробку вихідної документації, про ліквідацію стихійних сміттєзвалищ, розгляд скарг від жителів громади, про обстеження зелених насаджень. Слід зазначити, що спеціаліст відповідає за реалізацію на території територіальної громади проекту ПРООН «Сприяння сталому управлінню тваринництвом та збереження природних екосистем у північній частині України», метою якого є забезпечити Білокоровицьку громаду геоінформаційною системою, що дозволить поліпшити екологічний стан території.

Відбулася зустріч начальника відділу природних ресурсів та природно-заповідної справи Департаменту екології та природних ресурсів Житомирської обласної військової адміністрації зі студентами кафедри екології та географії. Основною темою виховного заходу була важливість природоохоронної діяльності в межах області. Студенти ознайомилися з основними питаннями заповідної справи та з функціями екологів у заповідниках.

Всі запрошені професіонали є або випускниками Житомирського державного університету імені Івана Франка, які після здобуття кваліфікації працюють на посаді еколога, або магістрантами спеціальності 101 Екологія, які навчаються в університеті за індивідуальним графіком навчання та поєднують навчання з роботою.

На сьогодні заходи профорієнтації є важливими для формування та розвитку майбутніх фахівців, оскільки вони допомагають краще пізнати професійну діяльність еколога та можливості кар'єрного зростання, як професіонала.

Література

1. Кіндрат П.В. Особливості профорієнтаційної роботи серед студентів ІТ-спеціальностей вищих навчальних закладів. - Інноваційна педагогіка. Випуск 24. Т. 1. 2020. С. 189-193.

2. Професійна орієнтація : підручник / за ред. О.М. Ігнатівич. Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2014. 240 с.

СЕКЦІЯ 14. МЕДИКО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ

УДК 615:796.015.363:796.071

ФАРМАКОЛОГІЧНА КОРЕКЦІЯ ВІДНОВЛЕННЯ СПОРТИВНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Ю. Ю. Чайка¹, І. С. Лупайна², Н. М. Корнійчук³, С. М. Гришук⁴

^{1,2,3}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.

Сучасний спорт висуває досить високі вимоги до фізичної працездатності, витривалості та функціонального стану організму спортсмена [5]. При високих навантаженнях повторні тренування чи змагання часто відбуваються за умов глибокого виснаження ресурсів та невідновлення функціональних можливостей організму [3] не лише на загальному рівні, а й локально на рівні окремих м'язових груп. Недостатнє відновлення зумовлює накопичення втоми, призводить до підвищення рівня травматизму, може сприяти виникненню патологічних станів та зниженню спортивних результатів в цілому.

Розуміння етіологічних чинників виникнення втоми, методів її діагностики та фізіологічних механізмів відновлення є першочерговим для оцінки функціонального стану спортсмена, виявлення стану перетренованості та раціонального застосування відновлювальних засобів у спорті [3]. З метою забезпечення ефективного відновлення, покращення тренувального процесу та досягнення високих результатів пріоритетним є пошук нових ефективних відновлювальних методів і засобів.

На сьогодні увага фахівців у галузі фізичної культури і спорту сфокусована на впровадженні найрізноманітніших досягнень науково-технічного прогресу та ефективному використанні ергогенних засобів відновлення спортивної працездатності [1]. Питання вивчення та застосування засобів відновлення в спорті висвітлюють у своїх наукових працях Мелешко В., Фаворитов В., Павлова Ю., Виноградський Б., Михалюк Є., Бражко О., Юсіна Г., Ялович В., Ялович А., Циба Ю., Молдован А., Горюк П. та інші науковці [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Фахівці стверджують, що найефективнішим у процесі спортивної підготовки вважається комплексне поєднання відновлювальних засобів педагогічного, психологічного та медико-біологічного спрямування [3].

Спортивні лікарі вважають, що провідне місце серед усіх засобів відновлення належить медико-біологічним засобам, що часто використовуються як з метою прискорення перебігу процесів відновлення й адаптації у ході навчально-тренувального процесу, так і власне як медична реабілітація після перенапружень, перенесених травм та захворювань [5].

До комплексу відновлювальних медико-біологічних засобів належать фізіо- та гідропроцедури, мануальна терапія, кліматотерапія, раціонально організоване харчування під час тренувань чи змагань, а також використання

дозволені фармакологічні препаратів із врахуванням вимог антидопінгового контролю. В період граничних фізичних і психоемоційних навантажень важливу роль відіграє фармакологічна корекція. Застосування фармакологічних препаратів має враховувати вид спорту, кваліфікацію та рівень підготовленості спортсмена, специфіку його навчально-тренувального процесу та змагальної діяльності, індивідуальні та вікові особливості. Відповідальність за призначення препаратів фармакологічної корекції та тривалість їх застосування несе лікар спортивної медицини у тісній взаємодії з тренером та спортсменом.

В спортивній медицині вирізняють наступні фармакологічні групи: полівітамінні комплекси та коферменти; препарати пластичної і енергетичної дії; антиоксиданти й антигіпоксанти; адаптогени та актопротектори; препарати протекторної дії (гепатопротектори, нефропротектори та кардіопротектори); поліферментні препарати; ентеросорбенти; регідратаційні засоби; регулятори нервово-психічного стану; ноотропи; препарати, що впливають на імунну систему [1, 6].

Серед фармакологічних засобів, що прискорюють процеси післянавантажувального та посттравматичного відновлення, здійснюючи фармакологічну корекцію патологічних змін, розрізняють наступні групи засобів. Для корекції печінково-больового синдрому та профілактики порушень гепатобіліарної системи застосовують гепатотропні препарати. Гепатопротектори захищають клітини печінки від гепатотоксичних речовин та ушкоджень, а жовчогінні препарати володіють холеретичною, холекінетичною, холеспазмолітичною та холелітолітичною дією. Нефропротектори використовуються для відновлення метаболічних процесів та функціональної активності нирок, а кардіопротектори - для корекції функціонального стану міокарда.

У період інтенсивних фізичних та психоемоційних тренувань важливим є застосування ноотропів. Ці засоби покращують рівень енергетичного обміну в клітинах головного мозку, що, в свою чергу, позитивно впливає на підвищення стійкості нейронів мозку до стресових чинників та зумовлює поліпшення мисленевих процесів, пам'яті, уваги, координації та інших проявів вищої нервової діяльності. За підвищеної нервової збудливості, дратівливості, порушеннях сну, а також при функціональних розладах кардіо-респіраторної системи рекомендоване застосування регуляторів психічного стану, що діють седативно та нормалізують психоемоційний стан спортсмена.

Регідранти у вигляді питних розчинів з високим вмістом мінеральних речовин та органічних сполук застосовують в періоди інтенсивних фізичних напруг з метою відновлення водно-сольового балансу організму. За недостатньої перетравлювальної функції шлунково-кишкового тракту рекомендовано застосовувати системну ензимотерапію, що може сприяти подоланню проблеми з дієтичними складнощами та набором маси.

Ентеросорбенти включено в комплекс детоксикаційних засобів, оскільки вони застосовуються в спорті з метою видалення накопичуваних внаслідок інтенсивної м'язової роботи ендогенних токсичних продуктів метаболізму, а

також вони відомі як зовнішні антисептичні засоби при кровотечах, спортивних травмах і пошкодженнях.

До групи фармакологічних засобів, що сприяють мінімізації пошкоджуючої дії токсичних метаболітів в процесі м'язової діяльності та забезпечують адаптаційні зміни належать сучасні препарати адаптогенної дії, актопротектори, антиоксиданти й антигіпоксанти. Як адаптогени, так і актопротектори зазвичай мають природне походження, володіють поліфункціональним механізмом дії на організм - стимулюють фізичну та розумову працездатність, перешкоджають розвитку втоми, підвищують стійкість до несприятливих факторів і зміни клімато-географічних умов. Однак ефект при застосуванні цих препаратів проявляється протягом 4-6 тижнів після їх регулярного щоденного прийому. Антигіпоксанти відіграють надзвичайно важливу роль у підвищенні стійкості організму до кисневої недостатності, знижуючи потребу тканин та органів у кисні, а антиоксиданти відомі своїм інгібуючим впливом на процеси вільнорадикального окислення, що сприяє профілактиці руйнування клітинних структур.

Профілактика імунодефіцитного стану надзвичайно важлива у спортивній фармакології, отож зазвичай з цією метою застосовуються препарати з імуномодулюючою дією – полівітамінні комплекси, незамінні амінокислоти, адаптогени [2], природні стимулятори, продукти бджільництва, квіткового пилку, ензими та лікарські засоби, що сприяють підвищенню імунітету. Застосування вітамінів, мінеральних речовин та імуномодуляторів особливо важливе за умов тренувальних навантажень високої інтенсивності [3] та в період активного росту організму, при зміні харчового раціону, добового режиму, часових поясів та клімато-географічних умов, з метою профілактики хронічної втоми, застудних захворювань і на посттравматичному етапі.

У наш час існує багато ерголітичних засобів підвищення спортивної працездатності, однак медико-біологічне ергогенне забезпечення у вигляді фармакологічних засобів відновлення спортивної працездатності, займає провідне місце в системі успішної підготовки спортсмена високої кваліфікації. Саме тому знання принципів та особливостей його застосування у різних видах спорту потребує подальших систематизованих наукових досліджень.

Література

1. Мелешко В.І. Ергогенні та ерголітичні засоби спортивного тренування: навч. посібник. В.І. Мелешко. Дніпропетровськ: ДДІФКіС. 2010. 124 с.
2. Михалюк Є.Л., Бражко О.А. Фармакологічна корекція перевтоми і відновлення спортивної працездатності: навч.-метод. посібник. Запоріжжя: ЗДМУ. 2017. 140 с.
3. Павлова Ю. Відновлення у спорті: монограф. Ю. Павлова, Б. Виноградський. Л. ЛДУФК, 2011. 204 с.
4. Фаворитов В.М. Фармакологічне супроводження в спорті: навч. посібник. Запоріжжя: ЗНУ. 2011. 96 с.

5. Циба Ю. Г. Медико-біологічні технології підвищення працездатності спортсменів. Ю. Г. Циба, А. Д. Молдован, П. І. Горюк. Чернівці : Чернівецький нац. унів-т ім. Ю. Федьковича. 2021. 132 с.

6. Юсіна Г.Л. Фармакологічний супровід у сфері фізичної культури і спорту. Г. Л. Юсіна. Краматорськ : ДДМА, 2020. 158 с.

7. Яловик В. Функціональні фармакологічні засоби відновлення в спорті. В. Яловик, А. Яловик. Луцьк : Вежа-Друк. 2020. 64 с.

СЕКЦІЯ 15. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН БІОЛОГІЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 378.147:316.776:615.8-051

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФІЗИЧНИХ ТЕРАПЕВТІВ.

Г.О. Гаврилюк-Скиба

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка 13, Київ, 01601, Україна

В умовах інтеграції вищої освіти і науки в Україні, у Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця запроваджуються нові освітні стандарти, реалізація яких базується на основі інноваційних підходів в науковій діяльності шляхом проведення сучасних високотехнологічних наукових досліджень, постійних інновацій в модернізації та удосконалень класичних методів навчання, забезпечення творчої діяльності учасників освітнього процесу, що є важливою складовою в підготовці конкурентоспроможного високоякісного фахівця на ринку праці. Тому, вже з першого року навчання у вищому навчальному закладі створюються умови для формування в студентів креативності, мобільності, культури критичного мислення та рефлексивного аналізу, комунікативної культури та професійної комунікативної компетентності [7].

Комунікативна компетентність це – встановлення контакту, слухання, розуміння та застосування вербальних, і невербальних засобів у бесіді (з пацієнтами та їх рідними), її структурування та формулювання запитань при збиранні скарг, анамнезу. Важливим є також уміння контролювати особисті емоції, поведінку, проявляти толерантність до стилю спілкування та поведінки хворого, вміння мотивувати хворого до лікування. Крім того, комунікативна компетентність забезпечує професійно-особистісний розвиток і саморозвиток, яке включає: розуміння і тлумачення професійних термінів, понять, повага до своїх колег, здатність брати на себе відповідальність за прийняті рішення у професійному середовищі [1].

Такі умови вимагають індивідуального особистісного підходу, гнучкого використання різноманітних, креативних, сучасних педагогічних методів, які будуть спрямовані не тільки на засвоєння і накопичення теоретичних фахових знань, умінь, навичок на кожному занятті, але й набуття і вдосконалення комунікативної компетентності, виховання креативної особистості майбутніх фахівців охорони здоров'я у сферах загальної та професійної комунікації [8].

Навчальна дисципліна «Медична біологія» є вибірковою дисципліною для студентів першого курсу за спеціальністю 227 «Терапія та реабілітація». Формою організації навчального процесу даної дисципліни згідно освітньо-професійної програми є лекції, практичні заняття, аудиторна та позааудиторна самостійна робота, консультації. Якщо під час лекції відбувається подання

інформації, то в процесі практичної роботи та консультування для забезпечення ефективного засвоєння студентами навчального матеріалу, викладач організовує наукову дискусію, активізує аналітичну діяльність студентів, і це дає поштовх до розвитку та набуття їх комунікативного потенціалу і навичок роботи в колективі, допомагає розвивати ініціативність, товариськість, гнучкість, тактовність в процесі обміну думками. Самостійна робота допомагає навчатися активно та усвідомлено, самостійно набувати знання, розкриває і мобілізує потенціал кожного студента, розвиває та формує нові навички, активізує і стимулює допитливість, креативність та творчість кожного студента. Позиції педагогів спрямовані на їх підтримку, мотивування, розвиток їх критичного мислення, відповідальності. При цьому педагог враховує і моделює навчальну діяльність студентів згідно їх індивідуальних особистісних особливостей.

В Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця на кафедрі біології «для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 227 «Терапія та реабілітація» згідно чинної робочої програми вибіркової навчальної дисципліни «Медична біологія» [6] розроблено комплекс засобів для навчання який забезпечується на платформі дистанційного навчання LIKAR_NMU [4]. Слід констатувати, що LIKAR_NMU – це дієва платформа для використання навчального контенту: силабус навчальної дисципліни, мультимедійні презентації лекцій та матеріали для підготовки та виконання практичної аудиторної і позааудиторної самостійної роботи. Обов'язковим компонентом проведення контролю студентів є оцінювання та аналіз тестових завдань на платформі. Крім того, складовими навчально-методичного комплексу є книги за тематикою дисципліни «Медична біологія» [2, 3]. У студентів для поглибленого навчання є змога скористатись електронним записом до послуг бібліотеки Національного медичного університету імені О.О. Богомольця [5].

Отже, формування комунікативної компетентності майбутніх фізичних терапевтів займає важливе місце у їх фаховій підготовці починаючи вже з першого курсу. Системний підхід, чітке планування та належне навчально-методичне забезпечення навчального процесу, особистісно орієнтований підхід допомагає студентам здобувати знання усвідомлено, активно розвивати свої особистісні та професійні комунікативні навички, і в результаті – досягти бажаних результатів в опануванні обраної ними професії, досягти бажаних результатів, що і дасть їм можливість бути висококваліфікованим, конкурентоспроможним фахівцем на сучасному ринку праці.

Література

1. Комунікативні навички лікаря: Підручник / О.С. Чабан, О.О. Хаустова, І.А. Коваль, Ц.Б. Абдрыхімова, А.Е. Асанова, Д.О. Асонов, В.Г. Безшейко, А.О. Дорохіна, К.І. Клебан, І.Р. Мухаровська, Г.М. Науменко, А.О. Олійник, В.Ю. Омелянович, Д.М. Сапон, Л.В. Сак, Л.Є. Трачук, І.О. Франкова, за заг. ред. О.С.

Чабана; наукова редакція й укладання О.О. Хаустова, І.А. Коваль; Національний медичний університет імені О.О. Богомольця – Київ: Медпринт, 2022. – 400 с.

2. Медична біологія: Підручник / В.П. Пішак, Ю.І. Бажора, Ш.Б. Брагін, З.Д. Воробець, С.І. Дубінін, Г.Ф. Жегунов, Л.Є. Ковальчук, В.О. Корольов, О.В. Костильов, Н.А. Кулікова, Р.П. Піскун, О.В. Романенко, О.Г. Слесаренко, М.В. Стеблюк, С.М. Федченко; За ред. В.П. Пішака, Ю.І. Бажори. – Видання 3-є. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2017. – 608 с

3. Медична біологія: Посібник з практичних занять / О.В. Романенко, М.Г.Кравчук, В.М. Грінкевич, О.В. Костильов; За ред. О.В. Романенка. – 2-е вид. – К.: ВСВ «Медицина», 2020. – 472 с.

4. Платформа дистанційного навчання LIKAR_NMU URL: https://nmuofficial.com/news/pro-organizatsiyu-navchannya-studentiv-na-platforni-dystantsijnogo-navchannya-likar_nmu.

5. Форма для дистанційного запису до бібліотеки Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. URL: <https://librarynmu.com/zapyt-do-biblioteku>.

6. Офіційний сайт кафедри біології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/departament-of-biology/navchalno-metodychna-robota/>.

7. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII (із змінами; у редакції від 16.04.2017, підстава № 1958-19) – URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.

8. Формування професійної комунікації у студентів закладів вищої освіти, Ю.Л. Кучин, Ергард Н.М. // First Scientific and Practical Conference with international participation «Communication as a necessary component of the educational process of future doctors and pharmacists» (December, 14,2022) / Ukrainian scientific medical youth journal, Vol. 135 № 4, Supplement №2 (130) 2022.

УДК 378.091.33-027.22:001.891]:005.336.2

РОЛЬ СТУДЕНТСЬКОГО НАУКОВОГО ГУРТКА У ФОРМУВАННІ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ

О.М. Гурняк¹, А.В. Бичко²

^{1,2}Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

Пріоритетним завданням сучасного освітнього процесу у закладах вищої освіти є розвиток творчого потенціалу у здобувачів вищої освіти. Реалізація цього завдання можлива шляхом застосування науково-педагогічними працівниками закладів вищої освіти у своїй викладацькій діяльності новітніх

методологічних і психолого-педагогічних підходів [2, 3, 8]. Адже поряд з набуттям теоретичних знань та практичних навичок одним з основних факторів становлення студента як майбутнього конкурентоспроможного фахівця є залучення його до науково-дослідницької творчої діяльності [1]. Аналіз науковцями питання розвитку дослідницької компетентності студентів свідчить, що стимулом її формування є раннє залучення студентів до науково-дослідницької діяльності, а вдале поєднання дидактичних та виховних елементів сприяє розвитку наукових і професійних здібностей майбутніх фахівців [2].

Студентський науковий гурток є освітнім простором для формування та розвитку дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти, розвитку у них критичного мислення, аналітичного підходу до вирішення комплексних проблем, що значно збагачує освітній процес у закладах вищої освіти. У студентському науковому гуртку здобувачі вищої освіти розвивають дослідницькі вміння, а саме: набувають навичок обґрунтовувати вибір теми науково-дослідницької діяльності, визначати її мету та завдання, аналізувати проблематику обраного дослідження, окреслювати актуальність дослідження, здійснювати науковий пошук, опрацьовувати наукову літературу, враховуючи положення про академічну доброчесність [4].

Також важливим елементом в роботі із студентами-гуртківцями є розгляд і обговорення з ними результатів сучасних наукових досліджень, що дає студентові можливість не тільки підвищити рівень теоретичної підготовки, наприклад з біології та суміжних із нею природничих дисциплін, але й глибше зрозуміти практичні аспекти застосування набутих знань у подальшій професійній практиці. Так аналіз наукової літератури про безрецепторний шлях передачі інформації в клітині може бути однією з тем обговорення гуртківцями. Відомо, що в живій клітині як відкритій системі поряд з процесами пластичного та енергетичного обмінів відбувається постійний обмін інформацією. Біологічно значущі сигнали хімічної природи сприймаються чутливими елементами в складі плазматичної мембрани клітини, перекодовуються та трансформуються у специфічну послідовність змін в сигнальній системі внутрішньоклітинних месенджерних каскадів (ССВМК). Індукована сигналом зміна концентрацій внутрішньоклітинних месенджерів призводить до активації певних ефекторних систем клітини (тобто до формування клітинної відповіді або реалізації біологічного ефекту) [5, 7]. Згідно класичним поглядам вважалось, що реалізація ефектів впливу біологічно активних речовин (БАР) на клітину відбувається шляхом їх взаємодії із специфічними мембранними білковими рецепторами, як сенсорними елементами ССВМК. Однак результати багатьох досліджень останніх десятиліть переконливо доводять, що пряма взаємодія БАР із білковими рецепторами є не єдиним шляхом зміни функціональної активності клітини. Одночасно існують і безрецепторні механізми реалізації біологічної активності БАР. Показано, що механізми безрецепторної передачі сигналу в клітину залежать не тільки від фізико-хімічної структури БАР, але і від

ефектів їх впливу на динамічну структуру ліпідного матриксу плазматичних мембран (мембранотропні ефекти). Індуковані ними локальні зміни фізико-хімічної структури ліпідного матриксу можуть не тільки опосередковано впливати на хід мембранозв'язаних процесів, але й ініціювати широкий спектр мембранотропних ефектів, серед яких можна виділити, зокрема, зміну активності мембранних ферментів, транспортних та інших білків через індуковану БАР модифікацію системи ліпід-білкових взаємодій; зміну провідності плазматичної мембрани до іонів з подальшою зміною іонного статусу клітини; зміну молекулярного дизайну сайтів активних центрів мембранних рецепторів; впливу БАР на механізми міжклітинної сигналізації [6, 7]. Згадані ефекти БАР на мембрани можуть впливати на різноманітні процеси життєдіяльності як клітини (наприклад, ріст, проліферація, диференціювання), так і організму в цілому. Тому аналіз безрецепторних механізмів реалізації біологічної активності БАР є безумовно необхідним не тільки з точки зору отримання теоретичних знань, але і для вирішення конкретних практичних завдань.

Тісна співпраця науково-педагогічних працівників та здобувачів вищої освіти є основою науково-дослідницької роботи останніх [3]. А однією з важливих складових освітнього процесу є залучення студентської молоді до роботи наукових гуртків, адже участь в них поглиблює теоретичні знання студентів з ряду суміжних дисциплін, зокрема, біофізики, біохімії, молекулярної біології, клітинної біології, розвиває дослідницькі навички в них, ознайомлює з сучасними напрямками наукових досліджень.

Література

1. Гайдукевич С.В., Семенова Н.П. Роль науково-дослідного гуртка в освітньому процесі. *Вісник Херсонського національного технічного університету. Соціальні та поведінкові науки*. 2022. № 4 (83). С. 185-193.
2. Леврінц М.І., Варга Н.І., Попик Ю.С. Розвиток дослідницької компетентності майбутніх педагогів у вищій школі: зарубіжний досвід. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2023 Вип. 2(53). С. 71-75.
3. Назаренко С.М., Костенко В.О., Акімов О.Є., Денисенко С.В., Соловійова Н.В. Вплив науково-дослідницької роботи студентів на кафедрі патофізіології ПДМУ на формування їх професійної компетентності. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*. 2021. Т. 21, Вип. 3 (75). С. 255-258.
4. Нікітченко Л. Науковий гурток як засіб формування дослідницьких умінь майбутніх учителів біології. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2024. Т. 12. № 2. С. 53-59.
5. Остапченко Л.І., Синельник Т.Б., Компанець І.В. Біологічні мембрани та основи внутрішньоклітинної сигналізації. Теоретичні аспекти: навч. посіб. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2016. 639 с.
6. Островська Г.В., Рибальченко Т.В., Держинський М.Е., Бурлай В.Г., Рибалько В.К. Безрецепторні механізми мембранотропних ефектів

біорегуляторів на прикладі пептидних гормонів. *Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології*. 2011. Вип. 2 (104). С. 41-64.

7. Похідні піролу в біології і медицині: синтез, протизапальна і протипухлинна дія: монографія / В.К. Рибальченко, Р.С. Стойка, Г.М. Кузнєцова та ін.; за наук. ред. В.К. Рибальченка, Р.С. Стойки. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2023. 279 с.

8. Сапожников С.В. Деякі аспекти формування дослідницької компетентності студентів закладів вищої освіти України в процесі фахової підготовки. *Фізико-математична освіта*. 2019. Вип. 3 (21). С. 127-132.

УДК 37.018.43:[004.8:57]

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОНЛАЙН ТЕСТУВАННЯ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ

Д.С. Міросєді¹, Л.А. Константиненко²

^{1, 2}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вулиця Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.

Анотація. У статті проаналізовано переваги і недоліки онлайн-тестування при проведенні оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти закладів загальної середньої освіти та вплив на нього штучного інтелекту.

Ключові слова: електронні ресурси, онлайн тестування, педагогічне тестування, штучний інтелект.

Актуальність теми дослідження. Розвиток і модернізація держави в цілому і окремих галузей економіки не можливий без розвитку освітньої галузі. Закон України «Про загальну середню освіту» визначає повну загальну освіту базою розвитку людського капіталу, адже заклади загальної середньої освіти забезпечують всебічний розвиток, виховання і соціалізацію особистості, яка здатна до життя в суспільстві та цивілізованій взаємодії з природою, має прагнення до самовдосконалення і навчання впродовж життя, готова до свідомого життєвого вибору та самореалізації, відповідальності, трудової діяльності та громадянської активності. Модернізація змісту системи освіти неможлива без впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій, що знайшло відображення в низці нормативних документів: професійному стандарті «Вчитель закладу загальної середньої освіти», Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні. Опитування виявило гостру проблему через недостатню проінформованість освітян з можливостями наявних і нових цифрових інструментів, з цих причин виникають складнощі з впровадженням Концепції Нової української школи, а також ускладнене надолуження освітніх втрат через перебуванням в умовах карантинних обмежень, викликаних пандемією коронавірусу і повномасштабним вторгненням російської федерації.

Поява штучного інтелекту змінила звичний порядок використання цифрових застосунків і онлайн-ресурсів для провадження освітнього процесу в закладах освіти.

В той же час вбачається, що інтеграція сучасних інформаційних технологій, за умови наявності відповідних професійних компетентностей вчителів біології, матиме позитивний вплив на формування компетентностей учнів.

Аналіз останніх досліджень. Проблематикою та розробкою інструментів проведення тестового оцінювання навчальних здобутків займалися закордонні і вітчизняні науковці, серед них Ф. Гальтон, Т. Келлей, Л. Інгенкамп, Дж.А. Фішмен, Д. Векслер, С.Л. Прессей, Ф.П. Робінсон, Н.О. Чувасова, В.Ю. Биков, Н.В. Олефіренко, О.Я. Савченко, О.О. Біляковська, І.Є. Булах, П.І. Сікорський та ін. Український учений-педагог М. Фіцула наголошує на необхідності контролю навчальних знань і вважає тестування дидактичним засобом формування знань, умінь і навичок, практичного їх застосування, стимулювання навчальної діяльності здобувачів освіти та їх мотивації до самоосвіти. Також він підкреслює, що контроль допомагає встановити рівень опанування навчальним матеріалом та формування умінь і навичок, виявити недоліки під час навчання. Контроль дозволяє своєчасно корегувати і регулювати процес навчання [6]

Савченко О. акцентує увагу на необхідності системного підходу при формуванні ключових компетентностей шляхом створення багатосуб'єктного середовища впливу і моніторингового супроводу на всіх етапах формування [4].

В той же час Сікорський П. І. наголошує на дотриманні балансу між використанням різнотипних тестів та іншими засобами оцінювання [5].

Аналіз літературних джерел показує, що тестування як засіб контролю під час здобуття освіти є обов'язковим і необхідним джерелом отримання об'єктивних, неупереджених і швидких даних про стан формування компетентностей учнями. Тестовий контроль є гнучкішим в порівнянні з іншими формами, адже дозволяє застосовувати електронні пристрої і при цьому дотримуватись рівності умов його проведення. В той же час тестування або онлайн тестування, як форма його реалізації, жодним чином не має стати єдиним способом оцінювання компетентностей здобувачів, а повинен бути одним з джерел, тому варто намагатися застосовувати і інші форми контролю з дотриманням методологічних вимог до їх проведення.

Мета та методи дослідження. Метою дослідження було з'ясувати вплив штучного інтелекту на онлайн тестування з біології. При дослідженні використовувались методи аналізу наукових джерел.

Результати дослідження. Дослідники і практики педагогічного тестування виокремлюють наступні функції тесту: діагностувальну, навчальну, виховну, розвивальну [2].

Діагностувальна (контролююча) функція тестів досягається шляхом отримання як кількісних, так і якісних результатів формування компетентностей у здобувачів освіти. Це найшвидший, найточніший та найширший спосіб перевірки.

Навчальна функція реалізується активізацією засвоєння навчального матеріалу. На відміну від усного опитування, яким не треба нехтувати в процесі навчання, тестування не обмежене здобувачами, що перебувають в конкретному просторі і часі, а завдяки цифровим технологіям дозволяють дистанціювати процес і не обмежуватися конкретним часом, при цьому час проведення безпосередньо тесту можна обмежити, тим самим дотриматися рівності умов. Додатково можна мотивувати до пізнавальної діяльності заздалегідь ознайомивши здобувачів освіти із переліком запитань, проведенням пробних тестувань за окремими темами з біології.

Виховна функція проявляється в необхідності бути постійно готовим до точкової перевірки знань, а також систематичністю їх проведення, що має спонукати здобувача освіти до системної роботи з навчальним матеріалом.

Різномірні тестові завдання активізують розумову діяльність адже потребують пошуку взаємозв'язків, винятків, з'ясування взаємозалежностей, розвиває навичку робити висновки. Це і є розвивальна функція тестування.

Незліченна кількість методичної літератури в друкованому або електронному форматі суттєво не полегшила роботу вчителя біології пов'язану з необхідністю актуалізації та оновлення тестових завдань. Складність завдання пов'язана з обсягом навчального матеріалу, необхідністю враховувати особливості конкретного класу, можливість використання здобувачами Інтернет ресурсів. При чому, окрім простого списування з зовнішніх джерел учні практикують поширення запитань/відповідей на зовнішніх електронних ресурсах, що унеможлиблює використання тестових завдань з застосуванням електронних пристроїв.

Частково полегшити етап підготовки тестових завдань вчителям біології можуть останні розробки в галузі штучного інтелекту (ШІ). Вже зараз можна використовувати можливості ШІ з наступною метою [1]:

1. Оцінювання знань, вмінь, навичок;
2. Актуалізація знань;
3. Оцінювання діяльності педагога;
4. Індивідуального (персоналізованого) підходу;
5. Адаптивного навчання;
6. Цифрового асистента.

Окрім позитивного впливу ШІ несе і певну небезпеку. Найбільшого занепокоєння викликають наступні моменти [3]:

1. Етичні і правові. Недостатнє регулювання, низький рівень компетентностей користувачів в інформаційно-комунікаційних технологій.
2. Безпека даних. Робота алгоритмів штучного інтелекту потребує великих масивів найрізноманітніших даних, в тому числі і персональних.
3. Неможливість розвитку певних навичок. Навички соціальної взаємодії, критичного мислення, творчості і співпраці ШІ замінити не може.
4. Ризики зниження якості навчання. Здобувачі освіти можуть опинитися пасивними споживачами інформації. Вчителям варто звертати увагу на

наявність різнорівневих завдань в процесі навчання учнів і не надавати перевагу тільки тестовому контролю.

Пропонування більш творчих завдань також може певним чином ускладнити взаємодію здобувача освіти зі ШІ і обмежити її пошуком ідеї або якихось прикладів.

Нівелювати негативний вплив технології ШІ допоможуть реалізація проєктів і лабораторних робіт, адже потребуватимуть задіяння навичок, які цифрові технології не формують. Чинні програми з біології пропонують широкий перелік діяльнісної компоненти в процесі навчання.

Висновки. Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій осучаснило і урізноманітнило педагогічну діяльність, в той же час це спричинило необхідність підвищення кваліфікації вчителів, ускладнило процес підготовки майбутніх поколінь освітян. ШІ як останнє досягнення діджитал-технологій поширюється на всі сфери життя, і освіта не є винятком. Доступність цифрових інструментів, розвинена мережа мобільного зв'язку формує виклики, але і створює можливості для педагогічної діяльності. Найбільшими обмеженнями для застосування штучного інтелекту та простих електронних ресурсів освітянами є їх особиста обізнаність і наявність достатнього рівня інформаційно-цифрової компетентності для їх використання. Впровадження затверджених державних нормативних актів сприятимуть пришвидшенню поширенню досвіду, обізнаності і набуттю вчителями компетентностей та поглибленню інтеграції інформаційно-комунікаційних рішень в педагогічну діяльність.

Література

1. Візнюк І., Буглай Н., Куцак Л., Поліщук А., Киливник В. Використання штучного інтелекту в освіті. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць. Вінниця: ТОВ «Друк плюс», 2021. Вип. 59. С. 14-22.

2. Лузан П. Г., Лапа О. В., Пащенко Т. М., Мося І. А., Ваніна Н. М., Остапенко А., Ямковий О. Ю. Методичні рекомендації щодо розроблення валідних тестів у закладах фахової передвищої освіти. Київ: ІПО НАПН України, 2022, 173 с.

3. Мельник А. В. Застосування штучного інтелекту в освітньому середовищі: потенціал та виклики. Розвиток педагогічної майстерності майбутнього педагога в умовах освітніх трансформацій: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (7 квітня 2023 р.). Глухівський НПУ ім. О. Довженка. Глухів. 2023. С. 250-253.

4. Савченко О.Я. Ключові компетентності – інноваційний результат шкільної освіти. Рідна школа, № 8-9 (серпень-вересень) 2011р. С. 4-8.

5. Сікорський П.І. Принципи моделювання нових контрольних-оцінювальних систем і їх застосування у середніх і вищих навчальних закладах / П. Сікорський // Вища освіта України. 2016. № 2. С. 44-50.

6. Фіцула М.М. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. К.:«Академвидав», 2006. 229 с.

УДК 57:001.89:373

ДО ПИТАННЯ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ З БІОЛОГІЇ В УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ (НА ПРИКЛАДІ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ ТА ПОШИРЕННЯ ЛЕЛЕКИ БІЛОГО)

В.К. Трушковський¹, С.Ю. Шевчук²

^{1,2}Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

Сьогодні в умовах реформування сучасної освіти та реалізації Концепції «Нова українська школа» в освітній процес ширше впроваджуються методи й технології на основі проєктної й дослідної діяльності учнів як однієї з найважливіших компетентностей сучасного здобувача загальної середньої освіти. Запорукою успіху наукового дослідження може стати зацікавленість учня, прагнення до пошуку, бажання відкривати нове.

Формування науково-дослідницьких умінь у здобувачів загальної середньої освіти – процес складний та тривалий, він не може бути спонтанним, а юний дослідник має бути зацікавленим у результаті [3].

Науково-орієнтована робота школярів сприяє ранньому виявленню й розвитку професійних схильностей дітей і підлітків, формуванню лідерських якостей, умінню працювати в команді, аргументовано доводити свою точку зору, розкриває творчий та інтелектуальний потенціал, надає ранній успішний досвід творчої інтелектуальної праці.

Крім того, сприяє індивідуалізації навчально-виховного процесу, яка ускладнюється за умови фронтальної роботи з класом. Адже педагогічна практика стверджує, що фронтальні форми навчання не дають можливості вчителю повною мірою врахувати індивідуальні особливості кожного учня.

Тому науково-дослідну роботу слід розглядати як невід'ємну складову навчально-виховного процесу, спосіб формування науково орієнтованого мислення, специфічний вид навчальної діяльності, у процесі якої учень, використовуючи теоретичні та практичні знання, уміння й навички, знаходить розв'язання певної наукової проблеми.

Одне з актуальних завдань при організації науково-дослідної роботи є формування зацікавлення та мотивації здобувачів загальної середньої освіти. Зазвичай мотивація учнів спирається на зовнішні мотиви (успішність навчання). Тому важливим є «перепрограмування» на внутрішні потужні чинники, адже саме інтерес до пізнання, проміжних та кінцевих результатів своєї роботи може стати запорукою тривалої дослідної діяльності учнів.

І саме біологія – це та навчальна дисципліна, у якій існують реальні можливості залучити учнів до дослідницької роботи, розвинути їх творчі та

інтелектуальні здібності, логічне мислення та сприяти зростанню їх професійної компетентності в майбутньому. Адже в біології, ми можемо дозволити собі здійснювати спостереження, описувати біологічні явища, ставити експерименти, моделювати ситуації, а також використовувати історичний метод [2].

Широкий простір надає організація науково-дослідної роботи з учнями у рамках зоології. Адже, у дітей природжений інтерес до тварин, він має глибокі корені і пов'язаний з багатьма факторами, зокрема тварини викликають позитивні емоції, за ними можна спостерігати, намагатися зрозуміти їхню поведінку, турбуватися про них, оберігати, пропонувати заходи щодо їх охорони.

Як приклад, вивчення біології та поширення лелеки білого. Птах, що описаний у українській літературі, культурі та фольклорі. Синантроп, часто гніздиться у населених пунктах. Це робить його зручним модельним об'єктом для різноманітних наукових досліджень, із залученням широкого кола аматорів, зокрема вивчення міграцій. У 2018-2023 роках в Україні проводили акції «Приліт білого лелеки» з вивчення термінів весняної міграції цього птаха [1].

Українське товариство охорони птахів ініціювало облік лелеки білого, що відбувається з використанням нових цифрових технологій та дає можливість легко приєднатися до участі і без зайвих зусиль надати облікові дані через смартфон. Суть полягає у розробленому спеціальному модулі для додатку у смартфонах на основі міжнародної природоохоронної програми SMART зі збору даних. Потрібно лише завантажити додаток у свій смартфон з будь-якою операційною системою [4].

Також цікавою є і гніздова біологія цього птаха, де акцентами для вивчення можуть стати основні характеристики гнізда (розмір, матеріали, місце розташування) та процес гніздування (вибір місця, особливості будівництва, відкладання яєць, вигодовування пташенят та їх виліт).

Більш трудомістким напрямком може бути моніторинг чисельності та стану популяції лелеки, де до уваги можуть братися як власні спостереження, так і допомога помічників (професіоналів та аматорів), із залученням анкет та інструкції для опитування, наприклад, місцевого населення.

Завдяки науково-дослідній діяльності учні вчаться аналізувати інформацію, генерувати ідеї, знаходити нестандартні рішення, працювати у команді, ставити і формулювати гіпотези та робити висновки; освоюють методики збору та обробки даних, проведення експериментів, написання наукових робіт, процес навчання стає більш цікавим та значущим.

Література

1. Грищенко В. М. Приліт білого лелеки *Ciconia ciconia* в Україні у 2018-2023 рр. *Біорізноманіття, екологія та експериментальна біологія*. Том 25, № 2. С. 68-76.

2. Дослідницька робота школярів з біології: Навчально-методичний посібник / За заг. ред. к.б.н. С. М. Панченка, Л.В. Тихенко. Суми : ВТД «Університетська книга», 2008. 368 с.

3. Підходи до організації науково-дослідної діяльності здобувачів загальної середньої освіти в природничому напрямку. Методичні рекомендації / автор-упорядник С.О. Потоцька. Чернігів : ТОВ «Десна Поліграф», 2021. 102 с.

4. VIII Міжнародний облік лелеки білого. URL: <https://birdlife.org.ua/projects/VIII-Mizhnarodnyi-oblik-leleky-biloho> (дата звернення: 15.09.2024).

Для нотаток

Для нотаток

Наукове видання

Збірник наукових праць

Біологічні дослідження – 2024

До друку