



**ТЕРНОПІЛЬСЬКІ БІОЛОГІЧНІ
ЧИТАННЯ –
TERNOPIL BIOSCIENCE – 2023**

Тернопіль

2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний
університет імені Володимира Гнатюка
хіміко-біологічний факультет
Люблінська Вища Школа в Риках
Lubelska Szkoła Wyższa w Rykach, Poland
Ottawa Research and Development Centre (Agriculture
and Agri-Food Department), Canada
Institute of Molecular Biology and Biotechnologies of
Azerbaijan National Academy of Sciences
Тернопільське відділення
Українського товариства генетиків і селекціонерів ім.
М. І. Вавилова
Тернопільське відділення
Українського гідроекологічного товариства
Тернопільське відділення
Українського біохімічного товариства
Тернопільське відділення
Українського ботанічного товариства
Тернопільське відділення
Українського товариства фізіологів рослин
Тернопільське відділення Товариства мікробіологів
України ім. С. М. Виноградського

УДК 57:502.1 (06)
Т 35

Редакційна колегія

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

Затверджено до друку

*вченою радою Тернопільського національного педагогічного
університету ім. Володимира Гнатюка
від 30.05.2023 р. (протокол № 10)*

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

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції
«Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2023»,
присвяченої 100-річчю від дня народження відомої вченої-ботаніка
к.б.н., доц. Валентини Омелянівни Шиманської, 11–13 травня 2023 р.
Тернопіль: Вектор, 2023. 326 с.

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

© Тернопільський національний
педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка, 2023
© Автори тез доповідей, 2023
© Вектор, 2023

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

ЗМІСТ

ВАЛЕНТИНА ОМЕЛЯНІВНА ШИМАНСЬКА – ВІДОМА
УКРАЇНСЬКА ВЧЕНА-БОТАНІК ТА ПЕДАГОГ 16
Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С., Москалюк Н.В.,
Яворівський Р.Л.

В. О. ШИМАНСЬКА В ПАМ'ЯТІ ЯК ВИКЛАДАЧ І
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ БОТАНІКИ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ 21
Бутницький І. М., Москалюк Н. В.

В. О. ШИМАНСЬКА – ВІДОМИЙ ДОСЛІДНИК ЛІКАРСЬКИХ
РОСЛИН ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ 24
Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С.

**РОЗДІЛ 1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА БОТАНІКА І
ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН. АГРОНОМІЯ 28**

УЛЬТРАСТРУКТУРА КЛІТИН МЕЗОФІЛУ ЛИСТКІВ *ALYSSUM
DESERTORUM* В УМОВАХ ҐРУНТОВОГО ЗАТОПЛЕННЯ 28
Акімов Ю.М., Воробйова Т.В.

ЛІКАРСЬКІ ДЕРЕВНІ РОСЛИНИ..... 30
Барна М. М., Барна Л. С., Герц Н. В., Мацюк О. Б.

ГЕНЕРАТИВНІ ПАГОНИ ТА ІНТРОДУКЦІЯ ДЕРЕВНИХ
РОСЛИН..... 34
Герц Н. В., Герц А.І., Кульчицька С.В., Бецька М.П.

ІНВАЗІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЗАНЕСЕНИХ ВИДІВ ФЛОРИ
УКРАЇНИ 36
Герц Н. В., Герц А.І., Кульчицька С.В., Бецька М.П.

РОСТОВІ ПРОЦЕСИ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПРОДУКТИВНІСТЮ
ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ ПОСУХИ..... 38
Жук О.І., Стасик О.О.

Зміст

ІНДУКЦІЯ НЕСПЕЦИФІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ ДО ПОРАНЕННЯ	42
Жук І. В., Шиліна Ю. В.	
УЧАСТЬ АЛКОГОЛЬДЕГІДРОГЕНАЗИ ТА ПЕРЕКИСУ ВОДНЮ В АДАПТАЦІЇ <i>HYDROCOTYLE VERTICILLATA</i> ДО ЗАТОПЛЕННЯ	45
Козеко Л.Є., Овчаренко Ю.В., Кордюм Є.Л.	
ВПЛИВ ДОБРИВА ФУЛЬВОГУМІН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ	49
Конончук О. Б., Барановський В. С.	
ГРУНТОВА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ЯБЛУНІ (<i>MALUS MILL.</i>) ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕРМІНІВ ТА СПОСОБІВ СІВБИ	51
Конопелько А. В.	
ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ФІТОСАНІТАРНОГО РИЗИКУ ПОШИРЕННЯ КАРАНТИННИХ ВИДІВ	54
Лисовський Р. Ю., Прокоп'як М. З., Майорова О. Ю., Голіней Г. М.	
РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ІТАЛІЇ	58
Лукашук О.Е., Гуменюк Г.Б., Хоменчук В. О., Волошин О. С., Трач О.І.	
ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ НА РІСТ ТА БІОСИНТЕТИЧНУ АКТИВНІСТЬ РОСЛИН САЛАТУ	61
Матвеева Н.А., Хархота М.А., Дуплій В.П., Богданович Т.А., Авдеева Л.В., Бриндза Я.	
ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ МАСОЮ СУХОЇ РЕЧОВИНИ СТЕБЛА ТА ЗЕРНОВОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ КОЛОСА ГОЛОВНОГО ПАГОНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА УМОВ ПОСУХИ	63
Махаринська Н.М., Тарасюк М.В.	

Зміст

ВИЗНАЧЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПИЛКУ ГІБРИДІВ
РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ ... 67
Мацюк О. Б., Гуменюк Г. Б., Базилюк М. Л.

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ
У ПЕРІОД ВІЙНИ 70
Москалюк Н.В., Сташків І.П., Прокопів І.Б.

ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПОКАЗНИКИ
ВОДООБМІНУ ЛИСТКІВ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО (*CICER*
ARIETINUM L.) 73
Пида С. В., Чернік І. В., Москалюк Н. В., Мацюк О. Б.,
Гончар Ю. О.

МОРОЗОСТІЙКІСТЬ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ РІЗНОГО
ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ 77
Харченко М.В., Юрченко Т.В., Пикало С.В.

КОЛЕКЦІЯ СОРТІВ *GINKGO BILOBA L.* У НАЦІОНАЛЬНОМУ
ДЕНДРОЛОГІЧНОМУ ПАРКУ “СОФІЇВКА” НАН УКРАЇНИ .80
Цибровська Н.В., Грабовий В.М.

МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ
РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ДО ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
ТА ПОСУХИ..... 84
Шевченко В.В., Бондаренко О.Ю.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОРФОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО (ДК ЕКСПРЕШН, АБАКУС,
СМАРАГД, ПТ 264, КУГА)..... 87
Яручик Т. М., Гуменюк Г. Б., Мацюк О. Б., Яворівський Р. Л.,
Хоменчук В.О.

MORPHOLOGICAL RESPONSES OF *GALANTHUS NIVALIS L.*
LEAF GROWTH TO NATURAL CONDITIONS 90
Fediuk O.M., Bilyavska N.O., Zolotareva E.K.

РОЗДІЛ 2. БІОЛОГІЯ ТВАРИН. ТВАРИННИЦТВО 93

ВИДОВЕ БАГАТСТВО ПАРАЗИТІВ ДЕЯКИХ ВИДІВ РИБ
В МЕЖАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ
«ПИРЯТИНСЬКИЙ» 93

Бондар Т. О.

АНАЛІЗ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ РОДИНИ SPHINGIDAE
(LEPIDOPTERA, INSECTA) В ЕНТОМОЛОГІЧНИХ
КОЛЕКЦІЯХ ТНПУ ім. В. ГНАТЮКА..... 95

Бортник Х. В., Голіней Г. М., Прокоп'як М. З.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ КОМАХ-ШКІДНИКІВ КАРТОПЛІ 99

Майброда Я. С., Голіней Г. М., Прокоп'як М. З.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШИРЕННЯ, БІОЛОГІЇ ТА
ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ІКСОДОВИХ КЛІЩІВ
У 2017-2022 РР. 102

Подобівський С. С., Шевчик Л.О.

АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО
ЖУКА У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОЇ
УКРАЇНИ 107

Похила С. С., Прокоп'як М. З.

КОРМОВІ РОСЛИНИ ОЛЕНЯ ПЛЯМИСТОГО В УГІДДЯХ
ФІЛІЇ «КІВЕРЦІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» 111

Хоєцький П. Б., Мазепа В. Г., Делеган І. І.

FEATURES OF FORMATION OF LIVESTOCK
AGROECOSYSTEMS IN THE CONTEXT OF A STRATEGY OF
SUSTAINABLE DEVELOPMENT 115

Tertychna O., Pinchuk V., Podoba Y.

РОЗДІЛ 3. БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА ГЕНЕТИКА. ЦИТОГЕНЕТИКА І ГІСТОМОРФОЛОГІЯ	118
ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВУВАННЯ <i>IN VITRO</i> АРНІКИ ПІРСЬКОЇ (<i>ARNICA MONTANA</i> L.).....	118
Акімов В.С., Колісник Х.М., Прокоп'як М.З., Грицак Л.Р., Дробик Н.М.	
ВПЛИВ СТРОКІВ ПЕРЕСАДЖУВАННЯ МОРФОГЕННИХ СТРУКТУР НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОДЕРЖАННЯ РОСЛИН- РЕГЕНЕРАНТІВ У КУЛЬТУРІ ПИЛЯКІВ <i>IN VITRO</i> ЯРОГО ЯЧМЕНЮ.....	122
Білинська О.В.	
КЛІТИННА СЕЛЕКЦІЯ З ІОНАМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ДЛЯ ВІДБОРУ ОСМОСТІЙКИХ ФОРМ РОСЛИН	125
Броннікова Л.І., Зайцева Л.І.	
КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ЖИТТЄВОСТІ РЕПАТРІЙОВАНИХ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ <i>GENTIANA</i> L. У ВИСОКОГІРНІЙ ЗОНІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	129
Грицак Л.Р., Колісник Х.М., Гурин Н.С., Дейкало О.П., Дробик Н.М.	
АЛЬГОЛОГІЗАЦІЯ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ХЛОРЕЛОЮ <i>IN VIVO</i> З МЕТОЮ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ І ОТРИМАННЯ БІОМАСИ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ТА КОРМОВОГО ХАРАКТЕРУ	133
Грубінко В.В., Боднар О.І., Чвалюк Г.В, Омельченко Б.О., Галиняк О.В., Ткач Н.М.	
ДОСЛІДЖЕННЯ БІОМАСИ КУЛЬТУРИ ТКАНИН РАУВОЛЬФІЇ ЗМІЊНОЇ (<i>RAUWOLFIA SERPENTINA</i>) НА ВМІСТ ІНДОЛЬНИХ АЛКАЛОЇДІВ ТА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ	138
Конвалюк І. І., Можилевська Л. П., Беда О. А., Мончак І.Л., Ядловський О.Є., Кунах В.А.	

Зміст

ЕПІГЕНЕТИЧНА РЕГУЛЯЦІЯ У АДАПТИВНІЙ
ПЛАСТИЧНІЧНОСТІ РОСЛИН: СУЧАСНИЙ СТАН
ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ТОЧКИ РОСТУ 142
Кордюм Є.Л., Дубина Д.В.

АНАЛІЗ ФЕНОТИПІЧНОЇ СТРУКТУРИ *LEPTINOTARSA*
DESEMLINEATA SAY ЗА МАЛЮНКОМ ПЕРЕДНЬОСПИНКИ
В УМОВАХ КАМІНЬ-КАШИРСЬКОГО РАЙОНУ
ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ 146
Крижановська М.А, Бусько Т.В.

РЕМОДЕЛЮВАННЯ СУДИН НАДНИРКОВИХ ЗАЛОЗ ЗА
УМОВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ТРАВМИ 149
Кульбійська В.В., Небесна З.М., Гетманюк І.Б., Шутурма О.Я.,
Андрійшин О.П., Якубишина Л.В.

СТУПІНЬ ПОГЛИНАННЯ ФОСФОРУ ФОСФАТІВ ЗЕЛЕНИМИ
МІКРОВОДОРОСТЯМИ ПРИ
ШТУЧНОМУ КУЛЬТИВУВАННІ 153
Леонтєва Т.О., Крот Ю.Г., Усенко О.М.

ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* ЦІННОГО ЛІКАРСЬКОГО
ВИДУ *BUPLEURUM RANUNCULOIDES* L.
ФЛОРИ УКРАЇНИ 156
Мищук О.О., Колісник Х.М., Прокоп'як М.З., Грицак Л.Р.,
Дробик Н.М.

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОКЛОНУВАННЯ *IN VITRO*
ПРЕДСТАВНИКІВ РОДИНИ *POLYPODIACEAE* 159
Нужина Н.В., Білоус К.С., Гайдаржи О.В., Гордзієвська Л.П.

ВИВЧЕННЯ ХРОМОСОМНОГО ПОЛІМОРФІЗМУ ЩУЧНИКА
АНТАРКТИЧНОГО (*DESCHAMPSIA ANTARCTICA* É. DESV.) 162
Твардовська М.О., Кунах В.А.

ГЕТЕРОЛОГІЧНА ЕКСПРЕСІЯ КЛАСТЕРУ ГЕНІВ НОВОГО
ПРИРОДНОГО АНТИБІОТИКА Je478 У ШТАМАХ
СТРЕПТОМІЦЕТІВ 165
Тістечок С.І., Ребець Ю.В., Федоренко В.О., Лужецький А.М.,
Громико О.М.

РОЗДІЛ 4. БІОХІМІЯ І МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ..... 169

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ
ТЕРБУТИЛАЗИНУ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА
ПРИКЛАДІ СМУГАСТОГО ДАНІО..... 169

Горин О. І., Осипенко І. О., Боднар О. І.

ПІДБІР І ВИКОРИСТАННЯ МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ ДЛЯ
ОЦІНКИ БІОБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ВОДНОГО
СЕРЕДОВИЩА 173

Горин О. І., Сорока О. В., Ковальська Г. Б., Боднар О. І.

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗМІН НИРКОВИХ МАРКЕРІВ У
КРОВІ ЩУРІВ ЗА УМОВ ГОСТРОГО РЕСПІРАТОРНОГО
ДИСТРЕС-СИНДРОМУ 177

Палій І.Р., Довгалюк А.І., Довбуш А.В., Грималюк О.І.

РЕАКЦІЯ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ
ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ПШЕНИЦІ
НА ПОСУХУ 180

Соколовська-Сергієнко О.Г.

СУБСТАНЦІЯ З ХЛОРЕЛИ ЯК ЗАСІБ КОРЕКЦІЇ
АНТИОКСИДАНТНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ 183

Чвалюк Г.Б., Грубінко В.В., Боднар О. І., Галиняк О.В.,
Волік О. В.

BIOCHEMICAL FEATURES OF THE METABOLISM OF
CHLORELLA VULGARIS BEIJ 187

Chvaliuk H. V.

THE BIOCHEMICAL BASIS OF THE PREFERENCES OF
BIVALVE MOLLUSK *DREISSENA POLYMORPHA* IN A NEW
ENVIRONMENT. UNIQUE OPPORTUNITY TO COMPARE
NATIVE AND INVASIVE POPULATIONS IN THE FIELD AND
EXPERIMENTAL EXPOSURES..... 193

Matskiv T., Martyniuk V., Khoma V., Yunko K., Lechachenko S.,
Zabolotna M., Simchuk S., Habarova S., Gush N., Shpak V., Orlova-
Hudim K., Gnatyshyna L., Geffard A., Palos-Ladeiro M.,
Stoliar O.

РОЗДІЛ 5. ГІДРОБІОЛОГІЯ197

МАКРОЗООБЕНТОС ТА МАКРОЗООПЕРИФІТОН СТАВКА
(ОБУХІВСЬКИЙ Р-Н, КИЇВСЬКА ОБЛ.) В УМОВАХ
ГІПЕРРОЗВИТКУ НИТКУВАТОЇ ВОДОРОСТІ *TRIBONEMA*
VIRIDAE PASCH..... 197

Воліков Ю.М., Старосила Є.В., Давидов О.А.

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИЙ СТАН ГАМАРИД
ECHINOGAMMARUS ISCHNUS (STEVVING, 1899) ПРИ
ВИРОЩУВАННІ ЗА УМОВ РІЗНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ПОСАДКИ
Крот Ю.Г., Гончарова М.Т., Красюк Ю.М., Кіпніс Л.С.

НАСЛІДКИ ВПЛИВУ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ
ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМУ НА РУХОВУ АКТИВНІСТЬ
EUGLENA GRACILIS Klebs 203
Новікова І.П.

ЧИСЕЛЬНІСТЬ БАКТЕРІОПЛАНКТОНУ ПОНИЗЗЯ РІЧКИ
ДУНАЙ..... 206
Старосила Є.В.

РОЛЬ СУАНОВАКТЕРІА У «ЦВІТІННІ» ВОДИ
БАСІВКУТСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА..... 208
Суходольська І.Л., Грубінко В.В.

ЧУЖОРІДНІ ВИДИ В ІХТІОФАУНІ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ
БАСЕЙНУ РІЧКИ СЯН 212
Тимошенко Н.В., Гупало О.О.

WATER QUALITY ASSESSMENT PRACTICES IN DIFFERENT
SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL CONTEXTS: A
COMPARATIVE STUDY OF UKRAINE, CANADA, AND SAUDI
ARABIA..... 215
Skyba O.I , Hrubinko V.V.

**РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЇ ТА
ХІМІЧНІ ОСНОВИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМІВ. 219**

КАРТУВАННЯ РОСЛИННОСТІ НА СТЕПОВИХ ДІЛЯНКАХ
ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА "МЕДОБОРИ" 219
Баранчук Г. І.

ЛІСІВНИЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА
"МЕДОБОРИ" 222
Бачинська У.О.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РИБ
ДЛЯ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
ІОНАМИ КОБАЛЬТУ (II) 226
Вовчек Н.О., Бондарук М.В., Росовський Т.А., Хоменчук В.О.,
Курант В.З.

АНАЛІЗ РІВНЯ ЗАХВОРЮВАНOSTІ ОРГАНІВ СИСТЕМИ
ДИХАННЯ В ДИТЯЧОМУ І ЮНАЦЬКОМУ ВІЦІ..... 229
Волошин О.С., Гуменюк Г.Б.

ЛІКАРСЬКІ ЗАСОБИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ –
ПРИРОДНІ ЧИННИКИ ФІЗИЧНОГО І ПСИХІЧНОГО
ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ..... 233
Гарник Т. П., Горова Е.В., Добровольська Н.А., Гарник К. В.,
Шусть В.В., Пилипчук А.Б.

МАРКЕРНІ ПАРАМЕТРИ ФЛУОРИСЦЕНЦІЇ ХЛОРОФІЛУ
ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ *MISCANTHUS* ×
GIGANTEUS В УМОВАХ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ І
ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТУ БІОЧАРОМ..... 236
Герц А. І., Герц Н. В., Конончук О. Б., Хоменчук В. О.

ПОСТ-ПОЖЕЖНЕ ВІДНОВЛЕННЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ
ПЛАВНЕВИХ СИСТЕМ ДНІСТРОВСЬКОГО ЛИМАНУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ. 239
Дворецький Т.В.

Зміст

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ВИКОРИСТАННЯ ГРИБІВ ЯК ІНДИКАТОРІВ СТАНУ РОСЛИННОГО УГРУПОВАННЯ	243
Іваненко О.М., Березніченко Ю.Г.	
ПОКАЗНИКИ ОБМІННОЇ КИСЛОТНОСТІ, ВМІСТ НІТРОГЕНУ ТА РУХОМИХ ФОРМ ФОСФОРУ У ҐРУНТАХ ІЗ ПРИРОДНИХ МІСЦЬ РОСТУ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ <i>CARLINA</i> L.....	246
Колісник Х.М., Грицак Л.Р., Підгірна Х.А., Дробик Н.М.	
РЕАКЦІЯ КЛІТИН РЯСКИ <i>LÉMNA MINOR</i> L. НА ДІЮ ІОНІВ СВИНЦЮ	250
Костюк К.В.	
ВПЛИВ СТЕРОЇДНИХ ГОРМОНІВ 17 β -ЕСТРАДІОЛУ ТА ТЕСТОСТЕРОНУ НА ПЛОДЮЧІСТЬ <i>DAPHNIA PULEX</i>	255
Кудрявцева Д.О., Коновець І.М.	
ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ НЕПОЛЯРНИХ ЛІПІДІВ В ОРГАНІЗМІ ПРІСНОВОДНИХ РИБ ЗА ДІЇ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ІОНІВ КОБАЛЬТУ (II)	258
Марків В.С., Хоменчук В.О., Рабченко О.О., Поляний Б.Б., Курант В.З.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФІРООЛІЙНИХ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН, ІНТРОДУКОВАНИХ В УКРАЇНІ	261
Марчишин С. М., Слободянюк Л. В, Демидяк О. Л., Бойко Л. А., Костишин Л. В., Бурмас І. В.	
ВПЛИВ ХАРЧОВОГО СИНТЕТИЧНОГО БАРВНИКА БІЛИЙ НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i>	265
Мельничук. Н.В, Даниляк Б.А, Крижановська М.А.	
ДИНАМІКА ЗМІН ВМІСТУ ПРОДУКТІВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕННЯ ЛІПІДІВ В ТКАНИНАХ КОРОПА ЛУСКАТОГО ЗА ДІЇ ПОЛЮТАНТІВ.....	267
Павленок Л.М., Ячна М.Г., Мехед О.Б., Третяк О.П.	
ВИДИ РОДИНИ NIMPHALIDAE, ЯКІ ЗАНЕСЕНІ ДО ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ.....	270

Зміст

Пшеничняк О. В., Голіней Г. М.

ВПЛИВ СЕЛЕНУ НА ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ..... 274

Хмеляр І. М., Кушнір Л. О.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЧНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ КЛАСУ ПЛАЗУНИ (*REPTILIA*) НА ЗАХІДНИХ
ТЕРЕНАХ УКРАЇНИ 276

Шевчик Л.О., Когут В.В.

DERIVATIVES OF UNSATURATED CARBONIC ACIDS IN
ANIONARYLATION REACTIONS..... 280

Zabolotna M. V., Chorna M. T., Petrushka B. M., Tulaidan H. M.,
Baranovskyi V. S.

SYNTHESIS AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF 1,4-
PHENYLENEBIS[2-O-ETHYLDITHIOCARBONATO-(2-
METHYL)PROPANONITRILES] 283

Mykolyshyn U. T., Pylypchuk N. A., Symchak R. V., Yatsiuk V. M.,
Baranovskyi V. S.

**РОЗДІЛ 7. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ
ДИСЦИПЛІН 287**

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ АТОМІВ
У МОЛЕКУЛАХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН В СТАРШІЙ
ШКОЛІ 287

Бойчик А.І., Гладюк М.М.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ,
СПРЯМОВАНОЇ НА УСУНЕННЯ ПОМИЛОК В ПРОЦЕСІ
ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ ЙОННОГО ОБМІНУ 290

Гладюк М.М.

ТЕХНОЛОГІЯ «МАЙСТЕРНЯ» У НАВЧАННІ ПРИРОДНИЧИХ
ПРЕДМЕТІВ 294

Грицай Н. Б.

Зміст

ХІМІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ СПОЛУК ФЕРУМУ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ХІМІЇ	298
Домановська Я.М., Гладюк М.М.	
РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ БАЗОВОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ СУЧАСНИХ ЗЗСО	301
Єднороз І.І., Жирська Г.Я.	
КУРС «ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ДО ДІЇ СТРЕС-ЧИННИКІВ» ДЛЯ ОСВІТЬНОЇ ПРОГРАМИ МАГІСТРІВ СЕРЕДНЯ ОСВІТА (БІОЛОГІЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ, ХІМІЯ)	305
Жиденко А.О., Паперник В.В.	
ВИКОРИСТАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ПРИШКІЛЬНОЇ ТЕРИТОРІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРИРОДНИЧИХ ЕКСКУРСІЙ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ	308
Коваль В. О., Кисла О.Ф.	
ЕНЕРГОІНФОРМАЦІЙНА ПЕДАГОГІКА НА ОСНОВІ ПРИЧИННО-СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ	312
Колесник М.О.	
ФОРМУВАННЯ МЕДІАКОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ	314
Наталія Міщук, Галина Саска, Вікторія Лукашевич	
ФОРМУВАННЯ МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ ДО НАВЧАННЯ ЗАСОБАМИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ З БІОЛОГІЇ	318
Москалюк Н.В., Кравець М.Я., Іванишин В.А., Ярема А.Р., Карач З.А.	
ФОРМУВАННЯ У ШКОЛЯРІВ SOFT SKILLS У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ.....	322
Степанюк А.В., Розводовська Л.В.	

*100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни
Шиманської*

УДК 58:929 Шиманська

**ВАЛЕНТИНА ОМЕЛЯНІВНА ШИМАНСЬКА – ВІДОМА
УКРАЇНСЬКА ВЧЕНА-БОТАНІК ТА ПЕДАГОГ**

**Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С., Москалюк Н.В.,
Яворівський Р.Л.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

«Безліч людей шукають свій життєвий шлях, та небагатьом вдається не лише знайти його, а й зберегти відданість обраній справі». Повною мірою ця думка, висловлена стародавнім філософом, стосується талановитої та непересічної особистості Валентини Омелянівни Шиманської.

10 вересня 2023 р. виповнюється 100 років від дня народження талановитої української вченої-ботаніка, систематика рослин, флориста і ресурсознавця лікарських рослин, педагога, кандидата біологічних наук, доцента, завідувачки кафедри ботаніки Кременецького державного педагогічного інституту (1967–1969) та Тернопільського державного педагогічного інституту (1969–1977 і 1981–1988) Шиманської Валентини Омелянівни.

Валентина Омелянівна Шиманська народилася 10 вересня 1923 року в м. Дубно Рівненської області у сім'ї робітників. З 1930 по 1937 р. навчалася у початковій семирічній школі. У цьому ж році поступила у жіночу технічну школу м. Дубно, яку успішно закінчила у 1939 р. Вона була допитливою та старанною ученицею, намагалася якомога більше отримати знань. Після звільнення у 1939 р. західної України від поляків Валентина Омелянівна продовжила навчання у СШ № 2 м. Дубно і в 1941 р. закінчила 8 клас. З початком Другої світової війни навчання в школі було перервано і Валентина Омелянівна пішла працювати ремонтним робітником станції Дубно. Після звільнення міста Дубно від німецьких фашистів у 1944 р. Валентина Омелянівна працювала секретарем – машиністкою районної прокуратури,

100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни Шиманської

пізніше білетним касиром станції Дубно. З 1946 р. – навчалася у Дубнівському педучилищі, одночасно працювала бухгалтером у педучилищі та вчилася у вечірній середній школі робітничої молоді [2, 3]. Валентина Омелянівна успадкувала від батьків любов до рідної землі, природи рідного краю. Батьки з дитинства прищепили в родинному оточенні почуття добра, чесності та порядності. Але бажання вчитися, пізнавати природу, досліджувати рослини домінувало у всіх її мріях і помислах. З 1948 по 1953 рік Шиманська В.О. – студентка біологічного факультету Львівського державного університету ім. Івана Франка. Варто зазначити, що під час навчання в університеті Валентина Омелянівна «спеціалізувалася на кафедрі морфології і систематики вищих рослин, проявляла видатні здібності до наукової роботи. Виконала завдання наукового студентського товариства стосовно дослідження рослин народної медицини. Ця робота є цінною і оригінальною і вже готова до друку..... Доповідь на науковій студентській конференції зроблена Шиманською спільно зі студенткою Скобало у 1952 р. була удостоєна на загальноміському огляді першої премії.....» (з характеристики студентки 5 курсу підписаної деканом біологічного факультету доц. І. А. Медяник).

На формування наукового світогляду майбутньої вченої великий вплив мали лекції та практичні заняття відомих вчених-ботаніків. У 1945 році на біологічному факультеті університету були утворені два ботанічні підрозділи: кафедра вищих рослин і кафедра нижчих рослин. Кафедрою вищих рослин керували професор Михайло Попов (1945–1948) та професор Петро Ярошенко (1948–1953). Кафедра нижчих рослин працювала під керівництвом професора Андрія Лазаренка (1948–1955).

Після закінчення університету кваліфікований біолог-ботанік з 1953 по 1969 рр. працювала асистентом, старшим викладачем, доцентом і завідувачем кафедри ботаніки Кременецького державного педагогічного інституту. За цей період нею були організовані наукові дослідження з вивчення ресурсів лікарських рослин у північно-західних областях України [1, 2]. З характеристики ректора Кременецького педінституту доц. М. Л. Бригінця «до роботи відноситься добросовісно, знає і

100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни Шиманської

любить свою роботу. Лекції і практичні заняття проводить на достатньому ідейному і теоретичному рівнях. Бере активну участь в суспільному житті інституту і міста». Результати дослідження стали основою для написання та успішного захисту 29 листопада 1967 р. у Львівському університеті дисертаційної роботи на тему: «Лікарські рослини народної медицини північно-західних областей УРСР» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 094 – ботаніка.

Пропрацювавши менше року після захисту дисертації, Валентина Омелянівна з 1967 року очолила кафедру ботаніки інституту. На цій посаді сповна виявилися її здібності як науковця. Вона продовжувала досліджувати різні аспекти лікарських рослин західних областей України, виявити нові види, що використовуються у народній медицині.

11 вересня 1968 р. Вищою атестаційною комісією Міністерства вищої і середньої освіти СРСР Шиманській В. О. присвоєно вчене звання доцента по кафедрі ботаніки.

Відповідно до постанови Ради Міністрів УРСР № 423 від 21 липня 1969 р. Кременецький державний педагогічний інститут перебазовано до м. Тернополя і надано йому нову назву – Тернопільський державний педагогічний інститут. Валентина Омелянівна Шиманська очолила кафедру ботаніки зазначеного інституту, де проявила талант організатора, оскільки необхідно було заново створювати навчально-матеріальну базу природничого факультету: агробіостанцію, біостанціонер для проведення навчальних практик з ботаніки, закласти дендрарій, озеленювати територію навколо головного навчально-адміністративного корпусу.

Валентина Омелянівна була ініціатором створення гербарію в Тернопільському державному педагогічному інституті (нині навчальна лабораторія морфології та систематики рослин – гербарій). На сьогоднішній день, гербарій кафедри ботаніки та зоології входить в перелік гербаріїв Index Herbariorum, який веде Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України, з акронімом TERN, нараховує близько 30000 гербарних аркушів. У фондах навчальної лабораторії морфології та систематики рослин – гербарій Тернопільського національного педагогічного

100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни Шиманської

університету імені Володимира Гнатюка розміщена іменна колекція Шиманської В. О., яка налічує понад 500 гербарних аркушів. Окрему секцію відведено під експозицію лікарських рослин, а також раритетних та регіонально рідкісних видів флори Західного Поділля, Волино-Поділля, Розточчя, Опілля, Кременецьких гір, Карпатського регіону тощо, зокрема, лемботропісу чорніючого (*Lembotropis nigricans* (L.) Griseb.), саротамнусу віникового (*Sarothamnus scoparius* (L.) Koch), білозору болотного (*Parnassia palustris* L.), материнки звичайної (*Origanum vulgare* L.), росички англійської (*Drosera anglica* Huds.), аморфи кущової (*Amorpha fruticosa* L.), бобівника трилистого (*Menyanthes trifoliata* L.), товстянки звичайної (*Pinguicula vulgaris* L.).

Більша частина колекції сформована Валентиною Омелянівною протягом 50–60-х років минулого століття. Основна територія збору припадала на наступні регіони: місто Кременець та його околиці (гори Страхова, Черча, Маслятин, Дівочі скелі), Кременецький та Чортківський райони Тернопільської області, Дубенський та Сарненський райони Рівненської області, Камінь-Каширський район Волинської області, Львівська область, Карпатські гори.

У 1969 році у зв'язку з перебудуванням Кременецького державного педагогічного інституту до міста Тернополя гербарні фонди були переміщені з усією навчально-матеріальною базою. Варто зазначити, що після реорганізації Кременецького учительського інституту в педагогічний, на основі кафедри природознавства і географії (1950 р.) була створена кафедра ботаніки, на якій успішно працювали над вивченням регіональної флори і формуванням гербарію Б. Заверуха, В. Шиманська, С. Зелінка. Проте, лише у 1977 році на кафедрі ботаніки Тернопільського державного педагогічного інституту була спеціально відведена кімната для гербарію. Фонди містили колекції трьох напрямків: науковий та навчальний гербарії і обмінний фонд. Саме у науковому гербарії була розміщена фондова авторська колекція Валентини Омелянівни Шиманської, яка зберігається понині.

Шиманська В.О. збагатила науку працями першорядного

100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни Шиманської

значення, самостійно і в співавторстві опублікувала понад 150 наукових і науково-методичних робіт, у тому числі понад 50 статей у наукових фахових та інших виданнях, 75 матеріалів і тез доповідей на наукових зібраннях різного рівня, 20 науково-популярних статей. Найголовнішими рисами вченої – відданість науці, ентузіазм, невичерпність енергії, працелюбність, доброзичливість, оптимізм, високий професіоналізм, прагнення нового, сумлінне виконання своїх службових обов'язків, унікальна самоорганізованість, милосердне ставлення до людей та природи. Валентина Омелянівна завжди була відкрита для обговорення наукових проблем, уміла вислухати своїх колег і приділяла їм увагу незалежно від їхнього рангу та позиції, з глибокою пошаною відносилася до студентів. Окрім педагогічного процесу та науково-дослідної роботи В. О. Шиманська активно займалася громадською діяльністю: обиралася членом вченої ради факультету, головою Тернопільського відділення Українського ботанічного товариства, членом Тернопільського обласного товариства охорони природи, призначалася куратором академічних груп.

Валентина Омелянівна Шиманська була знаною флористкою і систематиком рослин Подільського краю, мудрою організаторкою ботанічних досліджень, талановитою викладачкою, з глибокими теоретичними знаннями, якими щедро ділилася з студентами, яку любили та поважали студенти, в якій всі студенти були хороші, доброзичливою і толерантною Людиною. На високому науково-методичному рівні читала лекції та проводила лабораторні заняття з систематики рослин, цікаво проводила заняття в природі з навчальної практики студентам університету. Порядність, працелюбність, уважне ставлення до людей, прагнення робити добро заслуговують найвищої оцінки і є прикладом наслідування новими поколіннями студентів та молодих науковців. Пам'ять про Валентину Омелянівну Шиманську назавжди залишиться у серцях колег, учнів, наукової спільноти ботаніків України, тих, хто її знав, шанував і любив. Її життєвий шлях і вагомий доробок буде прикладом для прийдешніх поколінь науковців і педагогів.

**100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни
Шиманської**

Список літератури:

1. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940–2010) [Барна М. М., Курант В. З., Барна Л. С. та ін.]; за ред. М. М. Барни. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2010. – С. 75–76.
2. Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С. Шиманська В. О. – відомий вчений ботанік: систематик рослин, ресурсознавець лікарських рослин, фітосозолог і педагог (до 95-річчя від дня народження). *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2018, № 3-4 (74). С. 119–127.
3. Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С. В. О. Шиманська – відомий вчений-ботанік Подільського краю. *Подільські читання* : збірник матер. всеукр. наук. конф. (Кременець, 12–13 жовт. 2017 р.). Кременець : ВЦ КОГ ім. Тараса Шевченка. 2017. С. 17–18.

УДК 929

**В. О. ШИМАНСЬКА В ПАМ'ЯТІ ЯК ВИКЛАДАЧ І
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ БОТАНІКИ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Бутницький І. М., Москалюк Н. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

Валентина Омелянівна Шиманська з 1953 р. працювала в Кременецькому, а після перебудування інституту до Тернополя, з 1969 р. в Тернопільському педінституті. В липні 1988 р. вийшла на пенсію. Після закінчення Львівського університету (1953 р.) була влаштована на посаду викладача кафедри ботаніки Кременецького педагогічного інституту і викладала студентам біологічного факультету теоретичний і практичний курси з систематики та морфології рослин.

Відомо, що ті викладачі навчальних закладів, які постійно поглиблюють і оновлюють свої наукові надбання і доносять їх

100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни Шиманської

студентам, викликають в них зацікавлення і повагу, мають вплив на навчання і виховання спеціалістів. В. О. Шиманська була такою особистістю і викладачем в педінституті. Працюючи в Кременецькому і Тернопільському педінститутах, вона активно включилась до вивчення поширення і особливостей росту та розвитку лікарських рослин в західних і північних областях України. Після 1958 р., нею опубліковано цілий ряд праць в наукових виданнях України. В 1966 р. на вченій раді біологічного факультету Львівського університету захистила кандидатську дисертацію на тему: «Лікарські рослини народної медицини північно-західних областей Української РСР», а згодом (наказ ректора 26.08.1967 р.) її призначено завідуючою кафедри ботаніки Кременецького педагогічного інституту.

Кременецький педагогічний інститут у серпні 1969 р. перебазовано до Тернополя і перед колективом біологів постали нові умови праці і, зокрема, умови наукових досліджень та проведення польових навчальних практик з студентами. Завідуюча кафедрою Шиманська В. О., спільно з викладачами, працювала над збагаченням кафедрального гербарію екземплярами рослин нових ґрунтово-кліматичних зон. Обговорено і сплановано науково-дослідну роботу викладачів і студентів по виконанню курсових і дипломних робіт.

Під час керівництва кафедрою, в Шиманської В. О. традиційною справою було проведення викладачами і обговорення в колективі відкритих лекцій, лабораторних і практичних занять. При цьому, завжди підтримувались доброзичливі взаємини і це сприяло покращенню методики викладання ботанічних дисциплін, вдосконалювало молодих викладачів. В січні 1968 р. Шиманську В. О., на підставі отриманого нею атестата ВАК СРСР, затверджено в званні доцента кафедри ботаніки Кременецького педінституту. З цього часу почалась її багаторічна і плідна робота в кафедральному колективі як провідного викладача, керівника кафедри, організатора навчально-виховного процесу та наукових досліджень.

Працюючи в колективі викладачів, В. О. Шиманська постійно керувала науковими роботами студентів. Свої

100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни Шиманської

досягнення в науці студенти доповідали на звітних наукових конференціях. Щорічно, окремі студентські наукові роботи, виконані при її консультації, відзначалися як кращі і були відзначені керівництвом інституту.

Принагідно згадаємо, що в 1971-1972 навчальному році на кафедрі ботаніки (науковий керівник В. О. Шиманська) студентка Тасенкевич Л. О. на основі експериментальних досліджень виконала і успішно захистила дипломну роботу «Глікозидоносні рослини західного Поділля». Можемо вважати, що навикі і знання, отримані в ті студентські роки, посприяли в розкритті її наукового таланту і в її подальшому науковому житті. Тепер доктор біологічних наук Тасенкевич Лідія Олексіївна є членкинею НТШ та Українського ботанічного товариства, працює провідним науковим співробітником Державного природознавчого музею НАН України. Вивчає рослинний світ Карпат [1].

В. О. Шиманська приділяла особливу увагу фаховому вихованню молодих викладачів. Так, при її допомозі, асистент кафедри С. В. Зелінка за декілька років набув знань і досвіду та став вправним викладачем і одним з кращих знавців флори Поділля. Така її робота визначила колектив викладачів, які забезпечували відповідні курси предметів, що читалися на кафедрі. За це її добра пам'ять залишилася в колективі.

Список літератури:

1. Тасенкевич Л. О. Тернопільський енциклопедичний словник. Том 4. (додатковий). 2009. С. 609.

*100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни
Шиманської*

УДК 58:929 Шиманська

**В. О. ШИМАНСЬКА – ВІДОМИЙ ДОСЛІДНИК
ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ**

Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

Ім'я Шиманської Валентини Омелянівни є добре відомим у ботанічній науковій спільноті України. Шиманська В. О. — знаний український вчений-ботанік, систематик рослин, флорист і ресурсознавець лікарських рослин, кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри ботаніки Кременецького державного педагогічного інституту (1967—1969) та Тернопільського державного педагогічного інституту (1969—1977 і 1981—1988). Своєю невтомною працею, плідною науковою діяльністю вона зробила вагомий внесок у розвиток ботанічної науки та вищої школи України.

На формування наукового світогляду Шиманської В. О. вплинув той факт, що долею їй судилося вчитися і працювати на зламі історичних подій ХХ століття: після розпаду Австро-Угорської імперії Галичина була захоплена Польщею, Друга світова війна, період відбудови. Здобувати знання доводилося в складних умовах, нерідко в холоді і в голоді. Валентина Омелянівна успадкувала від батьків любов до рідної землі, природи рідного краю. Батьки з дитинства прищепили їй почуття добра, чесності та порядності. У 1948 році вона стає студенткою біологічного факультету Львівського державного університету ім. І. Франка [2].

У 1953 р. після закінчення навчання в університеті Шиманська В.О. отримала кваліфікацію біолога-ботаніка і розпочала свій трудовий шлях у Кременецькому державному педагогічному інституті спочатку асистентом, а згодом старшим викладачем, доцентом, завідувачем кафедри ботаніки. За період з 1953 по 1969 роки нею були організовані наукові дослідження з вивчення ресурсів лікарських рослин у

100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни Шиманської

північно-західних областях України. За результатами досліджень була підготовлена та у 1966 р. успішно захищена у Львівському університеті дисертація на тему: «Лікарські рослини народної медицини північно-західних областей УРСР» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 094–ботаніка [1].

Ґрунтовні наукові дослідження дозволили Валентині Омелянівни нагромадити та проаналізувати великий масив наукових даних щодо видового складу, місць зростання, поширення та наявних запасів лікарських рослин у північно-західних областях України і на основі цього великого фактичного матеріалу підготувати та успішно захистити 7 вересня 1966 р. дисертацію на тему: «Лікарські рослини народної медицини північно-західних областей УРСР». 29 листопада 1967 р. їй було присуджено науковий ступінь кандидата біологічних наук. В цей період Валентиною Омелянівною були опубліковані такі праці:

1. Шиманська В. О. Застосування деяких рослин для лікування зобу та «раку» в народній медицині. *Наукові записки Кременецького пед. ін.-ту*. Тернопіль, 1962. С. 55—59.

2. Шиманська В. О. Застосування деяких рослин при гіпертонічній хворобі народною медициною Львівського економічного району. *Наукові записки Кременецького пед. ін.-ту*. Тернопіль, 1962. С. 29—35.

Після захисту дисертації, працюючи на посаді завідувачки кафедри ботаніки, Валентина Омелянівна продовжувала досліджувати лікарські рослини західних областей України: їх поширення, ресурси, запаси та заготівлю, хімічний склад та використання у процесі лікування різноманітних захворювань – зокрема зобу, злоякісних пухлин, серцево-судинних і шлунково-кишкових захворювань, хвороб ЛОР органів, лікарські рослини, які мають жовчогінну дію тощо. В процесі досліджень лікарських рослин західних областей України, В. О. Шиманській вдалося виявити нові види, що використовуються у народній медицині, зокрема кровоспинні та стимулюючі кровотворення рослини, флавоноїдоносні

**100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни
Шиманської**

рослини ранньоквітучої флори Карпат та ін.

За результатами досліджень було опубліковано ряд статей :

1. Шиманська В. О., Бригінець М. Л., Тасенкевич Л. С. Глікозидоносні рослини Західного Поділля. *Досягнення ботанічної науки на Україні*. Київ: Наук. думка, 1976. С. 184—189.

2. Шиманська В. О., Бригінець М. Л., Кіт С. М., Кравчук П. О. Лікарські рослини в отоларингології. *Досягнення ботанічної науки на Україні*. Київ: Наук. думка, 1976. С. 235—236.

3. Шиманська В. О., Бригінець М. Л. Лікарські рослини Тернопільської області та їх охорона. *Досягнення ботанічної науки на Україні*. Київ: Наук. думка, 1976. С. 179—184.

4. Шиманська В. О., Кіт С. М., Бригінець М. Л. Про вплив витяжок з рослин на серцево-судинну систему. *Досягнення ботанічної науки на Україні*. Київ: Наук. думка, 1975. С. 101—105.

5. Шиманська В. О., Бригінець М. Л. Рослини народної медицини в лікуванні злоякісних пухлин. *Досягнення ботанічної науки на Україні*. Київ: Наук. думка, 1975. С. 99—104.

Зважаючи на не завжди науково обґрунтовану і раціональну заготівлю лікарської сировини, у дослідженнях В. О. Шиманської значна увага приділялась питанням охорони та раціонального використання лікарських рослин. Зокрема, нею були розроблені практичні заходи щодо охорони та використання лікарських рослин у процесі їх заготівлі. Цими рекомендаціями у своїй практичній роботі користувалися та й нині продовжують їх використовувати аптекоуправління Тернопільської, Волинської, Рівненської, Івано-Франківської та Закарпатської областей.

Великий фактичний матеріал щодо поширення, запасів та використання лікарських рослин у народній медицині послужили В. О. Шиманській надійною основою не лише для публікації наукових статей, а й численних виступів з доповідями на Міжнародних і Всеукраїнських наукових конференціях, з'їздах Українського ботанічного товариства тощо.

**100-річчя від дня народження Валентини Омелянівни
Шиманської**

В. О. Шиманська за час своєї науково-педагогічної діяльності опублікувала понад 150 наукових і навчально-методичних праць, у тому числі понад 50 статей у наукових фахових та інших виданнях, понад 75 матеріалів і тез доповідей на Міжнародних та Всеукраїнських конгресах, симпозіумах, конференціях, семінарах, з'їздах наукових товариств, симпозіумах, нарадах, семінарах, понад 20 науково-популярних статей.

Список літератури:

1. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940–2010) [Барна М. М., Курант В. З., Барна Л. С. та ін.]; за ред. М. М. Барни. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2010. – С. 75–76.
2. С. В. Пида, М. М. Барна, Л. С. Барна. Шиманська В. О. — відомий вчений ботанік: систематик рослин, ресурсознавець лікарських рослин, фітосозолог і педагог (до 95-річчя від дня народження). *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2018, № 3-4 (74). С. 119—127.

РОЗДІЛ 1

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА БОТАНІКА І ФІЗІОЛОГІЯ
РОСЛИН. АГРОНОМІЯ**

582.683.2:[576.31+58.032]

**УЛЬТРАСТРУКТУРА КЛІТИН МЕЗОФІЛУ ЛИСТКІВ
ALYSSUM DESERTORUM В УМОВАХ ҐРУНТОВОГО
ЗАТОПЛЕННЯ**

Акімов Ю.М., Воробйова Т.В.

Інститут ботаніки ім М.Г. Холодного НАН України
E-mail: yuri.akimov@gmail.com

Проблема стійкості онтогенезу рослин у мінливому середовищі при дії несприятливих, іноді загрозливих, змін екологічних факторів не тільки залишається, але в наш час і суттєво загострюється у зв'язку з прогнозами глобальних змін клімату, які передбачають посуху та повені. Затоплення ґрунту, що швидко виснажує кисень, є одним із значних абіотичних чинників, які негативно впливають на ріст рослин, аж до загибелі. На сьогодні встановлено структурні та функціональні ознаки, які забезпечують існування та ріст повітряно-водних і справжніх водних рослин, а також рослин в умовах надмірно зволоженого ґрунту. Втім майже поза уваги залишаються питання впливу ґрунтового затоплення на псамофіти – рослини, які зростають на піщаних ґрунтах. Тому ми дослідили вплив ґрунтового затоплення на ультраструктуру клітин мезофілу листків однорічника бурячка пустельного, який зростає на сухих піщаних ділянках схилів байрачного лісу степової зони Дніпропетровської області. Насіння висівали у горщики та заливали водою на 5–10 мм над поверхнею ґрунту на стадії проростків із чотирма справжніми листками. Контрольні рослини зрошували за потреби, щоб уникнути стресу від посухи, зберігаючи приблизно 30% вологості ґрунту. Препарати для електронної мікроскопії готували із 2-ї пари справжніх листків за стандартною методикою та досліджували у трансмісійному електронному мікроскопі JEM 1230 (JEOL, Japan).

Показано, що кутикула вкриває адаксіальну та абаксіальну

поверхню листків. Клітини мезофілу слабо диференційовані на палисадну та губчасту паренхіму, наявні численні повітряні порожнини. Ультраструктура паренхімних клітин є типовою для фотосинтезуючих клітин – велика центральна вакуоль та периферійний шар цитоплазми із органелами. Цікавою особливістю клітин мезофілу листків бурячка є наявність великих, із профілем (площа на зрізі) до $4,05 \pm 0,24$ мкм², пероксисом, іноді із електронно-щільними вclusions. Хлоропласти із добре розвинутою гранальною системою залежно від площини зрізу мають овально-лінзоподібну або округлу форму та щільно контактують із мітохондріями та поодинокими пероксисомами.

На 5-ту добу затоплення в мезофілі листків *Alyssum* найбільш вираженою особливістю ультраструктури є істотне, майже двократне збільшення розмірів крохмальних зерен. Це впливало і на профіль (площину перерізу) пластид: в контролі, при середній площині гранули крохмалю $0,64 \pm 0,03$ мкм² профіль хлоропласта складає $11 \pm 0,85$ мкм², тоді як на 5-ту добу затоплення середня площа крохмального зерна складає $1,12 \pm 0,08$ мкм², та збільшується до $13,35 \pm 1,03$ мкм² середній профіль пластид. Таким чином, зростання розмірів гранул крохмалю — перша реакція хлоропластів мезофілу *Alyssum desertorum* на затоплення.

На 5 добу розміри пластоглобул істотно не відрізнялись: діаметр у контролі $57,06 \pm 4,41$ нм, при затопленні $59,73 \pm 7,35$ нм. Тоді як на 10-ту добу затоплення найбільш вираженою особливістю ультраструктури було двократне збільшення вже діаметру пластоглобул: $205,32 \pm 26,19$ нм на 10-ту добу затоплення порівняно із $101,2 \pm 12,46$ нм у контролі. При цьому профілі гранул крохмалю і глобально пластид дещо навіть зменшуються: $0,44 \pm 0,04$ мкм² та $10,96 \pm 0,85$ мкм² у контролі порівняно із $0,73 \pm 0,06$ мкм² та $7,4 \pm 0,56$ мкм² на 10 добу затоплення.

Відомо, що збільшення кількості та розміру пластоглобул пов'язане із процесами старіння листка або дії стресу [1]. Мембранна система хлоропластів при більш тривалому епізоді затоплення (10 доба) набуває ознак геронтопластів, зокрема середня кількість тилакоїдів у гранах зростає до 11 порівняно з 7

у контролі. Розміри мітохондрій при затопленні знижувалися майже вдвічі, хоча при цьому збільшувалася кількість мітохондрій. Пероксисоми на 5-ту добу затоплення дещо зменшувалися ($2,91 \pm 0,2$ мкм² порівняно із $3,72 \pm 0,25$ мкм² у контролі), а на 10-ту добу навпаки збільшувалися ($4,05 \pm 0,24$ мкм² порівняно із $3,8 \pm 0,21$ мкм²). Виявлені зміни ультраструктури клітин мезофілу листків бурячка при затопленні подібні до таких у інших видів, зокрема збільшення вмісту крохмалю в хлоропластах *Cynodon dactylon* [2] та *Helianthus annuus* [3]. Обговорюються можливі причини накопичення транзитного крохмалю та пластоглобул в хлоропластах, що, можливо, корелює із подібними змінами у активності ферментів метаболізму крохмалю, АФК-балансом та бета-окисленням жирних кислот під впливом затоплення.

Список літератури:

3. Kirchoff H. Chloroplast ultrastructure in plants. *New Phytologist*. 2019. V. 223. P. 501-1042.
4. Utrillas M. J., Alegre L. Impact of water stress on leaf anatomy and ultrastructure in *Cynodon dactylon* (L.) Pers. under natural conditions. *Int. J. Plant Sci.* 1997. V. 158. P. 313-324.
5. Wample R.L., Davis R.W. Effect of flooding on starch accumulation in chloroplasts of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Physiol.* 1983 V. 73. P. 195-198.

УДК 633.8: 582.091

ЛІКАРСЬКІ ДЕРЕВНІ РОСЛИНИ

Барна М. М., Барна Л. С., Герц Н. В., Мацюк О. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

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

herts_nv@chem-bio.com.ua

macjuk@chem-bio.com.ua

Здоров'я сучасної людини знаною мірою залежить від якості і кількості біологічно активних речовин рослинного походження, джерелом яких є зокрема лікарські рослини. Застосування лікарських рослин є одним із широко

розповсюджених і ефективних способів оздоровлення та профілактики захворювань.

У світі відомо понад 20 тисяч видів лікарських рослин. Майже 1100 видів флори України містять біологічно активні речовини і використовуються у світовій медико-фармацевтичній галузі. В Україні визнані лікарськими рослинами близько 250 видів, з яких 150 — використовуються офіційною медициною [2, 3]. Їх класифікація в основному ґрунтується на терапевтичній дії й ефектах лікарських рослин. Переважна більшість цих рослин є трав'янистими.

Проте науковці невпинно вивчають склад лікарських рослин, виділяють із них активні компоненти, досліджують дію й можливість застосування в схемах лікування та профілактики найрізноманітніших захворювань. Згідно з фармакологічною класифікацією, лікарські рослини поділяють на групи: що діють на серцево-судинну, шлунково-кишкову, центральну нервову, ендокринну, імунну системи, на органи дихання, на нирки і сечовивідні шляхи, на шкіру, використовуються при інфекційно-запальних захворюваннях, при авітамінозах, кровотечах тощо. Ця класифікація є досить умовною, тому що більшість лікарських рослин належать одночасно до кількох груп.

Порівняно з офіційними та фармакопейними лікарськими рослинами найбільш розповсюдженою є група лікарських рослин так званої неофіційної або народної медицини. Проте відомості про ці рослини є не завжди повними та їх застосування не пройшло належної фармакологічної перевірки. Часто ці лікарські рослини активно використовуються, особливо в поєднанні із засобами традиційної медицини [4, 5].

Серед лікарських рослин є представники різноманітних життєвих форм: трав'янисті рослини, кущі, деревні рослини. Більшість лікарських рослин є трав'янистими. Проте серед деревних рослин і кущів також є значна частка лікарських.

Загальновідомі лікувальні властивості **гінкго дволопатеве** (*Ginkgo biloba* L.) (Родина Гінкові (*Ginkgoaceae*) – це єдине унікальне дерево, що представляє собою один вид, один рід і одну родину. Ця рослина вважається реліктовою та ендемічною, є пам'яткою природи світового значення і занесена до Червоної книги світу. Листки із черешки містять чимало біологічно

активних речовин, натуральних природних стимуляторів життєвої сили. Перші згадки про лікувальні властивості листя гінко зустрічаються в стародавніх рецептах традиційної китайської медицини, написаних за 2800 років до н. е. Сьогодні медичні препарати, виготовлені на основі листя гінко, входять до багатьох засобів сучасної медицини і використовуються для відновлення вікових змін пам'яті, слуху, зору, мовних й рухових функцій, еластичності і міцності судин, попередження тромбозів мозкових і коронарних судин, нормалізації метаболізму тканин мозку, покращенню живлення міокарда, мають заспокійливу й антиспазматичну дію [2, 5].

Вільха клейка (чорна) (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.) — дерево родини березових (*Betulaceae*) заввишки 10–30 м з невеликою яйцеподібною кроною і струнким стовбуром, вкритим темно-бурою тріщинуватою корою. Супліддя вільхи містять дубильні речовини пірогалової групи, таніни, галову кислоту, органічні кислоти, флавоноїди, кумарини, алкалоїди. Препарати вільхи мають протизапальну, в'язучу, десенсибілізуючу і кровоспинну дію. Відвари і настої плодів рослини відрізняються дезінфікуючим ефектом. Також вони знімають больові відчуття при шкірних запаленнях [1].

Дуб (*Quercus* L.) родина Букові (*Fagaceae*). В народній медицині кора дуба успішно застосовується для лікування багатьох хвороб, має в'язучі і кровоспинні властивості. Відвар її вживається для полоскання ротової порожнини при хворобах зубів, ангінах, запаленнях слизової оболонки, опіках, обмороженнях. Сушені жолуді вживають при захворюванні сечового міхура, при розладах шлунково-кишкового тракту [2].

Верба біла (*Salix alba* L.) належить до родини Вербові (*Salicaceae*). Лікувальні властивості верби підтверджені науковими дослідженнями. Саме з цієї рослини вчені вперше «видобули» саліцилову кислоту й синтезували багато її похідних речовин, з яких сучасна фармацевтична промисловість виробляє ефективні протизапальні, знеболювальні, протиревматичні засоби. Також у її складі є дубильні речовини, глікозиди, пектини, мінеральні елементи, алкалоїди, аскорбінова кислота. 10 г кори верби прирівнюють до таблетки аспірину.

Горіх волоський (*Juglans regia* L.) належить до родини

Горіхові (*Juglandaceae*). Відвари з листя волоського горіха мають тонізуючу, загальнозміцнюючу дію, покращують обмін речовин при хворобах шкіри, сприяють розчиненню інфільтратів, загоєнню гнійних ран, мають в'язучу, легку послаблюючу і протигельмінтну дію. Попри високий вміст жирів, грецькі горіхи допомагають знизити рівень холестерину у крові. Завдяки цій корисній властивості лікарі рекомендують волоські горіхи та олію у якості профілактики та лікування атеросклерозу, авітамінозу, нестачі заліза, серцево-судинних захворювань, захворювань печінки та порушення обміну речовин [2].

Явір (*Acer pseudoplatanus*) (Родина Сапіндові (*Sapindaceae*). Явір має цілющий сік, який містить цукор. Свіжий сік прозорий, а з часом набуває коричневого кольору. У народній медицині використовують молоде листя явора і гілки як жовчогінний, антисептичний, болезаспокійливий і протизапальний засіб. Сік п'ють при болях у попереку, подрібнене молоде листя сприяє загоєнню гнійних ран [2].

Софора японська (*Styphnolobium japonicum* L.) (Родина Бобові (*Fabaceae*). Всі частини софори японської, яку ще називають «фабрикою здоров'я», отруйні, але за умілого використання препаратами з неї можнавилікувати чимало хвороб. Головною діючою речовиною препаратів софори японської є рутин, який завдяки своїм антиоксидантним властивостям, захищає аскорбінову кислоту від надмірного окислення. Препарати з софори використовують для зміцнення стінок кровоносних судин і зменшення їх ламкості.

На сучасному етапі розвитку медицини вивчення та більш глибоке розуміння можливостей лікарських рослин є надзвичайно важливим, особливо на превентивному рівні, з метою профілактики хвороб, а також для підсилення ефекту лікування засобами офіційної медицини.

Список літератури:

1. Бродович Т. М., Бродович М. М. Атлас дерев та кущів заходу України. Львів: Вища школа, 1973. — 240 с.
2. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А. М. Гродзінський. Київ: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992.—544 с : іл.

3. Марчишин С.М., Сушко Н.О. Лікарські рослини Тернопільщини. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2007. 312 с.
4. Мінарченко В. М. Ресурсознавство. Лікарські рослини: Навч. посіб. Київ: Фітосоціоцентр. 2014. — 215 с.
5. Сіра Л. М., Машталер В. В. Флора України. Фармацевтична енциклопедія. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/5983/flora-ukraini>. Дата звернення 29.04.2023 р.

УДК 581.4:582.091

ГЕНЕРАТИВНІ ПАГОНИ ТА ІНТРОДУКЦІЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

Герц Н. В., Герц А.І., Кульчицька С.В., Бецька М.П.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

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

На сьогодні, велика роль оцінки перспективності рослин до нових умов існування відводиться ритму сезонного розвитку, від якого значною мірою залежить стійкість рослин до несприятливих кліматичних умов та здатність давати наслідне потомство [1, 4]. Порівняльна характеристика феноритмів деяких аборигенних та місцевих видів показала, що ритм розвитку, тісно пов'язаний із зимостійкістю, є хорошим показником пристосування рослин до нових умов існування.

Наближення ритму інтродукованих рослин до ритму видів, що складають автохтонне ядро місцевої флори, може служити надійною діагностичною ознакою для прогнозу успішності їх введення в культуру нових умов. Однак, згідно даних досліджень та літератури, час зацвітання рослин значною мірою визначається ступенем спеціалізації генеративних пагонів.

Поняття "генеративний пагін" необхідно використовувати і в теорії інтродукції рослин, оскільки структурно-ритмологічні особливості генеративних пагонів відносяться до факторів, що

визначають її успішність. Наші дані показали, що будова та ритм розвитку генеративних пагонів у насамперед повинні враховуватися при інтродукції деревних рослин. Це пов'язано зі специфікою конструктивної організації представників даної життєвої форми, що характеризується чітко вираженим стовбуром і основними скелетними осями. Для дерев одним із факторів, що забезпечують успішне перенесення несприятливих умов, є раннє закінчення всіх процесів, пов'язаних із цвітінням, що дозволяє представникам даної життєвої форми заздалегідь підготуватися до зимового періоду [2, 5]. Проведений нами аналіз будови генеративних пагонів деяких видів родів *Acer*, *Populus*, *Salix* та ін., показав, що для них характерні однорічні генеративні пагони або генеративні пагони з компактними верхівковими чи пазушними суцвіттями. Особливості будови генеративних пагонів цих родів забезпечують ранні терміни цвітіння. У деревних рослин, що мають генеративні пагони з великими багатоквітковими суцвіттями (види роду *Catalpa*, *Sambucus nigra*) та багатоквітковими пазушними суцвіттями (види роду *Castanea*, *Gleditsia*), терміни цвітіння настають у другій половині вегетаційного періоду, що скорочує час, необхідне для підготовки до перезимівлі. Тому рослини цієї групи зазвичай повільно ростуть і періодично обмерзають.

Будова генеративних пагонів є лише одним із факторів, які визначають успішність інтродукції. Близькоспоріднені види, що мають генеративні пагони однакової будови, можуть мати різну зимостійкість, яка визначається, наприклад, їх сучасними ареалами, як у видів роду *Acer*. Високу зимостійкість мають переважно європейські та далекосхідні види цього роду, а низька зимостійкість характерна для кавказьких видів та далекосхідних видів з морським. острівним ареалом [3]. Слід зазначити, що, мабуть, не випадково у двох видів, які є злісними деревними бур'янами - *Acer negundo* та *Fraxinus pennsylvanica*, - формуються однорічні генеративні пагони. Специфіка організації чагарників дозволяє їм мати різноманітніші структурні та ритмологічні варіанти генеративних пагонів. Особливості будови генеративних пагонів ряду видів (*Spiraea japonica*, *Symphoricarpos albus*), кущ яких формується на основі генеративних пагонів, дозволяють пояснити, чому при інтродукції цих видів у більш холодні райони

вони не втрачають декоративності, регулярно цвітуть і плодоносять.

Таким чином питання перенесення та впровадження у місцеву флору деревних інтродуцентів залежить від багатьох факторів, серед яких важлива роль належить біоекологічним та морфоструктурним.

Список літератури:

1. Абдулоєва О.С., Карпенко Н.І.: Обґрунтування критеріїв інвазійного потенціалу чужинних видів рослин в Україні. *Чорноморськ. Бот. ж.*, т.8, №3, 2012. С. 252- 256.
2. Барна М. Закладання та диференціація примордіїв репродуктивних структур. *Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти*. Львів: Вид-во "Сполом", 2004. С. 133.
3. Кохно Н.А., Курдюк А.М. Теоретичні основи та досвід інтродукції деревних рослин в Україні. К.: Наук. думка, 1994. 184 с.
4. Кульбіцький В.Л. Оцінка успішності інтродукції катальпи в умовах культури правобережного лісостепу України. *Науковий вісник*. 2006. вип. 16.3, с.21-25.
5. Тарасюк О.І. Структурні особливості закладання генеративних органів у видів роду *Populus L.* *Актуальні проблеми ботаніки та екології*.: Сімферополь : Вид. дім "АРИАЛ", 2010. С. 419-420.

УДК 581.4:582.091

**ІНВАЗІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЗАНЕСЕНИХ ВИДІВ ФЛОРИ
УКРАЇНИ**

Герц Н. В., Герц А.І., Кульчицька С.В., Бецька М.П.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

На сьогодні поняття «інтродукція» передбачає здійснення людиною цілеспрямованих, активних заходів, що призводять до

перенесення та впровадження у культуру нових видів, родів, сортів чи форм рослин. Інтродукування видів флори сприяє збагаченню фіторізноманіття, проте паралельно це призводить до трансформації середовища та втрати аборигенних видів.

Успішність процесу інтродукції обумовлена інвазійним потенціалом рослин у нових умовах зростання: особливості цвітіння, плодоношення, формування нових інтродукційних популяцій певного виду та їх пристосуванням до антропогенного тиску певного ступеню. Інтродукція протягом багатьох років накопичувала експериментальні дані про інтродуковані види, створюючи своєрідну інформаційну базу, яка слугує основою для проведення наступних прикладних досліджень. Для кожного виду притаманний свій комплекс специфічних біоекологічних ознак та чинників, який уможливує процеси впровадження занесених видів у нові місцезростання. Згідно даних власних досліджень та аналізу літературних джерел [1], можемо навести перелік так званих корисних ознак, які підвищують інвазійний потенціал чужинних рослин в умовах України:

1. Висока морфопластичність та здатність до швидких ростових процесів.

2. Пластичність у розмноженні, яка проявляється у:

- високий відсоток схожості насіння,
- тривала життєздатність насіння.
- здатність до самосіву
- можливість гібридизації з природними видами та появи високопродуктивних гібридів
- здатність до швидкого та ефективного вегетативного розмноження

3. Здатність пристосовуватися до широкого спектру екологічних умов і зберігати на належному рівні життєздатність.

4. Здатність утворювати високопродуктивні, щільні популяції.

5. Здатність впливу на інші види у фітоценозах шляхом алелопатичної активності; б) механічне перешкоджання розмноженню інших видів,

Згідно теорії інтродукції та акліматизації В.М. Сукачова, знаючи біоекологічні особливості видів можливо передбачити результати інтродукції та успішність акліматизації. До таких

особливостей окрім вищеперерахованих можна віднести морозостійкість, посухостійкість, регенеративну здатність, характер та цикл розвитку. А на думку М.А. Кохно і О.М. Курдюк [2, 3], головною ознакою успішності інтродукції рослин треба вважати збереження здатності розмножуватися взагалі, тобто будь-якими способами. На нашу думку, поряд із наведеними ознаками велику роль відіграють природно-кліматичні умови зростання.

Таким чином, питання інвазійного потенціалу, успішності впровадження чужорідних видів рослин має загальнобіологічний характер і набуває все більшої актуальності.

Список літератури:

1. Абдулоєва О.С., Карпенко Н.І.: Обґрунтування критеріїв інвазійного потенціалу чужинних видів рослин в Україні. *Чорноморськ. Бот. ж.*, т.8, №3, 2012. С. 252- 256.
2. Кохно Н.А., Курдюк А.М. Теоретичні основи та досвід інтродукції деревних рослин в Україні. К.: Наук. думка, 1994. 184 с.
3. Кульбійський В.Л. Оцінка успішності інтродукції катальпи в умовах культури правобережного лісостепу України. *Науковий вісник*. 2006. вип. 16.3, с.21-25.

УДК 581.1

**РОСТОВІ ПРОЦЕСИ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З
ПРОДУКТИВНІСТЮ ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ ПОСУХИ**

Жук О.І., Стасик О.О.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
e-mail:zhukollga@gmail.com

Пшеницю відносять до головних продовольчих культур в Україні і світі, більшість посівів якої розташовані у зонах ризикованого землеробства. Посуха належить до головних чинників, які впливають на реалізацію потенційної продуктивності пшениці. Періодичні та тривалі посухи останніх років зменшують збір врожаю пшениці у регіонах її культивування. Одним з найбільш чутливих до дефіциту води

процесів є ріст, в основі якого у злаків лежить поділ клітин в інтеркалярних та апікальних меристемах і їх розтягнення. Сигнал про дефіцит води у ґрунті сприймає трансмембранний гістидинкіназний осмосенсор за участі Ca^{2+} -залежних протеїназ, який локалізований на зовнішній стороні плазмалемі клітин зони розтягнення [1]. Трансдукція сигналу відбувається за рахунок активації каскаду кіназ, що включають відповідні транскрипційні фактори регуляції генної експресії. Головною реакцією рослин мезофітів на недостатнє забезпечення водою є закривання продохів, що мінімізує витрати води через транспірацію, однак гальмує фотосинтетичний метаболізм через дефіцит вуглекислоти, який служить основним джерелом ресурсів у рослині. Ростові процеси потребують значного забезпечення фотоасимілятами, водою і внаслідок їх дефіциту відбувається уповільнення або повна зупинка росту. Тривалість функціонування меристем і зон розтягнення у монокарпічних рослин пшениці обмежена у часі, тому гальмування росту за умов посухи призводить до зменшення розмірів усіх елементів пагона [3]. До агрономічних критеріїв, від яких залежить реалізація продуктивного потенціалу пшениці в умовах дефіциту води у ґрунті, відносять кількість фертильних квіток, сформованих зернівок, довжину прапорцевого листка, розміри листової поверхні, стійкість листового апарату до старіння [2]. Продуктивність рослин пшениці оцінюють за кількістю зерен на рослину та їх масою. Тестування генотипів пшениці за цими критеріями дозволяє оцінити вплив посухи у критичну фазу онтогенезу на реалізацію їх потенційної продуктивності.

Нашими попередніми дослідженнями встановлено, що дія ґрунтової посухи у фазу колосіння-цвітіння спричиняла втрати врожаю рослин пшениці переважно за рахунок зменшення кількості зернівок у колосі головного та бічних пагонів [4,5]. Метою даної роботи було вивчення зв'язку ростових процесів у рослин пшениці за дії посухи з їх продуктивністю.

Об'єктами досліджень були сорти пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої Подолянка, Наталка, Дарунок Поділля, Богдана, Перлина Поділля, які вирощували в умовах вегетаційних дослідів у 2020-2022 роках. Мінеральне живлення становило N_{160} P_{160} K_{160} за діючою речовиною. Відносну вологість ґрунту у

контрольних варіантах підтримували на рівні 70% від повної вологоємкості (ПВ). У дослідних варіантах у фазі колосіння-цвітіння зменшували вологість ґрунту до 30% ПВ, яку витримували протягом 8 діб, після чого рослини повертали у режим оптимального забезпечення водою. Повторність досліду п'ятиразова. Протягом досліду визначали площу листової поверхні, масу міжвузлів, розміри пагонів. Після дозрівання рослин проводили аналіз структури врожаю. Результати оброблені статистично за допомогою програми ANOVA.

Встановлено, що дефіцит води у ґрунті у фазі колосіння-цвітіння затримував ріст пагонів у довжину у пшениці сортів Дарунок Поділля, Подолянка, Богдана, Перлина Поділля і зупиняв у пшениці сорту Наталка. Відновлення оптимального забезпечення водою переважно стимулювало ріст бічних пагонів у всіх сортів пшениці. Ріст головного пагона після припинення дії посухи відновлювався у пшениці сортів Дарунок Поділля, Подолянка. Ріст головного і бічних пагонів у контрольних і дослідних рослин цих сортів зупинявся одночасно. Лише один з бічних пагонів був близьким за розмірами до головного, інші – коротші вдвічі. У пшениці сорту Наталка відновлення росту головного пагона після припинення дії посухи не відбувалось, а кінцева довжина бічних пагонів була на 20-30% меншою ніж головного. У пшениці сортів Богдана і Перлина Поділля ріст головного пагона уповільнювався в умовах дефіциту води у ґрунті. Відновлення оптимального забезпечення водою прискорювало ріст бічних пагонів, однак їх довжина залишилась меншою на 20-30% порівняно з головним пагоном. Наростання маси міжвузлів у пшениці сортів Дарунок Поділля і Подолянка зупинялось в умовах посухи і не відновлювалось після її припинення. У пшениці сортів Наталка, Богдана і Перлина Поділля маса міжвузлів збільшувалась після оптимізації водозабезпечення рослин, однак залишалась меншою на 20-30%, ніж у рослин контрольних варіантів. У період дозрівання міжвузля рослин дослідних варіантів втрачали масу швидше, ніж у рослин контролю. Дія ґрунтової посухи у фазі колосіння-цвітіння спричиняла зменшення площі листової поверхні на 20-30 % у пшениці сортів Дарунок Поділля, Подолянка, Наталка, Богдана, яка не відновлювалась після оптимізації

водозабезпечення і скорочувалась швидше у період дозрівання у дослідних рослин порівняно з контрольними. У пшениці сорту Перлина Поділля після припинення дії посухи відбувалось незначне відновлення росту прапорцевих листків, однак площа листової поверхні дослідних рослин залишилась на 40% меншою порівняно з контрольними.

Аналіз структури врожаю виявив, що рослини контролю пшениці сортів Дарунок Поділля і Подолянка сформували по 78 зернівок на рослину, сорту Наталка -97, сорту Богдана – 110 і Перлина Поділля – 120. Рослини дослідних варіантів, які знаходились в умовах посухи у фазу колосіння-цвітіння сформували у сорту Дарунок Поділля 69 зернівок, сорту Подолянка -63, сорту Наталка -96, сорту Богдана – 105, сорту Перлина Поділля – 87 зернівок. Маса зерна на рослину у контрольних рослин сорту Дарунок Поділля становила 3,6 г, сорту Подолянка -3,7 г, сорту Наталка – 3,8 г, сорту Богдана – 2,9 г, сорту Перлина Поділля – 2,8 г, маса зерна дослідних рослин у цих сортів становила відповідно – 2,9 г, 2,5 г, 3,4 г, 2,3 г і 2,2 г.

Таким чином, погіршення водозабезпечення рослин пшениці озимої у фазу колосіння-цвітіння спричинило пригнічення ростових процесів, зменшення площі листової поверхні, маси міжвузлів, які є важливим джерелом ресурсів для формування репродуктивних органів рослин, призводить до зменшення зернової продуктивності рослин.

Список літератури:

1. Fabregas N., Fernie A.R. The metabolic response to drought *J Exp Bot.* 2019. Vol.70 (4). P.1077-1085. doi: 10.1093/jxb/ery437.
2. Mwadzingeni L., Shimelis H., Dube E., Laing D.M., Toi T. Breeding wheat for drought tolerance: progress and technologies. *Journal of Integrative Agriculture.* 2016. Vol.15 (5). P.935-943. doi: 10.1016/S2095-3119(15)61102-9.
3. Weng X. Wang L., Hu J., Du H., Xu C., Xing Y. Xiao J., Zhang Q. Grain number, plant height and heading date 7 is a central regulator of growth, development and stress response // *Plant Physiol.*-2014.-v.164.-P.735-747.
4. 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]

5. 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].

УДК 633.111.1: 632.4: 661.743.1

ІНДУКЦІЯ НЕСПЕЦИФІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ ДО ПОРАНЕННЯ

Жук І. В., Шиліна Ю. В.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
E-mail: ivzhukvi@gmail.com

Механічне пошкодження листків рослин важливих сільськогосподарських культур – це один з факторів, що сприяє розвитку й поширенню фітопатогенних інфекцій. Індукція неспецифічної стійкості рослин до інфікування патогенами можлива за допомогою біотичних еліситорів, що дозволяє зменшити втрати врожаю й уникнути екологічних ризиків забруднення навколишнього середовища отрутохімікатами. Нашими попередніми роботами показано ефективність низькомолекулярних органічних кислот в якості біотичних еліситорів, індукторів неспецифічної стійкості до грибних фітопатогенів та можливість використання при цьому в якості критерія біохімічного критерія вміст ендogenous пероксиду водню [1]. Також нами досліджена стимуляція комплексної толерантності до абіотичних стресових факторів у пшениці із застосуванням донору сигнальної молекули та органічної кислоти, яка попередньо показала свою ефективність як біотичного елісатора [2]. Застосування індукторів неспецифічної стійкості до патогенів у якості захисту від негативних наслідків абіотичних стресів у рослин можливе завдяки тому, що мережі сигнальних шляхів, що активізуються у відповідь на дію стресового фактору, включають в себе ті самі антиоксидантні системи [5]. Рецепція сигналу про пошкодження рослинних тканин запускає відповідь, однак при складних зовнішніх умовах ця відповідь може бути неадекватною – наприклад, індукція

клітинної загибелі при тривалому стресовому навантаженні має негативний вплив на врожайність або неповна реалізація адаптивного потенціалу рослин може призвести до недостатньої компенсації отриманої шкоди. Зміни клімату, які потребують пошуку нових рішень для мінімізації втрат важливих сільськогосподарських культур, саме і є причиною того, що вже існуючі сорти та різновиди культурних рослин можуть опинитись під загрозою надмірного стресового навантаження [4]. Використання сучасних технологій для модифікації стійкості рослин зокрема й на генетичному рівні може зіткнутись з труднощами у практичній реалізації цього при застосуванні у польових умовах [4]. Таким чином, індукція неспецифічної стійкості може бути перспективним шляхом для реалізації продуктивного потенціалу важливих сільськогосподарських культур. Однак пошук індукторів з максимальною ефективністю та механізми індукованої стійкості потребують подальшого вивчення. Раніше нами коєва кислота вже використовувалась в якості біотичного елісатора при ураженні пшениці збудником септоріозу, і показана її ефективність та індуковані нею зміни пулу ендогенного пероксиду водню порівняно із іншими органічними кислотами в якості елісаторів [1].

Тому метою нашої роботи було дослідження індукції неспецифічної стійкості пшениці до поранення шляхом обробки коєвою кислотою. Сорти пшениці м'якої озимої *Triticum aestivum* L. Куяльник та Одеська 267 вирощували у водній культурі до фази двох листків. Після чого рослини обробляли 0,5М водним розчином коєвої кислоти та наносили пошкодження. Пошкодження наносили пластиком на поверхню листків. Вміст пероксиду водню визначали в листках пшениці спектрофотометрично сульфатно-титановим методом [3]. Результати оброблені статистично.

Показано, що у пшениці озимої сорту Куяльник обробка коєвою кислотою вже у першу годину після поранення індукувала зростання рівня ендогенного пероксиду водню до контролю, у той час як необроблені рослини мали різке зниження вмісту пероксиду водню в листках при пораненні. Впродовж наступної доби у сорту пшениці озимої пул ендогенного пероксиду водню в поранених листках залишався на суттєво

зменшеним, порівняно до контрольного варіанту, у той час як вплив коєвої кислоти при раневому стресі стимулював підвищення рівня пероксиду водню. Однак через 48 годин оброблені й необроблені рослини при раневому стресі практично зрівнялись за показником вмісту пероксиду водню в листках. Через 72 години відбулось знову зростання вмісту пероксиду водню в оброблених водним розчином коєвої кислоти рослинах пшениці сорту Куяльник, а у варіанті з пошкодженнями листків без попередньої обробки індуктором неспецифічної стійкості рівень ендогенного пероксиду водню наблизився до контрольного. Після 96 годин з початку стресового впливу поранення на рослини коєва кислота стабілізувала рівень пероксиду водню в листках на рівні, ближчому до контролю, ніж без дії стресу. При цьому коєва кислота у неушкоджених рослин знижувала вміст пероксиду водню в листках.

У сорту пшениці озимої Одеська 267 коєва кислота також стимулювала різке зростання рівня пероксиду водню в поранених листках у першу ж годину стресового впливу. При цьому відмінність між контрольним та стресовим варіантом у сорту Одеська 267 впродовж перших 24 годин стресу була менш виражена, ніж у сорту Куяльник. Лише через 48 годин після дії стресу пул ендогенного пероксиду водню знижувався в листках пшениці сорту Куяльник, однак попередня обробка коєвою кислотою до 72 годин у поранених рослин підтримувала вміст пероксиду водню на підвищеному рівні порівняно з необробленими пошкодженими.

Таким чином, обробка коєвою кислотою стимулювала неспецифічну стійкість до поранення у пшениці озимої сортів Куяльник та Одеська 267. Показано, що хоча сорти відрізнялись за динамікою реакції на стрес, однак в обох коєва кислота підтримувала активність антиоксидантної захисної системи у пошкоджених листках за пулом ендогенного пероксиду водню як сигнальної молекули. Отже, коєва кислота є ефективним індуктором неспецифічної стійкості до поранення у пшениці та може бути складовою комплексного захисту рослин від абіотичних та біотичних стресів.

Список літератури:

1. Жук І. В., Дмитрієв О. П., Шиліна Ю. В., Лісова Г. М.,

- Кучерова Л. О. Оцінка ефективності органічних кислот в якості біотичних елісаторів за змінами пулу ендogenous пероксиду водню *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2020. Т. 26. С. 202 – 206.
2. Жук І. В., Шиліна Ю. В., Дмитрієв О. П. Дія біотичного елісатору та донору NO у комплексному захисті рослин пшениці від гіпоксії та поранення *Фактори експериментальної еволюції організмів*, 2022 Т. 30. С.73-78
 3. Chen L.-M., Kao Ch.-H. Effect of excess copper on rice leaves: evidence involvement of lipid peroxidation. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 1999. Vol. 40. P. 283–287.
 4. Eckardt N. A., Ainsworth E. A., Bahuguna R. N. et al. Climate change challenges, plant science solutions. *The Plant Cell*. 2023. Vol. 35, Is. 1. P. 24–66.
 5. Vega-Muñoz I., Duran-Flores D., Fernández-Fernández Á. D., Heyman J., Ritter A., Stael S. Breaking. Bad news: dynamic molecular mechanisms of wound response in plants *Frontiers in Plant Science* 2020. V.11.

УДК 581.198:[577.152.111+661.49]+57.022:58.032

**УЧАСТЬ АЛКОГОЛЬДЕГІДРОГЕНАЗИ ТА ПЕРЕКИСУ
ВОДНЮ В АДАПТАЦІЇ HYDROCOTYLE VERTICILLATA
ДО ЗАТОПЛЕННЯ**

Козеко Л.Є., Овчаренко Ю.В., Кордюм Є.Л.

Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України
E-mail: cellbiol@ukr.net

Проблема стійкості онтогенезу рослин у варіабельному зовнішньому середовищі, якого вони не можуть уникнути внаслідок нерухомого способу життя, залишається першочерговою проблемою біології та екології рослин в сьогоднішніх умовах посилення антропогенного пресингу та прогнозу глобальних змін клімату, який передбачає екстремальні підвищення температури повітря та, як наслідки, ґрунтову посуху та повені. Затоплення ґрунту швидко виснажує кисень та знижує окислено-

відновний потенціал ґрунту; таким чином коріння відчують нестачу кисню і аеробне дихання коренів різко зменшується. Як добре відомо, у відповідь на нестачу кисню в умовах надмірного зволоження ґрунту та затоплення в рослинах відбуваються різноманітні структурні, фізіологічні та метаболічні зміни [5]. Широко обговорюється критична роль енергетичного метаболізму в стійкості рослин до зниження кисню [3,4], оскільки рослини більш толерантні до затоплення мають активніший шлях анаеробного бродіння. Одним із важливих показників стійкості рослин до зволоження вважається активність алкогольдегідрогенази (АДГ) і піруватдекарбоксилази, які є ключовими ферментами етанолового бродіння. Як під час затоплення, так і в умовах нестачі води значно посилюється у рослинних тканинах виробництво активних форм кисню (АФК), які можуть спричиняти окислювальне пошкодження білків, ліпідів і ДНК та водночас бути ключовими сигнальними молекулами в реакціях клітин на різні стресові стимули [1,2]. Перекис водню, як компонент АФК, бере участь у відповідях рослин на різноманітні екологічні стреси, зокрема на дефіцит або надлишок води, модулюючи експресію багатьох генів, включаючи ті, що кодують антиоксидантні ферменти.

Hydrocotyle verticillata (родина Araliaceae) походить із Північної та Південної Америки та поширений у водоймах Азії та Австралії, цікавий тим, що рослини можуть зростати на вологому березі як наземні рослини, залитому водою ґрунті як повітряно-водні, а також повністю зануреними у воду, вкоріненими або плаваючими як справжні водні рослини. Міжвузля розташовані по черзі на довгому стеблі, що стелиться. У кожному вузлі знаходиться кілька округлих зонтикоподібних листків світло або яскраво зеленого кольору до 3 см в діаметрі з черешками до 10 см у довжину та тонкі корені із шизогенною аеренхімою. В літературі описано морфологічні та анатомічні ознаки листків та

коренів цього виду, проте відсутні дані щодо функціональних ознак при зростанні рослин у різних умовах. Ми вперше провели експерименти з моделюванням різного водного режиму та дослідили АДГ та перекис водню в експериментальних рослинах із використанням біохімічних та гістохімічних методів (нативний електрофорез, Вестерн-блот, гістохімічне забарвлення 3,3-діамінобензидином).

Рослини *Hydrocotyle verticillata* отримані з колекції тропічних рослин Національного ботанічного саду імені Гришка НАН України. Відрізки стебла (клони) однієї рослини з 1 або 2 вузлами висаджували в горщики, наповнені добре зволеним ґрунтом (80% свіжої маси), і вирощували як наземні рослини. Через один місяць ці рослини піддавалися різним водним умовам: 1) затоплення ґрунту, 2) повне занурення, 3) дефіцит води, коли наземні рослини піддавалися прогресивному висиханню ґрунту з наступною регідратацією.

Чітко показано, що рослини *H. verticillata* дуже чутливі до дефіциту води та водночас дуже стійкі до надлишку води, аж до повного занурення. Наземні рослини та рослини в експерименті із затопленням ґрунту характеризувались високим вмістом АДГ у верхівках коренів та низьким вмістом у листках, що характерно для рослин, які ростуть при високій (~80%) вологості ґрунту, що може викликати кореневу гіпоксію, а також підтверджує, що найбільш чутливими до надходження кисню є меристематичні клітини, що ростуть розтягом. Повне занурення викликало значну активацію синтезу АДГ у листках, починаючи з 1-го дня занурення, що забезпечувало високу витривалість рослин до існування під водою протягом тривалого часу. Гістохімічне забарвлення ДАБ показало, що H_2O_2 не виявлялось в листках наземних рослин за перезволоження та затоплення ґрунту, що свідчить про їх адаптацію до таких умов. Активна

продукція H_2O_2 спостерігалася у верхівках коренів і листках повністю занурених рослин після 5 днів занурення і досягала значного рівня на 10 добу, при цьому листки залишалися життєздатними. Найінтенсивніше забарвлювалися краї листків, які втратили тургор, у наземних рослин після двох годин водного дефіциту. Ми припускаємо, що підвищення вмісту перекису водню в повністю занурених рослинах може розглядатися як важлива «окислювальна сигналізація» та посилювати стійкість до водного стресу шляхом модулювання експресії генів, пов'язаних із толерантністю до умов середовища [1,2], а також як «окислювальний стрес» за дефіциту води, що призводить до загибелі рослин.

Вважаємо, що адаптація *N. verticillata* до повного занурення у воду забезпечується значною та тривалою індукцією синтезу АДГ у листках шляхом перемикання енергетичного метаболізму на анаеробний. Біологічні особливості цього виду дозволяють рекомендувати його як модельну рослину з унікальним діапазоном толерантності для досліджень механізмів толерантності рослин до водного стресу, від затоплення до дегідратації.

Список літератури:

1. Foyer C., Noctor G. Oxidant and antioxidant signaling in plants: a reevaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. *Plant Cell Environ.* 2005, 28, 1056–1071. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2005.01327.x>
2. Hossain M., Burritt D., Fujita M. Cross-stress tolerance in plants: molecular mechanisms and possible involvement of reactive oxygen species and methylglyoxal detoxification systems. in: *Abiotic Stress Response in Plants*. 2016, 327–380. DOI:10.1002/9783527694570.ch16
3. Pan J., Sharif R., Xu X., Chen X. Mechanisms of waterlogging tolerance in plants: research progress and prospects. *Front. Plant Sci.*, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.627331>
4. Sachs M., Vartapetian B. Plant anaerobic stress. I. Metabolic

adaptation to oxygen deficiency. *Plant Stress*. 2007, 1, 123–135.

5. Voesenek L., Bailey-Serres J. Flood adaptive traits and processes: an overview. *New Phytol.* 2015, 206, 57–73. doi: 10.1111/nph.13209

УДК 631.8 + 635.652

ВПЛИВ ДОБРИВА ФУЛЬВОГУМІН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

Конончук О. Б., Барановський В. С.

Тернопільський національний педагогічний
університету імені Володимира Гнатюка

E-mail: kononchuk@chem-bio.com.ua; baranovskyj@chem-bio.com.ua

Квасоля звичайна є важливою сільськогосподарською рослиною, що вирощується переважно на харчові цілі. Продовольча цінність культури визначається високим вмістом легкозасвоювальних білків, що наближені до тваринних протеїнів, наявністю незамінних амінокислот, вітамінів та інших поживних речовин. Зокрема, насіння квасолі містить 22-32% білків, 50-60% крохмалю, 5-7% клітковини, 2,3-3,6% жирів, вітаміни А, В тощо [1].

Однак, не дивлячись на цінність квасолі, її площі в Україні незначні – біля 20 тис. га та середня врожайність зерна 10-13 ц/га, що не відповідає потенціалу культури і не може забезпечити потреби у продукції [1].

Одним із екологічних напрямків підвищення продуктивності рослин є застосування на їх посівах добрив на основі гуматів, до яких належить Фульвогумін – вітчизняне, рідке, комплексне, органо-мінеральне добриво для обробки насіння та для позакореневого підживлення. В основі препарату покладено синергічну взаємодію продуктів на основі солей фульво- і гумінових кислот, макро- та мікроелементів у хелатній формі та біологічно активні речовини. Добриво містить: N – 0,1-3,0%, P₂O₅ – 0,1-2,5%, K₂O – 0,1-4,0%, Карбон загальний – 16,0-18,0%, Карбон гумінових кислот – 0,1-4,0%, Карбон фульвокислот – 12,0-15,0%, органічна речовина – 40,0-90,0% [2,

3].

Дворазове позакореневе підживлення 1 л/га добривом квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) сорту Буковинка у стадіях росту ВВСН 51-55 і 71-73, яка вирощувалась на чорноземі типовому, виявило значний стимулюючий ефект на продуктивність культури. Біологічний урожай зерна досліджуваного сорту за дії Фульвогуміну зростав на 4,4 ц/га, порівняно з контролем (21,3±0,4 ц/га).

Аналіз елементів продуктивності показав, що у досліджуваній 2021 р., підвищення урожаю зерна квасолі за дії добрива відбувалось за рахунок стимулювання ростових процесів й активізації формування генеративних органів у рослин. Так, під час збирання урожаю, біологічна маса надземної частини культури без листя зростала на 22,1% до контролю (34,0±0,9 ц/га), висота рослин – на 7,4% (35,2±0,8 см), довжина бобів – 8,6% (8,1±0,1 см). Найзначніше підвищувалась маса насіння на одну рослину – 37,0%, порівняно з контролем – 4,6±0,2 г, за рахунок більшої на 19,2% кількості бобів на рослину (контроль 5,2±0,2 шт.), їх озернення – 6,7% (4,5±0,1 шт.), а відтак і на 27,0 % вищої загальної кількості насінин на рослину (23,3±1,1 шт.) та на 5,8% їх вагомості (199,4±3,4 г).

Отже, комплексне органо-мінеральне добриво Фульвогумін під час позакореневого підживлення рослин квасолі, яка вирощується на чорноземі типовому, позитивно впливає на її продуктивність та може пропонуватись до застосування, як елемент технології.

Список літератури:

1. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. 5-е вид., виправ., доповн. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
2. Аграрії разом. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/derzhavnyj-reyestr-pestycydiv-agrohimikativ> (дата звернення: 28.03.2023).
3. Гумати – правильний вибір. *АгроЕліта*. 2020. URL: <https://agroelita.info/gumaty-pravylnyj-vybir/> (дата звернення: 28.03.2023).

**ГРУНТОВА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ЯБЛУНІ (*MALUS MILL.*)
ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕРМІНІВ ТА СПОСОБІВ СІВБИ**

Конопелько А. В.

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України
E-mail: konopelko_alla@ukr.net

Насінне розмноження сприяє збагаченню та збереженню генетичного різноманіття. Завдяки перекомпонуванню хромосом і окремих генів у процесі формування статевих клітин і запліднення, утворюються генетично неповторні та унікальні особини, які відрізняються від родителів, на відміну від нестатевого розмноження та рослин-клонів, що переважно є менш стійкими проти стресових чинників довкілля [1]. Насінне розмноження є важливим для виконання інтродукційних робіт та селекційних програм. Краще розгалужена коренева система та крона сіянців, вища стійкість наступних поколінь проти несприятливих чинників довкілля, хвороб та шкідників, порівняно вища довговічність рослин є перевагами використання насінного способу розмноження [2].

Яблуня (*Malus Mill.*) — рід родини *Rosaceae Juss.*, об'єднує понад 50 видів, підродини *Amygdaloideae Arn.*, підтриби *Malinae Rev.* (колишня підродина *Maloideae C. Weber*), що належать переважно до листопадних дерев середньої величини, рідше кущів, поширених у помірному і помірно-теплому кліматі Північної Півкулі. Представники роду відомі широкому загалу передусім як плодові рослини, хоча все більший інтерес виникає до видів та сортів з дрібними плодами, що не лише вирізняються своїми декоративними властивостями, а й поєднують у собі комплекс ознак стійкості проти несприятливих чинників довкілля, шкідників та збудників хвороб. Рід *Malus* об'єднує алогамні рослини з моногенним гаметофітним контролем самонесумісності, однак з невеликою кількістю самоплідних, тобто здатних зав'язувати плоди чи навіть власне самофертильних форм — здатних зав'язувати насіння у цих плодах внаслідок авто- та/або гейтоногамії. За використання насінного способу розмноження, слід враховувати, що формування насіння в яблуні, як і всіх покритонасінних рослин,

відбувається найчастіше внаслідок статевого процесу, тому спостерігають генетичну неідентичність насінного потомства [3, 4].

Сіянці яблуні є цінним підщепним матеріалом. Як посухостійку підщепу на солончаково-лужних ґрунтах північно-західного Китаю використовують сіянці *M. halliana*. Сіянці *M. fusca* можуть бути використані як підщепу у заболочених місцях. Найбільш стійкими до різноманітних стресових чинників довкілля вважають сіянці *M. baccata*, які окрім цього, мають властивості карликової підщепи.

За основу для нових сортів декоративної яблуні дотепер переважно використовують потомство від вільного запилення. Саме тому багато відомих у світі декоративних та плодкових сортів мають невідоме походження, з-поміж них ‘Delicious’ (‘Hawkeye’), ‘Golden Delicious’, ‘McIntosh’, ‘Jonathan’, ‘Rome Beauty’ та ‘Northern Spy’, які були використані для подальшої гібридизації [5].

Об’єктами дослідження впродовж 2016–2022 рр. були види *M. baccata* (L.) Borkh., *M. ×floribunda* Siebold Ex Van Houtte, *M. halliana* Koehne, *M. niedzwetzkyana* Diek ex Koehne, *M. ×purpurea* (E. Barbier) Rehder з колекції Національного дендрологічного парку «Софіївка». Насіння місцевої репродукції висівали у два терміни: осінній, за якого насіння проходило природну стратифікацію, та весняний, після стратифікації у зволоженому піску в лабораторних умовах. Тривалість стратифікації, що забезпечувала найвищу схожість та енергію проростання насіння для *M. baccata* була необхідна впродовж 26–31 доби, *M. ×purpurea* 21–31 добу, *M. ×floribunda* — 50–60 діб, *M. halliana* — 55–65 діб, *M. niedzwetzkyana* — 85–95 діб.

Найвищі середні показники схожості за осінньої сівби були у насіння *M. niedzwetzkyana* ($46,0 \pm 25,4\%$) та *M. baccata* ($42,4 \pm 18,4\%$), дещо нижчими — у *M. ×floribunda* ($29,0 \pm 18,6\%$), *M. ×purpurea* ($17,0 \pm 16,7\%$) та *M. halliana* ($12,8 \pm 12,8\%$). Вищу схожість, залежно від виду, на 2,0–17,8% ($\bar{x}=7,8\%$), спостерігали за весняної сівби (друга–третя декада квітня) стратифікованим насінням. Найкращих результатів вдалося досягнути застосувавши стратифікацію з поетапним перенесенням пророслого насіння з середовища стратифікації у контейнери з

грунтом, що забезпечувало на 32,0–55,0% (\bar{x} =44,2%) вищу схожість насіння, порівняно з осінньою сівбою. Однак, сіянці, отримані з насіння, висіяного восени перевищували за біометричними показниками сіянці, отримані за весняної сівби стратифікованим насінням: на 34,0% за висотою, на 25,2% за глибиною залягання кореневої системи, на 22,9% за діаметром кореневої шийки та на 28,4% за кількістю листків.

Зважаючи на трудоємність процесу вилучення насіння із плодів, нами був випробуваний спосіб осінньої сівби насіння з оплоднем для *M. halliana* та *M. ×purpurea*. Для дослідження брали плоди після початку їх достигання у трьох варіантах — насіння у плодах з твердим оплоднем, насіння у плодах з м'яким оплоднем та контроль (сівба насінням). Враховуючи середню кількість насінин у плоді, визначали ґрунтову схожість. Відсоток пророслого насіння за сівби твердими плодами істотно не відрізнявся від відсотка схожості за сівби насінням. Сівба з використанням м'яких плодів призводила до зменшення схожості насіння яблуні вдвічі.

Залежно від мети роботи можна використовувати різні терміни та способи сівби насіння яблуні. Найвища схожість насіння представників *Malus* забезпечувалася поетапним перенесенням насіння із середовища стратифікації у контейнери з ґрунтом. Цей спосіб доцільно використовувати у роботі з селекційним матеріалом. За осінньої сівби насінням або ж насіння з оплоднем схожість знижувалася у 2–3 рази, порівняно з весняною сівбою, однак біометричні показники сіянців були вищими. Для отримання підщеп, зменшення витрат праці на зберігання, стратифікацію чи вилучення насіння яблуні із плодів можна рекомендувати осінню сівбу.

Список літератури:

1. Piotto V. & Di Noi A. Seed propagation of Mediterranean trees and shrubs. 2003. 120 p.
2. Колесніченко О. В., Слюсар С. І., Якобчук О. М. Методичні рекомендації з розмноження деревних декоративних рослин Ботанічного саду НУБіП України. 2008. 55 с.
3. Опалко А. І. & Опалко О. А.. Проблеми і перспективи селекційно-генетичного вдосконалення яблуні (*Malus*

- Mill.). *Фактори експериментальної еволюції організмів*, 2015. Т. 16. С. 141–146.
4. Конопелько, А. В. Особливості репродуктивної біології представників роду *Malus* Mill. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, 2020. Т. 16. С. 96–112.
 5. Forsline P. L., Aldwinckle H. S., Dickson E. E., Luby J. J., Hokanson S. C. Collection, maintenance, characterization, and utilization of wild apples of Central Asia. *Horticultural Reviews*, 2003. Vol. 29. P. 1–62.

УДК 632.913

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ФІТОСАНІТАРНОГО РИЗИКУ ПОШИРЕННЯ КАРАНТИННИХ ВИДІВ

**Лисовський Р. Ю., Прокоп'як М. З., Майорова О. Ю.,
Голіней Г. М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

Вагоме значення під час вирощування рослинницької продукції відіграє дотримання заходів, які пов'язані із недопущенням поширення карантинних організмів. Їх поява на новій території, де немає природних ворогів, може сприяти значному зниженню урожайності вирощуваної культури. Відомо, що внаслідок впливу шкідливих карантинних організмів національні виробники втрачають щорічно понад 30 % валових зборів урожаю. Небезпечні шкідливі організми, які підлягають регулюванню, включені до «Переліку регульованих шкідливих організмів», затвердженого наказом Мінагрополітики України, у якому є карантинні організми, відсутні в Україні, карантинні організми, обмежено поширені в Україні, регульовані карантинні шкідливі організми. Вірогідність інтродукції або поширення шкідливого організму і масштаб пов'язаних з цим потенційних економічних наслідків є фітосанітарним ризиком. Аналіз фітосанітарного ризику (АФР) – процес оцінки біологічних або інших наукових й економічних даних з метою визначення необхідності регулювання шкідливого організму і суворості фітосанітарних заходів проти нього. Здійснення якісного і

правильно АФР є підґрунтям науково обґрунтованого захисту рослин від карантинних шкідників. Він включає оцінку імовірності проникнення для основного шляху поширення, потенційну економічну шкодочинність і ймовірність акліматизації. З використанням АФР проводиться оцінка наукових даних задля встановлення того, чи є організм шкідливим. Якщо відповідь на це питання позитивна, аналіз визначає ймовірність інтродукції й поширення шкідливого організму, що розглядається, і величину потенційних економічних наслідків у певній зоні з використанням біологічних або інших наукових і економічних даних [1–4].

Розвиток торговельних відносин України з багатьма країнами світу створює потенціальну небезпеку ввезення карантинних й інших небезпечних шкідників, хвороб рослин і бур'янів. Це викликає багато питань щодо шкідливих організмів, що потрапляють з імпортованими вантажами, для яких не встановлений статус, як карантинного, не визначене їх значення для рослинних ресурсів України. Все це потребує оцінки небезпеки адвентивних видів шкідливих організмів для певної території країни, їх економічного і соціального значення.

В Україні сільськогосподарські культури пошкоджує понад три тисячі видів із різних систематичних груп тваринного світу, а значною шкідливістю відзначається близько 480 видів, близько 90 % з них належить до класу Комахи [1–4]. Одними із найпоширеніших карантинних шкідників в Україні є західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) і американський білий метелик (*Hyphantria cunea* Drury.). Тому, актуальним є проведення аналізу фітосанітарного ризику поширення карантинних видів комах на території України.

Метою роботи було дослідження особливостей аналізу фітосанітарного ризику і проведення АФР регульованих карантинних організмів (на прикладі західного кукурудзяного жука, американського білого метелика). Дослідження ґрунтувалися на узагальнених результатах фітосанітарного моніторингу поширення регульованих шкідливих організмів (американський білий метелик, західний кукурудзяний жук) на території України і Тернопільської області за даними Управління фітосанітарної безпеки Головного управління

Держпродспоживслужби, а також Управління фітосанітарної безпеки Головного управління Держпродспоживслужби в Тернопільській області. Моніторинг фітосанітарного стану агроценозів проводився за загальноприйнятими методиками [5]. Моніторинг здійснювали методом маршрутних обстежень і з використанням синтетичних статевих феромонів у посівах кукурудзи. Огляд феромонних пасток державні фітосанітарні інспектори проводили із вибіркою комах на фільтрувальний папір, пробірку або чашку Петрі. Види комах розпізнавали за допомогою визначників. Отримані результати спостережень й обліків оброблялись широкоапробованими методами біологічної й агрономічної статистик.

Для кількісного аналізу фітосанітарного ризику проникнення і поширення західного кукурудзяного жука на території Тернопільської області використано схему проведення АФР згідно 6, 7, 8. Розрахунок середньозважених показників імовірності проникнення, імовірності акліматизації, потенційної економічної шкодочинності, імовірності інтродукції і потенційних втрат здійснювали за формулами [6].

Нами досліджено особливості і проведено аналіз фітосанітарного ризику регульованих карантинних організмів (на прикладі західного кукурудзяного жука, американського білого метелика), які поширені у Тернопільській області. Проведений кількісний аналіз можливості акліматизації і поширення західного кукурудзяного жука показав, що він належить до карантинних організмів і потребує застосування всіх фітосанітарних заходів щодо стримування й обмеження його поширення територією Тернопільської області. Унаслідок проведення кількісного аналізу можливості акліматизації і поширення американського білого метелика встановлено, що шкідник належить до карантинних організмів, а кліматичні умови Тернопільської області і наявна кормова база сприятимуть розвитку шкідника, тому, він, очевидно, збільшуватиме чисельність. Кількісне оцінювання фітосанітарного ризику *Diabrotica virgifera virgifera* показали високі значення ймовірності проникнення (5,568), акліматизації (6,626) і потенційно економічної шкідливості (5,496). При цьому потенційна шкода становить 2,028. Високий ступінь акліматизації

(6,626) і натуралізації *D. virgifera virgifera* на території України в майбутньому може призвести ще до більших втрат урожайності кукурудзи звичайної і зниження біорізноманіття фітоценозів. Кількісне оцінювання фітосанітарного ризику *Nyphantria cunea* показали доволі високі значення ймовірності проникнення (6,5), потенційної економічної шкідливості (7,5), акліматизації (6,48). Потенційна шкода становить 3,159. Унаслідок проведення кількісного аналізу можливості акліматизації і поширення американського білого метелика встановлено, що шкідник належить до карантинних організмів і потребує застосування всіх фітосанітарних заходів щодо обмеження його поширення територією Тернопільської області. Кліматичні умови Тернопільської області і наявна кормова база сприятимуть розвитку *N. cunea*, тому, він, очевидно, збільшуватиме чисельність.

Отже, нами досліджено особливості і проведено аналіз фітосанітарного ризику регульованих карантинних організмів (на прикладі західного кукурудзяного жука, американського білого метелика), які поширені у Тернопільській області.

Список літератури:

1. Міжнародні стандарти з фітосанітарних заходів МСФЗ № 23 вказівки щодо огляду. Секретаріат Міжнародної конвенції із захисту рослин Продовольча та сільськогосподарська організація Об'єднаних націй (ФАО). Рим, 2005. URL: <https://gudpss-zp.gov.ua/post/16/23.pdf> (дата звернення: 02.01.2023).
2. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур / Й. Т. Покозій та ін. : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2010. 223 с.
3. Про внесення змін до Закону України «Про карантин рослин». Від 19.01.2006 № 3369-IV. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T063369?an=551> (дата звернення: 20.01.2023).
4. Про затвердження Положення щодо здійснення аналізу ризиків для розробки та/або перегляду фітосанітарних заходів. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Наказ 11.06.2012 № 339. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1081-12#Text> (дата

- звернення: 20.01.2023).
5. Станкевич С. В., Забродіна І. В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур : навч. посібник. Харків : ФОП Бровін О.В., 2016. 216 с.
 6. Сухомлін К., Коширець В., Зінченко М., Зінченко О., Білецький Ю. Сучасний стан популяції західного кукурудзяного жука *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) на території Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2019. Т. 3 (387). С. 72–80.
 7. Framework for pest risk analysis. FAO. 2017. URL: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/en/2016/01/LSPM_02_2007_En_2015-12-22_PostCPM10_InkAmReformatted.pdf (дата звернення: 06.03.2023).
 8. Pest risk analysis. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPMs) to guide and assist with PRA. 2019. URL: <https://www.ippc.int/en/core-activities/capacity-development/phytosanitary-system/pest-risk-analysis/praispms/#a> (дата звернення: 06.03.2023).

УДК 58.0826069.53+908(477)

РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ІТАЛІЇ

**Лукашук О.Е., Гуменюк Г.Б., Хоменчук В. О., Волошин О. С.,
Трач О.І.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
gumenjuk@chem-bio.com.ua

В Італії розвиток органічного землеробства є важливим напрямком розвитку сільського господарства. В країні діє національна програма з органічного сільського господарства, яка сприяє розвитку органічного землеробства та забезпечує підтримку фермерів, які переходять на органічний виробничий процес. Зокрема, у Італії існує програма "Biodistretti", яка допомагає впровадженню системи органічного землеробства на місцевому рівні [1]. Ця програма спрямована на розвиток

стійкого землеробства та економіки, забезпечуючи фермерам технічну та фінансову підтримку. Італійська урядова програма передбачає заборону використання пестицидів та хімічних добрив в господарствах. Замість цього, фермери використовують натуральні методи для боротьби з шкідниками та хворобами рослин, такі як використання біологічних засобів захисту, компостування та мульчування ґрунту. У країні також популярні різноманітні методи біологічного землеробства, такі як вирощування культур на підстилці, біодинамічне землеробство та пермакультура.

В Італії також існує активна співпраця між університетами, дослідними центрами та фермерами з метою розвитку і впровадження нових технологій в органічному землеробстві. Така співпраця дозволяє досліджувати та впроваджувати нові методи вирощування культур, які сприяють підтримці родючості ґрунту та збільшенню врожайності. Наприклад, національний інститут агроєкології (INEA) співпрацює з фермерськими господарствами для впровадження технологій органічного землеробства та збереження родючості ґрунту. Крім того, у країні діють різноманітні організації та асоціації, які займаються розвитком органічного землеробства. Наприклад, "Асоціація органічного землеробства" (AIAB) - це організація, що об'єднує фермерів, дослідників та експертів, які працюють в галузі органічного землеробства та сприяють розвитку цієї галузі [1]. У країні діє система сертифікації для органічного сільського господарства, яка дозволяє споживачам купувати органічні продукти з впевненістю в їх якості та безпеці для здоров'я. Усі органічні продукти підлягають сертифікації та мають бути вирощені згідно зі стандартами Європейського Союзу щодо органічного землеробства. Також в Італії діє програма "Agroecology", яка спрямована на створення екологічно чистих, стійких та інноваційних систем вирощування культур. Ця програма включає розробку нових методів вирощування культур, що забезпечують підтримку біологічної різноманітності та збереження родючості ґрунту [3].

Загалом, Італія прагне стати лідером в органічному землеробстві в ЄС. Країна є однією із найбільших виробників органічних продуктів в Європі. У 2020 році виробництво

органічних продуктів в країні досягло 15 млн тон, що складає більше 20% загального виробництва органічної сільськогосподарської продукції в ЄС. Це свідчить про високий рівень розвитку органічного землеробства в країні та підтримку держави цієї галузі. В Італії також діє ряд законодавчих актів, що стимулюють розвиток органічного землеробства. Наприклад, держава надає фінансову підтримку фермерам, які переходять на систему органічного землеробства та надає допомогу в отриманні сертифікатів відповідності. Також існують закони, які регулюють використання хімічних добрив та пестицидів з метою забезпечення стійкого землеробства та збереження родючості ґрунту [2]. Органічне землеробство є необхідним компонентом сталого розвитку аграрного сектору та економіки в цілому, що дозволяє Італії займати лідерські позиції в галузі землеробства та продовольства в світі. У підсумку можна сказати, що Італія є однією з країн, яка активно розвиває органічне землеробство. Державна підтримка, активна співпраця між університетами та фермерами, наявність програм та організацій, що сприяють розвитку органічного землеробства, дозволяють Італії займати лідируючі позиції в цих галузях.

Продовження такої політики сприятиме розвитку стійкого землеробства, збереженню біорізноманіття та родючості ґрунту, зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, забезпеченню якісної та екологічно чистої продукції, а також розвитку економіки країни в цілому.

Список літератури:

1. AIAB (Associazione Italiana per l'Agricoltura Biologica) URL: <http://www.aiab.it> (дата звернення 25.04.2023).
2. Міністерство сільського господарства, харчування та лісового господарства Італії (Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali) URL: <https://www.politicheagricole.it/> (дата звернення 25.04.2023).
3. Національний інститут агроекології (Istituto Nazionale di Agronomia) URL: <https://www.inea.it> (дата звернення 25.04.2023).

**ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ
НА РІСТ ТА БІОСИНТЕТИЧНУ АКТИВНІСТЬ РОСЛИН
САЛАТУ**

**Матвєєва Н.А.¹, Хархота М.А.², Дуплій В.П.¹,
Богданович Т.А.¹, Авдєєва Л.В.², Бриндза Я.³**

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

² Інститут мікробіології і вірусології НАН України, Київ, Україна

³ Словацький сільськогосподарський університет у Нітрі, Нітра,
Словаччина

E-mail: duplijv@icbge.org.ua

Сполуки природного походження, що використовують для внесення у ґрунт або для обробки рослин з метою пришвидшення росту, покращення засвоєння поживних речовин та підвищення стійкості до дії негативних факторів довкілля, визначають як біостимулятори. Ці сполуки можуть синтезуватися різними живими організмами, у тому числі рослинами та мікроорганізмами, або утворюватися внаслідок тривалих геологічних процесів. Зокрема, біостимуляторами є речовини, отримані з екстрактів морських водоростей, гумінові кислоти, а також мікроорганізми (наприклад, мікоризні гриби та бактерії). Так, численними дослідженнями встановлено позитивний вплив гумінових кислот на ріст та біосинтетичну активність рослин [1]. Також було виявлено біоактивність як окремих видів бактерій, так і сполук, що вони синтезують [2]. Використання таких природних стимуляторів росту рослин є важливою стратегією ведення сільського господарства, оскільки дозволяє уникнути забруднення токсичними хімічними сполуками.

У цій роботі було проведено дослідження впливу двох видів природних біостимуляторів (альгініту та культурального середовища бактерій *Priestia endophytica*) на рослини *Lactuca sativa* L. в умовах *in vitro*.

Альгінит є органічно-бітумінозною породою з різними органічними та неорганічними компонентами, що відклалися разом із глинами під час поствулканічних викидів протягом давніх геологічних періодів [3]. Вказаний екстракт з альгініту

було надано Словацьким сільськогосподарським університетом у Нітрі. Використовували продукт ALGEXr-2 із природного альгініту, який було створено дослідницькою групою з Інституту агрономічних наук факультету агробіології та харчових ресурсів Словацького сільськогосподарського університету в Нітрі.

Для отримання культуральної рідини бактерії *P. endophytica* UCM В-7515 з Національної колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології НАН України (Київ, Україна) культивували в рідкому середовищі LB при 37°C протягом 24 годин; культуральну рідину відокремлювали від клітинної біомаси, стерилізували фільтруванням (0.2 мкм, (Sartorius, Minisart) і розбавляли стерильною дистильованою водою до концентрації 20% для отримання тестового розчину.

Для тестування використовували рослини салату сорту «Кучерявець одеський» (Елітсортнасія, Україна), які вирощували *in vitro* для уникнення можливого впливу ґрунтової мікрофлори на ріст рослин. Насіння стерилізували 1% розчином «Полідез» (ТОВ НТЦ «Вербена», Україна) та висаджували на агаризоване живильне середовище 1/2МС у чашки Петрі. Після появи проростків на поверхню середовища під корінь вносили тестові розчини з альгініту або культуральної рідини.

Встановлено, що обробка пагонів екстрактом з альгініту сприяла пришвидшенню росту рослин, що виражалося у збільшенні маси пагонів через два місяці у 1.9 рази порівняно з контролем. У дослідних рослин також збільшився вміст флавоноїдів у коренях та пагонах – відповідно у 2.08 та 1.68 рази. Аналіз антиоксидантної активності, яку визначали за здатністю етанольних екстрактів з рослин інгібувати 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразил радикал, виявив значне збільшення такої активності як у коренях, так і у пагонах оброблених рослин порівняно з контролем, що корелювало зі вмістом флавоноїдів.

Обробка пагонів салату культуральною рідиною, отриманою після культивування бактерій *P. endophytica*, привело до значної активізації росту рослин. Так, маса коренів у дослідному варіанті була у 6.1 рази більше, а маса пагонів – у 1.8 рази більше, ніж у контролі. Разом з тим, відмінності у вмісті флавоноїдів та антиоксидантній активності екстрактів оброблених та необроблених рослин були в межах статистичної

похибки.

Таким чином, встановлено, що біостимулятори різного походження, зокрема, отримані з альгініту та синтезовані бактеріями *P. endophytica* УСМ В-7515, здатні стимулювати ріст, а також сприяти підвищенню біологічної цінності рослин салату. Оскільки вони не містять токсичних сполук, такі стимулятори можуть бути використані у сільському господарстві для підвищення врожайності рослин.

Дослідження було частково підтримано Вишеградським фондом, грант № 52210687.

Список літератури:

1. Jindo, K., Canellas, L.P., Albacete, A., Dos, Santos, L.F., Frinhan Rocha, R.L., Baia, D.C., Aguiar Canellas, N.O., Goron, T.L., Olivares, F.L. Interaction between humic substances and plant hormones for phosphorous acquisition. *Agronomy*.2020. Vol. 10, No 5. P. 640.
2. Han, H. S.; Lee, K. D. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of lettuce under soil salinity. *J. Agri. Biol. Sci.* 2005. Vol. 1. P. 210–215.
3. Kulich, J., Valko, D. Obernauer Perspective Of Exploitation Of Alginit In Plant Nutrition. *J Of Central European Agriculture*. 2001. Vol. 2 No 3-4. P. 199-206.

УДК (581.132+575.2):633.11

**ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ МАСОЮ СУХОЇ РЕЧОВИНИ СТЕБЛА
ТА ЗЕРНОВОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ КОЛОСА
ГОЛОВНОГО ПАГОНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА УМОВ
ПОСУХИ**

Махаринська Н.М., Тарасюк М.В.

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії
наук України

E-mail: nadjavasko@ukr.net

За сучасних умов найбільш перспективними шляхами підвищення врожайності пшениці вважають ті, що пов'язані з її фотосинтетичним апаратом та продукційним процесом [3].

Зневоднення тканин, яке виникає під час посухи, змінює перебіг фізіологічних та біохімічних процесів, що в свою чергу впливає на процеси росту, анатомію та морфологію рослин. Анатомічні та морфологічні зміни можуть сприяти ефективному використанню води та забезпеченню оптимального метаболізму вуглецю для підвищення стійкості рослин до посухи. Отже, оскільки фізіологічні функції рослин тісно пов'язані з їх морфологічними та анатомічними особливостями, аналіз їх змін може сприяти виявленню фізіологічних критеріїв, пов'язаних зі стійкістю пшениці озимої до нестачі вологи.

На різних сортах пшениці встановлено залежність продуктивності з морфологічними показниками. Зокрема, істотну кореляцію маси сухої речовини стебла головного пагону рослин з масою зерна встановлено у багатьох роботах [4]. Тим більш, що цей показник пов'язаний з роботою фотосинтетичного апарату. Так, більша атрагувальна здатність стебла в фазу цвітіння може запобігати гальмуванню процесу фотосинтезу надлишком асимілятів максимально розвиненого в цей період асиміляційного апарату [1]. Крім цього, поряд з фотосинтезом листків та колоса, накопичені у стеблі асиміляти можуть використовуватися на наливання зерна особливо за дії стресів [5].

Позитивну кореляцію маси сухої речовини стебла з масою зерна пшениці спостерігають за різних умов її вирощування. Проте частіше за все висока тіснота такого зв'язку обумовлена значною різницею цих показників у варіантах з оптимальним та недостатнім вологозабезпеченням рослин. Отже, питання чи є такий зв'язок за посушливих умов залишається відкритим.

Нами було проаналізовано залежності між масою сухої речовини стебла з зерновою продуктивністю колоса головного пагона сортів пшениці озимої за умов природної посухи в різні періоди онтогенезу.

У дослідженнях використовували сорти озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) селекції Інституту фізіології рослин та генетики НАН України — Київська 17, Городниця, Почайна, Краснопілка, Порадниця, Смуглянка [2]. Польові дослідження проводили на ділянках конкурсного сортовипробування у дослідному сільськогосподарському виробництві Інституту фізіології рослин і генетики НАН України

(сmt. Глеваха Васильківського району Київської області). Ґрунти на ділянках – світло-сірі, опідзолені легкосуглинкові. Агротехніка догляду за посівами – загальноприйнята для посівів озимої пшениці в лісостеповій агрокліматичній зоні [2]. Норма висіву насіння складала 5,5-6 млн. зерен на гектар. За період вегетації було внесено 145 кг/га діючої речовини азоту і по 90 кг фосфору і калію ($N_{145}P_{90}K_{90}$). Протягом вегетації проводили підживлення рослин, боротьбу зі шкідниками та хворобами.

Веgetаційний період характеризувався стійким підвищенням температури порівняно з багаторічною кліматичною нормою за виинятком травня. У період закладання репродуктивних органів температура повітря була нижчою за кліматичну норму на 3,1 °С, а в період наливання зерна – вищою за норму також на 3,1 °С. Крім цього, в період осінньої вегетації та весняного відростання кількість опадів була меншою за норму, тоді як у травні вона була більш ніж удвічі вищою за неї. Отже, умови веgetаційного періоду не сприяли оптимальним росту й розвитку посівів пшениці.

У сортів пшениці озимої, що зазнали дії посухи у період наливання зерна, маса сухої речовини стебла головного пагону сортів Київська-17 перевищувала її у сорту Городниця на 20% (відповідно, $1,49 \pm 0,11$ та $1,24 \pm 0,09$ г), тоді як зернова продуктивність колосу відрізнялася неістотно ($1,51 \pm 0,09$ та $1,49 \pm 0,09$ г). Проте, для решти інших сортів виявлена закономірність збільшення продуктивності колосу сортів з вищою масою сухої речовини стебла у фазу цвітіння зберігалася.

Нами було розраховано тісноту зв'язку маси сухої речовини стебла головного пагону у фазу цвітіння із зерною продуктивністю колосу головного пагона. Коефіцієнт детермінації такого зв'язку варіював від 0,69 до 0,86.

Ймовірно, що позитивний вплив збільшення маси стебла в фазу цвітіння на зернову продуктивність може бути обумовленим тим, що сорти з вищою масою стебла можуть мати і більшу атрагувальну здатність.

Отже, за умов посухи більш посухостійкі сорти відрізняються вищою масою сухої речовини стебла у фазу цвітіння, порівняно з чутливими до її дії сортами. З'ясовано, що більша маса стебла головного пагона у фазу цвітіння у

посуhostійкого сорту сприяє вищій активності фотосинтетичного апарату завдяки високій атрагувальній здатності стебла, що запобігає гальмуванню фотосинтезу надлишком асимілятів і також завдяки його ролі тимчасового депо асимілятів є додатковим джерелом для наливання зерна.

Пряма кореляція маси сухої речовини стебла з зерною продуктивністю колосу за посушливих умов засвідчує, що вона, у фазу цвітіння, може слугувати морфологічною ознакою посуhostійкості пшениці.

Список літератури:

1. Киризий, Д. А., Стасик, О. О., Прядкина, Г. А., & Шадчина, Т. М. (2014). *Фотосинтез. Т. 2. Ассимиляція CO₂ и механизмы ее регуляции*. Київ: Логос.
2. Моргун, В. В., Санін, Є. В., & Швартау, В. В. (2015). *Клуб 100 центнерів. Сорти озимої пшениці Інституту фізіології рослин і генетики НАН України та система захисту компанії «Сингента»*. Київ: Логос
3. Стасик, О. О., Киризий, Д. А., & Прядкина, Г. О. (2013). Фотосинтез и проблемы повышения продуктивности растений. *Физиология растений и генетика*, 45(6), 501-516.
4. Chen, X. X., Zhang, W., & Liang, X. Y. (2019). Physiological and developmental traits associated with the grain yield of winter wheat as affected by phosphorus fertilizer management. *Sci Rep.*, 9, 16580. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53000-z>
5. Sun, Y., Zhang, S., & Yan, J. (2021). Contribution of green organs to grain weight in dryland wheat from the 1940s to the 2010s in Shaanxi Province, China. *Sci Rep.*, 11, 3377. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82718-y>

ВИЗНАЧЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПИЛКУ ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Мацюк О. Б., Гуменюк Г. Б., Базилюк М. Л.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка»;

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

Цінність ріпаку визначається не тільки його всебічним використанням у переробній промисловості, у виробництві біопалива, але і змогою отримання меду в ранньовесняний період коли у природі немає інших квітучих медоносних рослин. Озимий ріпак вже раною весною забезпечує бджіл нектаром і пилом [4]. Для виробництва ріпаку в Україні є сприятливі агроєкологічні умови, придатний клімат та ґрунти. Найбільш сприятливі умови зосереджені у більшій частині Лісостепу, західному Поліссі та частині північного Степу. З метою отримання високого врожаю є потреба вивчення біологічних особливостей гібридів ріпаку озимого, враховуючи ґрунтово-кліматичні умови регіону вирощування.

Цвітіння ріпаку озимого припадає на травень-червень. Квітки ріпаку, зібрані в китицеподібне, іноді в щиткоподібне пухке суцвіття, в якому може бути 20-45 квіток.

У період цвітіння квіток виділяють такі фази розвитку: дрібний зелений бутон, середній зелений бутон, великий зелений бутон, великий жовто-зелений бутон, квітка, що розкрилася.

Тривалість цвітіння китиці становить 25-38 днів, а однієї рослини - до 45 днів, Кожна квітка ріпаку цвіте протягом 1–2 днів. Період початку цвітіння та тривалість цвітіння залежить від кліматичних чинників, вирішальними з яких є температурний режим та опади [1, 3].

Розкриття квітки ріпаку відбувається переважно рано вранці, коли має місце підвищена відносна вологість повітря. Пилок у цей час липкий, грудкуватий, перенос його повітряними масами обмежений, причому у момент розтріскування пиляків довгі тичинки розташовуються дуже близько до приймочки маточки, висипаючи на нього велику кількість пилку, що сприяє самозапиленню [1].

Дослід для визначення життєздатності пилку гібридів озимого ріпаку Кларус, Треззор, Атора, Аспект, Архітект, ПР44Д06 було закладено на дослідних полях компанії «Контінентал Фармерз Груп» в с. Колодіївка Тернопільської області. Польові дослідження виконували впродовж весни, літа 2021 року. Матеріал відбирали у період повного цвітіння, брали ті квіти, що розквітли, але пиляки у них ще не розтріскались. Експериментальні дослідження проводились у навчальній лабораторії експериментальної біології хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

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

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

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

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

За наявності значної стерильності пилку у більшому чи меншому ступені знижується плодючість рослин, так як недостатня кількість нормального пилку не може забезпечити повністю запліднення в усіх насінних зачатків і зумовити розвиток усіх насінних зачатків у насіння [1].

Посів пилку проводили 18 травня 2021 р. У посіві гібриду Кларос спостерігали багато недорозвинених пилкових зерен, про що свідчили неоднорідні пилкові зерна, різних розмірів.

Проростання пилку становило менше 40% . У посівах гібридів Треззор, Атора, Аспект, Архітект, ПР44Д06 спостерігали інтенсивне проростання пилкових зерен. Пилкові зерна однорідні, великих розмірів. Недорозвинених пилкових зерен у полі зору не спостерігали.

Після оцінювання якості пилку встановлено, що у гібриду Треззор число пророслих пилкових зерен становило 60%, Атора - 50%, Аспект - 50%, Архітект – 60%, ПР44Д06 - 55%.

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

Список літератури:

1. Алексеева Т.Г. Методичні вказівки до великого спеціального практикуму. Розділ «Визначення життєздатності пилку та зародкового мішка». Для студентів спеціальності «біологія», спеціалізації «генетика і молекулярна біологія» усіх форм навчання. Одеса «Одеський національний університет» 2012. С. 17.
2. Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. Продуктивність сортів та гібридів ріпаку озимого вітчизняної й зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах західної частини Лісостепу. Посібник українського хлібороба : наук.-практ. щорічник. Київ, 2012. Т. 2. С. 283–284.
3. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні / Т.І. Лазар, О.М. Лапа, А.В. Чехова та ін. К., 2006. 101 с.
4. Ситнік І.Д., Колесніченко О.В., Ярешко В.І. Селекція ярого та озимого ріпаку на нектаропродуктивність. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2009, том 7, № 1. С. 86-94.

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ У ПЕРІОД ВІЙНИ

Москалюк Н.В., Сташків І.П., Прокопів І.Б.

Тернопільський національний педагогічний
університет імені Володимира Гнатюка

E-mail: moskalyuk@chem-bio.com.ua; stashkiv@chem-bio.com.ua; prokopiv@chem-bio.com.ua

В умовах посилення російської воєнної агресії, перед українськими аграріями постають нові проблеми і виклики. Нестабільна економічна ситуація в країні, бойові дії, заміновані території, часті тривоги змушують добре обдумувати і планувати особливості вирощування і рентабельність нового урожаю, адже від врожайності залежить продуктова безпека не лише України, а й інших країн світу. В час погіршення екологічних умов, деградації ґрунтів, проблеми з виробництвом безпечних для людини продуктів харчування породжують необхідність пошуків нових шляхів розвитку безпечних, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов культур, так як сільське господарство є однією з найбільш уразливих галузей.

У структурі вирощування сільськогосподарських олійних культур в Україні провідне місце займає соняшник, його вирощування та переробка є важливими складовими агропромислового напрямку економіки [3]. Попит на насіння, соняшникову олію та відходи переробки, як корми для тваринництва, постійно зростають, тому площі вирощування соняшнику стабільно збільшуються [1]. Україна є вагомим продавцем насіння соняшнику та соняшникової олії на світовому ринку.

Згідно статистичних даних [4], за останнє десятиріччя в Україні площа, зайнята під соняшником, збільшилася на 37% з 4,53 млн га до 6,22 млн га. За підсумками сезону 2020 року, було зібрано 14 млн тонн, що на 12% більше, ніж у 2019 році, з одного гектара в середньому було прибрано 22 ц/га. У 2021 році у Запорізькій області, частина якої зараз окупована, найбільше зібрали врожаю пшениці, кукурудзи та соняшника. В Херсонській області у 2021 році найбільший був урожай

овочевих культур відкритого ґрунту, пшениці, соняшника та ячменю [4].

В 2022 році українські аграрії зібрали з площі 4,8 млн га (99%) і намолотили 10,5 млн тонн насіння за врожайності 21,7 ц/га. Більше 1 млн тонн соняшнику зібрали лише в трьох областях, а саме: на Кіровоградщині (1,296 млн тонн), Полтавщині (1,168 млн тонн) та Дніпропетровщині (1,02 млн тонн) [2].

Через несприятливі погодні умови осені і обставини, пов'язані з війною, частина посівів соняшнику залишилася на полі. Так, за офіційними даними, аграрії не дозбирали на Дніпропетровщині близько 5,5% соняшнику, Харківщині – 2,5%, Сумщині – 1,4%, Чернігівщині, Хмельниччині, Тернопільщині та Львівщині – менше 1% в кожній області [1]. Найвища середня врожайність соняшнику відзначена на Хмельниччині і становить 30,2 ц/га.

Українським аграріям довелося зіткнутися з багатьма новими викликами. Найголовніший з них – це скорочення площі, придатної для сівби, адже значна частина українських територій була або є частково замінованою, інша територія тимчасово окупована росією, також ускладнилася логістика, блокування зернового коридору, подорожчання насіння, добрива, пального тощо.

В умовах війни, аграріям довелося змінювати географію сівби й на певних територіях вирощувати більше культур, які не є типовими для конкретного регіону. Наприклад, у Кіровоградській області через економічні та зовнішні фактори зросли посіви кукурудзи та соняшника. Цього року в Міністерстві аграрної політики очікують, що площі земель, на яких сіють зернові та зернобобові культури, скоротяться на 1,4 млн гектарів – до 10,2 млн гектарів, а площі під основні види олійних можуть збільшитися. Наприклад, по соняшнику – на 476 тис. га, до 5,6 млн га, ріпаку – на 110 тис. га, до 1,4 млн га, соєвих бобів – на 334 тис. га, до 1,8 млн га [1].

За попередніми прогнозами, планується зібрати олійних більше: 19,2 млн тонн проти 18,2 млн тонн минулого року. Найбільшу частку в них займає соняшник (11,5 млн тонн). На даний час, на території Тернопільської області засіяно 23,3 тис. га

соняшником [4].

Соняшник – типовий представник родини Айстрових (*Asteraceae*) роду *Helianthus*, предки якого походять з посушливих степів Північної Америки, а батьківщиною культурних видів є континентальні степи східноєвропейської частини материка. Основоположником майже всіх сучасних сортів і гібридів вважають сорт ВНІМК 1646, створений на базі місцевої популяції села Андріївка в Україні. Для соняшнику властива висока екологічна пластичність, що допускає вдало вирощувати його в умовах Степу і Лісостепу, а також в умовах Полісся. Насіння містить до 50% жиру та до 19% протеїну й широко використовується у харчовій промисловості [5].

Слід врахувати, що вартість насіння соняшнику безпосередньо залежить від ряду показників. Весь соняшник, який вирощується у нас в країні, відповідає всім вимогам ДСТУ. Залежно від якості, існує поділ його за класами і призначенню. Існують наступні основні призначення соняшнику: на соняшникову олію, на кондитерські вироби і на олеїнову кислоту. Під час виготовлення олії насіння діляться на перший, другий і третій класи. Приналежність до групи призначення і класу залежить від цілого ряду показників, основні – вміст олії і кислотність. Соняшник за ступенем олійності 50% і вище, відноситься до 1 класу, 45% і вище – до 3 класу. Разом з цим, рівень олійності при виробництві кондитерських виробів не повинна перевищувати 42%. Важливими показниками, які впливають на призначення соняшнику, а отже, впливають і на вартість насіння, є вологість і засміченість. Сухими прийнято вважати насіння, які мають вологість від 6 до 8% [5].

Кожного року у світі виробляється приблизно 60 млн тонн рослинної олії, з яких більшість використовується у харчуванні. Війна впливає на посівну, проте, вчені спрямовують свої зусилля на підвищення виробництва та більш глибоке вивчення біологічних властивостей соняшнику.

Список літератури:

1. Гаврилюк А. Валовий збір соняшнику. AgroTimes, 2023. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-sonyashnyku-perevyshhyv-1-mln-tonn-lyshe-u-troh-oblastyah/> (дата звернення 26.04.2023).

2. Дячкіна А., Гордійчук Д. Посівна кампанія-2023: як аграрії почали сезон і чи загрожує Україні дефіцит продуктів. Економічна правда, 2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/03/27/698430> (дата звернення 26.04.2023).
3. Підвищуємо врожай соняшнику. URL: <https://agrotimes.ua/article/pidvyshhuyemo-vrozhaj-sonyashnyku/> (дата звернення 26.04.2023).
4. Посівна онлайн 2022/2023 (онлайн карта). URL: <https://latifundist.com/posevnaya-online-2023> (дата звернення 2.05.2023).
5. Троценко В. Соняшник: методи створення вихідного матеріалу та селекція: монографія. Суми: Університетська книга, 2022. 286 с.

УДК 581.112: 631.8: 633.36/37

ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПОКАЗНИКИ ВОДООБМІНУ ЛИСТКІВ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО (*CICER ARIETINUM* L.)

**¹Пида С. В., ¹Чернік І. В., ¹Москалюк Н. В., ¹Мацюк О. Б.,
²Гончар Ю. О.**

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

²Інститут сільськогосподарської мікробіології і агропромислового виробництва НААН України

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

Нут звичайний є високобілковою харчовою і кормовою рослиною світового землеробства. В умовах зміни клімату у найближчі роки може стати однією із перспективних зернобобових культур Лісостепу України, оскільки характеризується високою посухо- та жаростійкістю завдяки добре розвиненій кореневій системі і незначній кількості витрати води на одиницю сухої речовини. Особливе значення в розробленні технологій вирощування нуту займають мікробіологічні препарати, оскільки дана культура утворює взаємовигідне співжиття з азотфіксувальними мікроорганізмами. Діазотрофи позитивно впливають як на агроценози, так і на

природне середовище, що сприяє вирощуванню екологічно безпечного зерна, яке може використовуватися в харчуванні, в тому числі й дієтичному. Зважаючи на це, актуальним є пошук шляхів підвищення продуктивності нуту звичайного, серед яких варто виокремити передпосівну інокуляцію насіння біологічними препаратами на основі азотфіксувальних бактерій.

Продуктивність сільськогосподарських культур також істотно залежить від водного режиму ґрунту. Основою взаємозв'язку рослини з рідкою фазою ґрунту і атмосферою слугує водообмін.

Метою роботи було визначити вплив *Mesorhizobium ciceri* штаму ND-64 та мікробного препарату Ризогумін на параметри водообміну листків нуту звичайного сорту Скарб у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська обл.).

Дослідження показників водообміну нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) сорту Скарб, який рекомендовано для вирощування в Лісостепу та Степу України, проводили протягом вегетаційного періоду 2021 року на важко-суглинистому чорноземі типовому агробіологічної лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка у трьох варіантах та чотирьох повтореннях. Насіння нуту звичайного контрольного варіанту зволожували водою з водогону з розрахунку 2% від маси, а дослідних – рідкими формами бактеріальної суспензії селекціонованого штаму *Mesorhizobium ciceri* ND-64 (БС) та Ризогуміну згідно норм виробника. Ризогумін – комплексний мікробний препарат для бобових, до складу якого, крім штамів азотфіксувальних бактерій *Mesorhizobium ciceri* (компонент 1), входить оптимальна для впливу на ювенільну рослину та для життєдіяльності ризобій кількість фізіологічно активних речовин біологічного походження (ауксини, цитокініни, амінокислоти, гумінові кислоти), мікроелементи в хелатованій формі та сполуки макроелементів у стартових концентраціях (компонент 2) [3]. Мікробні препарати надані співробітниками Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (м. Чернігів). Насіння нуту звичайного сорту Скарб отримали із Селекційно-генетичного

інституту (м. Одеса). Технологія вирощування культури нуту звичайного була типовою для Лісостепу України (норма висіву – 400 тис. насінин на 1 га, ширина міжрядь 45 см, глибина сівби – 3-4 см, строк сівби – друга половина квітня). Нут вирощували без використання добрив чи хімічних засобів захисту, догляд проводили лише використовуючи агротехнічні методи. У фазі цвітіння нуту звичайного визначали інтенсивність транспірації листків за Л. А. Івановим [1], водоутримуючу їх здатність – за А. Арландом, водний дефіцит та загальну кількість води [29]. Повторення чотириразове. Обробка статистичних даних здійснювалась за допомогою комп'ютерної програми *Microsoft Excel*.

Важливим фізіологічним процесом, що забезпечує життєздатність рослин є транспірація, оскільки слугує верхнім рушієм води і поживних речовин. Від інтенсивності надходження від кореневої системи до надземних органів поживних речовин залежить загальна продуктивність культурних рослин, їх фітоімунитет та стійкість до абіотичних чинників довкілля. Дослідження показали, що мікробіологічні препарати впливають на інтенсивність випаровування води листками. У стадії цвітіння виявлено зростання інтенсивності транспірації за інокуляції насіння нуту в порівнянні з контролем в 1,22 рази або на 22,5% (БС) та 1,16 рази або 16,4% (Ризогумін) (контроль – $297,88 \pm 2,29$ г/м²*год). Встановлено статистично вірогідну різницю за зазначеним вище показником. Дослідження проводили зранку о 10.00 год., оскільки в зазначену годину продиhi відкриті. Відомо, що основна кількість води випаровується через продиhi.

Процеси водообміну в рослинах характеризує показник водоутримуюча здатність тканин листків. Його використовують як критерій стійкості рослин до посухи. У посухостійких рослин цей показник завжди є вищим. Його величина визначається в процесі в'янення листків у результаті втрати ними води від початкової їх сирої маси через проміжок часу: 2, 4, 6, 24 год. Встановлено статистично вірогідні показники водоутримуючої здатності листків нуту за впливу БС (через 4 та 6 год.) та Ризогуміну (через 2, 4 та 6 год.). Через 24 години листки майже повністю втратили воду і вірогідної різниці між контролем та дослідними варіантами не виявлено. За впливу Ризогуміну листки

нату сорту Скарб менше втрачали воду порівняно з БС, що вказує на вищу стійкість рослин нуту до посухи за впливу Ризогуміну.

Виявлено, що у стадії цвітіння найвищий відсоток загального вмісту води визначено у листках нуту контрольного варіанту ($83,76 \pm 1,6$). Він на 5,1% більший порівняно з аналогічним показником листків варіанту БС та на 5,8%; – Ризогумін.

Ще одним показником водообміну в рослинах, який реагує на коливання температури атмосферного повітря та посухи є водний дефіцит. За недостатньої кількості води у ґрунті знижується в клітинах і тканинах вміст вільної та зв'язаної води. Це призводить до підвищення концентрації у вакуолях клітинного соку. Також при значному дефіциті води можуть руйнуватися гідратні оболонки білків, що призводить до втрати їх природних властивостей. За зміни структури білків змінюється ультраструктура біологічних мембран.

Встановлено, що під час стадії цвітіння у варіанті БС порівняно з контролем значення водного дефіциту листків нуту звичайного сорту Скарб зменшилося на 5,65 %, а за впливу Ризогуміну підвищилося на 2,34% (контроль – $18,34 \pm 1,15$). Зазначені вище показники листків дослідних варіантів статистично достовірно відрізняються від значення контрольного варіанту.

Отже, інокуляція насіння бактеріальною суспензією *Mesorhizobium ciceri* ND-64 та Ризогумін на фоні популяції аборигенних рас бульбочкових бактерій нуту впливають на показники водообміну листків рослин нуту звичайного сорту Скарб. Комплексний мікробний препарат Ризогумін підвищує стійкість рослин нуту до посухи.

Список літератури:

1. Векірчик К. М. Фізіологія рослин. Практикум. К.: Вища школа. Головне видавництво, 1984. 240 с.
2. Кушниренко М. Д., Курчатова Г. П., Крюков Е. В. Методи оцінки засухоустойчивости растений. Кишинев: Штиинца, 1975. 22 с.
3. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : [монографія] / [В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська, Л.М. Токмакова та ін.]; за ред. В.В.

УДК 581.1:58.056:58.084:633.11

**МОРОЗОСТІЙКІСТЬ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ
РІЗНОГО ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Харченко М.В., Юрченко Т.В., Пикало С.В.

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла
НААН України

E-mail: pykserg@ukr.net

Пшениця – одна з найбільш розповсюджених продовольчих культур не лише на території України, а і в усьому світі, тому збільшення валових зборів зерна є найважливішим завданням у сільськогосподарському виробництві. Поширеність її зумовлена насамперед високою поживністю зерна, з якого отримують багато харчових продуктів. Пшениця вирощується майже у кожному господарстві, а її експорт приносить нашій країні чималі кошти. У виробництві перевага надається пшениці озимій, оскільки вона швидше звільняє поле, а тому дає більше часу для підготовки поля під посів наступної культури. Окрім того, озима пшениця, порівняно з ярою, володіє вищим продуктивним потенціалом. Успіх селекції пшениці на морозостійкість значною мірою залежить від правильної оцінки цієї ознаки у створюваних сортів [1]. Встановлено [2], що стійкість рослин до дії низьких температур деякою мірою корелює зі стійкістю їх до інших несприятливих умов, що спостерігаються при випріванні, дії льодяної кірки тощо. У зв'язку з цим оцінка сортів за морозостійкістю є однією з основних, оскільки вона значною мірою може відображати ступінь загальної зимостійкості рослин. Відмінності між сортами та гібридами щодо рівня морозостійкості можуть змінюватися у різних країнах відповідно до змін кліматичних умов. Тому під час створення сортів цієї культури однією з найважливіших властивостей рослин, що потребує уваги на всіх етапах селекційної роботи, є здатність протистояти несприятливим умовам зимівлі, зокрема стійкість до низької температури та до її коливань протягом зимового періоду [3].

Варто підкреслити, що комплексне оцінювання зразків на

різних етапах розвитку рослин дає можливість більш об'єктивно та достовірно оцінити генотипи за морозостійкістю. На сьогодні практично в усіх селекційних центрах України та за кордоном у якості офіційного методу оцінки морозостійкості в тій чи іншій модифікації використовується метод прямого проморожування рослин у висівних ящиках [4]. У селекційній практиці, окрім прямих, на даний час широко використовують побічні методи оцінки за фізіологічними, анатомічними, морфологічними чи біохімічними показниками. Перевага їх полягає у дослідженні стійкості на різних етапах розвитку рослин, що суттєво поглиблює уявлення про морозостійкість. До таких належить спосіб оцінки відносної морозостійкості рослин пшениці в проростках, який розроблений Г. А. Самігіним [5]. За роки досліджень цей спосіб виявився ефективним для скринінгу селекційного матеріалу на морозостійкість саме на ранніх етапах розвитку рослин.

Мета роботи – вивчити колекційні зразки пшениці м'якої озимої різного еколого-географічного походження за морозостійкістю та виділити серед них джерела стійкості для подальшого використання їх у селекції культури.

Дослідження проводили впродовж 2021/22 р. в умовах розташування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН. Матеріалом досліджень були 52 сортозразки пшениці м'якої озимої, що походили з 20 країн. Найбільше вивчено зразків з Китаю (15,4 %), Німеччини (13,5 %), Австрії (11,5 %), Франції (9,6 %) та Казахстану (5,8 %). Морозостійкість зразків оцінювали двома методами: проморожуванням у камерах низьких температур після загартування рослин на відкритому майданчику за стандартною методикою [4] у висівних ящиках за температури -18°C та визначенням відносної морозостійкості зразків пшениці проморожуванням проростків [5] при $-12,5^{\circ}\text{C}$ із використанням камер ЛВН 200 Г. Критерієм визначення рівня морозостійкості слугував відсоток життєздатних рослин після проморожування. Рівень морозостійкості досліджуваних зразків порівнювали з цим показником у сорту-еталону Миронівська 808. Статистичну достовірність відмінностей між отриманими даними оцінювали за допомогою критерію Фішера. Відмінності вважали достовірними при $t \geq 1,96$, рівень похибки $p \leq 0,05$.

Умови загартування рослин протягом осінньо-зимового періоду 2021/2022 р. були задовільними. Максимальне значення температури становило 9,6 °С (5.01.2022 р.). Абсолютні мінімуми температури повітря були відмічені 23 грудня 2021 р. (-12,7 °С) та 13 січня 2022 р. (-16,8 °С) з температурою на глибині залягання вузла кущіння -4,5 °С. Максимальна висота снігового покриву була в межах 3-5 см, глибина промерзання ґрунту в період низьких температур становила 16 см.

В результаті встановлено рівень морозостійкості досліджуваних сортів, відсоток живих рослин яких варіював від 29 % до 100 % – за проморожування рослин в ящиках, та від 14 % до 87 % – в проростках, при життєздатності 91 % та 76 % відповідно у сорту-еталону Миронівська 808. Після проморожування рослин у висівних ящиках виявлено три зразки, які за критерієм Фішера достовірно перевищували еталон Миронівська 808: Афина (Киргизстан), Ания (Казахстан), PAVLINA (Словаччина). 33 зразки були на рівні еталону, решта генотипів достовірно не відрізнялися.

За проморожування проростків було виділено один зразок, а саме Аспект SAATBAU (Німеччина), у якого рівень стійкості був достовірно вищим порівняно із сортом-еталоном. Також виділено 13 зразків з морозостійкістю на рівні еталону.

Таким чином, за обох методів оцінювання (у висівних ящиках та проростках відповідно) було виділено та віднесено до групи з високою морозостійкістю зразки: Ания (Казахстан) – 100 %, 84 %; PAVLINA (Словаччина) – 99 %, 68 %; Fotima (Туреччина) – 94 %, 68 %; Мулан SATEN UNIOR (Німеччина) – 93 %, 79 %; Аспект SAATBAU (Німеччина) – 91 %, 87 %; NE 06545 (Туреччина) – 91 %, 72 %; Зорепад Білоцерківський (Україна) – 91 %, 70 %; Еміль (Німеччина) – 89 %, 76 %; MV LEPENY (Угорщина) – 88 %, 81 %; Патрас DSV Ерідон (Німеччина) – 84 %, 74 %; Алия (Казахстан) – 84 %, 67 %; MV Pengo (Угорщина) – 81 %, 80 %. Ці генотипи за критерієм Фішера достовірно були на рівні або вище сорту-еталону Миронівська 808.

Сорти пшениці м'якої озимої з високим рівнем морозостійкості є цінним генетичним матеріалом, який можна рекомендувати для подальшого використання у селекції в якості

джерел за вказаною ознакою.

Список літератури:

1. Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Дергачов О.Л., Дубовик Н.С., Близнюк Б.В., Хоменко С.О. Методи підвищення морозо-, зимостійкості пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Лісостепу України. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 120–124.
2. Литвиненко М.А., Лифенко С.П. Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 5. С. 27–31.
3. Пірич А.В. Морозостійкість нових сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 85–92.
4. Пшениця озима. Метод визначення морозостійкості сортів: ДСТУ 4749:2007. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 8 с.
5. Самыгин Г.А. Промораживание проросших семян озимой пшеницы как метод оценки относительной морозостойкости. *Сельскохозяйственная биология*. 1980. Т. 15. № 6. С. 935–938.

УДК 631.526.32:582.462

**КОЛЕКЦІЯ СОРТІВ *GINKGO BILOBA* L. У
НАЦІОНАЛЬНОМУ ДЕНДРОЛОГІЧНОМУ ПАРКУ
“СОФІЇВКА” НАН УКРАЇНИ**

Цибровська Н.В., Грабовий В.М.

Національний дендрологічний парк “Софіївка” Національної академії наук України

E-mail: nadjacyb1989@ukr.net

У сучасному озелененні використовують понад 200 сортів *Ginkgo biloba* L., які відрізняються за характером гілкування, формою та забарвленням листків, у тому числі виділяють плакучі, колоновидні, карликові, пістряволісті сорти, зі згорнутими або розсіченими листками тощо [1; 2]. Колекція

Національного дендрологічного парку “Софіївка” НАН України нараховує 9 сортів *G. biloba*, отриманих шляхом вегетативного розмноження та в результаті експедиційних поїздок. Нижче наведено короткий опис цих сортів станом на 2023 рік:

• *G. biloba* ‘**Chotek**’ — карликовий повільнорослий сорт з розлогою асиметричною формою крони. Рідкісний сорт, виведений в Чехії. Листки на довгих черешках, гетерофільні: у 50% листків листкова пластинка має дволопатеву форму, а у решти 50% – вузьку, подібну до хвої, видовжену форму. У базальній частині пагонів листки не мають серединного розсічення, а в апікальній — мають розсічення в межах 1/3 довжини листкової пластинки. Чудово росте у сонячній місцевості. Сорт рекомендований для створення невеликих кам’янистих садів, міксбордерів, солітерних, групових посадок, а також для вирощування у контейнерах, для створення бонсаю і нівакі [2]. Нині, саджанець у віці шести років, заввишки 35,0 см, з діаметром стовбура 1,4×1,5 см і діаметром крони 30,0×40,0 см. Придбаний щепленим саджанцем, у віці двох років, на розсаднику рослин “Зелений Едем” (м. Київ) у 2019 р.

• *G. biloba* ‘**Fastigiata**’ – високорослий сорт, з пірамідальною формою крони, зі шкірястими, віялоподібними, серединно-розсіченими листками. Сорт рекомендований для солітерних, групових і алейних посадок. У віці тридцяти років, дерево заввишки 10,0 м, з діаметром стовбура 19,5×20,0 см і діаметром крони 3,5×4,0 м. Привезений саджанцем, у лютому 1999 року, під час відрядження до Польщі (м. Вроцлав), д.б.н., проф., чл.-кор. НАН, колишнім директором дендропарку “Софіївка” Косенком І. С.

• *G. biloba* ‘**Fastigiata Blagon**’ – середньорослий сорт зі стрункою конусоподібною формою крони. Чудово росте у сонячній місцевості, однак витримує легку напівтінь. Сорт рекомендований для солітерних, групових і алейних посадок. Саджанець у віці восьми років, заввишки 1,4 м, з діаметром стовбура 1,5×1,5 см і діаметром крони 55,0×60,0 см. Привезений шестирічним саджанцем у другій декаді липня 2021 року, під час відрядження до розсадника декоративних рослин “Єва” (Київська обл.), науковим колективом дендропарку “Софіївка”.

G. biloba ‘**Globus**’ – карликовий сорт із кулеподібною

формою крони. Рекомендовано висаджувати як солітер або контейнерну рослину. Ідеально підходить для створення штамбових форм і бонсаю [2]. Сорт представлений дворічним саджанцем, заввишки 22,0 см, з діаметром стовбура 0,5 см, який отримано шляхом щеплення у розщип на однорічному сіянці *G. biloba* у 2022 році. Живці передано з розсадника Національного дендрологічного парку “Софіївка” НАН у березні 2022 року.

***G. biloba* ‘Horizontalis’** – середньорослий сорт на штамбовій формі, у вигляді невеликого деревця з повільнорослими горизонтальними пагонами, які формують плоску парасолькоподібну крону. Рекомендовано висаджувати як солітер або контейнерну рослину. Сорт представлений дворічним саджанцем, заввишки 20,0 см, з діаметром стовбура 0,5 см, який отримано шляхом щеплення у розщип на однорічному сіянці *G. biloba* у 2022 році. Живці передано з розсадника Національного дендрологічного парку “Софіївка” НАН у березні 2022 року.

• ***G. biloba* ‘Mariken’** – карликовий повільнорослий сорт, з компактною напівкулястою формою крони. Листки дрібні, вялоподібні, злегка гофровані по краях, із серединним розсіченням листової пластинки. Колір листків коливається від світло-зеленого навесні до сизо-зеленого влітку. Внаслідок щільного розташування листків формується кучерява крона. Рослини сорту невибагливі до умов освітлення: ростуть на сонці, напівтіні та тіні. Зазвичай формується штамбова форма, тому висота сорту залежить від місця щеплення. Сорт рекомендований для невеликих композицій переднього плану у вигляді штамбового деревця, для створення міксбордерів, солітерних, групових посадок та контейнерних композицій [1]. Саджанець у віці десяти років, заввишки 1,15 м, зі штамбом заввишки 0,62 м, з діаметром стовбура 2,2×2,3 см і діаметром крони 65,0×70,0 см Привезений саджанцем штамбової форми у 2016 році, під час відрядження до Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, аспірантом дендропарку “Софіївка” Пономаренко Г. М.

• ***G. biloba* ‘Roswitha’** – карликовий повільнорослий сорт, з пістрявими, гофрованими по краях листками, що мають насичений зелений відтінок з лимонно-салатовими нерівномірними вставками, із серединним розсіченням 1/2 довжини листової пластинки. Рослини сорту невибагливі до

умов освітлення: ростуть на сонці, напівтіні та тіні. Сорт рекомендований для солітерних і групових посадок у парках та японських садах [1]. У віці близько 13 років, дерево заввишки 1,0 м, з діаметром стовбура 0,8 см, отримане шляхом щеплення у розщип на однорічному сіянці *G. biloba* у 2010 році. Сорт привезений живцями у вересні 2010 року, під час відрядження до Польщі (Арборетум Болестрашице) к.б.н, с.н.с., нині в.о. директора дендропарку “Софіївка” Грабовим В. М.

***G. biloba* ‘Saratoga’** – невисокий, повільнорослий сорт, зі шкірястими, віялоподібними, злегка гофрованими по краях листками. Є тіневитривалою рослиною. Рекомендований для невеликих садів, ефектний в солітерних посадках на газонах, ідеально підходить для створення бонсаю і нівакі. Сорт представлений дворічним саджанцем, заввишки 20,0 см, з діаметром стовбура 0,8 см, отриманий шляхом розмноження здерев’янілими живцями у липні 2021. Привезений живцями у другій декаді липня 2021 року, під час відрядження до розсадника декоративних рослин “Єва” (Київська обл.) науковим колективом дендропарку “Софіївка”.

• ***G. biloba* ‘Troll’** – карликовий повільнорослий сорт з компактною напівкулястою формою крони. Листки оливково-зеленого кольору, дрібні, шкірясті, віялоподібні, згорнуто-лійкоподібні, з глибоким розсіченням листової пластинки. Дві пари листків формують келих з відокремленим зовнішнім краєм. Внаслідок щільного розташування листків формується кучерява крона. Невибагливий до умов освітлення: росте на сонці, легкій напівтіні та тіні. Можна формувати штамп потрібної висоти та створювати привабливий міністандарт, який ідеально підходить для вирощування у контейнерах. Сорт рекомендований для створення невеликих кам’янистих садів, міксбордерів, солітерних, групових посадок та бонсаю [1]. Саджанець у віці десяти років, заввишки 70,0 см, зі штамбом заввишки 51,0 см, з діаметром стовбура 1,3×1,4 см і діаметром крони 30,0×40,0 см. Привезений саджанцем штабмової форми у 2016 році, під час відрядження до Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, аспірантом дендропарку “Софіївка” Пономаренко Г. М.

Впродовж 1999–2023 років досліджень, відмічено позитивний ріст і розвиток рослин сортів *G. biloba*, зі

збереженням їх декоративних якостей. Отже, природно-кліматичні умови Правобережного Лісостепу України є сприятливими для перебігу сезонних ритмів розвитку досліджуваних рослин та їх широкого впровадження в озеленення.

Список літератури:

1. Каталог растений (деревья, кустарники, многолетники рекомендованные Союзом Польских Питомников) / гол. ред. Joanna Filipczak. Warszawa, Polska: Agencja Promocji Zieleni Sp. z o.o., 2013. С. 26–29.
2. Petr Šmarda, Lucie Horová, Ondřej Knápek, ... & Petr Bureš. Multiple haploids, triploids, and tetraploids found in modern-day “living fossil” *Ginkgo biloba*. *Horticulture Research*. 2018. 5:55. DOI: 10.1038/s41438-018-0055-9.

УДК 581.132

**МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО
АПАРАТУ РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ДО ВИСОКИХ
ТЕМПЕРАТУР ТА ПОСУХИ**

Шевченко В.В., Бондаренко О.Ю.

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії
наук України

E-mail: biochemkiev@ukr.net

Сучасний етап розвитку людської цивілізації відзначається стрімким зростанням населення планети, що призводить до виникнення проблеми нестачі продовольства. Ця загроза може бути вирішена лише завдяки наполегливій праці селекціонерів з виведення високопродуктивних сортів. В той самий час на планеті відбуваються глобальні зміни клімату, які призводять до значних втрат врожайності основних сільськогосподарських культур [1]. Особливе місце серед абіотичних факторів, що впливають на ріст, розвиток та продуктивність рослин, посідає посуха, дія якої часто посилюється високими температурами [2, 3]. Вважається, що стійкість рослинного організму до стресу на 70 % залежить від стійкості його фотосинтетичного апарату. Тому вивчення особливостей адаптації та механізмів стійкості

процесу фотосинтезу до дії стресу у різних за толерантністю сортів має важливе значення для розробки критеріїв відбору нових сортів озимої пшениці на жаро-посухостійкість.

Метою роботи було вивчення структурно-функціональної адаптації фотосинтетичного апарату сортів озимої пшениці різної жаро-посухостійкості до спільної дії посухи та високих температур. Для досліджень використовувались сім сортів озимої пшениці – Одеська 267, Подолянка, Достаток, Перлина Лісостепу, Подільська нива, Наталка та Порадниця. 10-ти денна посуха (30 % повної вологоємкості ґрунту) накладалась у фазу цвітіння. Додатково на контрольні та дослідні (посуха) рослини накладався короткочасний високотемпературний стрес (45 °С, 5 хилин).

При вивченні пігмент-білкового складу мембран хлоропластів встановлено, що контрольні рослини більш стійких сортів характеризуються підвищенням (до 30%), вмістом пластидної термінальної оксидази (ПТОКС), яка виступає альтернативним акцептором електрон-транспортного ланцюга хлоропластів, та дозволяє підтримувати високий рівень електронного транспорту через пул пластохінонів за стресових умов. Також у контрольних рослин стійких сортів виявлено підвищений вміст протеїнів 21 кДа (інгібітор протеаз), 16 кДа (тримерізація фотосистеми I та стабілізація системи). Ці протеїни захищають мембранні структури фотосинтетичного апарату від руйнування. Вміст цих протеїнів ще підвищується за дії посухи, в той час коли відмічається загальна втрата основних структурних протеїнів та хлорофілу фотосинтетичних мембран, що додатково посилюється за дії високих температур. Збереження високого рівня електронного транспорту у стресових умовах дозволяє підтримувати синтез АТФ та знижує продукування активних форм кисню і, як наслідок, розвиток окиснювального стресу. Також показано, що стійкі сорти мають менші великомасштабні перебудови тилакоїдної системи, ніж нестійкі сорти. Такі зміни ультраструктури, можуть бути швидко визначені за спектральним параметром, розробленим авторами [4].

Дослідження змін функціональної активності фотосинтетичного апарату показало, що за умов посухи

квантовий вихід фотосистеми II (параметр F_v/F_m) практично не змінюється у всіх сортів, але підвищується рівень Q_y -невідновлюючих центрів. За додаткової дії високої температури квантовий вихід фотосистеми II суттєво знижується, також спостерігається значне уповільнення швидкої фази індукційної кривої, що може відбуватися за рахунок зниження переносу енергії зі світлозбирального комплексу на реакційні центри.

В результаті виконання роботи встановлено, що у посухостійких сортів структурно-функціональні зміни фотосинтетичного апарату менші ніж у нестійких сортів. Також показано, що у стійких сортів за дії посухи виникає неспецифічна стійкість, яка певною мірою захищає фотосинтетичний апарат від дії високотемпературного стресу. Більша стабільність структури і збереження функціональної активності фотосинтетичного апарату сприяють меншим втратам продуктивності у більш стійких сортів.

Список літератури:

1. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production //Nature. 2016. V.529. N 7584. P. 84-87.
2. IPCC: Summary for policymakers. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Pt. A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field C.B., Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R., White L.L. (Eds.). New York, USA: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2014. P. 1-32.
3. Креславский В.Д. Карпентьер Р., Климов В.В., Мурата Н., Аллахвердиев С.И. Молекулярные механизмы устойчивости фотосинтетического аппарата к стрессу// Биологические мембраны. 2007. № 3. С. 195-217.
4. Шевченко В.В., Бондаренко О.Ю. Спектральный метод оценки термоустойчивости фотосинтетического аппарата растений //Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2016. Т. 14, №2. С. 239 – 244.

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОРФОЛОГІЧНИХ
ПОКАЗНИКІВ ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО (ДК
ЕКСПРЕШН, АБАКУС, СМАРАГД, ПТ 264, КУГА)**

**Яручик Т. М., Гуменюк Г. Б., Мацюк О. Б., Яворівський Р. Л.,
Хоменчук В.О.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: taniayaruchyk@gmail.com

Озимий ріпак (*Brassica napus L.*) як культура набуває все більшої популярності. Ріпак використовується для виробництва продовольчої олії, виготовлення маргарину, в металургійній, миловарній, шкіряній і текстильній промисловостях. Ріпаківий шрот використовується в тваринництві як харчова основа для різних комбикормів і преміксів. У зв'язку зі зростанням цін на викопне паливо, стає все більш привабливим виробництво біодизеля на основі рослинної олії, в тому числі ріпакової.

Протягом двох останніх років посівні площі ріпаку в Україні становлять близько 1,3 млн. га. І це найвищий показник у Європі. Зростання посівних площ напряду пов'язано зі зміною клімату [4]. Осінній період для ріпаку озимого дуже важливий: адже від того, наскільки сприятливі умови для його росту та розвитку будуть створені у такій мірі залежить його майбутня перезимівля, а надалі – майбутній рівень врожайності. Ріпак озимий є культурою з високим потенціалом урожаю надземної біомаси. Завдяки своїм характеристикам ріпак є поширеною у світі олійною культурою. Його насіння містить олії 38-50 %, 16-29 % білка, 6-7 % клітковини. Ріпак є універсальною агроекологічною культурою, яка сприятливо впливає на ґрунт, поліпшує його структуру, пригнічує проростання бур'янів, знижує ураженість рослин різними хворобами [3]. Завдяки високій ціні насіння ріпаку, він стає конкурентоспроможним та перспективним для виробництва. Успіхи в роботі селекціонерів і технологів дають змогу на практиці отримувати 2,5-3,0 т/га насіння ріпаку озимого [5].

Рослина ріпаку чутлива до уражень хворобами та пошкоджень шкідниками. Це можна зменшити за допомогою

правильної сівозміни. Для ріпаку можна виділити три критичні періоди його росту та розвитку, коли потреба в мікроелементах найвища:

- формування листкової розетки (позакореневе підживлення дає змогу підготувати рослини до зими);
- формування стебла (забезпечує активізацію морфологічних процесів);
- зав'язування та розвиток бруньок, а також кінець цвітіння (поліпшує процеси цвітіння, формування і розвиток насіння).

Для урожайності вирішальним є перебіг цвітіння у перші 2 тижні після його початку [1].

Велике агротехнічне значення озимого ріпаку зумовлене тим, що він не висушує ґрунт, могутня вегетативна маса пригнічує бур'яни, добре розвинена коренева система поліпшує структуру ґрунту. Ріпак добре росте на будь-яких ґрунтах, крім важких глинястих і піщаних, а також кислих і заболочених. Він має цінні біологічні властивості, будучи фітосанітарною культурою. Озимий ріпак культура, яка дуже чутлива до мінерального живлення. Збалансованим живленням можна підвищити урожайність на 30-40%. На ослаблених посівах залежність більш висока і становить до 50% [2]. Важливими показниками, що відображають продуктивність сортів ріпаку озимого є густина рослин, кількість стручків на рослині, кількість насінин у стручку та маса 1000 насінин. Дані показники дають змогу встановити рівень біологічної врожайності, яка завжди є вищою від фактичної.

Дослідження проводили протягом 2020 року на дослідних полях компанії «Контінентал Фармерз Груп» в с. Колодівка Тернопільської області. Для прогнозування біологічного потенціалу та врожайності нами обрано гібриди озимого ріпаку Куга, Дк Експрешн, Смарагд та Абакус. Основними морфологічними показниками гібридів ріпаку озимого є кількість продуктивних пагонів, висота стебла, довжина листка, площа листкової пластинки.

Порівнюючи морфологічні ознаки гібриду ДК Експрешн, Абакус, Смарагд, ПТ 264 і Куга слід відмітити, що кількість продуктивних пагонів, як здатність рослин до галушення на рослинах 5-х гібридів практично однакова

(Смарагд – 12 см., ПТ 264 – 11 см, Абакус – 11 см.), а у 2 інших представників значно відрізняється (ДК Експрешн – 7 см, Куга – 9 см). Найбільша висота стебла у гібридів Абакусу – 75,23 см, ПТ 264 – 70,71 см, трішки менша у Смарагду – 67,17 см, Куга – 60,72 см, а найменша у ДК Експрешн – 48,8 см. У гібридів ріпаку озимого довжина листка є такою: ДК Експрешн – 10,8 см, Абакусу – 10,7 см, Куга – 10,5 см, Смарагду – 10,34 см, а площа листкової пластинки: ДК Експрешн – 30,3 см², Абакусу – 36,8 см², Куга – 32,3 см², Смарагду – 31,85 см². Довжина листка, площа листкової пластинки найбільша у гібриду ПТ 264 – 22,36 см., 39,08 см² відповідно, що збільшує фотосинтезуючу площу рослин. Показники гібриду ПТ 264 можуть у майбутньому забезпечити його високий потенціал врожайності. Більша площа листка також в більшій мірі насичує рослину водою, макро- і мікроелементами з ґрунту, оскільки листки відповідають за функцію поглинання та транспортування цих речовин. Збільшена здатність рослини до здобуття ресурсів сприяє її здоров'ю, росту і розвитку, що, у свою чергу, може привести до збільшення урожайності ріпаку. Крім того, більші розміри листка можуть сприяти кращій конкурентній здатності рослини, оскільки вона здатна займати більше простору та більше ресурсів у середовищі, порівняно з рослинами з меншими листками. Це може знизити конкуренцію з бур'янами та іншими рослинами, що підвищує шанси ріпаку на успішне зростання і врожай. Рослини з більшою кількістю пагонів та гілок більше формують квіток у суцвітті, що збільшує кількість зерна.

Отже, озимий ріпак – універсальна агроекологічна культура. Щоб ефективно використати особливості ріпаку і отримати максимальний врожай, необхідно застосовувати сучасні технології і чітко дотримуватися рекомендацій.

Список літератури:

1. Агрономічні принципи: веб-сайт. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/oilseed-rape/key> (дата звернення 25.04.2023).
2. Бойко Н.В., М.Г. Гусев, С.В. Коковіхін. Продуктивність ріпаку озимого залежно від системи мінерального живлення та сортового складу в умовах зрошення південного Степу. Тавр. наук. вісник. 2007. Вип.52. с.160-

- 166.
3. Волощук О.П., Волощук І.С., Косовська Р.Ю. Продуктивність сортів та гібридів ріпаку озимого вітчизняної й зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах західної частини Лісостепу. Посібник українського хлібороба : наук.-практ. щорічник. Київ, 2012. Т. 2. С. 283-284.
 4. Інновації озимого ріпаку: веб-сайт. URL: <https://dsv-seeds.com.ua/news/innovacii-ozimogo-ripaku> (дата звернення 25.04.2023).
 5. Рожкован В. Вітчизняні сорти озимого ріпаку. Озимий ріпак від А до Я (спецвипуск). Пропозиція : укр. журнал з питань агробізнесу. Київ ТОВ «Юнівест Медіа». 2013. С. 12-13.

УДК 582.573.21

**MORPHOLOGICAL RESPONSES OF *GALANTHUS NIVALIS*
L. LEAF GROWTH TO NATURAL CONDITIONS**

Fediuk O.M., Bilyavska N.O., Zolotareva E.K.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Tereshchenkivska Str. 2, Kyiv, Ukraine
E-mail: olgamuronivna@ukr.net

Due to weather conditions, the frequency of extreme years has increased significantly in recent decades, and the modern period is considered as a period of unstable (abnormal) climate; in addition, under the influence of anthropogenic factors, the instability of the climate increases, which can manifest itself in sharp changes in temperature during short periods of time [4]. If in the structure of areas affected by various abiotic factors, the largest share in the world is occupied by soils with a deficiency of nutrients (39%), then the second place in terms of the prevalence of stresses in crop production is the influence of low temperatures (26%) [5].

Although the interest in the problem of plant resistance to low-temperature stress is primarily due to its importance for agriculture, which suffers huge losses due to [3], the problem of cold resistance has a global ecological significance, since the ability of plants to adapt to specific cold conditions in different parts of the planet is one of the

factors that determine the distribution of wild species and the possibility of their introduction [2].

Among the processes involved in these mechanisms, the first are the perception of suboptimal temperatures or their physical manifestation and signal transmission to cellular components which program multifaceted modifications of transcriptional, proteomic and metabolic pathways, changes in the composition and physical properties of the cytoplasm, membranes, and cell wall. At the same time, the regulatory mechanisms involved in maintaining homeostasis must remain active and functional to restore normal levels of metabolites and the most important metabolic flows.

The study of the structural features of the leaf of plants belonging to different groups with the aim of learning the patterns of species' ecological differentiation and studying the ways of the plant organism adaptation is one of the important tasks of botany and cell biology of plants. Spatial organization of the structural elements of leaf is important in the formation of the adaptive response of the species since it determines such vital functions of the plant organism as photosynthesis, respiration, and transpiration [1].

These plants were characterized by a short spring period of development. To identify the structural features of the plants, their leaves were selected after an appearance from the soil surface, as well as at the vegetative and generative (budding and flowering) stages of plant development. Leaf elongation was determined as the distance between the soil surface and the tip of the leaf. Using a transparent ruler with an accuracy of 1 mm, the length of the shoots was measured every second to third day after the emergence of seedlings. Based on these measurements, the length of the leaves for the cold and warm periods was calculated. The temperature was measured 20 cm above the soil surface near the plants.

The leaves of *G. nivalis* are simple, oblong-linear, bifacial, dorsiventrally flattened, without pubescence, narrowly lanceolate in shape, pointed at the top, dark green with a faint gray tint and a waxy surface layer. Lamina is generally thickened along the midrib, thinning towards the edges. The median vein is single-fascicular, well-defined, wedge-shaped in cross section, which makes the leaf look of varying degrees keeled, considerably keeled. Amphistomatic *G. nivalis* leaves have few stomata, which belong to an aperiogenous type. They are

located almost evenly on both surfaces of the leaf plates and are oriented parallel to the long axis of these leaves. The plate is covered with a wax coating (a derivative of the epidermis), which is represented by vertical columns of wax.

At the development of *G. nivalis*, the growth of leaves is carried out mainly by increasing the size of their length. At each stage of plant development, starting with the appearance of leaves and before flowering, a length of the leaves increases almost twice, while a width, on the contrary, changes slightly. In particular, at the late stage of the vegetation during the ephemeroïd development, the sizes of the long and short axes of the leaves reach 69.84 ± 0.76 mm and 6.68 ± 0.62 mm, respectively, and during flowering they increase by 115.4% and 13.3%, respectively.

During the spring period of *G. nivalis* development, an area of the leaves increases unevenly, however, the general pattern of the ephemeroïd leaf growth correlates with changes in atmospheric air temperature, especially during the period of a maximal extension in a leaf area before plant flowering.

References:

1. Bhattacharya A. 2022. Physiological Processes in Plants Under Low Temperature Stress, Singapore: Springer verlag.
2. Chen L. J., Xiang H. Z., Miao Y., Zhang L., Guo Z. F., Zhao X. H., Lin J. W., Li T. L. 2014. An overview of cold resistance in plants. *J. Agron. Crop Sci.* 200: 237-245.
3. Horton D.E., Johnson N.C., Singh D., Swain D.L., Rajaratnam B., Diffenbaugh N.S. 2015. Contribution of changes in atmospheric circulation patterns to extreme temperature trends. *Nature* 522(7557): 465-469. <https://doi.org/10.1038/nature14550>
4. McQuigg J.D. 2018. Climatic variability and plant productivity. In: *Handbook of Agricultural Productivity*. CRC Press: 3-10.
5. World agricultural production 2018. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Circular Series: December

РОЗДІЛ 2

БІОЛОГІЯ ТВАРИН. ТВАРИННИЦТВО

УДК 576.89:57.044(546.17)

**ВИДОВЕ БАГАТСТВО ПАРАЗИТІВ ДЕЯКИХ ВИДІВ РИБ
В МЕЖАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ
«ПИРЯТИНСЬКИЙ»**

Бондар Т. О.

ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного
університету імені Тараса Шевченка,
Інститут гідробіології НАН України

E-mail: ttetianabondar@gmail.com

На сьогодні зростаючий вплив людини на природу створює умови для виникнення випадків масового поширення паразитів риб і слугує визначальним фактором, який приводить до значних змін в паразитарних системах водних екосистем України. Окрім того, риби з високим рівнем інтенсивності зараження патогенними паразитами, зазвичай ослаблені і вплив на них антропогенних факторів може бути особливо виражений [1, 2]. Впровадження контролю захворюваності різних представників іхтіофауни, дослідження закономірностей просторового розподілу паразитів, особливостей взаємовідносин з хазяїном та впливу факторів навколишнього середовища на стан паразитофауни є актуальною проблемою сучасної екологічної паразитології та екології загалом. Тому все більше зростає потреба у іхтіопаразитологічному моніторингу гідроекосистем, особливо водних об'єктів, що знаходяться на природоохоронних територіях.

Досліджено видовий склад паразитарних угруповань представників різних за походженням та екосистемною роллю і охоронним статусом видів риб: ротаня-головешки *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (інвазивний чужорідний вид, дистанційний вселенець, представник далекосхідного фауністичного комплексу), гірчака європейського *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776) (аборигенний вид, охороняється/згадується європейським природоохоронним законодавством – EU Habitats Directive:

Annex II та Bern Convention Revised Annex I of Resolution 6), пічкара звичайного *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) (аборигенний вид, широко поширений в Євразії). Дослідження охопили деякі логичні біотопи річки Удай (басейн р. Дніпро), що протікає в межах НПП «Пирятинський», сезони дослідження – літо 2019, 2020 рр. Застосовані традиційні іхтіологічні та паразитологічні методи дослідження [3].

Встановлено, що паразитами ротаня-головешки в межах НПП «Пирятинський» були представники паразитичних інфузорій роду *Trichodina*, видів *T. nigra* та *T. intermedia*. Екстенсивність інвазії ротаня інфузоріями у 2019 та 2020 рр. була подібною (близько 80%). Середня відносна інтенсивність інвазії (кількість інфузорій виявлена на одному препараті мазка з зябер, або плавця риби) у 2019 році склала 65 екз./особ., у 2020 – 80 екз./особ.

У гірчака європейського було виявлено 3 таксони паразитів: паразитичних інфузорій *Trichodina* sp., 1 вид плоских червів класу моногеней (Monogenea) – *Diplozoon paradoxum*, 1 вид кільчастих червів родини Piscicolidae – *Piscicola fasciata*.

Паразити пічкара звичайного були представлені інфузоріями *Trichodina* sp. та моногенеями *Diplozoon paradoxum*.

Екстенсивність інвазії досліджених видів риб на різних станціях дослідження була подібною і варіювала в межах 72–86 %.

Найбільша середня відносна інтенсивність зараження паразитичними інфузоріями роду *Trichodina* спостерігалась у ротаня-головешки (72 екз./особ.), найменша – у гірчака європейського (3 екз./особ.). Середня інтенсивність зараження моногенеями *Diplozoon paradoxum* у пічкара звичайного була більшою (6 екз./особ.), ніж у гірчака європейського (1 екз./особ.).

Таким чином, спостерігаються істотні відмінності у видовому складі та чисельності окремих видів паразитів у паразитарних угрупованнях інвазивних (ротань) та аборигенних (гірчак, пічкаур) видів коропових риб, які характеризуються різним походженням, екологічними перевагами та біотичними взаєминами в екосистемі.

Список літератури:

1. Давидов О. М. Сучасні аспекти оздоровлення риб в

- аквакультурі. – Київ: Інститут зоології НАН України, 1998. – 112 с.
2. Заїченко Н. В. Індикаторне значення паразитів риб для оцінки екологічного стану водних об'єктів // Науково-практичний журнал «Екологічні науки». – 2015. – Вип. 9. – С. 60-67.
 3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод // О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М., Дьяченко та ін.; за ред. В. Д. Романенка. – НАН України. Інститут гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. - 408 с.

УДК 595.788

**АНАЛІЗ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ РОДИНИ
SPHINGIDAE (LEPIDOPTERA, INSECTA)
В ЕНТОМОЛОГІЧНИХ КОЛЕКЦІЯХ ТНПУ
ім. В. ГНАТЮКА**

Бортник Х. В., Голіней Г. М., Прокоп'як М. З.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

E-mail: bortnyk1306@gmail.com

Ряд Лускокрилі Lepidoptera – один із чисельних рядів комах, який поширений на всіх континентах крім Антарктиди. У фауні України налічується до 8 тис. видів. 55 видів занесено до Червоної книги України (2009 р.) [5].

Родина Бражники (Sphingidae) представлена переважно вечірніми і нічними метеликами, які мають вузькі витягнуті крила у розмаху до 18 см. Передні крила довші за задні. Мають довгі, веретеноподібні вусики. У бражників дуже довгий хоботок, який перевищує у кілька разів довжину тіла, тільки у деяких видів короткий. Черевце в них подовжене, веретеноподібне, на кінці лусочки зібрані у вигляді пензлика або широкої щітки. На обтічному тілі найчастіше за все є характерний візерунок. Гусінь переважно яскраво забарвлена з косими смугами і плямами у вигляді очей. Характерною особливістю гусені є на задньому кінці щільний нарост – «ріг», який також є у лялечки, хоча деякі види позбавлені його.

Гусені бражників розвиваються переважно на деревних і

чагарникових породах, нечасто на трав'янистих рослинах. Вони відрізняються вузькою харчовою спеціалізацією і найчастіше здатні житися тільки на одному або декількох близькоспоріднених видах рослин. Деякі види відомі як другорядні шкідники сільського і лісового господарства. У лісах завдають незначне пошкодження хвойним і широколистяним породам, а в садах – плодовим культурам.

У світовій фауні відомо близько 1200 видів. Родина у фауні України представлена 24 видами. Вивчення видового різноманіття родини Бражникові є актуальним, оскільки, згідно літературних джерел [3, 4] родина на території України досліджена частково. Тому щорічний моніторинг виявлених видів у різних областях допоможе відслідковувати чисельність окремих видів цієї родини, що є важливим для збереження біорізноманіття.

Метою дослідження був аналіз видового різноманіття родини Бражники в ентомологічних колекціях Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Матеріалом для аналізу видового різноманіття цієї родини слугували ентомологічні колекції, у яких представлені як матеріали власних досліджень, так і матеріали, зібрані студентами хіміко-біологічного факультету під час навчальних практик із зоології (безхребетні тварини), а також ентомологами-любителями. До результатів додані комахи, які були відловлені у 2021 і 2022 роках у Закарпатській, Тернопільській і Хмельницькій областях.

Матеріал було зібрано згідно із загальноприйнятими в зоології методиками. Використовували ручний збір тварин, метод лову та косіння ентомологічними сачками. У лабораторних умовах аналізували таксономічну приналежність ентомологічного матеріалу, використовуючи сучасні визначники комах, атласи та доступні он-лайн електронні версії визначників.

Збір ентомологічного матеріалу лускокрилих проводили з урахуванням норм природоохоронного законодавства (Червона книга України, 2009) [5].

Проаналізувавши видовий склад комах у ентомологічних колекціях, визначено 12 видів із цієї родини: хоботник звичайний

Macroglossum stellatarum (Linnaeus, 1758), бражник мертва голова *Acherontia atropos* (Linnaeus, 1758), бражник сосновий *Sphinx pinastri* (Linnaeus, 1758), бражник бузковий *Sphinx ligustri* (Linnaeus, 1758), бражник винний середній *Deilephila elpenor* (Linnaeus, 1758), бражник молочайний *Hyles euphorbiae* (Linnaeus, 1758), бражник берізковий *Argius convolvuli* (Linnaeus, 1758), бражник тополевий *Laothoe populi* (Linnaeus, 1758), бражник прозерпіна *Proserpinus proserpina* (Pallas, 1772), бражник дубовий *Marumba quercus* (Denis & Schiffermüller, 1775), бражник липовий *Mimas tiliae* (Linnaeus, 1758) і бражник очкастий *Smerinthus ocellata* (Linnaeus, 1758). Досліджені комахи належать до 11 родів: *Macroglossum*, *Acherontia*, *Sphinx*, *Deilephila*, *Hyles*, *Argius*, *Laothoe*, *Proserpinus*, *Marumba*, *Mimas* і *Smerinthus*.

У 2021 році ентомологічні колекції поповнились видами, зібраними студентами під час проходження навчальної практики із зоології (безхребетні тварини). Матеріали були знайдені у Закарпатській, Тернопільській і Хмельницькій областях. У цьому році ентомологічні колекції родини доповнились знайденим видом бражником винним малим *Deilephila porcellus* ([Linnaeus, 1758](#)), який належить до роду *Sphinx*.

У 2022 році ентомологічні колекції поповнились видами з родини Sphingidae, які були знайдені у Тернопільській і Хмельницькій областях. Переважно колекційний матеріал представлений наступними видами: хоботник звичайний *Macroglossum stellatarum*, бражник винний середній *Deilephila elpenor*, бражник берізковий *Argius convolvuli* і бражник молочайний *Hyles euphorbiae* [1].

До «Червоної книги України. Тваринний світ» (2009) занесені 7 видів бражникових: бражник мертва голова *Acherontia atropos*, бражник прозерпіна *Proserpinus proserpina*, бражник дубовий *Marumba quercus*, бражник хорватський *Hemaris croatica*, бражник скабіозовий *Hemaris tityus*, бражник карликовий *Sphingonaepiopsis gorgoniades*, бражник південний молочайний *Hyles nicaea* [5].

У навчально-методичному кабінеті «Зоологічний музей» у стендовій колекції «Комахи Червоної книги України» з родини Бражники (Sphingidae) представлені види: бражник мертва голова *Acherontia atropos* і бражник прозерпіна *Proserpinus proserpina*

[2].

У всіх видів природоохоронний статус – рідкісний. Через паління трави, використання пестицидів, зменшення природних біотопів, негативну сільськогосподарську діяльність видове різноманіття родини Бражники зменшується.

Список літератури:

1. Голіней Г. М., Бортник Х. В., Прокоп'як М. З. Родина Бражники (Sphingidae) у ентомологічних колекціях Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Актуальні проблеми вивчення ентомофауни західного регіону України : збірник тез наук.-практ. конф. (Львів, 25 жовт. 2022 р.). Львів : Державний природознавчий музей НАН України, 2022. С. 5–6.
2. Голіней Г. М., Павуляк А. І., Прокоп'як М. З. Комахи Червоної книги України в ентомологічній колекції Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2022 : матер. VI міжнар. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 4–5 лист. 2022 р.). Тернопіль : Вектор, 2022. С. 41–44.
3. Дмитрів В. В., Голіней Г. М. Комахи Червоної книги України в зоологічних фондах кафедри ботаніки та зоології ТНПУ імені Володимира Гнатюка. Євроінтеграція екологічної політики України : матер. Всеукр. наук. конф. (Одеса, 29–31 трав. 2019 р.). Одеса : ОДЕКУ, 2019. С. 235–236.
4. Капелюх Я. І. Бражники (Shingidae) природного заповідника «Медобори». Біорізноманіття та його збереження. 2002. С. 28–31.
5. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.

УДК 632.7.018

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ КОМАХ-ШКІДНИКІВ КАРТОПЛІ

Майброда Я. С., Голіней Г. М., Прокоп'як М. З.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: halyna.holiney@gmail.com

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) – вид рослин родини Пасльонові, яка посідає одне з перших місць серед інших сільськогосподарських культур за універсальністю використання в господарстві. Вона є важливою продовольчою, кормовою і технічною культурою. В Україні щорічно виробляється близько 20 млн тонн картоплі (загальна площа під цією культурою – майже 1,4 млн га). Відомо, що 90 % урожаю припадає на присадибні ділянки селян, дачників, а на промислове виробництво, фермерські господарства, де використовуються нові високопродуктивні сорти, сучасні технології та добрива, – лише 10 % [3].

Цінність картоплі визначається її високими смаковими якостями та сприятливим для людини хімічним складом бульб. За своєю роллю в харчуванні вона є крохмалевмісним продуктом (містить 15–25 %), необхідним доповненням до плодів бобових рослин і інших овочів. Білок картоплі – найбільш повноцінний із усіх рослинних, оскільки він містить 14 із 20 незамінних амінокислот. У картоплі містяться цінні мікроелементи (мідь, кобальт, нікель, йод, марганець), вітаміни (аскорбінова кислота, майже всі вітаміни групи В (тіамін, рибофлавін, піридоксин, фолієва і нікотинова кислоти), каротиноїди, токоферолі, тощо).

Бульби картоплі широко використовують у різноманітних галузях промисловості.

При виборі сорту насамперед звертають увагу на його господарсько-корисні ознаки: терміни дозрівання, врожайність, смакові якості, вміст поживних речовин, колір м'якоті, форму і розмір бульб, стійкість до хвороб і шкідників, а також механічних ушкоджень при збиранні, стійкість до несприятливих факторів.

У 2021 році до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення вирощування в Україні, занесено 188 сортів картоплі, з них вітчизняної селекції – 82. Серед сортів

української селекції 67 (81,7 %) створено в Інституті картоплярства НААН. Ураховуючи значні зміни в природно-кліматичних умовах, великого значення набувають сорти інтенсивного типу. Українські селекціонери досягли великих успіхів у створенні високопродуктивних сортів картоплі, які стійкі до хвороб і шкідників [5]. Українські сорти картоплі з найвищою врожайністю – «Княгиня» та «Містерія»; вони дають до 100 т/га. Середня врожайність картоплі в Україні коливається на рівні 16–20 т/га, в той час як у Європі цей показник становить 40–50 т/га [3].

На сьогодні зареєстровано близько шестидесяти видів шкідників картоплі. Від появи сходів і до збирання врожаю картоплю пошкоджують різні багатодні комахи. Значної шкоди завдають: колорадський жук, несправжні дротяники, личинки пластинчатовусих жуків, гусениці підгризаючих совок, капустянки тощо. Вони пошкоджують листя, стебла, бульби, що значно знижує врожай бульб. При великій численності шкідників може бути уражено до 80 % врожаю, або повністю весь врожай. Тому вивчення комах-шкідників, характеру пошкоджень і методів захисту картоплі є актуальним на сьогодні. За допомогою таблиць для визначення шкідників за характером пошкоджень рослин, зроблено аналіз основних комах-шкідників картоплі [1].

Ряд Твердокрили – Coleoptera

Родина Ковалики – Elateridae

Дротяник – це перший шкідник, який розпочинає пошкоджувати бульби та проростки у ґрунті з моменту висаджування посадкового матеріалу. Основною ознакою ураження картоплі шкідником є дірочки по всій бульбі. За сприятливих для нього умов він здатен знищити до 60 % врожаю. Дротяник – це личинка видів родини Ковалики, що має жорстке витягнуте тіло з блискучим покривом світлого або темно-жовтого кольору. Личинки шкідника живуть під землею і розвиваються кілька років, тому боротися з ним досить складно. Активність дротяника зростає на кислих ґрунтах, тому вапнування може допомогти побороти нашестя шкідника.

Ряд Твердокрили – Coleoptera

Родина Листоїди – Chrysomelidae

Вид – колорадський жук – *Leptinotarsa decemlineata* Say.

Пошкоджує всі культури з родини Пасльонові, що призводить до зниження врожаю; поширений повсюдно. Серед тварин відомо багато хижаків *Leptinotarsa decemlineata*, проте вони майже не впливають на розмноження жука, тому потрібно регулярно проводити заходи захисту сільськогосподарських культур із використанням відповідних інсектицидів [2, 4].

Ряд Прямокрилі – Orthoptera

Родина Капустянки – Gryllotalpidae

Вид – вовчок звичайний, або капустянка – *Gryllotalpa gryllotalpa* Linnaeus.

Gryllotalpa gryllotalpa підгризає та перегризає підземні частини рослин (коріння та коренеплоди), а також сходи та молоді рослини; поширена в усіх зонах на добре зволужених, у тому числі зрошуваних землях. Боротьбу з капустянкою проводять як в умовах парникового господарства, так і у відкритому ґрунті.

Ряд Лускокрилі – Lepidoptera

Родина Совки – Noctuidae

Вид – совка картопляна, або болотна – *Hydraecia micacea* Esp.

Hydraecia micacea найбільш чисельна у вологі роки з помірною температурою, шкодочинність підвищується в роки з великими опадами в сирих, понижених місцях, в першій половині літа; розвивається одне покоління за рік [2, 4].

Ряд Лускокрилі – Lepidoptera

Родина Виїмчастокрилі молі – Gelechiidae

Вид – картопляна міль – *Phthorimaea operculella* Zell.

Phthorimaea operculella – карантинний шкідник, який поширений у Криму та інших областях південного степу України (на півдні України картопляна міль у природних умовах розвивається в п'ятьох поколіннях, які накладаються одне на одне, тому імаго спостерігаються майже безперервно, з травня по листопад, за найвищої чисельності у вересні-жовтні). Вона є олігофагом і розповсюджується на всіх стадіях розвитку з бульбами картоплі і плодами пасльонових культур.

Список літератури:

1. Дудник А. В. Сільськогосподарська ентомологія: навчальний посібник. Миколаїв : МДАУ, 2011. 389 с.

2. Морфологія, біологія шкідників овочевих культур та заходи боротьби з ними : навчальний посібник / Мринський І. М. та ін.; за ред. І. М. Мринського. Херсон : ОЛДІ-плюс, 2019. 331 с.
3. Названо найпродуктивніші сорти картоплі в Україні. URL: <https://superagronom.com/news/14387-nazvano-nayproduktivnishi-sorti-kartopli-v-ukrayini> (дата звернення: 14.04.2023).
4. Практикум із сільськогосподарської ентомології : навчальний посібник / За ред. Б. М. Літвінова. Київ : Аграрна освіта, 2009. 301 с.
5. Українські сорти картоплі. URL: <http://agro-business.com.ua/aharani-kultury/item/21350-ukrainski-sorty-kartopli.html> (дата звернення: 14.04.2023).

УДК: 592.421:591.4/.9:[616.98:579.834.114]-036.92

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШИРЕННЯ, БІОЛОГІЇ ТА ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ІКСОДОВИХ КЛІЩІВ У 2017-2022 РР.

¹Подобівський С. С., ²Шевчик Л.О.

¹Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського

²Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: podobivskiy@tdmu.edu.ua

Іксодові кліщі – це досить велика група ектопаразитичних членистоногих, які відносно легко адаптуються до мінливих умов середовища. За останні десятиліття, у зв'язку із глобальними кліматичними змінами, вони здійснили вагомий міграцію з півдня на північ і зі сходу на захід.

Починаючи з 2017 року у Тернопільському національному медичному університеті створено лабораторію з дослідження іксодових кліщів та кліщових інфекцій.

Протягом 2017-2019 було досліджено особливості морфології 1335 кліщів, з них 434 самки і 778 німф, 15 самців, і 10 личинок виду *Ixodes ricinus*. Близько 100 екземплярів кліщів були не ідентифіковані з різних причин, в тому числі і через їх

значне пошкодження.

У результаті аналізу морфологічних показників особин виду *Ixodes ricinus* виявлено певні закономірності у співвідношенні загальної довжини тіла до ширини черевця при різних ступенях насичення.

За період виконання наукової роботи було досліджено кліщів на наявність в них збудників інфекційних захворювань [1]. Встановлено, всього носіями 3 видів збудників: *Borrelia Burgdorferi senso lato*, *Anaplasma phagocytophilum* та *Borrelia Miyamotoi* було 433 екземпляри (32%) Співвідношення кількості заражених самок до їх загальної кількості у 2017 році було в межах 29%, а німф – 30%. Ступінь зараженості *B. burgdorferi* становив 51 особина або 59,5%, *A. phagocytophilum* – 24 особини або 27%, зараженість *B. miyamotoi* – 5 особин або 5,6%. Серед заражених кліщів були також екземпляри – носії змішаних інфекцій: *B. burgdorferi* + *A. phagocytophilum* – 6 екз. або 6,7% і *B. miyamotoi* + *A. phagocytophilum* – 2 екземпляри або близько 2%.

Протягом 2018 року ідентифікації було піддано 495 кліщів [2]. З них на самок припало 175 особин (35,4%), на німф – 263 екз. (53%), личинок 19 (3,8%). Самців було лише 4 екз. (близько 1%). Решта кліщів (близько 7%) не піддалися ідентифікації, так як були у стані окремих фрагментів.

Після ампліфікації всіх ідентифікованих кліщів було отримано наступні результати: всього виявлено 181 кліща (36,5%) – носіїв 3 видів збудників інфекційних хвороб. Серед них найбільше було носіїв *B. burgdorferi* – 88 екз. (48,6%), носіїв *A. phagocytophilum* – 73 екз. (40,3%), носіїв *B. miyamotoi* – 2 (близько 1%). В цьому році спостерігалось зараження кліщів одночасно двома збудниками: *B. burgdorferi* + *A. phagocytophilum* – 14 (7,7%) і *B. miyamotoi* + *A. phagocytophilum* – 3 (близько 1,6%), *B. burgdorferi* + *B. miyamotoi* – 1 (0,5%).

У 2019 році в лабораторію поступили 475 кліщів, з них 125 самок, 299 німф, 9 самців, 10 личинок. 33 екземпляри не були ідентифіковані через значні пошкодження. Максимум нападів кліщів на людей припадав на травень і червень – 161 і 164 напади відповідно. Серед усіх кліщів 146 екземплярів (30,7%) були носіями збудників інфекцій. Аналіз носійства кліщами різних

збудників показав, що носіями *V. burgdorferi* були 75 особини або (51,4%), *A. phagocytophilum* – 50 особин, або 34,3%, *V. miyamotoi* – 5 кліщів, або 3,4%. Спостерігалось також і поєднання збудників в одній особині: *V. burgdorferi* і *A. phagocytophilum* – 10 кліщів (6,8%), *V. burgdorferi* і *V. miyamotoi* – 4 кліщі, або 2,7%, *V. miyamotoi* і *A. phagocytophilum* – 2 кліщі (1,4%). Вперше за три роки було виявлено 1 випадок поєднання 3 збудників (*V. burgdorferi*, *V. miyamotoi* і *A. phagocytophilum*) у одному кліщі.

Протягом 2020-2022 рр продовжилися дослідження іксодових кліщів. Більше уваги приділяли кліщам, які частіше нападають на тварин. Так, особливу увагу було звернено на кліщів роду *Dermacentor*. Аналіз поширення кліщів *D. reticulatus*, який базувався виключно на наших дослідженнях, показав, що вони зосереджені у проміжку: максимально північна точка 51°44'54" пн. ш. (Волинська область) і найбільш південніша точка 48° 11' 20" пн. ш. (Закарпатська область). Крайня західна точка в межах України виявлена на 22° 42' 49" д. (Закарпатська обл.) і крайня східна точка – 31° 57' 07" сх. д. (Чернігівська обл.) сх.[3].

За результатами досліджень науковців Інституту зоології НАН України [4] виявлено поширення цього виду у 79 пунктах Одеської, 45 – Миколаївської, 44 – Херсонської, 60 – Запорізької, 57 – Донецької областей та у 26 точках Автономної Республіки Крим. Аналіз географічного поширення кліщів на півдні України показав, що з півночі на південь цей вид зустрічається між 48° 26' 22" пн. ш. (Запорізька обл.) і 45° 03' 05" пн. ш. (АР Крим). З заходу на схід ареал виду простягається від 28° 28' 33" сх. ш.(Одеська обл.) до 38° 64' 80" сх. ш. (Донецька обл.).

Ряд авторів вказують на те, що у зв'язку із кліматичними змінами, ареал поширення двох видів *D. marginatus* і *D. reticulatus* за останні 100 років значно розширився на північ і в напрямку степових біоценозів.

У 2020-2021 рр. було проаналізовано кліщів, добутих з доквілля та знятих з домашніх тварин. Аналізу піддалися 128 екземплярів кліщів добутих протягом усього періоду досліджень. З них були 26 екземплярів *Ixodes ricinus* і 102 екземпляри *D. reticulatus*. 8 екземплярів *Ixodes ricinus* були добути на «прапор» безпосередньо із доквілля і 18 екземплярів знято з котів. 38 екземплярів *D. reticulatus* було знято із собак і ще 64 екземпляри

– із корів. Аналіз епідеміологічного стану цих кліщів з використанням ПЛР – досліджень показав, що із 39 досліджених кліщів, 34 були носіями збудників інфекцій, а саме: збудників кліщового енцефаліту виявлено у 22 зразках, збудників бабезіозу – у 10 зразках, і ще у 2 зразках виявлено одночасно збудників анаплазмозу і кліщового енцефаліту.

У 2022 р. додатково було піддано ПЛР дослідженням 36 екземплярів кліщів виду *D. reticulatus*, знятих з домашніх і диких тварин. З них було 19 самців і 17 самок. Згідно ПЛР аналізу, 7 кліщів були носіями збудників інфекційних захворювань, зокрема 5 кліщів були заражені *Babesia* sp. і 2 були носіями вірусу кліщового енцефаліту.

Також було продовжено вивчення інфікованість кліщів, відібраних від людей в межах міста Тернополя і Тернопільської області. Встановлено, що 19,2 % кліщів, відібраних від людей, були заражені бореліями генокомплексу *B. burgdorferi* s. l., 14,7 % — *A. phagocytophilum*, 1,7 % — *B. miyamotoi*, 0,3 % — *Babesia* spp. Серед 441 кліща, в яких виявлено збудники трансмісивних бактеріозів, переважали *B. burgdorferi* s. l.(53,5%) і *A. phagocytophilum* (40,8 %), у 47 (3,8 %) особин — виявлено ДНК декількох бактерій одночасно.

З метою вивчення стану ураження кліщами студентської молоді, у 2017 році було проведено анкетування студентів 1 курсу ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України”. Всього було опитано 775 студентів, з них уражених кліщем було 319 осіб, що становило 40,4 % від усіх опитаних осіб. У 29 осіб проявлялася еритема, а у 9 студентів були незвичні симптоми, проте діагноз бореліоз було поставлено лише 1 людині. У 18 чоловік були ускладнення у здоров’ї і вони зверталися до лікарів за спеціальностями: дерматолог, невропатолог, кардіолог і отримали відповідне лікування.

У 2021 році було проведено повторне анкетування студентів вищих навчальних закладів Тернополя: ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського (258 студентів) та ТНПУ ім. В. Гнатюка (30 студентів) [5].

За результатами опитування було встановлено, що понад 66 % опитаних респондентів мешкають у великих і малих містах,

селища міського типу, проте близько 80 % опитаних фіксували напади на них кліщів з різною частотою, чому, очевидно, сприяло їх відвідування парків, скверів, садів тощо; лише 14 % уражених кліщами зверталися у спеціалізовані лабораторії на предмет виявлення збудників інфекційних захворювань у крові, у майже 2 % ці результати були позитивними і було поставлено діагноз бореліоз; близько 25 % респондентів мало знають про бореліоз.

Порівняння цих двох опитувань показав зростання кількості уражених кліщами і кількості молодих людей яким було поставлено діагноз бореліоз.

Виходячи з усього вище сказаного можна зробити висновки про те, що відбувається зростання кількості кліщів у природі, як у біоценозах так і в урбоценозах, що у свою чергу призводить до збільшення частоти їх нападів на людей. У зв'язку з цим зростає кількість пацієнтів, які лікуються від наслідків ураження кліщами, перш за все від різних проявів хвороби Лайма. Серед більше ніж 20 видів збудників, носіями яких є іксодові кліщі, першість становлять борелії генокомплексу *B. burgdorferi s. l.*, *A. phagocytophilum*, *B. miyamotoi*, *Babesia* spp. і частково, вірус кліщового енцефаліту.

Список літератури:

1. Зараженість кліщів, відібраних від людей в Україні, збудниками деяких бактеріозів. Шкільна М.І., Андрейчин М.А., Подобівський С.С., Федонюк Л.Я., Панічев В.О., Івахів О.Л., Вишневецька Н.Ю., Марчук О.М., Корда М.М., Кліщ І.М. Буковинський медичний вісник. 2020. т. 24. № 1 (93). С. 195-201.
2. Подобівський С.С. Фурка О. Б., Ружицька О.Ю. Про кореляцію частоти нападу іксодових кліщів, їх епідеміологічного стану та температурних показників в умовах Тернопільської області (Україна) у 2017-2019 роках. Abstracts of VII International Scientific and Practical conference Juli 12-14, 2020. Barselona, 2020. P. 36-41.
3. Федонюк Л.Я. Подобівський С.С. Поширення кліщів виду *Dermacentor reticulatus* в Україні. Клінічна та експериментальна патологія. 2020. т.19. № 3 (73). С. 128 – 137.
4. Небогаткін, І. В . *Ixodes ricinus* та *Dermacentor reticulatus*

(Acari: Ixodida: Ixodidae) на півдні України. Українська ентомофауністика. 2018. №9(1). С. 43–57.

5. Федонюк Л. Я., С. С. Подобівський, Л. Я. Федонюк, Л. О. Шевчик. Результати опитування студентської молоді навчальних закладів вищої освіти м. Тернопіль щодо ураження їх іксодовими кліщами. Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2021. № 3. С. 145-148.

УДК 632.76

АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

Похла С. С., Прокоп'як М. З.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: sofia2000@chem-bio.com.ua

Кукурудза є однією з найбільш поширених і важливих сільськогосподарських культур у світі, що пояснюється її цінністю і різноманітністю використання. На основі *Zea mays* L. виробляють концентровані корми, а також тваринництво забезпечується зеленою масою і силосом. Цінним є зерно кукурудзи, яке містить 9–12 % білків, 65–70 % вуглеводів, 4–8 % олії, 1,5 % мінеральних речовин. Кукурудза також використовується як продовольча культура; із зародків кукурудзи виробляють олію, що має лікувальні властивості, а із стебел виготовляють клей, папір, фарби, штучну смолу й ін. [4].

Негативний вплив на продуктивність кукурудзи має західний кукурудзяний жук (ЗКЖ) (*Diabrotica virgifera virgifera* (Le Conte, 1868)) – небезпечний карантинний шкідник. Систематичне положення ЗКЖ: тип Arthropoda, клас Insecta, ряд Coleoptera, родина Chrysomelidae, підродина Galerucinae, рід *Diabrotica*, вид *D. virgifera virgifera*. Це обмежений олігофаг на личинковій фазі: личинки живляться виключно коренями кукурудзи але, за їхньої відсутності, певний час можуть харчуватися корінням деяких злакових трав, на яких здатні повноцінно розвиватись. Жуки – поліфаги: живляться пилком, маточними стовпчиками, незрілими зернами і листям кукурудзи,

а також пилком інших рослин з родин Гарбузові, Бобові, Злакові, Айстрові [1, 3]. Жуки пошкоджують волоть, стовпчики жіночих суцвіть, листя, іноді обгризають молоді качани. Личинки живляться корінням кукурудзи, що призводить до значного зменшення кореневої маси та полягання рослин кукурудзи. Жуки і личинки *D. virgifera virgifera* є переносчиками збудників грибкових, бактеріальних, вірусних захворювань кукурудзи [1]. Яйця ЗКЖ не витримують суворих морозів (лише короткочасне охолодження до -10°C , але перебування за такої температури протягом місяця призводить до їх загибелі). За температури -15°C досить одного тижня для того, щоб яйця загинули [2, 5].

Метою роботи було оцінити поширення ЗКЖ на території Західної України впродовж 2019–2022 рр. Нами проведено узагальнення результатів фітосанітарного моніторингу поширення цього шкідника на території Західної України за даними Управління фітосанітарної безпеки Головного управління Держпродспоживслужби, а також Управління фітосанітарної безпеки Головного управління Держпродспоживслужби в Тернопільській, Рівненській та Хмельницькій областях. Моніторинг здійснювали методом маршрутних обстежень. Види комах розпізнавали за допомогою визначників.

Станом на 1.01.2023 р. на території України західного кукурудзяного жука виявлено в 16 областях, 60 районах, 851 населених пунктах загальною площею 138693,5383 га. Не виявлено впродовж 2019–2022 рр. ЗКЖ на посівах у Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Луганській, Полтавській, Сумській, Харківській, Херсонській, Чернігівській областях. Проаналізувавши дані від 2019 до 2022 р. спостерігаємо тенденцію до зростання поширення *D. virgifera virgifera* на території України. У 2019 р. вперше зареєстровано цього небезпечного шкідника і на території Миколаївської обл. У 2022 р. найбільше заселено території ЗКЖ у Закарпатській, Миколаївській, Чернівецькій областях.

На території Тернопільської обл. площа заселення західним кукурудзяним жуком із 2019 по 2022 рік збільшилась приблизно на 225 га і становить 8090 га. У 2019 році не виявлено шкідника усього в трьох районах Кременецькому, Зборівському та Збаразькому. Станом на 1 січня 2023 р. ЗКЖ зафіксований в усіх

районах. Найбільші площі заселення цим жуком у Чортківському районі (4335 га), найменш заселеними є Кременецький (425 га). Проте темпи поширення ЗКЖ протягом 2021–2022 рр. знизилися, а розселення *D. virgifera virgifera* на нові площі не спостерігалось. З 2019 до 2022 р. кількість карантинних зон у межах області зросла із 58 до 59. У 2019 р. розпорядженням голови Шумської районної державної адміністрації запроваджено карантинний режим по ЗКЖ на території ПАП «Загребля» в с. Бриків Шумського району на площі 125 га. У 2020 р. запроваджено карантинний режим розпорядженням голови Заліщицької районної державної адміністрації Тернопільської обл. в смт Товсте Заліщицького району на площі 125 га.

На території Рівненської обл. площа заселення ЗКЖ із 2019 по 2022 р. збільшилась приблизно на 60 га і становить станом на 1.01.2023 р. 1439,730 га. Протягом 2019 р. нові вогнища поширення ЗКЖ було виявлено у чотирьох районах: Демидівський – 100 га, Дубенський – 119,2 га, Здолбунівський – 70 га, Радивилівський – 100 га. Найбільші площі заселення шкідником у Дубенському районі (888,45 га). Карантинний режим запроваджений на площі 1379,73 га. За цей період кількість карантинних зон зросла з 16 до 19. У 2020 р. карантин введено в с. Копань Рівненської обл. на території «Західно агропромислової компанії» на загальній площі 120 га. У 2021 р. карантинний режим по ЗКЖ був запроваджений на території 10 полів 8 господарств Рівненського району загальною площею 551,28 га. Не зареєстровано ЗКЖ у Сарненському і Дубровицькому районах. Дані щодо поширення *D. virgifera virgifera* протягом останніх двох років не змінилися, це свідчить про те, що розселення на нові території не спостерігалось.

За період 2019–2022 рр. площа заселення території Хмельницької обл. ЗКЖ зросла на 744,82 га і станом на 1.01.2023 р. становить 4183,91 га. *D. virgifera virgifera* поширений в усіх районах. Найбільші площі заселення шкідником у Хмельницькому районі (2734,92 га). З 2019 до 2022 р. кількість карантинних зон зросла із 43 до 50. У 2020 р. запроваджено карантинний режим по ЗКЖ на території с. Левківка Старокостянтинівського району на загальній площі 226,92 га. Найменш заселеними є Шепетівський район (324,9 га).

Аналіз температурних показників свідчить, що середньорічні температури останніх чотирьох років у вище зазначених областях коливаються від +7,3 до +10,3°C і сприяють адаптації й подальшому поширенню західного кукурудзяного жука. Середньомісячні температури липня-серпня 2019–2022 рр. були в середньому +18,4 – +25,9 °С. Такі температурні показники мали позитивний вплив на поширення шкідника, оскільки, найбільш активне розселення ЗКЖ відбувається за середньомісячних температур повітря +18 – +26°C. Важливим є також значення зимових температурних показників, оскільки яйця *D. virgifera virgifera* можуть витримувати морози до –10°C. Зимові температури 2019–2022 рр. перебували у межах –5,6 – +2,2°C і були сприятливими для зимівлі яєць цього шкідника. Також спостерігалися короточасні зниження температури більше –10°C які не мали негативного впливу на перезимівлю яєць ЗКЖ.

Подальшому розселенню ЗКЖ сприяє збільшення посівних площ кукурудзи. У 2019 р. площа посівів на території Рівненської області становила 86 тис. га, до 2022 року площа зросла до 127 тис. га. У 2019 р. під кукурудзою було 195,5 тис. га земель Хмельницької області, а у 2022 р. – 260 тис. га. На Тернопільщині у 2022 р. посіви становили 169,7 тис. га, тоді як у 2019 – 100,1 тис. га [5].

Дані показують, що темпи поширення західного кукурудзяного жука в останні роки на території Західної України знизились, проте, зважаючи на позитивні для шкідника температурні показники і збільшення площ посівів кукурудзи, залишається загроза поширення ЗКЖ на нові території.

Список літератури:

1. Західний кукурудзяний жук. URL: <http://www.karantin.te.ua/info/shkidlyvi-organizmy/quarantine-organisms-ternopil/zakhidnyi-kukurudzianyiy-zhuk/> (дата звернення: 20.01.2023).
2. Західний кукурудзяний жук. URL: <https://www.rivneprod.gov.ua/2021/07/20/zahidnyj-kukurudzianyij-zhuk-2/> (дата звернення: 20.03.2023).
3. Західний кукурудзяний жук – небезпечний карантинний шкідник кукурудзи. URL:

<http://www.fito.vn.ua/novyny/121-zakhidnyi-kukurudzianyi-zhuk-nebezpechnyi-karantynnyi-shkidnyk-kukurudzy> (дата звернення: 20.03.2023).

4. Кукурудза. Господарське значення. URL: <https://buklib.net/books/30131/> (дата звернення: 20.03.2023).
5. Прокоп'як М. З., Безменська Л. А., Пальцан, Н. М., Голіней Г. М., Майорова О. Ю. Динаміка поширення західного кукурудзяного жука на Тернопільщині впродовж 2016–2020 рр. *Карантин і захист рослин*. 2021. № 2 (265). С. 3–6.

УДК 639.1.03

КОРМОВІ РОСЛИНИ ОЛЕНЯ ПЛЯМИСТОГО В УГІДДЯХ ФІЛІЇ «КІВЕРЦІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

¹Хосцький П. Б., ²Мазепа В. Г., ¹Делеган І. І.

¹Національний лісотехнічний університет України

²Луцький національний технічний університет

E-mail: hpb@ua.fm

У мисливській угіддя Волині оленя плямистого (*Cervus nippon* Swinhoe, 1864) завезено у 1963 р. Тварин, у кількості 20 голів, було інтродуковано в угіддя Звірівського лісництва (філія «Ківерцівське лісове господарство» ДСПП «Ліси України»). Згідно інших відомостей, 16 особин завезено у 1961 р. [4]. За свідченням колишнього мисливствознавця Басарабчука Ю. Д., оленів в угіддя лісництва випущено у 1965 р. Звірі успішно акліматизувалися. Восени 1968 р. зареєстровано близько 100 голів [5], а згідно статистичної звітності в 1969 р. обліковано 40 особин. Ймовірно керівництво господарства свідомо применшувало чисельність поголів'я. Станом на 2022 р. олень поширений в угіддях семи користувачів мисливських угідь Волинської області. Однак, основне поголів'я виду (понад 70%) знаходиться в угіддях філії «Ківерцівське ЛГ».

Дослідження раціону живлення оленя плямистого у мисливських угіддях Волині не проводили [6, 7]. У другій половині ХХ ст. приділена увага живленню виду у Степовій і Лісостеповій зонах України [1, 2]. Так на півдні України, в

біотопах існування оленя, зареєстровано понад 150 видів рослин. У літній період у раціоні тварини виявлено 46 трав'янистих рослин. Весною і влітку олень надавав перевагу зеленим і соковитим злаковим рослинам, а також споживав листя і верхівки підросту дуба, осики, берези, хвою сосни, кору осики згризав з нетовстих (до 8-10 см в діаметрі) дерев. В істотній кількості олень поїдав плоди дикої груші, а впродовж осені і зими споживав жолуді дуба. Кількість і доступність кормів взимку зменшується. За відсутності снігу, серед сухої трави він знаходять багато видів різнотрав'я, а в умовах Волинського Полісся навіть під снігом зберігається зелена трава, зокрема ожина, яку він активно споживає (за свідченням егерської охорони філії). У монографії дослідника наслідків акліматизації оленя в Україні Євтушевського М. Н. зазначено, що у раціоні виду Середнього Придніпров'я виявили 284 види вищих рослин, які відносяться до 70 родин, 207 родів. Із них зареєстровано 32 види деревних рослин, що становить 11,3% від загальної чисельності рослин, чагарників і напівчагарників – 36 (12,7%), трав'янистих – 216 (76,0%) видів. Рослини, які поїдали олені, становили лише незначну частину тих видів, які проростали у місцях акліматизації тварин [3].

На основі літературних джерел та особистих реєстрацій потрав рослин в угіддях філії «Ківерцівське ЛГ», з'ясовано, що багато видів, які споживає олень в різних частинах ареалу трапляються в умовах філії. Нами проаналізовано використання оленями рослин в інших частинах ареалу і наявності їх в угіддях філії. Потенційними кормами у лісових угіддях філії є види: деревні рослини – *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Populus alba*, *P. nigra*, *P. tremula*, *Salix alba*, *S. fragilis*, *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *U. scabra*, *U. suberosa*, *Cerasus avium*, *Malus sylvestris*, *Pyrus communis*, *Sorbus aucuparia*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *A. platanoides*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*; чагарники і чагарнички – *Salix acutifolia*, *S. caprea*, *Corylus avellana*, *Viscum album*, *Berberis vulgaris*, *Ribes nigrum*, *Crataegus monogyna*, *Padus racemosa*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rubus caesius*, *R. idaeus*, *Caragana arborescens*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Genista tinctoria*, *Euonymus europaeus*, *E. verrucosus*, *Frangula alnus*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Hippophaë rhamnoides*, *Thelycranium sanguinea*,

Calluna vulgaris, *Syringa vulgaris*, *Lonicera xylosteum*, *Sambucus nigra*, *Viburnum opulus*; трав'янисті рослини – *Equisetum arvense*, *E. hyemale*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. sylvaticum*, *Dryopteris filix-mas*, *Pteridium aquilinum*, *Alopecurus pratensis*, *Calamagrostis epigejos*, *Dactylis glomerata*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Elytrigia repens*, *Festuca pratensis*, *Glyceria fluinfls*, *Melisa nutans*, *Phragmites communis*, *Poa angustifolia*, *P. nemoralis*, *P. palustris*, *P. pratensis*, *P. trivialis*, *Carex pseudocyperus*, *C. pilosa*, *C. sylvatica*, *Juncus effusus*, *Asparagus officinalis*, *Convallaria majalis*, *Galanthus nivalis*, *Iris pseudacorus*, *Urtica dioica*, *Aristolochia clematidis*, *Polygonum aviculare*, *P. bistorta*, *P. minus*, *P. persicaria*, *Rumex acetosa*, *R. acetosella*, *R. thyrsiflorus*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Dianthus borbasii*, *Melandrium album*, *Saponaria officinalis*, *Stellaria holostea*, *S. media*, *Anemone nemorosa*, *Caltha palustris*, *Ranunculus polyanthemus*, *Thalictrum simplex*, *Chelidonium majus*, *Corydalis halleri*, *Berteroa incana*, *Capsella bursa-pastoris*, *Raphanus sativus*, *Sedum acre*, *S. maximum*, *Filipendula denudata*, *Fragaria vesca*, *Geum rivale*, *G. urbanum*, *Potentilla anserina*, *P. argentea*, *P. reptans*, *Astragalus glycyphyllos*, *Coronilla varia*, *Lathyrus vernus*, *Lupinus polyphyllus*, *Medicago falcata*, *M. lupulina*, *M. sativa*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Trifolium alpestre*, *T. arvense*, *T. medium*, *T. pratense*, *Vicia angustifolia*, *V. cracca*, *V. pisiformis*, *V. tetrasperma*, *Viola sylvatica*, *V. tricolor*, *Geranium sanguineum*, *Impatiens noli-tangere*, *Lythrum salicaria*, *Chamerion angustifolium*, *Oenothera biennis*, *Aegopodium podagraria*, *Angelica sylvestris*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Daucus carota*, *Heracleum sibiricum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Sium latifolium*, *Ramischia secunda*, *Lusimachia nummularia*, *L. vulgaris*, *Vinca minor*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*, *Symphytum officinale*, *Ballota ruderalis*, *Galeobdolon luteum*, *Clechoma hirsuta*, *Lamium album*, *L. purpureum*, *Mentha arvensis*, *Origanum vulgare*, *Prunella vulgaris*, *Scutellaria hastifolia*, *Lycopersicon esculentum*, *Solanum nigrum*, *Digitalis grandiflora*, *Lathraea squamaria*, *Scrophularia nodosa*, *Veronica longifolia*, *V. officinalis*, *Verbascum lychnitis*, *Utricularia vulgaris*, *Plantago lanceolata*, *P. major*, *P. media*, *Galium palustre*, *G. verum*, *Valeriana palustris*, *Knautia arvensis*, *Campanula patula*, *Achillea millefolium*, *Arctium lappa*, *Artemisia absinthium*, *A. vulgaris*, *Aster amellus*, *Cichorium intybus*,

Cirsium arvense, *C. oleraceum*, *C. palustre*, *Crepis tectorum*, *Erigeron canadensis*, *Helianthus annuus*, *H. arenarium*, *Hieracium umbellatum*, *Lactuca serriola*, *Mycelis muralis*, *Solidago virgaurea*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum officinale*, *Tussilago farfara*.

Загалом зареєстровано 198 видів рослин, які поїдає олень у місцях існування виду. В умовах філії «Ківерцівське ЛП», за даними науковців Ківерцівського НПП «Цуманська Пуща», зареєстровано понад 800 видів вищих рослин, із них потенційно раціон оленя можуть формувати 23 види деревних порід, 26 чагарників і напівчагарників та 149 видів трав'янистих рослин, що становить понад 23% від загальної чисельності вищих рослин, які зростають в угіддях філії. У живленні олень не вибагливий, він легко освоює різні рослини у місцях акліматизації. Для нього властиве поїдання рослин, які ростуть за межами ареалу виду. Тому реальний список кормових рослин є значно більшим.

Список літератури:

1. Берестенников Д. С. Олень пятнистый на крайнем юге Украины. Вестник зоологии. 1968. № 1. С. 30-36.
2. Евтушевский Н. Н. Некоторые итоги акклиматизации оленя пятнистого (*Cervus nippon hortulorum* Sw.) в Черкасской области. Вестник зоологии. 1977. № 1. С. 7-11.
3. Євтушевський М. Н. Плямистий олень (*Cervus nippon hortulorum* Swinhoe, 1864) в Україні та за її межами. К. : ЕКО-інформ, 2009. 192 с.
4. Литус И. Е. Акклиматизация диких животных. К.: Урожай, 1986. 92 с.
5. Татаринов К. А. Фауна хребетних Заходу України. Львів : Вид-во Львівського ун-ту, 1973. 257 с.
6. Хоецький П. Б., Скольський І. М., Похалюк О. М., Паренюк А. П. Вплив ратичних звірів на деревно-чагарникову рослинність в умовах вольєра ТзОВ «Явір-плюс». Науковий вісник НЛТУ України. 2014. 24 (9). С. 41-45.
7. Хоецький П. Б. Інтродукція і реакліматизація мисливських звірів у Західному регіоні України. Науковий вісник НЛТУ України. 2010. 20. С. 264-273.

**FEATURES OF FORMATION OF LIVESTOCK
AGROECOSYSTEMS IN THE CONTEXT OF A STRATEGY
OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Tertychna O., Pinchuk V., Podoba Y.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS
Kyiv, Ukraine

E-mail: olyater@ukr.net

Agriculture is a powerful factor in environmental impact. Intentions of Ukraine on the choice of sustainable development as a strategy on the 21st century. Only in the case of adoption of the concept of sustainable development of the agrosphere, which covers more than 70% of the territory of our country. In this context, the development and implementation of approaches to the formation of stable local and regional agro -ecosystems is important for Ukraine. The limit of sustainability (stability) of the agroecosphere to anthropogenic loads is the consumption of 1% of pure primary products of biota. However, now, according to experts, direct consumption of bioproduction is 7-12%, that is, 10 times the critical limit of the stability of the biosphere and its components (taxonomic units), which leads to an irreversible violation of the balance of environmental components. And this can disrupt environmental balance.

Under natural conditions, the ecological equilibrium is achieved by the ecosystem's ability to self -balance. If we consider intensive livestock enterprises as powerful agro -ecosystems, they have a relative ecological equilibrium is determined by the conditions of an environmentally balanced technological process of growing farm animals. The stability of the livestock farm is, first and foremost, the stability of agrobiocenosis, which depends on the technology of keeping animals, the ability to withstand a complex of external and internal adverse factors, to ensure a sustainable volume of production. Due to the deep transformation of the environment, which is carried out under the action of anthropogenic influence, which reaches the global level, exacerbated and become relevant problems of conservation of ecosystems and the biosphere as a whole. Modern agriculture is built on the simplification of ecosystems, the replacement of complex natural biological communities with simpler

biogeocenoses, which dominates only a few varieties of plants or species of animals.

In a well-integrated agricultural system, animals are part of a food (nutritious) cycle. But in the industrial production of this cycle does not exist because it is associated with the transportation of all resources. The litter becomes a "departure", as well as by-products, the dead of the animal. There are acute problems with their disposal. But based on the basic principles of sustainable development, it is advisable to propose the ecological paradigm of dynamic stabilization of agrobiogeocenosis, where farm animals occupy a trophic level - first order consumables. Livestock is considered as a component of the biosphere, so the concept of "litter as a waste of production" is incorrect. It is an organic substance that is essential to improve soil fertility and again involves the global colobig of substances.

One of the ways of greening livestock is to improve technologies for the utilization of by-products and livestock waste in the direction of full use of physical mass and nutrients of manure and litter, which allows to reduce pollution. The utilization of livestock products into organo-mineral fertilizers [1]. Particular concern of the international scientific community is caused by the surrounding environment of chemical pesticides and xenobiotics used in the production of livestock products. This is related to the conduct of veterinary, preventive and therapeutic measures in the conditions of maintaining a large number of poultry, pigs and cattle [2]. Currently, the issues of excessive use of antibiotics and the development of antibiotic resistance are extremely relevant and need to be resolved in ecology, medicine, agriculture, veterinary medicine [3].

The ecological state of soil microbiocenosis is one of the indicators of the environment. Therefore, a microbiological analysis of soil in areas of intensive production of poultry products was carried out in the department of agrobiorecources and environmentally safe technologies of the Institute of Agroecology and Environmental Management. There is a change in the quantitative structure of the microbial coenosis of the soil, depending on the location of pollution with waste and by-products of production. The minimum amount of organotrophs is evidence of significant inhibition of microorganisms under the influence of toxic substances of the waste filtrate. At the same time, the composition of spore bacterial microflora changes: most of it in contaminated metabolites of the waste of the

slaughterhouse and contaminated with filtrates from the poultry house. The enlargement of the micromycetes is explained by the entry into the soil of the residues of litter from sawdust, leads to activation of cellulose microflora. Also in contaminated variants, the number of oligotrophs capable of developing on depleted soils increases compared to control. The amount of pedotrophs decreases, which is evidence of a decrease in nutrients in the soil [4]. Therefore, microbiological analysis of soil microbiocenosis, contaminated with waste from poultry production, indicates its significant transformation under the influence of toxicants.

The prospects for further environmental studies in animal husbandry are to solve the problems of biosecurity in the conditions of martial law in Ukraine, to find ways of remediation of contaminated by side products of soil in areas of intensive cultivation of farm animals, to develop measures to contain antibiotic resistance in animal husbandry, to optimize the methods of livestock.

References:

1. Tertychna O., Pinchuk V. Modern prospects for the production of organic fertilizers from livestock by-products. Проблеми раціонального використання соціально-економічного, еколого-енергетичного, нормативно-правового потенціалу України та її регіонів: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Луцьк. 1 травня. 2019 р. С. 86-89.
2. Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною. Відомості Верховної Ради України. 2015. № 24. С. 171.
3. Symochko L., Mariychuk R., Demyanyuk O., Symochko V. Antibiotics in agroecosystems: soil microbiome and resistome. Agroecological journal. 2019. № 4. P. 85–92.
4. Дем'янюк О.С., Тертична О.В., Симочко Л.Ю., Свальячук Л.І. Особливості формування мікробіоценозу ґрунту в зоні промислового бройлерного виробництва [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП України. 2017. № 4 (68). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7543/7257>.

РОЗДІЛ 3

**БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА ГЕНЕТИКА. ЦИТОГЕНЕТИКА І
ГІСТОМОРФОЛОГІЯ**

УДК 582.998.16:57.086.83

**ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВУВАННЯ *IN VITRO* АРНІКИ
ГІРСЬКОЇ (*ARNICA MONTANA* L.)**

**Акімов В.С., Колісник Х.М., Прокоп'як М.З., Грицак Л.Р.,
Дробик Н.М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: drobyk.n@gmail.com

До цінних лікарських рослин, що інтенсивно використовуються для потреб офіційної і народної медицини, належить арніка гірська (*Arnica montana* L.). З лікувальною метою використовуються квіткові кошики арніки (*Flos arnicae*), кореневища і корені (*Rhizoma et Radix arnicae*), у меншій мірі – листки (*Folium arnicae*) [1, 3]. Відомо, що екстракти *A. montana* є основою лікарських препаратів "Аркален", Просталад», «Кардіолін», «Стоматофіт», «Іов-венум», «Мазь арніки Др. Тайс» та ін. Їхня фармакологічна активність проявляється у кровоспинній, жовчогінній, протисклеротичній, подразнюючій, бактерицидній, сечогінній, потогінній, утеротонізуючій, холекінетичній, протизапальній, ранозагоювальній, беззаспокійливій, судинорозширювальній, тонізуючій, протисудомній, антиоксидантній та заспокійливій діях [1]. Цінні лікарські властивості *A. montana* обумовлені синтезом у ній широкого спектру біологічно активних речовин (БАР). У суцвіттях міститься до 4 % формуючої речовини – арніцину, що складається із суміші 3-х речовин: арнідіолу (арнідендіол), фарадіолу (ізоарнідіол) і крайнього вуглеводу. Із листків і кошиків *A. montana* виділено арніфолін – складний ефір сесквітерпенового оскикетолактону і тиглінової кислоти, каротиноїди, холін, бетаїн, цинарин (тридипсид кофейної і хлорогенової кислот), ефірну олію (0,04-0,07 %). Із квіток виділено також олію, вуглеводи, дві смолисті речовини і барвник

лютеїн. Виявлено органічні кислоти: фумарову, яблучну і молочну як у вільному стані, так і у вигляді кальцієвих і калієвих солей. Аскорбінової кислоти міститься 21 % [1]. Корені арніки містять ненасичені вуглеводи і невелику кількість фітостеринів, ефірну олію, а також органічні кислоти: ізомасляну, мурашину і ангелікову [3].

У зв'язку із зменшенням чисельності популяцій через надмірну експлуатацію сировинних запасів *A. montana*, вид було занесено до Червоної книги України (1996 р.). Надання виду природоохоронного статусу посприяло частковій стабілізації популяцій, і у наступне видання Червоної книги України (2009 р.) він не включений. Однак, *A. montana* і надалі вимагає посиленої уваги і охорони. З метою збільшення сировинних запасів арніки для фармацевтичної промисловості можна створювати промислові плантації. Проте, культивування *A. montana* поза природним ареалом альпійської та субальпійської зон Карпат є неможливим через високу вимогливість рослини до екологічних умов. Інший шлях вирішення цієї проблеми – пошук та заміна *A. montana* на близькоспоріднені за вмістом БАР види. Встановлено, що з усіх видів роду *Arnica* L. лише арніка листяна (*Arnica foliosa* Nutt.) може в найбільшій мірі відповідати цим вимогам [1, 3]. В Україні проведено низку досліджень щодо розробки способів та методів інтродукції арніки листяної. Починаючи з 1980-их років, цей вид введений у культуру і вирощується на території Західного Поділля [1].

Ще одним із шляхів вирішення проблеми забезпечення фармацевтичної промисловості цінною рослинною сировиною *A. montana*, а також збереження генофонду цього виду, є використання сучасних біотехнологічних методів та підходів. Тому, метою роботи було введення *A. montana* в культуру *in vitro*.

Вихідним матеріалом було насіння *A. montana*, зібране з гори Пожижевської (1450 м н.р.м., хребет Черногора, Івано-Франківської області). З літературних джерел відомо, що для успішного проростання насіння *A. montana* потрібна короткотривала холодова стратифікація, обробка гібереловою кислотою (ГК₃) протягом п'яти і більше діб або ж пошкодження покривів. Насіння краще проростає в умовах освітлення [3]. Враховуючи приведені вище дані, був досліджений вплив різних факторів (строків висаджування, дії розчину ГК₃ – 100 і 1000

мг/л, та освітлення) на схожість насіння *A. montana*. При відпрацюванні умов стерилізації насіння оптимальною виявилася обробка протягом 20 хв 15 %-им розчином H_2O_2 . Ефективність стерилізації становила 99,4 %. Аналіз результатів досліджень показав, що насіння краще проростає в умовах освітлення. Холодова стратифікація (+5–7°C) протягом 1,5–2 місяців та передпосівна обробка насіння *A. montana* розчинами ГК₃ протягом однієї доби підвищує його схожість. При цьому більш ефективним для порушення періоду спокою є використання концентрації 1000 мг/л – схожість насіння при цьому була в 1,5–2 рази вищою. Слід зазначити, що здатність до проростання насіння *A. montana* зберігається до трьох років.

Отже, завдяки поєднанню двох факторів, що порушують спокій насіння – холодової стратифікації при температурі +5–7°C протягом 1,5–2 місяців та обробки ГК₃ концентрацією 1000 мг/л протягом однієї доби, нам вдалося підвищити схожість насіння до 45 % і отримати життєздатні проростки *A. montana* на живильному середовищі МС/2 без регуляторів росту. Дослідженнями інших вчених встановлено, що схожість близького до *A. montana* виду роду *Arnica* – *A. foliosa*, в умовах *in vitro*, лежала в межах 16–33 % і підвищувалася лише за умови пророщування насіння на середовищі МС, доповненому БАП і ГК₃ [3]. Встановлено, що більш сприятливим для росту рослин *A. montana in vitro*, порівняно з рідким, було агаризоване середовище, доповнене 0,1 мг/л 1-нафтилоцтової кислоти (НОК). Відомо, що *A. montana* належить до рослин з прикореневою розеткою листків [14], що ускладнює живцювання рослин в культурі *in vitro*. Для полегшення живцювання у середовище ми додавали ГК₃, яка, як відомо, сприяє видовженню міжвузлів [2, 3]. Використання ГК₃ сприяло підвищенню інтенсивності інтеркалярного росту *A. montana*: протягом 30-ти діб вирощування у середовищі з 0,5 мг/л ГК₃ довжина рослин збільшувалася у 2,7 рази, тоді як у без ГК₃ – лише в 1,9 рази.

Встановлено, що живильні середовища Мурасіге, Скуга (МС) [5] та середовище МС з половинним вмістом макро- та мікросолей (МС/2), доповнені 0,1 мг/л 2,4-дихлороцтової кислоти (2,4-Д), забезпечували інтенсивний калюсогенез з листкових і черешкових експлантів *A. montana*. Оптимальним із протестованих як для індукції з різних типів експлантів, так і для проліферації калюсу *A. montana*, було середовище В₅ [5] з половинним вмістом макро- та мікросолей (В₅/2), що містило 4

мг/л НОК і 1 мг/л кінетину (Кін). Згідно з дослідженнями інших авторів, оптимальним не лише для утворення калюсу з коренів, меристематичних верхівок і гіпокотилія *A. montana*, але й для його росту, було середовище МС, доповнене Кін, β -індолилцтовною кислотою (ІОК) та НОК [3]. У деяких випадках на початкових етапах проліферації (1–3 пасажі) культури кореневого і листового походження поряд з наростанням калюсу ми спостерігали спонтанну регенерацію коренів.

У результаті проведених досліджень підібрано оптимальні умови для проростання насіння, вегетативного розмноження і росту, а також індукції калюсоутворення з різних типів експлантатів та тривалого вирощування культури тканин *A. montana* в умовах *in vitro*.

Список літератури:

1. Зеленіна Г.А. Морфогенез в культурі *in vitro* сегментів стебла і клональне мікророзмноження *Arnica chamissonis* Less. ssp. *foliosa* (Nutt.) Maguire: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03. 00. 20 / Українська Академія Аграрних Наук.; Нікітський ботанічний сад–Національний науковий центр. Ялта, 2007. 25 с.
2. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин. Теорія і практика. К., 2005.
3. Петріна Р.О., Маснюк Я.Т. Калусогенез у культурі *in vitro* арніки гірської // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2008. № 608. С. 151-155.
4. Gamborg O.L., Eveleigh D.E. Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley. *Can. J. Biochem.* 1968. Vol.46, №5. P. 417–421.
5. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962. Vol.15, №13. P. 473–497.

ВПЛИВ СТРОКІВ ПЕРЕСАДЖУВАННЯ МОРФОГЕННИХ СТРУКТУР НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОДЕРЖАННЯ РОСЛИН-РЕГЕНЕРАНТІВ У КУЛЬТУРІ ПИЛЯКІВ *IN VITRO* ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

Білинська О.В.

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

E-mail: bilynskaov@gmail.com

Вихід гаплоїдів у культурі пиляків *in vitro* залежить від інтенсивності перебігу процесів індукції морфогенних структур (калусу, ембріодів) та регенерації рослин. Своєю чергою ефективність регенерації визначається типом морфогенезу (прямий або непрямий ембріодогенез, органогенез) та умовами реалізації морфогенетичного потенціалу, включно зі строком пересадки морфогенних структур на середовище для одержання рослин-регенерантів. Зокрема, рекомендується пересаджувати калуси та ембріоди, утворені у культурі пиляків ячменю, якомога раніше – за досягнення ними розміру 1 мм [4] або навіть 0,5 мм [3], щоб запобігти втраті здатності до регенерації.

Як свідчать результати власних досліджень з експериментального андрогенезу *in vitro* у ярого ячменю перші видимі незброєним оком структури на поверхні пиляків з'являються через 17–20 діб від початку культивування пиляків. Зазвичай спостереження за динамікою індукції морфогенних структур ми починаємо на 20–25-у добу, продовжуючи з інтервалом 5–7 діб до 35-ї доби (для нечутливих до андрогенезу *in vitro* генотипів – до 45-ї доби) від початку культивування пиляків, коли можна підрахувати максимальну кількість морфогенних пиляків перед пересадкою калусу та ембріодів на середовище для регенерації [1].

Цілком очевидно, що за більш ранньої пересадки (через 25–30 діб) буде підраховано меншу кількість пиляків, з мікроспор яких утворилися видимі морфогенні структури, і менше цих структур у перерахунку на один пиляк, порівняно з їх числом за тривалішого культивування на індукційному середовищі. Але залишені після першої пересадки дрібні глобулярні структури будуть продовжувати ріст та розвиток, формуючи ембріоди чи

морфогенний калюс. У пиляках триватимуть процеси трансформації мікроструктур у морфогенні макроструктури. Тому через певний проміжок часу необхідно буде провести наступну пересадку новоутворених морфогенних структур (можливо, не одну) для одержання максимальної кількості рослин-регенерантів. З огляду на це не виключено, що глобулярні проембріо та калюс, утворені впродовж різних часових інтервалів, можуть мати відмінності за здатністю до регенерації, від чого буде залежати доцільність застосування тих чи інших методичних підходів для підвищення ефективності одержання гаплоїдів у культурі пиляків *in vitro*.

Мета досліджень полягала у визначенні оптимального строку пересадки морфо-генних структур, індукованих у культурі пиляків *in vitro* ярого ячменю, на живильне середовище для регенерації.

Як матеріал для досліджень використано лінію ярого ячменю ДН00-126 андрогенного походження з генетично детермінованою високою здатністю до утворення гаплоїдів у культурі пиляків *in vitro* (еталон високого рівня прояву ознаки). Рослини-донори пиляків вирощували у польових умовах. Попередню обробку колосся проводили шляхом витримування пагонів у воді за температури 4 °С у холодильнику впродовж 5–6 діб. Пиляки культивували на середовищі NMSмод. 2 [2], яке містило як гелеутворювач агар (0,8 %, Ferak, США). Морфогенні структур (калюс та ембріоїди) переносили на регенераційне середовище з мінеральною основою МС [5] та зниженим до 3 % вмістом сахарози, 100 мг/л міо-інозитулу, 100 мг/л глютаміну, 0,5 мг/л БАП та 0,05 мг/л НУК, загущеє агаром (0,8 %).

Термін пересадки – 25 та 35 діб від початку культивування пиляків на індукційному середовищі. Для реалізації схеми досліду було сформовано дві вибірки з культиваційних посудин (пробірок) з висадженими пиляками. Ефективність андрогенезу *in vitro* було оцінено за кількістю морфогенних пиляків у відсотках від загальної кількості культивованих пиляків та кількістю зелених рослин-регенерантів на 100 культивованих пиляків.

Спостереження за динамікою утворення морфогенних структур, проведені через 25 діб після інокуляції пиляків, засвідчили, що кількість морфогенних пиляків становила

Біотехнологія та генетика. Цитогенетика і гістоморфологія

31,2±2,8 % у вибірці «25 діб» та 27,4±2,5 % у вибірці «35 діб». Різниця за цим показником між двома вибірками була неістотною. Натомість впродовж періоду з 25-ї по 35-у добу відбулося більш ніж дворазове зростання кількості морфогенних пиляків – до 58,9±2,8 % – у вибірці «35 діб».

Усі культивацийні ємкості в обох варіантах досліду після першої пересадки було залишено у термостаті для подальшого утворення, росту та розвитку морфогенних структур. Через 2–3 тижні було зроблено повторну пересадку, для якої добирали пробірки з культурою за інтенсивністю росту морфогенних структур без дотримання чітких строків пересадки. Підрахунок одержаних нормально пігментованих рослин-регенерантів показав, що ефективність регенераційних процесів за першої пересадки через 25 діб становила 14,9±2,2 рослин на 100 пиляків. За відтермінування цієї маніпуляції до 35 доби кількість рослин-регенерантів на 100 пиляків сягала 46,8±2,8 шт. Після двох пересадок у відповідних варіантах досліду було одержано 21,2±2,5 і 49,0±2,8 рослин на 100 пиляків. Варто звернути увагу на той факт, що повторна пересадка в обох варіантах досліду істотно не вплинула на загальну результативність одержання гаплоїдів у культурі пиляків *in vitro*, хоча можна відмітити тенденцію до більш високої ефективності регенерації у варіанті «25 діб».

Отже, нами не підтверджено переваги термінової пересадки морфогенних структур, індукованих у культурі пиляків *in vitro* ярого ячменю. Можливо, на більш збалансованому за поживними речовинами регенераційному середовищі відбувалося б інтенсивніше формування ембріодів із пересаджених глобулярних структур, що сприяло б підвищенню виходу рослин-регенерантів незалежно від терміну пересадки. Планується продовжити дослідження з визначення оптимального строку пересадки морфогенних структур за використання регенераційного середовища зі зменшеною вдвічі концентрацією мінеральних компонентів та оптимізованого за комплексом фізіологічно активних сполук.

Список літератури:

1. Белинская Е. В., Дульнев П. Г. Особенности морфогенеза в культуре *in vitro* пыльников ярого ячменя на средах с

- химически модифицированными крахмалами. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2012. Т. 44, № 5. С. 440–448.
2. Білінська О. В., Дульнев П. Г. Ефективність отримання гаплоїдів ярого ячменю у культурі пиляків *in vitro* на основі гібридного матеріалу: порівняння базової та удосконаленої технологій. *Фактори експериментальної еволюції організмів: зб. наук. праць*. К.: Логос, 2019. Т. 25. С. 178–183.
 3. Kahrizi D., Mahmood S., Bakshni G., Mirzafi M. Effect of genotype on androgenesis in barley (*Hordeum vulgare L.*). *Biharean Biologist*. 2011. Vol. 5, No 2. P. 132–134.
 4. Kuhlmann U., Foroughi-Wehr B. Production of haploids in frequencies sufficient for barley breeding programs. *Plant Cell Rept*. 1989. Vol. 8, No 2. P. 110–118.
 5. Murashige T., Skoog F. A revised medium for growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*. 1962. Vol. 15. P. 473–497.

УДК 581.143.6

**КЛІТИННА СЕЛЕКЦІЯ З ІОНАМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ
ДЛЯ ВІДБОРУ ОСМОСТІЙКИХ ФОРМ РОСЛИН**

Броннікова Л.І.,^{1,2} Зайцева Л.І.¹

¹ Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: irinaza.ldfr@gmail.com

² Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
E-mail: Zlenko_lora@ukr.net

Засолення та водний дефіцит є одним із агресивних факторів довкілля. Воно здатне спричинити шкоду чинний спектр патологічних змін у тканинах рослин. Зростають площі із вторинним засоленням, прісна вода у багатьох регіонах перетворюється на дефіцит навіть для людських мас [4, 5, 9]. Отже проблема отримання рослинних форм з підвищеним рівнем стресійкості стає все більш актуальною, не дивлячись на чисельні зусилля та капіталовкладення. Генетичні зміни, котрі збільшують стійкість геному є головною метою різних досліджень. Тому, проблема потребує суттєвої модифікації

біотехнології які існують на сьогодні.

Клітинна селекція з іонами важких металів (ІВМ) є перспективною біотехнологією для отримання форм рослин, здатних протистояти засоленню та водному дефіциту [5, 7, 8].

Підвищуючи стійкість генетичної зміни в інтактній рослині, а також події, які відбуваються під час культивування *in vitro*, стають ключовими. У випадку створення адекватної селективної системи та відбору стрес-модельованого агенту, метод може стати пріоритетним для отримання клітин з унікальними властивостями.

Нами було запропоновано застосовувати іони важких металів (ІТМ) в клітинній селекції, а саме – використовувати властивості іонів Ba^{2+} , Cd^{2+} для відбору форм, стійких до засолення та водного дефіциту. Для отримання форм тютюну запропоновано та створено селективну систему з іонами барію (Ba^{2+}) та кадмію (Cd^{2+}) у концентраціях, летальних для клітин дикого типу. Летальними вважали найменші концентрації, які призводили до елімінації культур дикого типу. Первинний калюс ініціювали із листків тютюну на агаризованому середовищі В5 Гамборга. Клітинну культуру дикого типу піддавали процедурі «плейтингу», яка передбачає рівномірне розподілення суспензії між двома шарами селективного середовища з іонами Ba^{2+} та Cd^{2+} .

Відомо, що катіони Ba^{2+} являться інгібіторами переміщення іонів K^+ ; катіони Cd^{2+} суттєво впливають на транспорт води в клітину. На селективних середовищах з летальною для клітинних культур доз іонів Ba^{2+} та Cd^{2+} , були відібрані клітинні культури тютюну, які характеризувались комплексною стійкістю до іону селекції, а також до летальних сульфатного та хлоридного засолень [1 - 4, 6].

Ba – стійкі лінії рослин витримували летальне засолення (солі морської води). Cd – стійкі варіанти росли в умовах водного стресу (маніт).

За Ba -стійкі клітинні лінії (Ba -СКЛ) та Cd^{2+} - стійкі клітинні лінії (Cd^{2+} - СКЛ) виживали за такого стресового навантаження. Живі клітини формували первинні мікроколонії. Такі колонії утворювали Ba -СКЛ та Cd^{2+} - СКЛ та росли у присутності іонів Ba^{2+} та Cd^{2+} не менше 3 пасажів. У подальшому калюс ділили та

переміщували на свіжі середовища, а саме: базальне середовище (нормальні умови) і селективні умови (стресові умови). Формували два різновиди стресу: середовище із іонами Ba^{2+} та Cd^{2+} (стрес I) і середовища із солями та манітом (стрес II, III). Летальне засолення та зневоднення додаванням сульфату натрію, хлориду натрію та маніту. Для підтвердження генетичної основи стійкості використовували ротацію умов культивування, а саме: нормальні умови → стреси I, II, III; стреси I, II, III → нормальні умови; стрес I → стреси II, III, тощо. Ротація була завжди довільна. Як показник життєдіяльності вимірювали відносний приріст біомаси (ВПМ, Δm).

Із стійких клітинних ліній регенеровані рослини та отримано R0 та R1 насінневе покоління. Рослини культивували *in vitro* у присутності 2,5 % солей морської води та 0,8 М маніту. В процесі культивування рослини укорінилися і формували нові листки. Після перенесення на контрольне середовище, рослини адаптувались до нормальних умов. Регенеранти R0 та насінневе покоління R1 тютюну також були стійкими до осмотичних стресів *in vitro* та *in vivo*.

Оригінальність та пріоритетність дослідження полягала у створенні селективної системи з іонами Ba^{2+} , Cd^{2+} та її застосуванні у клітинній селекції для виділення форм

Клітинна селекція з використанням ІВМ є перспективним підходом виділення генетично змінених форм, та стати перспективним методом отримання з підвищеним рівнем осмотостійкості. Даний метод може бути поширеним і на інші культури.

Список літератури:

1. Maliga P. Isolation and characterization of mutants in plant cell culture. *Ann. Rev. Plant Physiology*. – 1984. 35. pp. 519-542. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.35.060184.002511>
2. Wang S.-M., Zhang J.-L., Flowers T.J. Low-affinity Na^+ uptake in the halophyte *Suaeda maritima*. *Plant Physiology*. - 2007, 145, pp.559-571. <https://doi.org/10.1104/pp.107.104315>
3. Tioleter D., Jaquinod M., Mangavel C., Passirani C., Saulner P., Manon S., Teyssier E., Payet N., Avelange-Macherel M.-H., Macherel D. Structure and function of a mitochondrial late

- embryogenesis abundant protein by desiccation *Plant Cell*, 2007, 19, pp.1580-1587. <https://doi.org/10.1105/tpc.107.050104>
4. Bahieldin A., Mahfouz H.T., Eissa H.F., Saleh O.M., Ramadad A.M., Ahmed I.A., Dyer W.E., El-Itriby H.A., Madkour M.A. Field evaluation of transgenic wheat plants stably expressing of HVA1 gene for drought tolerance *Physiol. Plant.* 2005 123 No 4 pp.421-427. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2005.00470.x>
 5. Lestari, E.G. (2006) *In vitro* selection and somaclonal variation for biotic and abiotic stress tolerance. *Biodiversitas*. 7. №3. P.297-301
 6. Rubio F., Nieves-Cordones M., Aleman F. Martinez V. Relative contribution of AtHAK5 and AtHAK1 to K⁺ uptake in the high affinity range of concentrations. *Physiol. Plant.* 2008. 134. P.598-608. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2008.01168.x>
 7. Fan L.M., Wu W.-H. Yang Y.-Y. Identification and characterization the inward K⁺ channel in the plasma membrane *Brassica* pollen protoplasts. *Plant Cell Physiol.* 1999. 40 (8). P.859-865. [DOI: 10.1093/oxfordjournals.pcp.a029615](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a029615)
 8. Xu L., Song J.-Q., Wang Y.-L., Liu X.-H., Li X.-L., Zhang B., Li A.-J., Ye X.-F., Wang J., Wang P. Thymol improved salinity tolerance of tobacco by increasing the solium ion efflux and enhancing the content of nitric. – *BMC Plant Biol.* 2022. 22:31. doi: [10.1186/s12870-021-03395-7](https://doi.org/10.1186/s12870-021-03395-7)
 9. Surosz W., Palinska K.A. Ultrastrural changes indcerced by selected cadmium and copper concentration in the cyanobacterium Phormidium: interaction with salinity. *J. Plant Physiol.* 2000. 157. P.643–650. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(00\)80007-3](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(00)80007-3)

**КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ЖИТТЄВОСТІ
РЕПАТРІЙОВАНИХ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ РОСЛИН
ВИДІВ РОДУ *GENTIANA L.* У ВИСОКОГІРНІЙ ЗОНІ
УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

**Грицак Л.Р., Колісник Х.М., Гурин Н.С., Дейкало О.П.,
Дробик Н.М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

Глобальне потепління, посилення прямого та опосередкованого впливів різних форм антропогенної діяльності на популяції та, у цілому, на екосистеми – це основні причини зменшення фіторізноманіття. Над вирішенням цієї проблеми учені працюють вже не одне десятиліття. Проте, нові дослідження показують, що прийнята лише у 2020 році «Стратегія біорізноманіття ЄС до 2030 року: Повернення природи у наше життя» вже на даний час є застарілою. Це зумовлено тим, що сучасне зникнення популяцій організмів – це результат їх реакції на впливи, яких вони зазнали ще 40–45 років тому. Тому, ефективність запропонованих дій та заходів для збереження біорізноманіття у ЄС ми зможемо оцінити лише через декілька десятиліть. За цей період зникне зі складу флори не один вид рослин та низка консументів, пов'язаних з фітобіотою трофічними, фабричними тощо зв'язками. Це вимагає застосування більш конструктивних і швидких методів відновлення фіторізноманіття, які би змогли би призупинити прогресуюче скорочення популяцій. До таких технологій належить репатріація. Проте, у науковій спільноті ведеться чимало дискусій з цього приводу. Вони стосуються як фундаментальних відмінностей у трактуванні цього терміну [3], так і підходів щодо реалізації репатріаційних проєктів: із використанням посадкового матеріалу, взятого з природи чи культивованого в розплідниках і ботсадах; відновлення популяцій винятково в межах природних ареалів видів [3] чи пошуку нових місць росту поза їхніми межами [5]. Окрім того, зазначається, що праць, присвячених оцінці ефективності

реінтродукції або репатріації, загалом дуже мало [3, 4].

Метою нашої роботи є висвітлення результатів змін морфофізіологічного стану та анатомічної будови листків у біотехнологічних рослин деяких видів роду *Gentiana* L. упродовж 4 річного періоду росту у високогірній зоні Українських Карпат і, на цій основі, аналіз ефективності розробленої нами біотехнології «*in vitro-ex vitro-in situ*» для отримання посадкового матеріалу рідкісних видів рослин та можливості його використання у репатріаційних проєктах.

Біотехнологія «*in vitro-ex vitro-in situ*» передбачає послідовне проведення 7 етапів [1] із попереднім аналізом едафічних умов росту і видоспецифічних потреб рослин в елементах мінерального живлення, дослідження структурно-функціональних особливостей рослин з умов *in situ* та враховує природні потреби виду у світловому режимі. Посадковий матеріал в умовах *in vitro* був одержаний за температури 18–19° С на оптимізованому за елементним складом та значенням рН живильному середовищі за двох варіантів світлових режимів (СК): 1.1 варіант: інтенсивність світлового потоку 85 Вт/м², спектральний склад: Ес : Ез : Еч = 33 % : 42 % : 25 %; 2.1 варіант: 100 Вт/м², спектральний склад: Ес : Ез : Еч = 29,5 % : 32,5 % : 38,1 %. Відповідність фізико-хімічних умов культивування рослин *in vitro* біологічним потребам видів оцінювали за коефіцієнтами приживання посадкового матеріалу в умовах *in situ* (г. Пожижевська, хр. Черногора, Івано-Франківська обл.) та відповідністю структурно-функціонального стану рослин морфофізіологічним та анатомічним критеріям-маркерам особин з природи аналогічного вікового етапу онтогенезу.

Частка приживання особин *Gentiana lutea* L., *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L. в умовах *in situ* наприкінці першого вегетаційного сезону упродовж 3 років апробації розробленої технології становила 100 %. Відомо, що результативність розроблених технологій з адаптації отриманого біотехнологічними методами посадкового матеріалу до нових умов росту можна оцінити лише після зимового періоду та 2 вегетаційних періодів. За цей час вони набувають габітусу, властивого для їх особин з природи, а також адаптуються до сезонних змін погоди [2]. Результати досліджень показали, що

наприкінці другого сезону частка виживання рослин становила: з 1.1 варіанту СК – 50–58 % (*G. lutea*), 51 % (*G. punctata*), 52 % (*G. acaulis*); з 2.1 варіанту СК – 61–70 % (*G. lutea*), 59 % (*G. punctata*) та 67 % (*G. acaulis*) і надалі залишалася незмінною. Це вище за результати, отримані іншими дослідниками при використанні матеріалу колекцій *ex situ* та *in vitro*.

Результати морфо-фізіологічних досліджень рослин *G. lutea* показали, що світлові умови культивування на етапах *in vitro* та *ex vitro* визначають ріст та розвиток рослин в умовах *in situ*. Рослини з 1.1 і 2.1 варіантів СК відрізнялися за морфометричними параметрами надземної частини, вмістом та співвідношенням пігментів, параметрами водного балансу, анатомічною будовою листкової пластинки упродовж 4 вегетаційних сезонів. Найбільш наближеними до рослин природного походження за критеріями-маркерами структурно-функціонального стану були особини з 2.1 варіанту СК. Вже на 3 вегетаційному сезоні особини з цього варіанту СК не відрізнялися за морфометричними параметрами анатомічних структур листка від рослин з природи.

Аналіз особливостей проходження онтогенезу рослинами *G. lutea* показав, що упродовж 1 вегетаційного сезону рослини за габітусом, формою листової пластинки займали проміжне положення між особинами *in vitro* та *in situ*. На 2 та 3 вегетаційних сезонах рослини були подібні до іматурної вікової групи особин природного походження, а на 4 вегетаційному сезоні – перейшли до віргінільної стадії розвитку, що відповідає магістральному шляху проходження онтоморфогенезу особинами природного походження. Проте, на відміну від рослин з природи, на 4 році життя в умовах *in situ* 66,5 % особин з 1.1 варіанту СК та 80 % рослин з 2.1 варіанту СК приступили до вегетативного розмноження. Рослини природного походження вегетативно розмножуються лише наприкінці віргінільної стадії розвитку (9–10 роки життєвого циклу).

Отже, за результатами реалізації біотехнології «*in vitro-ex vitro-in situ*» нами отримано рослини *G. lutea* із високим адаптивним потенціалом до умов *in situ*. За використання біотехнологічних рослин засновано штучні популяції видів *G. lutea*, *G. punctata* та *G. acaulis* у високогір'ї Українських Карпат. Показано, що вже на 2–3 роках життя *in situ* за морфо-

фізіологічними та анатомічними параметрами біотехнологічні рослини не відрізняються від особин природного походження.

Список літератури:

1. Грицак Л.Р., Дробик Н.М. Розробка технології збереження високогірних видів роду *Gentiana* L. із використанням стратегії «Quasi» *in situ* та методів біотехнології. *Екологічні науки*. 2019. № 25. С. 169–176. doi:10.32846/2306-9716-2019-2-25-28.
2. Грицак Л.Р., Дробик Н.М. Сучасні технології підвищення стійкості культивованих *in vitro* рослин до умов *ex vitro*. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2020. Т. 26. С. 183–189. doi:[10.7124/FEEO.v26.1347](https://doi.org/10.7124/FEEO.v26.1347).
3. Кагало О.О., Сичак Н.М., Омельчук О.С. Репатріація та реінтродукція охоронюваних видів рослин – чи не вистелена "добрими" намірами дорога до пекла? *Український ботанічний журнал*. 2022. Т. 79(2). С. 114–119. doi:10.15407/ukrbotj79.02.114
4. Fenu G., Vacchetta G., Charalambos S. Ch. An early evaluation of translocation actions for endangered plant species on Mediterranean islands. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41. P. 94–104. doi:10.1016/j.pld.2019.03.001
5. Volis S. Conservation-oriented restoration – a two for one method to restore both threatened species and their habitats. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41 (2). P. 50–58. doi:10.1016/j.pld.2019.01.002.

**АЛЬГОЛОГІЗАЦІЯ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
ВОДОСХОВИЩА ХЛОРЕЛОЮ *IN VIVO* З МЕТОЮ
ОЧИЩЕННЯ ВОДИ І ОТРИМАННЯ БІОМАСИ
ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ТА КОРМОВОГО ХАРАКТЕРУ**

**Грубінко В.В., Боднар О.І., Чвалюк Г.В, Омельченко Б.О.,
Галиняк О.В., Ткач Н.М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені В. Гнатюка

v.grubinko@gmail.com

Водосховище „Тернопільський став” – зарегульований водотік р. Серет – лівої притоки р. Дністер, є типовим прикладом гідроекосистеми у антропогенно трансформованому середовищі [1]. Ця водойма створена штучно, але упродовж довготривалого формування набула властивостей і характеру природної гідроекосистеми [1]. Враховуючи те, що всі процеси становлення природного режиму і входження водойми в природну нішу значно прискорені, вона є багатогранною природною лабораторією. Тип ставу – русловий. Вид регулювання стоку – сезонний. Характер водного живлення – снігове, дощове, ґрунтове; площа водозбірного басейну до межі гідровузла, км² – 9,26; об’єм стоку, млн. м³ – річний (17), повіддя (+6) [1].

Якість водного середовища у ньому формується під впливом трьох чинників: природних і господарських умов формування стоку на водозаборі, кількості і якості стічних вод та інших джерел забруднення водойми, а також процесів, що протікають у самому водосховищі, які значною мірою визначаються його гідрохімічними та гідрологічними особливостями, зокрема, інтенсивністю водообміну (рис. 1).

Особливий функціональний статус у екосистемах такого типу займають водорості, формують як продукцію водойми, так і є чинником функціонування колообігу речовин у ній через підтримання балансу кисню та вуглекислоти. Водорості володіють високою генетичною і морфо-фізіологічною пластичністю та метаболічною активністю, а відтак, характеризуються широкими адаптивними можливостями [3 – 5].

Зазначимо, що останніми тенденціями є використання

мікроводоростей як нових джерел біологічно активних речовин у медицині та фармації, для отримання певних корисних сполук з водоростей для потреб людини і у тваринництві [4].

Chlorella vulgaris – традиційний об'єкт біотехнології очищення води, отримання корисних продуктів: протеїнів, ліпідів, каротиноїдів, вітамінів, тощо [3, 5]. Тому, екстракти і препарати з цих водоростей широко використовуються для отримання кормових та біологічно активних добавок (БАД), фармацевтичних і косметичних засобів [3, 5].

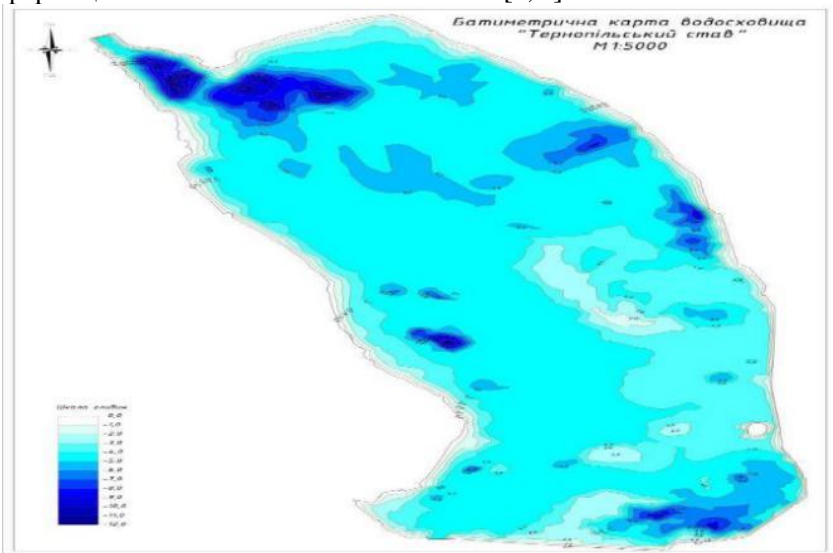


Рис. 1. Гідрологічний характер Тернопільського водосховища.

Однією з проблем є біологічне забруднення вод природних водоймищ патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами і альгофлорою, яке відбувається в результаті надходження в них стічних вод з прибережних населених пунктів, промислових вод, багатих на органічні сполуки з поживними речовинами для мікроводоростей. У процесі евтрофікації надлишок поживних речовин у водоймах викликає надмірне розмноження водоростей. Основними ознаками евтрофікації водойм є збільшення біомаси фітопланктону або інших автотрофних організмів, масовий розвиток водоростей до рівня «цвітіння» води, зменшення концентрації розчиненого

кисню при масовому відмиранні водоростей [1, 4].

Застосування хлорели відбувається давно і успішно, зокрема, як біологічний меліоратор, що очищує водойми і покращує якість води.

На сучасному етапі інноваційним підходом є біоремедіація водойм суспензією хлорели, яка основана на альголізації водойм планктонними штамми зеленої мікроводорості *Chlorella vulgaris*. Технологія заснована на біологічних властивостях живої планктонної хлорели пригнічувати дію синьо-зелених водоростей (ціанобактерій). Хлорела проявляє природну конкуренцію та здатна впливати на витіснення синьозелених водоростей з водойми, ліквідує наслідки «цвітіння»: очищує воду, насичує її киснем. На 1,115 г поглинутого водоростями CO₂ виділяється 1,0 г O₂, з них 64% утилізується безпосередньо клітинами хлорели, а 36% – неповне засвоєння та витрати в атмосферу.

Очищуючи водне середовище від біогенних елементів (N і P), водні рослини ще й стримують «цвітіння» води синьо-зеленими водоростями. Перспективним напрямком зниження евтрофікації вод і захисту їх від забруднення є альголізація водойм хлорелою. Штам має здатність «вільного» і рівномірного розподілу в середовищі. Потрапляючи у водойму, хлорела не осідає на дно, розвивається у верхньому (до 40–100 сантиметрів) шарі води, інтенсивно фотосинтезує. За кілька днів хлорела стає домінуючою мікроводорістю.

В Тернопільському водосховищі у процесі реалізації “Комплексної програми розвитку водосховища «Тернопільський став» на 2019 -2021 роки” на площі 311 га (середня глибина близько 10 м) на початку травня 2021 р. було внесено хлорелу у вигляді концентрованої «хлорелової пасти» з розрахунку 1 г пасти на 100 дм³ води. Забруднення водойми було суттєвим, насамперед важкими металами, нафтопродуктами, ПАР, тощо [1]. У попередні роки відмічали розвиток синьо-зелених водоростей, активне “цвітіння” води, її залужнення унаслідок амонізації відмерлих гниючих рослин та водоростей [1, 2]. Температура внесення водоростей становила ~ 8-10⁰ С.

Стабільність розмноження хлорели підтверджено динамікою розмноження водоростей (табл. 1).

Упродовж перших 3-х місяців спостерігали

Біотехнологія та генетика. Цитогенетика і гістоморфологія

експоненціальне наростання кількості клітин у 17,6 раза до $132,1 \cdot 10^7$ клітин/ дм^3 порівняно з їх кількістю у початково – $7,5 \pm 1,6 \cdot 10^7$ клітин/ дм^3 ($p < 0,05$), після чого упродовж усього терміну культивування показник кількості клітин хлорели був постійним у межах $70,1 \cdot 10^7$ клітин/ дм^3 (у практично в 10 разів більше порівняно з їх кількістю в початково ($p < 0,05$)).

Умови середовища були оптимальними як за температурним, так і за показником рН середовища. Продукування кисню було активним і відповідало нормі росту водоростей – 4-6 мг/ дм^3 .

Таблиця 1

Динаміка кількості клітин *Ch. vulgaris* у Тернопільському водосховищі.

Дата	Кількість клітин, шт/ дм^3	Температура води, $^{\circ}\text{C}$	Рівень розчиненого кисню у воді, мг/ дм^3	Кислотність, рН, мг.екв.
05.04.22	$7,50 \cdot 10^7$	8,0	4,2	7,20
10.05.22	$22,10 \cdot 10^7$	14,2	4,8	7,30
08.06.22	$82,35 \cdot 10^7$	20,8	4,9	7,01
07.07.22	$132,10 \cdot 10^7$	22,4	5,4	7,09
15.08.22	$121,85 \cdot 10^7$	21,2	4,9	7,08
12.09.22	$70,95 \cdot 10^7$	18,3	4,2	7,02
14.10.22	$58,15 \cdot 10^7$	14,8	4,8	7,11
09.11.22	$16,32 \cdot 10^7$	10,4	4,6	7,15
06.12.22	$4,36 \cdot 10^7$	6,7	5,7	7,34

Аналогічними до динаміки кількості клітин, були їх загальна біомаса та біомаси основних органічних компонентів. Так, за цих визначених умов досліду, вміст основних органічних компонентів клітин *Ch. vulgaris* становив від загальної біомаси: протеїни – 54%, вуглеводи – 32%, ліпіди – 14%. Упродовж експоненціальної фази у 3,8 раза зріс вміст протеїнів, у 6,3 – вуглеводів, у 3,0 – ліпідів ($p < 0,05$). Надалі до 21–25-ї доби культивування вміст протеїнів був на рівні близько 60 мг сухої маси/ дм^3 , вуглеводів – 35, ліпідів – 12 мг. Співвідношення вуглеводи–протеїни–ліпіди становило: на початку культивування – 5,4:3,2:1,4; на стадії завершення експоненціального росту – 4,7:4,5:0,8; на стадії стаціонарного росту – 5,6:3,3:1,1.

У процесі росту водоростей спостерігали пригнічення розвитку синьозелених водоростей (рис. 2), частка яких зменшилася до 30% у альгопробах, натомість частка клітин хлорели становила 70% від загальної кількості клітин водоростей, а їх біомаса зросла у 5 разів.

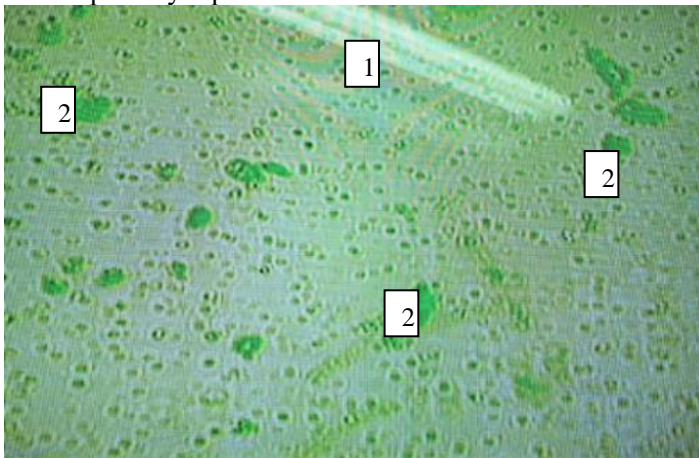


Рис. 2. Фото клітин водоростей (1 - клітини Хлорели, 2 - угруповання синьо-зелених водоростей). Червень - жовтень 2022 р. Збільшення: x 400.

Висновки. Клітини хлорели активно вегетували у літні місяці, зменшення їх вмісту, аж до практично повного припинення вегетації, відбулося за зменшення температури води біля $+6^{\circ}\text{C}$. Призупинився процес евтрофікації, відбувалося пригнічення заростання вищою рослинністю, у воді знизилися показники вмісту сполук азоту та фосфору [1]. Оптимізація альгофлори вплинула на рН води $\sim 7,1$ проти забруднення амонієм у зимовий період – 7,34. Впроваджений штам пригнічує розвиток синьо-зелених водоростей, запобігаючи «цвітінню» води.

Розвиток хлорели відкриває перспективи для вирощування водоростевої біомаси як для очищення водойми, так і використання водоростевої біомаси як сировини кормового, фармацевтичного для косметологічного характеру [1, 3].

Список літератури:

1. Грубінко В.В., Гуменюк Г.Б., Волік О.В., Свинко Й.М., Маккарті Ф.М.Г. Екосистема зарегульованої водойми в умовах урбонавантаження: на прикладі Тернопільського водосховища / за ред. В.В. Грубінка. – Тернопіль : Вектор, 2013. – 201 с.
2. Гандзюра В.П., Грубінко В.В. Концепція шкодочинності в екології. – Київ–Тернопіль: Вид–во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. – 144 с.
3. Золотарьова О.К. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології / О. К. Золотарьова, Є. І. Шнюкова, О. О. Сиваш, Н. Ф. Михайленко. Київ : Альтерпрес, 2008.–234 с.
4. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Київ : Генеза, 2010. – 664 с.
5. Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology / Ed. Amos Richmond, Qiang Hu. – Oxford : Wiley, Ltd, 2013. – 726 p.

УДК 615.322:547.94:581.143.6

**ДОСЛІДЖЕННЯ БІОМАСИ КУЛЬТУРИ ТКАНИН
РАУВОЛЬФІЇ ЗМІЙНОЇ (*RAUWOLFIA SERPENTINA*) НА
ВМІСТ ІНДОЛЬНИХ АЛКАЛОЇДІВ ТА БІОЛОГІЧНУ
АКТИВНІСТЬ**

**Конвалюк І. І.¹, Можишевська Л. П.¹, Бєда О. А.^{1,3}, Мончак
І.Л.², Ядловський О.Є.², Кунах В.А.¹**

¹ Інститут молекулярної біології і генетики НАН України,

² «ДУ «Інститут фармакології та токсикології АМН України»,

³ Науково-сервісна фірма «Отава»

E-mail: konvalyuk.i.i@gmail.com

Раувольфія змійна (*Rauwolfia serpentina* Benth. Ex Kurz) – тропічна чагарникова рослина, у коренях якої синтезуються і накопичуються понад 50 індольних алкалоїдів, що мають антиаритмічну, гіпотензивну, седативну, психотропну, протизапальну, антимікробну дію [1,2]. Зважаючи на те, що цей вид відносять до рідкісних лікарських рослин, перспективним є застосування методу культури тканин *in vitro* для отримання

асептичної, екологічно чистої клітинної біомаси з цільовими біологічно активними сполуками без нанесення шкоди довкіллю. У відділі генетики клітинних популяцій ІМБГ НАНУ отримано *in vitro* та культивується протягом більш ніж 35 років високопродуктивний гормонезалежний штамп К-27 раувольфії зміїної, що вирощується на простому за складом живильному середовищі [3].

Метою роботи було дослідити якісний та кількісний вміст індольних алкалоїдів у клітинній біомасі штаму К-27 культури тканин *R. serpentina* та вивчити їхню біологічну дію.

Матеріал для досліджень – клітинна біомаса штаму К-27 *R. serpentina*, яку вирощували у темряві при температурі 27–28 °С у скляних банках на агаризованому безгормональному живильному середовищі 10С [4]. Біохімічний аналіз проводили методом високоефективної рідинної хроматографії з використанням хроматографа із мас-спектрометричною детекцією TSQ Vantage. Для визначення вмісту алкалоїдів суху тканину екстрагували метанолом із розрахунку маса сировини (г): об'єм метанолу (мл) = 1:10 із додаванням аміаку, упарювали у вакуумі та повторно розводили до фіксованого об'єму, який відповідав 1 мл метанолу на 0,1 г вихідної сухої сировини. Хроматографування виконували на колонці з фазою С18 і градієнтним елююванням (вода:метанол, сенсibilізатор–аміачно-форміатний буфер 0,05 %). Хроматограми відбудовували за струмом іонів $[M + H]^+$ для кожного алкалоїда та порівнювали площі хроматографічних піків із площами піків стандартів аймаліну, резерпіну (основи) та йохімбіну гідрохлориду (0,5–1,0 мг/мл). Вивчення вазодилітаторної дії екстракту біомаси штаму К-27 культури тканин *R. serpentina* проводили за допомогою методів ауксотонічної механографії судинних м'язів. Критеріями оцінки впливу досліджуваного екстракту слугували сила та частота спонтанних скорочень ворітної вени та ступінь розслаблення гладеньких м'язів аорти, попередньо активованих фенілефрином. Седативну дію екстракту біомаси досліджували за допомогою методу «відкритого поля», який включав оцінку горизонтальної, вертикальної, дослідницької, психоемоційної активності, на самцях білих нелінійних мишей. Тварин рандомізували на 3 групи по 8 особин у кожній. Екстракт у дозах 7,5 мг (група 1) або

15 мг/кг (група 2) вводили перорально у вигляді водного розчину. Тварини контрольної групи (група 3) отримували дистильовану воду. Усі маніпуляції з тваринами проводили відповідно до Європейської Конвенції щодо захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних дослідженнях.

У результаті досліджень методом ВЕРХ встановили, що у клітинній біомасі штаму K-27 *R. serpentina* накопичується 20 індольних алкалоїдів: аймалін, ацетилаймалін, ацетилнораймалін, аймаліцин, метилаймалін, раукафрицин, рауфлоридин, йохімбін, йохімбінова кислота, ебурнамонін, перакін, грамін, резерпін, алстонін, стріктосидин, таберсонін, ацетилвоміленін, ресціннамін, дезепрідин, триптамін. Встановили найбільший вміст аймаліну та його похідних – 0,69% від сухої маси, дещо нижчий – йохімбіну (0,020%) та резерпіну (0,009%). Сума аймаліну та структурно подібних алкалоїдів оціночно становила 1,6% від сухої маси, загальна сума алкалоїдів штаму K-27 *R. serpentina* – 2,8 %. Значення цього показника є більшим порівняно з природною сировиною - корені 5-7 річних рослин накопичують алкалоїди близько 0,8-1,3%.

Досліджено судинну активність екстракту клітинної біомаси штаму K-27 раувольфії зміїної із послідовно зростаючими концентраціями на ворітній вені щурів. Спостерігали зниження рівня тонусу та дозо-залежне пригнічення фазних скорочень з повним пригніченням спонтанної активності ворітної вени у розведенні 1,44 мг/мл. Показано дозо-залежне розслаблення судинного препарату із розвитком у кінці експерименту α -адреноблокувальної дії та втрати чутливості до фенілефрину. Після скасування дії субстанції активуюча дія фенілефрину не відновлювалася протягом 30-50 хв, але при цьому спостерігали збереження скорочувальної активності аорти у відповідь на активатори іншого типу. Виявлено, що протестовані концентрації від 0,0288 мкг/мл до 28,8 мкг/мл екстракту клітинної біомаси штаму K-27 *R. serpentina* мають чітко виражену вазодилаторну активність. Встановлено α -адреноблокувальний ефект екстракту, котрий може застосовуватись при лікуванні спазмів різної локалізації та захворювань передміхурової залози.

Досліджено седативний ефект екстракту клітинної біомаси

штаму K-27 *R. serpentina* на мишах. Він проявлявся у зниженні горизонтальної активності тварин до 63,31% та 79,76%, вертикальної дослідницької активності - до 82,05% та 71,79%, зменшенні тривалості ґрумінгу - до 57,23% і 60,78% відповідно до введених доз 7,5 та 15 мг/кг на 20-28-й день експерименту. При вивченні орієнтовно-дослідницької активності мишей спостерігали прямопропорційну залежність заспокійливого ефекту від тривалості введення екстракту. Встановлено здатність екстракту біомаси штаму K-27 *R. serpentina* чинити седативну дію, що дає можливість розглядати перспективу його застосування в традиційній медицині для профілактики та лікування безсоння, фізичного та психологічного перезбудження організму.

Отже, встановлено, що у клітинній біомасі отриманого понад 35 років тому високопродуктивного штаму K-27 *R. serpentina* сумарний вміст індольних алкалоїдів є стабільним, становить 2,8% від сухої маси та є більшим порівняно з природною сировиною. Досліджено вазодиліаторну, α -адреноблокувальну та седативну дію екстракту клітинної біомаси штаму K-27 *R. serpentina*, що вказує на перспективність її використання для створення нових лікарських засобів і біологічно активних добавок з метою лікування та профілактики захворювань серцево-судинної системи, безсоння та захворювань передміхурової залози.

Список літератури:

1. Singh M, Kaur R, Rajput R, Mathur G. Evaluating the therapeutic efficiency and drug targeting ability of alkaloids present in *Rauwolfia serpentina*. International Journal of Green Pharmacy. 2017;11(3):132 - 142.
2. Kumar S., Kumari D., Singh B. Genus *Rauwolfia*: a review of its ethnopharmacology, phytochemistry, quality control/quality assurance, pharmacological activities and clinical evidence. Ethnopharmacol. 2022;295:115327.
3. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіологічно-біохімічні основи. Монографія. К.: Логос, 2005. 730 с.
4. Kunakh V. A. Twenty five years long stable biosynthesis of ajmaline by related hormone-independed *Rauwolfia*

serpentina cell lines. Euromedica-Hannover-2005 (16–17 Juni) International Congress and Exhibition: Programm Abstracts Hannover, 2005:22. Kalsi J., Muneer A. Erectile dysfunction - an update of current practice and future strategies. *J Clin Urol.* 2013. Vol.6 (4). P. 210-219. doi: 10.1177/2051415813491862.

УДК 581.4:581.45

**ЕПІГЕНЕТИЧНА РЕГУЛЯЦІЯ У АДАПТИВНІЙ
ПЛАСТИЧНОСТІ РОСЛИН: СУЧАСНИЙ СТАН
ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ТОЧКИ РОСТУ**

Кордюм Є.Л., Дубина Д.В.

Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України
E-mail: ddub@ukr.net

Зміна клімату стає провідним фактором антропогенного впливу на природні популяції рослин. З'ясування механізмів та прогнозування їхньої адаптивної мінливості, потребує аналізу взаємодії процесів, що відбуваються і відносяться до найпроблемніших питань сучасної еволюційної ботаніки. Прогнозування еволюційних демографічних реакцій рослин на зміну клімату все частіше базується на результатах вивчення їхньої фенотипічної пластичності. У останні десятиліття отримали розвиток дослідження ролі епігенетичного регулювання експресії генів у реакціях рослин до зовнішнього впливу та у їхньому пристосуванні до несприятливих умов середовища. Аргументовано доведено, що ДНК метилювання є основним механізмом, що забезпечує геномну інформацію та сприяє розумінню молекулярної основи фенотипічних варіацій на основі епігенетичних модифікацій. Розвиток методу дозволив реалізувати широкомасштабне виявлення змін метилювання ДНК у видів природної та культурної флори. Доведено значення фенотипічної пластичності в еволюції, спеціалізації, динаміці популяцій і їхнього виживання у гетерогенному середовищі. Наголошується, що уявлення про пластичність як загальне біологічне явище потребує особливої уваги до її екологічних аспектів, оскільки припускається істотний вплив пластичності організмів на стабільність і локальне різноманіття рослинних

популяцій та угруповань шляхом впливу на перенос енергії, вуглецеві цикли, число трофічних рівнів, кругообіг речовин та первинну біопродуктивність. Відзначена перспективність досліджень пластичності у екологічному аспекті для подальшого розуміння механізмів відповідей організмів на дію абіотичних і біотичних чинників і їхнього впливу на взаємовідношення організмів між собою та природним середовищем. Виявлено, що ключем до пластичності реакцій рослин на сигнали зовнішнього середовища є епігенетична система – як частина передавання сприйнятого зовнішнього сигналу до змін в генній експресії, що має потенціал зберігати стійку пам'ять через численні клітинні покоління. З'ясовано, що шляхи сприйняття і трансдукції зовнішніх сигналів у рослин складають основу не лише для включення цих зовнішніх сигналів у здійснення шляхів їхнього розвитку та життєдіяльності, але одночасно й адаптивних відповідей на несприятливі зміни екологічних чинників. Саме ці особливості реакцій рослинних організмів на зовнішні чинники зумовлюють складність епігенетичних систем рослин та їхні унікальні складові.

Метою роботи є висвітлення даних про метилювання ДНК у видів природних угруповань і з'ясування його значення у розвитку рослин та їхньої адаптивної фенотипічної пластичності, а також огляд сучасних уявлень про адаптивну фенотипічну пластичність і епігенетичну регуляцію експресії генів. Висвітлено точки росту подальших досліджень епігенетичної ролі у фенотипічній пластичності видів в природних популяціях і агроценозах. Рекомендовано таксони флори України, які, на думку авторів, є перспективними та результативними для проведення відповідних досліджень.

У результаті проведених досліджень та аналізу літератури отримано достатньо аргументів про чутливість та гнучкість епігенетичної системи регуляції експресії генів під дією внутрішніх та зовнішніх факторів. Домінуюча, як вже відзначалося, роль – метилювання ДНК як епігенетична консервація модифікацій є важливою для регулювання експресії генів та стабільності геному в епігенетиці рослинних об'єктів. Наголошується, що подальші дослідження ролі епігенетики у фенотипічній пластичності широкого кола немодельних видів

рослин у природних популяціях та агроценозах мають великий потенціал для поглиблення розуміння молекулярних механізмів існування рослин у змінному середовищі та безпосередньо пов'язані з ключовими завданнями прогнозування наслідків, зокрема глобального потепління, для відбору високоврожайних культурних, стійких до стресових абіотичних та біотичних факторів, сортів рослин. Велика увага приділяється підбору нових об'єктів та вдосконалення методів дослідження метилювання ДНК у рослин з великими і складними несеквендованими геномами. Подальший розвиток екологічної епігенетики вимагає наступних досліджень: феноменологія фенотипічної пластичності в умовах різних екологічних ніш, природні коливання екологічних факторів та наслідки впливу несприятливих факторів антропогенного походження; епігеном, насамперед метилювання ДНК у рослин природної флори, що зростають в екстремальних умовах, зокрема на гранітах, пісках, вапнякових відслоненнях, у горах та водоймах. Названими та іншими дослідженнями мають бути поглиблені знання щодо молекулярних основ природної адаптації рослинних об'єктів до змін довкілля. Серед них адекватними та цікавими, насамперед, у науковому і природоохоронному відношенні мають бути представники основних лісоутворюючих видів рослин України, зокрема *Quercus robur* L. Вид на півночі України перебуває в умовах, близьких до оптимальних, а на півдні та південному сході знаходиться на межі ценотичного і екологічного ареалів. У цих регіонах зростання *Quercus robur* лімітується природними (високі літні температури, дефіцит вологи) та антропогенними (розорювання прилеглих ділянок, випасання, рекреація) факторами. Аридизація клімату зумовлює відому проблему лісорозведення у степовій зоні України. Складають також значний інтерес багаторічні трав'яні, кущові та напівкущові види гранітних відслонень, зокрема, представники історичної багатой ендеміками петрофітної флори України. Серед них особливе значення мають занесені до «Червоної книги України» та види, що знаходяться під загрозою зникнення - *Atocion hypanicum* Klokov, *Dianthus hypanicus* Andr., *Moehringia hypanica* Grynj & Klokov, *Stachys angustifolia* M. Bieb, *Dianthus maeoticus* Klokov, *Achillea glaberrima* Klokov, *Centaurea*

Біотехнологія та генетика. Цитогенетика і гістоморфологія

pseudoleucolepis Kleopov, *Thymus graniticus* Klokov & Des.-Shost., *Seseli pallasii* Besser та ін. Внаслідок змін клімату гранітні відслонення зазнають суттєвих змін, що має негативний вплив на їхню природно невисоку біотопічну ємність і, відповідно, розвиток видів. Складають інтерес також багаторічні трав'яні види, кущі та напівкущі вапняків та пісковиків Українських Карпат, зокрема рідкісні і зникаючі *Aconitum nanum* Baumg., *Trisetum alpestre* (Host) P.Beauv., *Campanula alpina* Jacq., *Pulsatilla alba* Rchb., *Anemonastrum narcissiflorum* (L.) Holub, *Geranium alpestre* Schur, *Cerastium alpinum* L., *Leontopodium alpinum* Cass. і ін. Більшість з них віднесено до «Червоної книги України», а угруповання з їх участю – «Зеленої книги України». Названі види також піддаються негативному впливу глобального потепління через конкуренцію з видами, які сьогодні займають нижчі експозиції і мігрують у гірські райони та створюють конкуренцію. За цих умов названі та інші альпійські види деградуєть. Слід також особливо відзначити багаторічні трав'яні види, кущі і напівкущі крейдових відслонень, що еволюційно пов'язані із постійно рухливим субстратом. Ця група, як і попередня, відзначається багатством та різноманіттям реліктових і ендемічних та видів, занесених до «Червоної книги України». Особливу цінність серед них становлять представники крейдових відслонень Криму, зокрема ймовірні палеоендеміки - *Onobrychis pallasii* (Willd.) M. Bieb. та *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost. та неоендеміки – *Scutellaria albida* L., *Sideritis taurica* Stephan ex Willd., *Sideritis montana* L., *Paeonia tenuifolia* L., *Scabiosa taurica* Kotov, *Erucastrum cretaceum* Kotov і ін. Порушення природних процесів розвитку субстрату, які посилюються внаслідок зміни клімату опосередковано спричиняють деградацію названого комплексу.

У літературі неодноразово наголошується, що суттєво важливим кроком в інтеграції екології та геноміки є перехід досліджень на молекулярному рівні від відносно простих модельних систем до складних, зокрема природних угруповань. Це дозволить відкрити молекулярні драйвери змін у складі груп і процесів в екосистемах і докорінно змінити погляди на їхню будову та еволюцію. Співпраця молекулярної генетики, екології та біоінформатики обіцяє покращити наше розуміння

взаємозв'язків між функцією геному та процесами навколишнього середовища [1].

Список літератури:

1. Кордюм Є.Л., Дубина Д.В. Роль епігенетичної регуляції в адаптивній пластичності рослин// Український ботанічний журнал , 78(5): 347–359
<https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.05.347>

УДК 575.174.015.3

**АНАЛІЗ ФЕНОТИПІЧНОЇ СТРУКТУРИ LEPTINOTARSA
DECEMLINEATA SAY ЗА МАЛЮНКОМ
ПЕРЕДНЬОСПИНКИ В УМОВАХ КАМІНЬ-
КАШИРСЬКОГО РАЙОНУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Крижановська М.А, Бусько Т.В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

Leptinotarsa decemlineata Say є одним із найвідоміших шкідників, який завдає великих збитків сільськогосподарським культурам, зокрема картоплі. Жук має яскраве забарвлення - чорне тіло з білими смугами на крилах і темними плямами на голові і передньоспинці. Проте, на окремих територіях можна спостерігати особин з іншим забарвленням - від жовтого до зеленого та навіть сірого. У деяких представників рисунок може бути менш яскравим і має меншу кількість смуг і плям, тоді як інші екземпляри володіють більш вираженим рисунком [1]. Це є прикладом поліморфізму колорадського жука. Даний вид володіє високою пластичністю, яка дозволяє комахам швидко і досить успішно адаптуватись до змінних умов зовнішнього середовища [3].

Широка адаптація зумовлена морфологічною, генетичною та біохімічною варіабельністю, що є основою мікроеволюційних процесів виду. Згідно літературних джерел під час еволюційних процесів, які відбуваються в межах даного виду, здійснюється природний відбір генотипів, які характеризуються широкими межами норм реакції [2,3].

Добре вивчені біологічні особливості колорадського жука дозволяють проводити чимало довготривалих досліджень, що може допомогти в розробці біологічних методів боротьби з цим шкідником, які базуються на використанні природних ворогів, які можуть розрізняти різні варіації фенотипу. Вивчення фенотипу колорадського жука дозволить вивчити формування його стійкості до інсектицидів та розробляти нові методи боротьби з цим шкідником [1, 2, 3, 4].

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

Мета наукового дослідження полягала у вивченні малюнка передньоспинки колорадського жука та аналізі фенотипічної структури локальних популяцій с. Полиці та смт. Любешів Камінь –Каширського району Волинської області.

Аналіз проводився за методикою Тауера та Фасулаті [3]. Для дослідження явища поліморфізму було обрано дві популяції, з кожної було досліджено 100 особин без розділення на статі. Відбір зразків проводився у червні місяці.

Результати дослідження показали, що варіації мінливості малюнка передньоспинки колорадського жука представлені 17 фенами, що належать до груп А, В, С, D, E, F, G, K, L, M, P.

Відповідно класифікації фенів за Тауером, фени з груп А налічують 4 варіації (А-40%, А¹-65%, АВ-50%, А¹В₍₂₎-10%). Фени групи В представлені двома (В-95% та В₂- 10%). Фен С спостерігався у всіх екземплярів. Фен D виявлено у двох варіаціях D₂-15% та D₁ -96%. Варіації фену Е були наступні: Е₂-5%, Е₃ -95% , Е₃₊₁- 5%. Фен Р зустрічався у 65%, фен F-98% . Фени L, K, і M були виявлені лише в одиничному випадку. Більшість фенів приблизно з однаковою частотою зустрічалися в обох популяціях. Проте фени L, M, K, E₍₃₊₁₎ були виявлені лише у селі Полиці. А фени :А¹ В₍₂₎, В₂, Е₂, D₂- у смт. Любешів.

Стосовно класифікації Фасулаті мінливість малюнка передньоспинки за фенами А, В і крапки Р виділено 9 фенотипів.. В селі Полиці було виявлено 8 фенотипів (фенотип 7 була відсутня). Найбільшою частотою характеризується фенотип 9

Біотехнологія та генетика. Цитогенетика і гістоморфологія

(19%), феноформа 3 (15%), феноформа 5 і 6 (по 12%). У смт Любешів теж наявні 8 з 9 феноформ (відсутня 4). Найбільшою частотою характеризується феноформа 6 (30%), феноформа 5 (25%), феноформа 3 (15%). Таким чином фен форми 5,6 і 3 були домінуючими у двох досліджуваних популяціях Камінь-Каширського району

Наукові дослідження показали, що фенотипічні структури колорадського жука с. Полиці та смт. Любешів є гетерогенними, завдяки чому спостерігається різноманітність малюнка передньоспинки їх представників, а переважання феноформ 9, 6 і 3 характеризують їх пристосованість до інсектицидів. Це свідчить про те, що колорадський жук складає єдину стійку популяцію на даній території, і вільний обмін генетичною інформацією здійснюється як у відкритій системі.

Список літератури:

1. Бойко Ю. В. Особливості внутрішньо популяційного поліморфізму колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) та його стійкості до інсектицидів в умовах Західного Лісостепу України
URL:<http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Visnyk-Lvivskogo-Nats-agrar-univer/Agr/2009/files/09byvfou.pdf>
2. Сльцов А. Л. Зміни у напівприродній популяції *leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) в умовах передкарпаття під впливом антропогенного тиску. *Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Біологія*. Івано-Франківськ, 2012. Вип. XVI. С. 10-23.
URL:<http://lib.pnu.edu.ua/files/Visniki/visnyk-biolog-2012-16.pdf>
3. Нікітін М. І. Екологічна характеристика структури популяції колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в північному Степу України. Київ, 2006. 20 с.
4. Якубенко Д.С., Задорожня В.Ю. Фенотипічна структура популяції *leptinotarsa decemlineata* say, 1824 Михайлівського району Запорізької області. *Вісник Запорізького національного університету* 2013. С. 12-18. URL: http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2013/11/47/6645_1385116869_4.pdf

**РЕМОДЕЛЮВАННЯ СУДИН НАДНИРКОВИХ ЗАЛОЗ ЗА
УМОВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ТРАВМИ**

**Кульбіцька В.В., Небесна З.М., Гетманюк І.Б., Шутурма О.Я.,
Андрішин О.П., Якубишина Л.В.**

Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України

E-mail: kulbitska@tdmu.edu.ua

Опікова травма посідає одне з перших місць в світі серед травматичних ушкоджень людства. Дане ураження характеризується такими ознаками як висока летальність, складний перебіг хвороби, різноманітні ускладнення та інвалідизація [3]. При важкій термічній травмі типовими є структурно-метаболичні порушення усіх органів і систем організму, в тому числі надниркових залоз [4]. Метою нашого дослідження було встановити мікроскопічні зміни структурних компонентів судинного русла залози в динаміці після експериментальної термічної травми.

Досліди було проведено на 30 статевозрілих білих щурах-самцях. Опіки III ступеня наносили під тіопентал-натрієвим наркозом мідними пластинами нагрітими у кип'яченій воді до температури 97-100⁰ С на епільовану поверхню шкіри спини тварин протягом 10 секунд [2]. Шматочки органу забирали на 1, 7, 14 та 21 добу експерименту. Забір та обробку матеріалу здійснювали за загальноприйнятою методикою [1]. Гістологічні препарати вивчали та фотодокументували за допомогою світлового мікроскопа MICROmed SEO SCAN та відеокамери Vision CCD Camera.

При мікроскопічному дослідженні надниркових залоз на 1 добу після нанесення опіку виявляли зміни в стінці судин усіх зон кіркової та мозкової речовин. В потовщеній капсулі надниркових залоз спостерігали артеріоли та венули з помірно розширеним кровонаповненим просвітом, адвентиція судин була з ознаками набряку. Характерним було звуження просвіту артеріол, потовщення їх стінки, шар ендотеліоцитів був несучільний та нечіткий. Підендотеліальний шар був з ознаками вираженого набряку. Внутрішня еластична мембрана нечітка,

розволокнена. Гладкі міоцити середньої оболонки судин були гіпертрофовані, набряклі. Вени кіркової речовини органу мали розширений просвіт, спостерігалось явище сладж-ефекту еритроцитів в просвіті судин. Між епінефроцитами та нореінефроцитами полігональної форми мозкової речовини органу була наявна велика кількість синусоїдних гемокапілярів із значно розширеними кровонаповненими просвітами, помітними були ділянки десквамації ендотеліальних клітин.

На 7 добу експерименту в стінці артеріол капсули та кіркової речовини був наявний набряк ендотеліоцитів, внутрішня еластична мембрана була нечітка, з розмитими контурами та глибокими, нерівномірними складками. Медія була нерівномірна потовщена за рахунок набряку гладких міоцитів, ядра яких нечітко візуалізувались, були гіперхромними та набряклими. Зовнішня еластична мембрана артеріол практично не помітна. Сполучнотканинні компоненти зовнішньої оболонки були дезорганізовані. Навколо судин був наявний периваскулярний набряк. Вени кіркової речовини органу були розширеними та кровонаповненими, виявлявся діapedез лейкоцитів через стінку судин. Навколо судин венозного руслу спостерігалось явище периваскулярного набряку. Більшість гемокапілярів кіркової речовини органу мали розширений та кровонаповнений просвіт, стінка їх була деструктивно змінена, потовщена та набрякла. Ядра ендотелію таких капілярів випинались в просвіт, а базальна мембрана була потовщена та нечітко контурована. Відмічали явище адгезії формених елементів крові до люменальної поверхні ендотеліальних клітин. Синусоїдні гемокапіляри мозкової речовини надниркових залоз буди розширені, значно кровонаповнені, із потовщеною базальною мембраною та деструктивно зміненими ендотеліоцитами.

На 14 добу експерименту спостерігали значні деструктивні зміни компонентів судинної стінки органу. Артеріоли капсули та кіркової речовини органу мали розширений просвіт. Ендотеліоцити внутрішньої оболонки судин були деструктивно змінені, ядра їх випинались в просвіт судин, подекуди була помітна десквамація ендотеліального вистелення. Внутрішня еластична мембрана була потовщена, нечітка, з ознаками набряку. Медія була потовщена, з ознаками набряку, гладкі

міоцити були набряклі, гіпертрофовані, пікнотично змінені. Помітні ознаки склерозу адвентиційної оболонки та дезорганізація компонентів пухкої сполучної тканини. Вени кіркової речовини надниркових залоз мали помірний набряк стінки, в адвентиції спостерігали ознаки склерозу та помітне збільшення в ній волокнистого компоненту, стінка інфільтрована лейкоцитами, виявлялися внутрішньосудинні тромби. Гемокапіляри як кіркової так і мозкової речовини були із значно розширеними та кровонаповненими просвітами, переповнені форменими елементами. Ендотеліоцити інтими мали ядра неправильної паличкоподібної форми, з нечіткими контурами та набряком цитоплазми. Були наявні ділянки крововиливів.

На 21 добу після змодельованого термічного опіку встановлені глибокі деструктивно-дегенеративні зміни усіх структурних елементів стінок судинного русла надниркових залоз. Сполучнотканинна капсула органу була значно потовщена, артеріоли та гемокапіляри мали розширений та кровонаповнений просвіт. Стінка більшості судин кіркової речовини органу була деструктивно змінена, судини мали як потовщену так і різко стоншену стінку. Ендотеліоцити внутрішньої оболонки судин були дезорганізовані, базальна мембрана була нечітка, набрякла та потовщена. Медія артеріол містила деструктивно змінені набряклі гладкі міоцити, ядра яких були видовжені, гіперхромні. Стінка судин була інфільтрована лейкоцитами, явище склерозу спостерігалось в усіх трьох оболонках судин різного типу, найбільш помітним був склероз адвентиційної оболонки, за рахунок посиленої синтетичної діяльності фібробластів. Також адвентиція була інфільтрована лейкоцитами та макрофагами, а чисельні колагенові волокна в ній розміщувались хаотично. Гемокапіляри мікроциркуляторного русла усіх трьох зон кіркової речовини надниркових залоз були помірно кровонаповнені, розширені, деякі капіляри мали спазмований звужений просвіт. Центральна вена та вени мозкової речовини залози мали розширені просвіти, що були заповнені форменими елементами. Стінка цих судин була деструктивно змінена, ядра ендотеліоцитів інтими випинались в просвіт, в деяких ділянках була помітна їх десквамація від базальної мембрани. Адвентиційна оболонка була з ознаками набряку. Синусоїдні гемокапіляри мозкової речовини

мали широкі кровонаповнені просвіти, ендотеліальні клітини мали пікнотично змінені ядра. Характерним був значний периваскулярний набряк та ділянки діapedезних крововиливів.

Таким чином, отримані результати мікроскопічних досліджень свідчать, що глибина змін структурних компонентів судинного русла органу знаходяться в прямій залежності від терміну після експериментального опіку. Так в ранні терміни після змодельованої термічної травми (1-7 доби) в будові стінки судин як венозного так і артеріального русла відбуваються початкові деструктивні зміни, що є ознакою пристосувально-компенсаторних процесів та проявляються дезорганізацією компонентів оболонки та їх набряком. В стадії пізньої токсемії та септикотоксемії (14-21 доби) розвиваються глибокі деструктивні зміни в стінці судин усіх зон кіркової та мозкової речовин органу та характеризуються лейкоцитарною інфільтрацією, склерозом, крововиливами та внутрішньосудинними тромбами.

Список літератури:

1. Горальський Л. П. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, О. І. Кононський. Житомир: Полісся, 2011. 288 с.
2. Кожем'якін Ю. М. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними / Ю. М. Кожем'якін, О. С. Хромов, М. А. Філоненко [та ін.]. К.: Інтерсервіс, 2017. 179 с.
3. Нетюхайло Л. Г. Патогенез опікової хвороби (в 2 частинах) / Л. Г. Нетюхайло, С. В. Харченко, А. Г. Костенко // Світ медицини та біології. 2011;1: 127–35.
4. Nielson CB, Duethman NC, Howard JM, Moncure M, Wood JG. Burns: Pathophysiology of Systemic Complications and Current Management. J Burn Care Res. 2017; 38 (1): p 469-81.

**СТУПІНЬ ПОГЛИНАННЯ ФОСФОРУ ФОСФАТІВ
ЗЕЛЕНИМИ МІКРОВОДОРОСТЯМИ ПРИ ШТУЧНОМУ
КУЛЬТИВУВАННІ**

Леонтьєва Т.О., Крот Ю.Г., Усенко О.М.

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: leontieva3394@gmail.com, yuriikrot@ukr.net,
oleg.mikh.usenko@gmail.com

У зв'язку з підвищеним рівнем евтрофування водойм і водотоків, надходженням зі стічними водами сполук фосфору велике значення має дослідження процесів його видалення гідробіонтами, в тому числі мікроводоростями [1].

Більшість споруд очищення міських стоків, що функціонують в Україні, дають низький ступінь видалення фосфатів (до 20–30 %) [2]. Водночас, відповідно до Директиви Ради ЄС води, що скидаються після очисних споруд у водойми мають містити до 2 мг/дм³ фосфору [3].

Відомо, що фосфор у стічних водах присутній переважно у формі фосфатів, що є найбільш сприятливим для засвоєння водоростями [4].

Chlorophyta є найбільш поширеною групою водоростей, здатних до очищення стічних вод від різноманітних забрудників, в тому числі і фосфору фосфатів [1]. В той час, ефективність та швидкість цих процесів залежить від видоспецифічності, що пов'язана з інтенсивністю метаболічних процесів та потребою в поживних речовинах для підтримки своєї життєдіяльності [4]. Крім того, видалення мікроводоростями фосфору фосфатів із стічних вод залежить від низки абіотичних (освітлення, температура, CO₂, токсичні хімічні речовини) та біотичних (міжвидова конкуренція, патогенні організми, зоопланктон) чинників [1].

Метою роботи було дослідження здатності мікроводоростей до поглинання сполук фосфору фосфатів із середовища в залежності від рівня провідних абіотичних чинників.

Для досліджень обрано альгологічно чисті культури зелених мікроводоростей, що зберігаються в Колекції культур

Біотехнологія та генетика. Цитогенетика і гістоморфологія

Інституту гідробіології НАН України: *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E.Hegew HPDP-102, *Tetradismus dimorphus* (Turpin) M.J.Wynne (= *Acutodesmus dimorphus* (Turpin) P. Tsarenko) HPDP-108, *Messastrum gracile* Reinsch (= *Selenastrum gracile* Reinsch) HPDP-115, *Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komark.-Legn. HPDP-105.

Вирощували культури мікрowodоростей на поживному середовищі з концентрацією фосфору фосфатів 7,1 мг/дм³. Експозиція проходила у аквакамерах з регульованими параметрами температури (22, 25, 28, 31, 34 °C), освітлення (22,1 і 47,5 мкмоль/м²с⁻¹) та фотоперіоду із чергуванням світла та темряви – 16:8.

Застосовували альгологічні та гідрохімічні методи. Отримані дані опрацьовували статистично із застосуванням критерію Стьюдента.

Результати досліджень показали, що інтенсивне зниження вмісту фосфору фосфатів із середовища культивування зелених мікрowodоростей спостерігалось вже з першої доби експерименту.

При цьому, у середовищі *M. gracile* вже на 7 добу його кількість була повністю відсутня. Водночас, у *D. brasiliensis*, *T. dimorphus* і *M. griffithii* вміст PO₄³⁻ до 7 доби зменшився відповідно на 86, 78 та 61 %, а на 14 добу – 94, 100, 94 % (p<0,05).

Збільшення концентрації фосфору фосфатів на 21 добу у *T. dimorphus* та *M. griffithii* імовірно пов'язано з відмиранням водоростей і асиміляцією цього елемента у навколишнє середовище.

Результати динаміки чисельності клітин зелених мікрowodоростей показали, що найвищою інтенсивністю росту теж характеризувався *M. gracile*. Отже, водорості з більш швидкими темпами росту, демонструють вищі показники поглинання фосфору фосфатів.

До провідних чинників, що впливають на процеси поглинання водоростями фосфору фосфатів, належать температура та щільність фотосинтетичного фотонного потоку (PPFD). Як правило, оптимальний температурний діапазон для максимального поглинання біогенних речовин зазвичай збігається з оптимальною температурою їх росту [5].

Проведені дослідження впливу терморезиму вирощування *D. brasiliensis* на вміст фосфору фосфатів у середовищі показали, що найбільше його зменшення відмічено при 34 °С, де на 7 добу експерименту його концентрація зменшилася на 80 % ($p < 0,05$), що у 3 рази ефективніше ніж за температури 22 °С. На 14 добу при 31 та 34 °С концентрація фосфору фосфатів опустилася відповідно на 86 % та 94 % ($p < 0,05$), що було менше 1 мл/дм³, а на 21 добу зменшення досягло 99 – 100 % ($p < 0,05$).

Результати експериментів показали, що щільність фотосинтетичного фотонного потоку 47,5 мкмоль/м²с⁻¹ на 7 добу експерименту сприяла зменшенню фосфору фосфатів у середовищі вирощування *D. brasiliensis* на 69 %, в той час як при рівні 22,1 мкмоль/м²с⁻¹ цей показник становив лише 14 % ($p < 0,05$). При цьому, на 21 добу при вищому рівні 47,5 мкмоль/м²с⁻¹ спостерігалось зменшення даної сполуки на 99 %, а при 22,1 мкмоль/м²с⁻¹ – на 73 % ($p < 0,05$).

Таким чином, поглинання фосфору фосфатів із середовища найефективніше спостерігалось при вирощуванні *M. gracile*. Водночас, температура 31 і 34 °С та щільність фотосинтетичного фотонного потоку 47,5 мкмоль м⁻²с⁻¹ сприяє пришвидшенню даного процесу.

Список літератури:

1. Some problems of the use of microalgae for nitrogen and phosphorus removal from wastewater (a Review) / I. M. Nezbrzytska et al. *Hydrobiological Journal*. 2021. Vol. 57, no. 2. P. 62–78.
2. Єлатонцев Д. О, Іванченко А. В., Крюковська О. А. Дослідження та математичний опис впливу температури на кінетику вилучення фосфатів і завислих речовин зі стічних вод. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2016. Вип. 2, № 97. С. 70–75.
3. Директива ради 91/271/ЄЕС від 21 травня 1991 р. "Про очистку міських стічних вод". <https://zakononline.com.ua/> (дата звернення 14.03.2023 р.).
4. Toward an ecologically optimized N, P recovery from wastewater by microalgae / T.V. Fernandes et al. *Frontiers in microbiology*. 2017. Vol. 8. P. 1–6.
5. Talbot P., de la Noue J. Tertiary treatment of wastewater with

Phormidium bohneri (Schmidle) under various light and temperature conditions. *Water Research*. 1993. Vol. 27. P. 153–159.

УДК 58.085: 582.794.1

**ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* ЦІННОГО
ЛІКАРСЬКОГО ВИДУ *BUPLEURUM RANUNCULOIDES* L.
ФЛОРИ УКРАЇНИ**

**Міщук О.О., Колісник Х.М., Прокоп'як М.З., Грицак Л.Р.,
Дробик Н.М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: drobyk.n@gmail.com

Одним із основних джерел отримання лікувальних і профілактичних засобів сучасної медицини продовжують залишатись лікарські рослини. Надмірна, нерегламентована експлуатація сировинних запасів лікарських рослин призводить до скорочення чи повного знищення їхніх природних популяцій. Щодо охорони рідкісних видів існує дві точки зору, два аспекти їхнього збереження. Перший – створення заповідників і заказників, де рослини розвиваються у сприятливих природних умовах, і другий – розмноження рідкісних рослин у ботанічних садах з метою підсилення ослаблених популяцій у природі або введення цих рослин у культуру [1].

В Україні види роду Ласкавець (*Bupleurum* L.) поширені здебільшого у високогірних районах Карпат на гірських луках, серед чагарників, у лісах. Два види роду занесені до Червоної книги України (2009): ласкавець жовтецевий (*Bupleurum ranunculoides* L.) належить до зникаючих видів і ласкавець тонкий (*Bupleurum tenuissimum* L.) – до вразливих, які у майбутньому можуть бути віднесені до категорії зникаючих [2]. До основних причин знищення та порушення структури популяцій наведених вище видів можна віднести випасання худоби, науково необґрунтовану інтенсивну заготівлю для потреб народної медицини тощо.

Лікувальні властивості рослин роду *Bupleurum* обумовлені синтезом у їхній надземній частині широкого спектру

біологічно активних речовин (БАР) – флавоноїдів (рутин, кварцетин, ізокварцетин, ізорамнетин, рутинозид), сапонінів, дубильних речовин, ефірної олії, аскорбінової кислоти тощо. У народній медицині *B. ranunculoides* використовують як ефективний засіб при захворюваннях печінки і жовчного міхура, шлунково-кишкового тракту і підшлункової залози. Основними показниками для призначення є холецистит, ангіохоліт і гепатит. Місцеве застосування *B. ranunculoides* показано при ураженні шкіри гноячками і при сверблячці. Застосовують ласкавець у вигляді настою, причому перевагу надають настоєм із свіжозібраних в період цвітіння рослин [1, 3].

Зважаючи на скорочення ареалу *B. ranunculoides* та широкий спектр фармакологічної активності його БАР, для відновлення стабільності природних популяцій видів та поповнення сировинної бази, поряд із традиційними методами, доцільним є використання сучасних біотехнологічних методів і підходів.

Виходячи із сказаного вище, метою цієї роботи було введення рослин *B. ranunculoides* в умови *in vitro*.

Вихідним матеріалом для досліджень слугувало насіння *B. ranunculoides*, зібране у серпні 2012 р. на горі Герешаска (хребет Свидовець Рахівського району Закарпатської області; зона Карпатського біосферного заповідника), яке піддавалося стратифікації в умовах низьких позитивних температур +4–5° С протягом 2–3 місяців.

Встановлено, що серед протестованих варіантів найбільш оптимальною є стерилізація насіння 15%-ним розчином H_2O_2 протягом 20 хв. При цьому відсоток інфікування насіння був найменший, а його життєздатність висока. Насіння *B. ranunculoides* краще проростає на світлі, ніж у темряві. Виявлено, що строки висаджування та використання різних концентрацій гіберелової кислоти (ГК₃) (100 мг/л, 1000 мг/л) впливали на схожість стратифікованого насіння *B. ranunculoides*. Завдяки поєднанню холодової стратифікації при температурі 5–7°С протягом 2–3 місяців та обробки ГК₃ (1000 мг/л) протягом однієї доби, нам вдалося підвищити показники схожості насіння до 63%. За таких умов схожість насіння рослин була найвищою у листопаді.

З метою підбору умов для вегетативного розмноження використовували отримані з насіння асептичні 2–3 місячні рослини *B. ranunculoides*, які живцювали і висаджували на мостики із фільтрувального паперу у живильне середовище Мурашіге, Скуга [5] з половинним вмістом макро- та мікросолей (МС/2) та середовище В₅ [5] з половинним вмістом макро- та мікросолей (В₅/2), доповнені різними концентраціями цитокінінів 6-бензиламінопурину і кінетину (Кін). Оптимальним для росту та вегетативного розмноження *B. ranunculoides* було середовище МС/2 з 0,15 мг/л Кін (рН 5,7). Уже через 2–2,5 місяці висота рослин досягала 10–15 см, що дозволяло живцювати рослини і пересаджувати їх на середовища аналогічного складу.

Отже, нами досліджено особливості та введено в культуру *in vitro* *B. ranunculoides*. Підібрано умови для стерилізації насіння та отримано асептичні рослини *in vitro*. Встановлено, що передпосівне замочування у розчині ГК₃ (1000 мг/л) дозволяє вивести з фізіологічного стану спокою піддане протягом 2–3 місяців холодовій стратифікації насіння *B. ranunculoides*. Схожість насіння за таких умов досягала 63 %. З'ясовано, що оптимальним для росту та вегетативного розмноження *in vitro* рослин *B. ranunculoides* є середовище МС/2, доповнене 0,15 мг/л Кін.

Список літератури:

1. Лебеда А.П., Джуренко Н.І., Ісайкіна О.П. та ін. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А.М. Гродзінський. К.: В-во «Українська Радянська Енциклопедія» ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. 544 с.
2. Червона книга України. Рослинний світ / [відп. за ред. Я.П. Дідух]. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
3. Шаль І.Я., Дробик Н.М. Отримання культури тканин і органів цінних лікарських рослин роду *Vupleurum* L. флори України. Дослідження флори і фауни Західного Поділля: регіональна наук.-практ. конф., присвячена 15-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 24–25 травня 2013: матеріали конф. / Ред. кол.: В.З. Курант (відп. ред.) [та ін.]. Тернопіль (с. Гутисько Бережанського району Тернопільської області):

- В-во ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2013. С. 70–71.
4. Gamborg O.L., Eveleigh D.E. Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley. *Can. J. Biochem.* 1968. Vol.46, №5. P. 417–421.
 5. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962. Vol.15, №13. P. 473–497.

УДК 581.1; 582.37

**ОСОБЛИВОСТІ МІКРОКЛОНУВАННЯ *IN VITRO*
ПРЕДСТАВНИКІВ РОДИНИ *POLYPODIACEAE***

Нужина Н.В., Білоус К.С., Гайдаржи О.В., Гордзівська Л.П.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННЦ «Інститут біології та медицини»

E-mail: nuzhynan@gmail.com

Різні представники папоротей широко використовуються в садівництві, традиційній медицині, є багатим джерелом біологічно активних речовин. У даній роботі вивчали високодекоративні види папоротей, а саме *Drynaria bonii* Christ, *Pyrrosia longifolia* (Burm.f) C.V.Morton, *Microsorium siamense* Boonkerd та *Platyserium bifurcatum* (Cav.) C.Chr. Разом з цим, рослини *Pyrrosia longifolia* демонструють сильну антиоксидантну властивість [4]; *Drynaria bonii* використовується для лікування остеопорозу, переломів кісток [1, 3]; рослини роду *Microsorium* мають великий потенціал у фіторемерації води від тяжких металів, сильну антиоксидантну та антибактеріальну властивості [2, 5]. Підвищений інтерес до цих рослин приводить до масового вилучення їх з природи, що в свою чергу наближає деякі з цих видів до набуття статусу рідкості. Тому розмноження таких папоротей в культурі *in vitro* є дуже важливим для масового використання їх в медицині та декоративному садівництві поряд зі збереженням біорізноманіття. Метою роботи було виявити особливості культивування *in vitro* представників родини Polypodiaceae.

В рамках даної роботи розробляли протоколи стерилізації первинного матеріалу. Стерилізували спорангії разом із вайями та спорангії, попередньо відокремлені від вай, представників

Drynaria bonii та *Platyserium bifurcatum*. Перший етап стерилізації був подібний у всіх груп: витримували матеріал у 70% спирті 1 хвилину, 10 хвилин в 0,1% розчині HgCl_2 . Потім кожна група була поділена на дві: стерилізували матеріал 10 хвилин у 25% або 50% розчині NaClO . Далі висівали спори на поживне середовище $\frac{1}{2}$ Мурасіге і Скуга (МС). Також підбирали найбільш оптимальні поживні середовища для мікроклонування гаметофітів *Drynaria bonii*, *Pyrrosia longifolia*, *Microsorium siamense*. Висаджували на середовище $\frac{1}{2}$ МС з додаванням регуляторів росту в різних поєднаннях: 1) $\frac{1}{2}$ МС; 2) $\frac{1}{2}$ МС+ БАП (2 мг/л); 3) $\frac{1}{2}$ МС + НОК (0,2 мг/л) + БАП (2 мг/л).

Для *Drynaria* та *Platyserium* після стерилізації спор разом з вайями спостерігалась занадто висока контамінація. Стерилізація окремо сорусів зі спорами обох видів при експозиції в 50% NaClO мали набагато кращий ефект асептичності. Разом з цим, відмінність у початковому матеріалі стерилізації мала різний вплив на проростання спор у різних видів. Стерилізація спор разом із вайями для проростання *Platyserium* була ефективніше. На нашу думку, це свідчить про те, що під час стерилізації вайі зі спорангіями, спорангії зберігають свою цілісність і спори не піддаються негативному впливові стерилізуючих речовин. Спорангії у цього виду прикріплені міцно до вайі та додатково покриті трихомами, тому при відокремленні від вайі до стерилізації спорангії механічно пошкоджуються, внаслідок чого спори достатньо агресивно піддаються впливу агента і життєздатність їх значно знижується, проростання пригнічується. Спори *Drynaria*, стерилізовані окремо, в обох групах (25 і 50% NaClO) демонстрували краще проростання, порівняно зі спорами, стерилізованими на вайях. Оскільки у даного виду спорангії розміщені на поверхні вай і не містять додаткових покривів, то при відокремленні від вай перед стерилізацією спорангії не пошкоджувались механічно і стерилізуючі розчини омивали саме покриви спорангіїв, що сприяло кращому їх розкриттю при проростанні. Ми не виявили різниці впливу на проростання спор концентрації стерилізуючого розчину у *Drynaria* ні при стерилізації спорангіїв на вайях, ні окремо від вай.

Вирощування *Pyrrosia*, *Drynaria*, *Microsorium* на різних поживних середовищах показало, що для *Pyrrosia* та *Drynaria*

додавання БАП і НОК значно пригнітило приріст площі мікроклонів, а для *Microsorum* різниці не було виявлено. Для *Drynaria* вирощування з БАП і НОК індукувало інтенсивне виділення фенолів коріннями гаметофітів. Виділені феноли негативно впливали на ріст та розмноження. Найкраще для цього виду підходить класичне середовище ½ МС без фітогормонів. Приріст висоти мікроклонів гаметофітів у *Microsorum* при вирощуванні на поживних середовищах ½ МС з додаванням БАП має найкращий результат, свідчить про позитивний вплив фітогормонів на ріст цього виду папоротей. Для *Pyrrhosia* додавання БАП і НОК має інгібуючий ефект, подібно як і для приросту площі. Для *Drynaria* не виявлено впливу на приріст висоти гаметофітів на різних середовищах.

Відсутність позитивного впливу фітогормонів на мікроклонування гаметофітів може бути пояснено еволюційним пристосуванням до природних умов існування. Всі досліджені види є епіфітами, тобто пристосовані до життя в умовах, бідних на поживні речовини. При чому, *Drynaria* в природі зростає на найбільш бідних субстратах – на скелях.

Отже, в результаті роботи було введено в культуру *in vitro* 2 види папоротей. Підібрано ефективні поживні середовища для 3 видів. Виявлена залежність стерилізації папоротей від різної анатомо-морфологічної будови вай дозволить швидше підбирати ефективні умови стерилізації для інших представників *Polypodiaceae*.

Список літератури:

1. Chang H., Agrawal D., Kuo C., Wen J., Chen C., Tsay H. *In vitro* culture of *Drynaria fortunei*, a fern species source of Chinese medicine "Gu-Sui-Bu". // *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*. 2007. №43(2). P. 133–139.
2. Jaishee N., Lama R., Chakraborty U. Chemo-profiling and assessment of *in vitro* antioxidant efficacy of eight ferns of Darjeeling Himalayas, India. // *International Journal of Scientific Research*. 2021. №10(4), P. 25–27.
3. Jung E. Antimicrobial activity of extract and fractions from *Drynaria fortunei* against oral bacteria. // *Journal of Bacteriology and Virology*. 2007. №37(2). P. 61–68.
4. Khodijah R., Teruna H., Hendra, R. Antioxidant and α -

Glucosidase inhibition of *Pyrrosia longifolia* extracts. // *Pharmacy Education*. 2022. №22(2). P. 16–19.

5. Nath K., Bhattacharya M., Kar S. Antimicrobial potential of ethnomedicinal ferns of Southern Assam, India. // *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018. №80(3). P. 260–268.

УДК:[575.22:582.542.11](292.3)

**ВИВЧЕННЯ ХРОМОСОМНОГО ПОЛІМОРФІЗМУ
ЩУЧНИКА АНТАРКТИЧНОГО (*DESCHAMPSIA
ANTARCTICA* É. DESV.)**

Твардовська М.О., Кунах В.А.

Інститут молекулярної біології і генетики НАН України

E-mail: maryana.tvardovska@gmail.com

Вищі рослини виробили ефективні, а подекуди – й специфічні механізми адаптації до мінливих умов довкілля, зокрема захисту від дії екстремальних чинників. Адаптація рослинного організму до таких умов може відбуватися за рахунок зміни фізіологічних функцій, біохімічних процесів, активації генетичної мінливості, яка проявляється у зміні хромосомного числа, морфології та диференційного забарвлення хромосом, а також у змінах послідовностей ДНК. Одним із унікальних об'єктів, який можна використати для дослідження цих процесів є щучник антарктичний (*Deschampsia antarctica* É. Desv.) – злакова рослина-екстремофіл Антарктики, здатна до накопичення фенольних сполук та флавоноїдів. У цій роботі нами проведено молекулярно-цитогенетичне вивчення рослин *in vitro* *D. antarctica* із колекції, створеної у відділі генетики клітинних популяцій Інституту молекулярної біології і генетики НАН України [2].

Цитогенетичний аналіз 22 генотипів *D. antarctica* показав, що 19 генотипів є диплоїдами – мають типове для даного виду число хромосом $2n=26$. Окрім того, виявлено раніше невідомі хромосомні форми: диплоїд з В-хромосомами (DAR12 – $2n=26+0-3B$), гіпотриплоїд з Робертсонівською транслокацією (Y66 – $2n=36-39$) та міксоплоїд (Y67, з числами хромосом від 13

до 38 і модальним класом $2n=26$) [1, 4]. Встановлено формулу каріотипу для *D. antarctica* – $2n=26=2(6m+2sm+3st+2t)$ [1].

У частини рослин генотипу DAR12 в апікальній меристемі корінців виявлено В-хромосоми (1–3), які можна поділити на три морфологічні типи за розподілом гетерохроматинових блоків і наявністю на хромосомах послідовностей 5S рДНК [1–2]. Інший досліджений генотип походженням з о. Дарбо – DAR13 був звичайним диплоїдом. Аналіз рослини-регенеранта (DAR12-R1), отриманого з калюсної тканини, показав відсутність додаткових хромосом у її каріотипі. Це може підтверджувати той факт, що В-хромосоми у каріотипі можуть з'являтися і зникати.

Рослини генотипу Y66 характеризувались широким спектром мінливості за числом хромосом (від 26 до 54), проте модальний клас формували клітини з біятриплоїдним набором (36–39 хромосом) [1, 4]. У кореневій меристемі рослин цього генотипу окрім метафаз з $2n=36$ та $3n=39$ було виявлено клітини, які містили 38 хромосом. Детальний молекулярно-цитогенетичний аналіз показав, що такі клітини утворилися внаслідок злиття гомологічних хромосом 12-ї пари, так званої Робертсонівської транслокації триплоїда. Окрім того, при дослідженні цього генотипу виявлено тетраплоїдні метафази ($2n=52$). Триплоїдну природу рослин генотипу Y66 підтверджено за допомогою FISH-аналізу з 5S рДНК та 45S рДНК зондами, центромерними та теломерними повторами, а також при вивченні кількості ДНК методом проточної цитофлюорометрії [1, 3].

Хромосоми у досліджених каріотипах *D. antarctica* несуттєво відрізнялися за кількістю та розміром інтеркалярних і теломерних С-бендів, але у рослин з о. Дарбо прицентромерні бенди на хромосомах були більшого розміру. Додаткові хромосоми генотипу DAR12 мали чіткі гетерохроматинові блоки в своїх теломерних ділянках, інтенсивно фарбувалися при С-диференційному забарвленні хромосом, і зберігали конденсовану темно-забарвлену структуру в інтерфазних ядрах, що характерно для В-хромосом [1].

Проведений FISH-аналіз генотипів рослин *D. antarctica*, які відрізнялися за каріотиповими характеристиками, показав наявність 10 сайтів 5S рДНК та 4 сайтів 45S рДНК. Слабкі сайти 5S рДНК були в субтеломерній ділянці однієї з В-хромосом каріотипу DAR12, що вказує на її структурну цілісність [3]. У

каріотипі триплоїда Y66 було знайдено 14 сайтів 5S рДНК і 6 сайтів 45S рДНК. Виявлені відмінності за числом сайтів рДНК, ймовірно, спричинені зростанням загального числа хромосом у триплоїдного генотипу. Теломерні послідовності формували чіткі сайти на термінальних кінцях усіх хромосом, а центромерні – гібридизувалися з ділянкою первинної перетяжки усіх хромосом [1, 3].

Аналіз структури DAPI/C-бендів каріотипу Y66, який містив 38 хромосом, дозволив зробити висновок, що це гіпотриплоїд з хромосомною перебудовою. GISH-аналіз з використанням в якості зонда міченої геномної ДНК близькоспорідненого до *D. antarctica* виду *D. caespitosa* дозволив виявити сигнали в субтеломерних ділянках короткого плеча 5, 8 і 12 хромосом. Такі дані вказують на злиття двох гомологічних телоцентричних хромосом 12 пари – Робертсонівську транслокацію. Виявлені перебудови спостерігалися у більшості клітин генотипу Y66 [1]. Це може підтверджувати гіпотезу, що злиття хромосом є причиною незвичного для злаків хромосомного числа у *D. antarctica* ($x=13$).

Таким чином, у результаті проведеного молекулярно-цитогенетичного аналізу колекції рослин *in vitro* *D. antarctica* встановлено хромосомне число $2n = 26$. Вперше виявлено нові форми хромосомного поліморфізму – диплоїд з В-хромосомами, гіпотриплоїд з Робертсонівською транслокацією та міксоплоїд. За допомогою FISH-аналізу у диплоїдних каріотипах *D. antarctica* виявлено 10 сайтів 5S та 4 сайти 45S рДНК, тоді як у триплоїда знайдено 14 сайтів 5S і 6 сайтів 45S рДНК. Ідентифіковано окремі хромосоми, встановлено локалізацію генів 5S та 45S рДНК, теломерних та центромерних повторів у каріотипі досліджених рослин та встановлена формула каріотипу виду. Отримані результати дозволяють припустити, що мінливість каріотипу *D. antarctica*, виявлена у досліджених рослинах *in vitro* з колекції, ймовірно, є вираженням нестабільності геному, що індукований впливом екологічних стресових факторів Морської Антарктики.

Список літератури:

1. Amosova A.V., Bolsheva N.L., Samatadze T.E., Twardovska M.O., Zoshchuk S.A., Andreev I.O., Badaeva E.D., Kunakh V.A., Muravenko O.V. Molecular cytogenetic analysis of *Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae), Maritime

- Antarctic. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10, No. 9. P. 1–17.
2. Kunakh V., Twardovska M., Andreev I., Drobyk N., Navrotska D., Nuzhyna N., Poronnik O., Konvalyuk I., Myryuta G., Ivannikov R., Parnikoza I. Development, integrative study and research prospects of *Deschampsia antarctica* collection. *Polish Polar Research*. 2023. Vol. 44, No. 1. P. 41–68.
 3. Navrotska D., Andreev I., Betekhtin A., Rojek M., Parnikoza I., Myryuta G., Poronnik O., Miryuta N., Szymanowska-Pułka J., Grakhov V., Ivannikov R., Hasterok R., Kunakh V. Assessment of the molecular cytogenetic, morphometric and biochemical parameters of *Deschampsia antarctica* from its southern range limit in maritime Antarctic. *Polish Polar Research*. 2018. Vol. 39, No. 4. P. 525–548.
 4. Navrotska D.O., Twardovska M.O., Andreev I.O., Parnikoza I.Yu., Betekhtin A.A., Zahrychuk O.M., Drobyk N.M., Hasterok R., Kunakh V.A. New forms of chromosome polymorphism in *Deschampsia antarctica* Desv. from the Argentine islands of the Maritime Antarctic region. *Ukrainian Antarctic Journal*. 2014. No. 13. P. 185–191.

УДК 579.2

**ГЕТЕРОЛОГІЧНА ЕКСПРЕСІЯ КЛАСТЕРУ ГЕНІВ
НОВОГО ПРИРОДНОГО АНТИБІОТИКА Је478 У
ШТАМАХ СТРЕПТОМІЦЕТІВ**

**Тістечок С.І.¹, Ребець Ю.В.², Федоренко В.О.¹, Лужецький
А.М.³, Громико О.М.¹**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,
Україна

²ТЗОВ Експлоджен, Україна

³Саарландський університет, Німеччина

E-mail: Stepan.Tistechok@lnu.edu.ua

Множинна антибіотикорезистентність патогенних мікроорганізмів – одна з найболючіших проблем людства. Неконтрольоване використання антибіотиків як у медицині, так й у ветеринарії призводить до стрімкого розвитку резистому серед мікроорганізмів. Одним з шляхів подолання цієї проблеми є

впровадження у клінічну практику нових антибіотичних препаратів. Мікробні природні сполуки є однією з найефективніших платформ для створення нових протимікробних препаратів, а одним з найбільших джерел таких сполук є бактерії класу *Actinomycetia*. Ці бактерії синтезують приблизно дві третини всіх природних антибіотиків, які використовуються в медицині, ветеринарії та сільському господарстві [2]. Проте, через значне повторне відкриття вже відомих сполук, пошук нових сповільнюється. Дослідження нових і недостатньо вивчених біотопів може бути однією зі стратегій вирішення цього. Оскільки, сьогодні з'являється все більше повідомлень про відкриття нових антибіотиків з мікроорганізмів, що виділили з раніше недосліджуваних біотопів [3].

Одним з таких середовищ існування є Кримський півострів, мікробіота якого практично не досліджена. На цій території росте велика кількість рідкісних та ендемічних рослин, ризосфера яких є багатим джерелом різноманіття актиноміцетів. Однією з таких рослин є яловець високий (*Juniperus excelsa* Bieb.). В недавньому нашому дослідженні ми продемонстрували потенціал актиноміцетів, виділених з ризосфери цієї рослини до продукції нових антибіотиків [4]. Це спонукало нас до глибшого дослідження спектру вторинних метаболітів актиноміцетів ризосфери *J. excelsa*.

Дещо раніше в екстракті ізоляту, який за аналізом нуклеотидної послідовності гену 16S рРНК був віднесений до роду *Streptomyces*, ми ідентифікували новий гуанідин-вмісний терпеновий антибіотик Je478, який демонструє яскраво виражену антибактеріальну та, зокрема, антимікобактеріальну активність. Більшість гуанідин-вмісних вторинних метаболітів є модифікованими пептидами та алкалоїдами. Лише невелика їхня частина належить до полікетидів та терпенів [1]. Біосинтез жодного із гуанідин-вмісних терпенів не вивчений, їхнє походження та гени, що кодують відповідні біосинтетичні шляхи, залишаються невідомими.

Клонування біосинтетичного кластера та його експресія в спеціально сконструйованих для цього гетерологічних господарях є абсолютними передумовами для подальших

біосинтетичних досліджень. Ми секвенували геном продуцента антибіотика Je478 та ідентифікували ймовірний кластер генів біосинтезу. Для того, щоб підтвердити ідентифікований кластер ми сконструювали космідну бібліотеку нативного продуцента та відшукали косміду, яка містить ділянку хромосоми із передбачуваним кластером генів. Далі, ми клонували ген інтегрази (*int*) в косміду P04_E01 з допомогою Red/ET рекомбінації. Отриманий вектор pSTS10, який містить ділянку хромосоми з передбачуваним кластером перенесли в гетерологічні штами-господарі *Streptomyces albus* Del14 та *S. lividans* Del8 шляхом кон'югації. Отримані транскон'юганти *S. albus* STS10 і *S. lividans* STS10 перевіряли на здатність продукувати антибіотик Je478. Визначення продукції Je478 у гетерологічних штамів здійснювали після семиденного вирощування в середовищі DNPM. Для екстракції антибіотика Je478 використовували етилацетат. Отримані екстракти аналізували з допомогою ВЕРХ-МС. Виявили, що обидва гетерологічні штами продукували Je478, а їхній рівень продукції був однаковий з нативним штамом.

Таким чином, у цьому дослідженні ми підтвердили ідентифікований кластер генів біосинтезу антибіотика Je478, шляхом гетерологічної експресії в штамів-господарях *S. albus* Del14 і *S. lividans* Del8. Продовження дослідження, зокрема інактивация окремих генів в кластері, дасть змогу встановити їхню роль у біосинтезі антибіотика Je478. Крім того, зважаючи на унікальну структуру Je478, ми припускаємо, що за її формування можуть відповідати нові, раніше не описані ферменти.

Список літератури:

1. Berlinck R.G.S., Bernardi D.I., Fill T., Fernandes A.A.G., Jurberg I.D. The chemistry and biology of guanidine secondary metabolites. *Nat Prod Rep.* 2021. 38(3): 586-667.
2. De Simeis D., Serra S. Actinomycetes: A Never-Ending Source of Bioactive Compounds-An Overview on Antibiotics Production. *Antibiotics (Basel)* 2021. 10(5):483.
3. Farda B., Djebaili R., Vaccarelli I. et al. Actinomycetes from Caves: An Overview of Their Diversity, Biotechnological Properties, and Insights for Their Use in Soil Environments. *Microorganisms (Basel)*. 2022. 10(2):453.

4. Tistechok S., Stierhof M., Myronovskyi M. et al. Furaquinocins K and L: Novel Naphthoquinone-Based Meroterpenoids from *Streptomyces* sp. Je 1-369. *Antibiotics* (Basel). 2022. 11(11):1587.

РОЗДІЛ 4

БІОХІМІЯ І МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

УДК [502/504:582.232]:615

**ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ
ТЕРБУТИЛАЗИНУ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА
ПРИКЛАДІ СМУГАСТОГО ДАНІЮ**

Горин О. І., Осипенко І. О., Боднар О. І.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: horynoi@tnpu.edu.ua

Важливим аспектом сучасного сільського господарства з високими урожаєми та значними монокультурними площами є інтенсивне застосування хімічних регуляторів вегетативного росту та засобів захисту рослин від шкідників і хвороб. Серед цих чинників чільне місце займають пестициди, які володіють тією рушійною силою, яка здатна змінювати не лише цільові об'єкти, а й супутньо впливати на нецільові компоненти агробіоценозів, гідроекосистем та біосфери загалом. Масове використання пестицидів у сільському господарстві призводить до значного забруднення навколишнього середовища, включно з водними екосистемами. Так, за даними Європейської фітосанітарної адміністрації тербутилазин був присутній приблизно в 65% проб води, відібраних у 2012-2017 роках, концентрації сягали від 0,1 мкг/л до 2,8 мкг/л [1, 4, 5].

Тербутилазин – триазиновий селективний системний гербіцид, що діє як інгібітор фотосинтезу, замінив атразин у більшості країн через підвищену небезпеку розвитку ендокринних порушень за дії останнього. Використовується в агрохімії кукурудзи, сорго, винограду, цитрусових, кави, картоплі, бобових і лісовому господарстві [2, 4]. Він поглинається корінням і листям та розподіляється по всій рослині, що дозволяє використовувати його як для досходової, так і для післясходової обробки. Водночас це підвищує ризик надмірного і нерегламентованого його використання, а відтак суттєвого забруднення агробіоценозів та суміжних екосистем.

Зазначимо, що офіційна інформація щодо триазинових гербіцидів вказує на їх відносну нетоксичність для водних тварин за час гострого впливу і доволі добру переносимість за тривалої дії. Вони не вважаються токсинами, які впливають на розвиток та репродукцію, а також мутагенними чи канцерогенними чинниками [1, 3]. На противагу попередній інформації, чимало досліджень впливу тербутилазину вказують про суттєві порушення у процесах розвитку, репродуктивній та ендокринній системах та підвищеній частоті онкогенезу [4, 5].

Аналіз наукових літературних джерел засвідчує несприятливі фізіологічні або біологічні ефекти за дії пестицидів з різноманітними біохімічними змінами на молекулярному, клітинному чи тканинному рівнях у водних організмах [1, 3]. Виявлення та дослідження цих біохімічних змін можна використовувати як біологічні маркери у токсикологічних дослідженнях на цільових та нецільових об'єктах. Відмітимо, що найпоширеніші біомаркери, які використовуються для оцінки негативних ефектів ксенобіотиків, пов'язані з проявами гено- і цитотоксичності, і, передусім, з окисним стресом. Хоча механізми, що лежать в основі порушень, здебільшого до кінця не з'ясовані, сукупність отриманих даних вказує на те, що пестициди, зокрема фосфо- і хлорорганічні сполуки, здатні викликати окисний стрес за дії високих, так і за дії низьких концентрацій.

З огляду на зазначене, метою нашої роботи було вивчити особливості впливу тербутилазину на прояви окисного стресу у коропоної риби *Danio rerio*. Так, дорослі риби даніо піддавалися впливу відповідно низької, екологічно реальної, (ТЛ, 2,5 мкг/дм³) та високої, субтоксичної, (ТН, 25 мкг/дм³) концентрації гербіциду впродовж 14 днів.

У клітинах печінки риб були досліджені класичні біохімічні маркери окисного стресу, які відображають зміну балансу антиоксидантних та прооксидантних, а також детоксикаційних процесів: активність ензимів каталази, глутатіон-S-трансферази, глутатіонредуктази, а також кількість глутатіону та ТБК-активних продуктів.

Так, згідно отриманих даних рівень рівень продуктів перекисного окислення у тканині печінки даніо пропорційно

збільшувався до кількості внесеного токсиканта у середовище, порівняно з контролем кількість ТБК-АП зросла у 2,6 рази ($p < 0,05$) за дії нижчої концентрації тербутилазину та у 5,3 рази ($p < 0,05$) за дії вищої концентрації. Варто зазначити, що одночасно спостерігалось обернено концентраційне підвищення активності каталази ($p < 0,05$) в обох дослідних групах порівняно з контролем. Це підтверджує доволі високі адаптаційно-компенсаторні клітинні механізми у гепатоцитах за дії нижчих концентрацій токсикантів, тоді як вищий вміст тербутилазину у середовищі інкубування обумовлював зниження каталазної активності порівняно з першою дослідною групою, і як наслідок спостерігалось накопичення продуктів перекисного окислення. .

Відомо, що глутатіон S-трансферази – група ензимів, які каталізують нуклеофільне приєднання непротеїнового тіолу глутатіону до електрофільних молекул ксенобіотиків, включно гербіцидів та продуктів їх трансформації. Утворення глутатіонових кон'югатів здебільшого веде до зниження токсичності чужорідних сполук і полегшує виведення їх із клітин транспортними системами [2, 5]. Завдяки активності глутатіон-S-трансферази підвищується здатність клітин до детоксикації різноманітних сполук та зниження їх негативної дії на внутрішньоклітинні метаболічні та сигнальні шляхи. Результати наших досліджень показали, що активність глутатіон-S-трансферази у печінці *D. rerio* знижувалася в групі з вищою концентрацією тербутилазину на 26,5% порівняно з контролем, тоді як за дії нижчої концентрації – функціональна активність ензиму була на рівні контрольних показників. Це вказує чутливість клітин печінки та відповідно на високий ризик порушення триазиновими гербіцидами другої фази знешкодження ксенобіотиків у гепатоцитах *D. rerio*. Водночас, за дії обох варіантів впливу гербіциду порівняно з контролем спостерігали збільшення вмісту відновленого глутатіону, який корелював з активністю глутатіонредуктази. При цьому, вміст трипептиду і відповідно активність ензиму були вищими за дії вищої концентрації тербутилазину, що свідчить про включення і використання клітинами різноспрямованих захисних детоксикаційних механізмів.

Загалом, результати цього дослідження показують, що за

дії у водному середовищі як екологічно релевантних так і субтоксичних концентрацій тербутилазину, мають місце негативні ефекти щодо зміни антиоксидантного статусу в організмі *D. rerio*: зниження первинних антиокисних захисних реакцій, порушення як першої, так і другої фази знешкодження ксенобіотиків, а також ризик накопичення продуктів ПОЛ, що у свою чергу провокуватиме поглиблення окисного стресу, цито- і генотоксичні процеси. Таким чином, гербіциди несуть суттєві ризики токсичного впливу на рибу як нецільових організмів, є небезпечними джерелами забруднення навколишнього середовища і зумовлюють суттєвий пошкоджувальний вплив на живі компоненти водних екосистем, а відтак на здоров'я людини, як кінцевого споживача.

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

Список літератури:

1. Khatib I., Rychter P., Falfushynska H. Pesticide pollution: detrimental outcomes and possible mechanisms of fish exposure to common organophosphates and triazines. *J Xenobiot.* 2022. Vol. 12(3):236-265. <https://doi.org/10.3390/jox12030018>
2. Semren T. Z., Zunec S., Pizent A. Oxidative stress in triazine pesticide toxicity: A review of the main biomarker findings. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology.* 2018. Vol. 69 (2). 109–125. doi: 10.2478/aiht-2018-69-3118
3. Stepanova S., Plhalova L., Dolezelova P., et al. The effects of subchronic exposure to Terbutylazine on early developmental stages of common Carp. *The Scientific World Journal.* 2012. Vol. 212. Article ID 615920. <https://doi.org/10.1100/2012/615920>
4. Tang F. M., Lenzen M., McBratney A., Maggi F. Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nat. Geosci.* 2021. 14, 206–210 <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00712-5>
5. Velisek J., Stara A., Zuskova E. Effect of single and combination of three triazine metabolites at environmental concentrations on early life stages of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Environ Sci Pollut Res Int.* 2016. Vol.

УДК [502/504:582.232]:615

**ПІДБІР І ВИКОРИСТАННЯ МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ
ДЛЯ ОЦІНКИ БІОБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ВОДНОГО
СЕРЕДОВИЩА**

Горин О. І., Сорока О. В., Ковальська Г. Б., Боднар О. І.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: horynoi@tnpu.edu.ua

Впродовж останніх років рівень фармацевтичних препаратів та їх похідних у навколишньому середовищі невпинно зростає, що викликає стурбованість науковців та громадськості. Так, одне з європейських агентств з навколишнього середовища (UBA), оприлюднило дані, що у Європейському водному просторі понад 156 лікарських засобів присутні у небезпечних для живих організмів, у тому числі людини, мікромолярних концентраціях: 0,1–10,0 мкг/л. Аналогічна ситуація характерна і для ціанотоксинів та пестицидів. Особливості сучасного антропогенного пресу та комплексна дія численних чинників, що реалізується на тлі змін клімату, вимагають нових підходів у виявленні та встановленні біобезпеки новітніх забруднювачів, оскільки традиційні хімічні методи не забезпечують об'єктивного бачення [<https://www.fao.org/3/cb3411en/cb3411en.pdf>].

З погляду постійних адаптивних процесів біоти до умов існування в антропогенно-трансформованих водоймах важливим є встановлення діапазону резистентності організму, а також розвиток стратегії цих компенсаторних процесів. В Україні зазначені питання є малодослідженими, тому важливими є результати, які доповнюють цю проблему актуальними даними і дозволяють оцінити як екологічну небезпеку окремих забруднювачів, так екоотоксикологічну ситуацію загалом. Результати нашого комплексного дослідження забезпечили важливий крок у розумінні фізіолого-біохімічних процесів, а

відтак адаптивних змін в еволюційно консервативних сигнальних механізмах стійкості, до впливу поширених новітніх забруднювачів водного середовища (ціанотоксинів, фармацевтиків, пестицидів, УФ-фільтрів). Власне, нами застосовано інтегральне використання молекулярних, фізіологічних та цитогенетичних підходів, які пов'язують молекулярні і клітинні реакції із характеристиками стресу та життєздатності для оцінки множинних впливів фармацевтиків, пестицидів та ціанотоксинів.

Для реалізації експериментальної частини відбиралася коропава риба *Cyprinus carpio* із рибогосподарського ставу та *Danio rerio*, яка закуплялася у зоомагазині. З водойм відбиралися зразки води для ідентифікації філаментів штамів роду *Cylindrospermopsis* і *Aphanizomenon*, які в подальшому культивувалися для отримання монокультури ціанобактерій, що використовувалася для приготування безклітинних екстрактів. Коропа та смугастого данію піддавали у лабораторному експерименті впливу пестицидів (гербіцидів та інсектицидів поокремо та у суміші), гіпохолестеринемічного препарату класу статинів, нестероїдного протизапального препарату, екстрактів ціанотоксинів – препаратів циліндроспермопсину, мікроцистину та поліметокси-1-алкenu протягом 14 діб.

Виконання роботи передбачало використання як загальноприйнятих підходів до вибору матеріалів і методів та постановки токсикологічних експериментів, так і специфічного набору лабораторних інструментів та аналізу отриманих даних. Системне дослідження реакцій організму риб охоплювало ряд показників: 1) антиоксидантного захисту; 2) окисного ушкодження, 3) цитотоксичності, 4) нейротоксичність, 5) апоптозу, 6) ушкодження та репарація ДНК, 7) імунного статусу, 8) ендокринних розладів; 9) стан системи I та II трансформації ксенобіотиків; 10) метаболізму ліпідів.

У результаті виконання роботи ми: **1)** довели, що досліджувані екстракти центральноєвропейських штамів ціанобактерій *Aphanizomenon gracile* та *Raphidiopsis raciborskii* є токсичними для смугастого данію, причому механізми токсичності досліджуваних біоактивних сполук, вилучених із зазначених штамів відрізняються від очищених

циліндроспермопсину (CYN) та мікроцистину-LR (MC-LR), а також з'ясували, що на відміну від CYN та MC-LR, *A. gracile* та *R. raciborskii* не проявляли генотоксичного потенціалу; 2) з використанням екстрактів трьох штамів ціанобактерій *A. gracile* та *R. raciborskii* з різних районів Центральної Європи та очищених препаратів ціанотоксинів виявили у *Danio rerio* появу ознак окисного стресу та нейротоксичності, пригнічення експресії Nrf2 та CYP26B1, порушення процесів фосфорилювання / дефосфорилювання у клітинах, а також зазначені речовини викликали деструктивні зміни цитоскелету (встановленими за рівнем експресії актину / тубуліну), стимулювали апоптотичну активність у печінці та порушували процеси ліпідного обміну залежно від природи діючого чинника. Механізми впливу різних штамів відрізнялися як один від одного, так і від дії чистих токсинів; 3) виконали дослідження токсичності екстрактів *Aphanizomenon gracile*, *Aphanizomenon sp.*, прісноводного штаму *Planktothrix agardhii* та двох штамів *Raphidiopsis raciborskii* 25- та 70-денних культур, що дозволило аргументувати відсутність чіткої закономірності щодо ступеня токсичності стадії «цвітіння» ціанобактерій. Це означає, що молоді ціанобактеріальні цвітіння, які тільки формуються, можуть становити не менш токсичну загрозу для водних хребетних та функціонування екосистеми, як ті, що є дозрілими з тенденцією до руйнування; 4) провели порівняльний аналіз впливу двох поширених органічних УФ-фільтрів (енсулізол і октокрилен) на коропову рибу *D. rerio*, який засвідчив токсичний ефект аналізованих речовин після впливу сублетальних доз (100 мкг/л), незважаючи на відсутність гострої реакції на екологічно реальні концентрації (10 мкг/л). Негативний ефект впливу вищих концентрацій, оцінений за показниками окисного ушкодження, рівнем апоптозу та маркерами запалення, був сильнішим за дії гідрофільного УФ-фільтра енулізолу, у порівнянні з гідрофобним біоаккумуляючим октокриленом. На відміну від октокрилену, де рівень стресових реакцій залежав від концентрації, вплив енулізолу спричиняв більш виражений токсичний ефект при впливі низьких концентрацій, порівняно з високими, що підтверджує необхідність включення низьких концентрацій УФ-фільтрів у тестування токсичності

навколишнього середовища та необхідність подальших досліджень з більш високою роздільною здатністю експериментальних тестових концентрацій; **5)** показали, що органофосфатні пестициди малатіон і хлорпірифос в екологічно релевантних концентраціях, поряд із з іншими фоновими забруднювачами водойм – УФ-фільтрами та ціанотоксинами, обумовлюють розвиток окисного стресу, виснаження пулу клітинних тіолів, збільшення активних форм кисню, карбонілу та нітрогену, репродуктивні розлади, зростання рівня набрякання мітохондрій та зменшення стійкості лізосомальних мембран у смугастого данію, як нецільового організму. Хлорпірифос був більш токсичним для данію, ніж малатіон. Порушення стабільності лізосомальних мембран відбувається узгоджено з активацією катепсину *D* ($r = -0,6$, $p < 0,001$) та дестабілізацію зовнішніх мембран мітохондрій ($r = 0,45$, $p = 0,013$), що, в свою чергу, викликає загибель гепатоцитів *D. rerio*. Концентрація імуноглобуліну *M* та ацетилхолінстеразна активність належать до показників, які на етапі попереднього аналізу за принципом «система ранньої оцінки» дозволяють ідентифікувати ступінь ризику токсиканту для нецільового організму; **6)** обґрунтували, що атразин проявляє більший пошкоджуючий вплив, порівняно з раундапом, при чому домінантою є природа діючого чинника, концентраційна залежність має другорядний характер. Відповідь данію на вплив екологічно реальної концентрації раундапу можна класифікувати як низькотоксичну – в межах адаптивного потенціалу, тоді як висока концентрація діючого чинника і атразин в обох досліджуваних концентраціях проявляє чітко виражений негативний ефект на фізіолого-біохімічні системи данію. Раундап та, особливо, атразин мають чіткий ендокрин- та імунодизруптивний ефекти, тоді як загальноприйнятих ознак нейротоксичності (за показником АХЕ активності у мозку данію) зареєстровано не було; **7)** за результатами використання методу головних компонент та дискримінантного аналізу встановили, що показники ендокринних розладів (вітелогенін), окисного стресу (загальна антиоксидантна активність, глутатіон) та біотрансформації належать до домінантних для специфікації груп за типом та глибиною пошкоджуючих ефектів; **8)** довели, що гемфіброзил та ібупрофен уже в екологічно реальних

концентраціях викликають глибокі зміни в антиоксидантній системі з одночасною індукцією біогенезу лізосом. Разом з цим, ібупрофен сприяв карбонілюванню протеїнів та збільшував кількість вітеллогеніноподібних протеїнів, що свідчить про його вищу небезпеку для водної біоти та навколишнього середовища, ніж гемфіброзилу; 9) на основі аналізу отриманих даних запропонували оцінювати ступінь пошкоджувального впливу новітніх забруднювачів на водні екосистеми за сукупністю показників окисного стресу, ендокринних розладів та цитотоксичності у тканинах печінки і крові коропових риб з обрахунком інтегрального ефекту (індексу) та класифікувати його як «адаптивна відповідь», «перевищення лімітів толерантності, стрес», «переддепресивний стан», «помірна токсичність», «гостра токсичність».

Результати проекту можуть бути застосовані в екологічному моніторингу прісноводних екосистем, для передбачення ризиків пошкоджуючого впливу ціанотоксинів, УФ-фільтрів, фармацевтиків та широковживаних в сільськогосподарських угіддях України пестицидів, для оцінки ефектів впливу токсикантів на біоту з подальшою екстраполяцією результатів на вищих тварин, а відтак для людини.

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

УДК 616.61-091.08-02:616.1/9-008]-085.361:611.013-092.9

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗМІН НИРКОВИХ МАРКЕРІВ У КРОВІ ЩУРІВ ЗА УМОВ ГОСТРОГО РЕСПІРАТОРНОГО ДИСТРЕС-СИНДРОМУ

Палій І.Р., Довгалик А.І., Довбуш А.В., Грималюк О.І.

Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського

E-mail: palii@tdmu.edu.ua

Гострий респіраторний дистрес-синдром (ГРДС) асоціюється з високою смертністю [2]. Системна запальна реакція, пов'язана з ГРДС, не тільки спричиняє ураження легень, але й суттєво впливає на серцево-судинну, ниркову та

неврологічну функцію [1; 4]. Гостре ураження нирок (ГУН) є найчастішою дисфункцією позалегенових органів, пов'язаною з ГРДС, і вражає майже 50% пацієнтів. Розвиток ГУН є незалежним фактором ризику смертності у хворих на ГРДС [3; 4].

З метою подальшого вивчення механізмів впливу ГРДС на розвиток пошкодження ниркових функцій в експериментальних тварин нами було проведено моделювання ГРДС та дослідження біохімічних ниркових маркерів сироватки крові.

Експерименти проведені на тваринах із дотриманням вимог Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (ст. 230 від 2006 року), Загальних етичних експериментів над тваринами», схвалених Національним конгресом з біоетики і узгоджених із положеннями «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментах та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986).

Завданням даного дослідження був аналіз змін у ниркових маркерах сироватки крові лабораторних тварин при біохімічному дослідженні.

Для моделювання патології використовувалися здорові статевозрілі щурі-самці лінії Wistar. На момент початку експерименту середня маса тіла щурів становила 200-220 г. У експерименті було використано 56 тварин, розподілених на 7 груп, по 8 тварин в кожній: група інтактних тварин, яку утримували у стандартних умовах і не піддавали жодному впливу (1). Решта щурів було використано для моделювання ГРДС та поділено на 6 точок відповідно до часу забору матеріалу: 6 годин після моделювання ГРДС (2); 24 години після моделювання ГРДС (3); 3 дні після моделювання ГРДС (4); 7 днів після моделювання ГРДС (5); 14 днів після моделювання ГРДС (6); 28 днів після моделювання ГРДС (7).

ГРДС моделювали шляхом інтраназального введення ЛПС за допомогою небулайзера у дозі 5 мг/кг маси тіла щура протягом 30 хв. Для здійснення процедури інгаляції тварини були знечулені кетаміном у дозі 50 мг/кг маси тіла. Для виведення щурів з експерименту їх піддавали термінальній анестезії шляхом внутрішньоочеревинного введення тіопентал- Na у дозі 150 мг на щура.

Забір крові щурів проводився шляхом пункції серця.

Сироватка виділялася шляхом центрифугування крові. Сироватка зберігалася при температурі -80°C до моменту аналізу. Рівні сироваткової сечовини, сечової кислоти, креатиніну та загального білка були визначені відповідно до інструкцій виробника за допомогою наборів, виготовлених Spinreact (Іспанія). Аналізи проведено на базі міжкафедральної навчально-дослідної лабораторії Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського.

При аналізі рівнів сечовини, сечової кислоти, креатиніну та загального білка сироватки крові виявлено їхнє підвищення у групах щурів зі змодельованим ГРДС. Сечовина зросла на 6 год, досягнула піку на 24 добу, дещо знизилася на 3 добу, знову зросла на 7 добу і залишалася стабільно підвищеною до 28 доби. Зростання концентрації сечової кислоти спостерігалось із 6 год із першим піком на 24 добу та другим піком на 14 добу. Зниження концентрації сечової кислоти відбувалося на зниженням на 3 і 7 добу, а також на 28 добу експерименту. Креатинін зріс на 6 год, досягнув першого піку на 24 год, знизився на 3 добу, знову зріс на 7 добу з другим піком на 14 добу і опустився до рівня контролю на 28 добу. Концентрація загального білка значно зросла на 24 год (перший пік) з подальшим зниженням до 7 дня та досягненням другого піку на 14 добу зі зниженням на 28 добу.

Зміни рівнів креатиніну, сечовини, сечової кислоти та загального білка в сироватці крові щурів зі змодельованим ГРДС свідчать про розвиток ураження нирок. Тому, наступним етапом нашого дослідження планується вивчення субмікроскопічних змін в клітинах нефронів цих тварин.

Список літератури:

1. Bautista E, Arcos M, Jimenez-Alvarez L, et al. Angiogenic and inflammatory markers in acute respiratory distress syndrome and renal injury associated to A/H1N1 virus infection. *Exp Mol Pathol*. 2013;94(3):486–92.
2. Bellani G, Lafey JG, Pham T, et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA*. 2016;315(8):788–800.

3. Clemens M.S, Stewart IJ, Sosnov JA, et al. Reciprocal risk of acute kidney injury and acute respiratory distress syndrome in critically ill burn patients. *Crit Care Med.* 2016;44(10):e915–22.
4. Panitchote A, Mehkri O, Hastings A, Hanane T, Demirjian S, Torbic H, Mireles-Cabodevila E, Krishnan S, Duggal A. Correction to: Clinical predictors of renal non-recovery in acute respiratory distress syndrome. *BMC Nephrol.* 2019 Jul 30;20(1):286. doi: 10.1186/s12882-019-1479-7. Erratum for: *BMC Nephrol.* 2019 Jul 10;20(1):255. PMID: 31362716; PMCID: PMC6668112.

УДК 581.132

**РЕАКЦІЯ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ
ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ПШЕНИЦІ НА
ПОСУХУ**

Соколовська-Сергієнко О.Г.

Інститут фізіології рослин та генетики НАН України
E-mail: sokolovska_oksana@ukr.net

Глобальне потепління, що супроводжується несприятливими змінами клімату, посиленням температурних коливань, нерівномірністю випадання опадів, негативно впливає на врожайність сільськогосподарських рослин, зокрема пшениці [1]. Дефіцит вологи в ґрунті на рівні всього рослинного організму призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу і ростових процесів. Вивчення механізмів захисту фотосинтетичного апарату рослин до посухи є актуальним.

Дослідження проводили на рослинах озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.)

сортів – посухостійкого Єдність та менш посухостійких Подільська нива і Дарунок Поділля, які після перезимівлі за природних умов пересаджували у фазі початку весняного кушіння у вегетаційні посудини на 10 кг ґрунту, удобреного 10 г нітроамофоски. Посудини розміщували на вегетаційному майданчику за природного освітлення і температури. Кількість рослин в посудинах становила 15 шт. Добрива вносили в рівних кількостях при наповненні посудин ґрунтом і в середині фази виходу в трубку.

В контрольному варіанті впродовж всієї вегетації, вологість ґрунту підтримували на рівні 70 % повної вологоємності (ПВ). У фазу колосіння (ВВСН 55) припиняли полив рослин дослідного варіанта, знижуючи протягом 3 діб вологість ґрунту до рівня 30 % ПВ, який підтримували протягом наступних семи діб. Після цього поновлювали полив дослідних рослин до 70 % ПВ і підтримували таку вологість до кінця вегетації. Вологість ґрунту в посудинах контролювали гравіметрично двічі на добу. Період обмеженого вологозабезпечення дослідних рослин охоплював фази колосіння і цвітіння.

Адаптація фотосинтетичного апарату до посухи включає значні фізіологічні та метаболічні зміни, зокрема, накопичення осмотично активних сполук (проліну, гліцинбетаїну, розчинних вуглеводів), збільшення частки ненасичених жирних кислот у складі мембран, активації синтезу білків-шаперонів, зокрема рубіск/о активази, та інших захисних білків, а також систем контролю активних форм кисню [2, 3, 4].

Для оцінки реакції системи антиоксидантного захисту фотосинтетичного апарату пшениці на посуху визначали активність основних антиоксидантних ферментів хлоропластів – супероксиддисмутази (СОД) та аскорбатпероксидази (АПО). Встановлено, що активність СОД хлоропластів прапорцевих листків у першу добу посухи дещо знижувалася у рослин сортів Єдність і Подільська Нива і не змінювалася у сорту Дарунок Поділля, однак на сьому добу значно підвищується порівняно з контролем у сорту Єдність і лише мали тенденцію до зростання у двох інших сортах. Через тиждень після відновлення поливу активність СОД у рослин дослідного варіанту сорту Єдність залишалася вищою за контроль, тоді як у рослин контрольного і дослідного варіанту сортів Дарунок Поділля та Подільська Нива суттєво не відрізнялася.

Активність АПО у рослин досліджуваних сортів у перший день посухи практично не відрізнялася від контролю. Подібно до СОД, активність АПО у дослідних рослин на сьому добу суттєво зросла у сорту Єдність і була однаковою у Подільська Нива та Дарунок Поділля у порівнянні з контрольними рослинами. Через тиждень після припинення посухи активність АПО у рослин дослідного варіанту сортів Єдність та Подільська Нива

перевищувала контроль, а сорт Дарунок Поділля мав практично однакову активність АПО як у дослідних, так і контрольних рослин.

Слід також зазначити, що активність АПО у хлоропластах прапорцевих листків рослин дослідного варіанту за тривалої посухи збільшувалась більше, ніж СОД, у сортів Єдність та Подільська Нива, які демонстрували вищу стабільність фотосинтетичного апарату. Це може бути пов'язано з адаптивними змінами, спрямованими на більш сильний контроль рівня H_2O_2 в хлоропластах, оскільки було показано, що в умовах стресу і в період відновлення вміст H_2O_2 позитивно корелює з експресією генів, залучених до запрограмованої клітинної смерті, а їх надмірна активація була шкідливою для функціонування листка [4].

Посуха в період цвітіння призвела до суттєвого зниження загальної маси надземної частини та елементів зернової продуктивності головного пагону всіх досліджуваних сортів, хоча й різною мірою. Найменше зниження маси зерна на рослину спостерігалось у сорту Єдність, а найбільше – у Дарунок Поділля. Слід зазначити, що ця втрата врожаю зерна була результатом зменшення як кількості зерен, так і маси 1000 зерен.

Таким чином, отримані дані показують, що більш посухостійкий сорт Єдність має більшу адаптивну здатність до тривалої помірної посухи порівняно з менш посухостійкими сортами Подільська нива і Дарунок Поділля. Це пов'язано з вищою активністю антиоксидантних ферментів у хлоропластах листків сорту Єдність, що сприяло підвищенню активності фотосинтезу під час посухи та після посушливого періоду і меншим втратам урожаю зерна.

Список літератури:

1. Leng G., Hall J. Crop yield sensitivity of global major agricultural countries to droughts and the projected changes in the future. *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 654. P. 811-821.
2. Ahanger M.A., Siddique K.H.M., Ahmad, P. Understanding drought tolerance in plants. *Physiologia Plantarum*. 2021. Vol.172, № 2. P. 286-288.
3. Feller U. Drought stress and carbon assimilation in a warming

- climate: Reversible and irreversible impacts. J. Plant Physiol. 2016. Vol. 203. P. 84-94.
4. Sun M., Jiang F., Cen B., Wen J., Zhou Y., Wu Z. Respiratory burst oxidase homologue-dependent H₂O₂ and chloroplast H₂O₂ are essential for the maintenance of acquired thermotolerance during recovery after acclimation. Plant, Cell & Environment. 2018. 41, № 10. P. 2373-2389.

УДК: (581.13:582.26):57.014

**СУБСТАНЦІЯ З ХЛОРЕЛИ ЯК ЗАСІБ КОРЕКЦІЇ
АНТИОКСИДАНТНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ**

**Чвалюк Г.Б., Грубінко В.В., Боднар О. І., Галиняк О.В.,
Волік О. В.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: v.grubinko@gmail.com.

Фізіолого-біохімічні механізми значення та впливу селену і йоду водоростевого походження з'ясовані ще не повністю. Недостатньо вивчена токсична дія селену та йоду за його високого вмісту у водоростевій біомасі. Тому, дослідження впливу селену і йоду у різних концентраціях на особливості процесу накопичення та їх внутрішньоклітинного перерозподілу, а також на метаболічні і фізіологічні функції у тварин є актуальним [3].

Сполуки селену здатні регулювати біосинтез поліненасичених жирних кислот та пігментів [10], впливаючи таким чином на фотосинтез та енергетичний обмін. Крім того, Se (IV) є компонентом антиоксидантної системи, оскільки -SeH за рахунок нижчого потенціалу йонізації і меншої енергії зв'язку має вищу електронно-донорну активність, ніж група -SH, тому утворення -SeH більш активне й ефективне, ніж -SH [7, 10].

Основним механізмом біологічної дії селену і йоду є їх участь в антиоксидантних процесах, які захищають організм від небезпечної дії вільних радикалів, та у регуляції і підвищенні біосинтезу поліненасичених жирних кислот, каротиноїдів та пігментів.

Відомо, що ступінь інгібування росту і розвитку

водоростей є вищим за дії селенатів, ніж селенітів, тому водорості у процесах своєї життєдіяльності краще поглинають із середовища сполуки Se(IV) порівняно з Se(VI) [8]. Разом з тим, механізми регуляторного впливу на метаболізм водоростей сполук селену окремо та разом з іншими мікроелементами досліджені недостатньо.

Останнім часом препарати клітини водоростей та екстракти з них широко використовуються для отримання біологічно активних добавок (БАД) і фармацевтичних препаратів [2]. Значний інтерес становлять комплекси селену й інших елементів, що надходять у харчові ланцюги людини і тварин через рослини і відіграють значну роль у метаболізмі, який порушується при їх дефіциті [10].

Об'єктом лабораторного дослідження була альгологічно чиста культура зеленої водорості *Chlorella vulgaris* Beij. Водорість культивували на середовищі Фітцджеральда в модифікації Цендера і Горхема №11, за температури 22–25°C та освітленні лампами денного світла (інтенсивність 2500 лк) протягом 16 годин на добу. В експериментальних умовах у культуральне середовище додавали водний розчин селеніту натрію у розрахунку на кількість йонів Se(IV) - 10,0 мг Se(IV)/дм³, а також водний розчин солей KJ у розрахунку на 10,0 мг J⁻/дм³ [9]. Біомасу клітин відбирали на 14-у добу для вивчення метаболічних показників. Контролем слугувала культура водоростей, яку вирощували у поживному середовищі без додавання селеніту натрію та йодиду калію (в експериментальних кількостях). Для проведення експериментів готували гомогенати у відповідних буферних системах і згодовували щурам-самцям на поїдання. Визначали вміст селену та йоду у водоростевій субстанції [1]. Для визначення загальної кількості вуглеводів у біомасі водоростей, їх осаджували трихлороцтовою кислотою, далі екстрагували розчином 75% етанолу, після чого центрифугували, двічі промивали, осаджували центрифугуванням, висушували до постійної маси та зважували після чого визначали вміст селену і йоду [6]. Для біохімічного дослідження ліпіди екстрагували хлороформ-метаноловою сумішшю у відношенні 2:1 за методом Фолча [5]. Антиокисдантний статус щурів визначали згідно з

рекомендаціями [4].

Досліджено, що за концентрації селеніту натрію та калію йодиду $10,0 \text{ мг/дм}^3$ у середовищі росту водоростей у клітинах хлорели активуються процеси біосинтезу, клітини мають високий адаптивний енергетичний та антиоксидантний потенціал, а також при цьому здатні утворювати селен-йодні комплекси [9].

Досліджуючи дію селеніту натрію окремо та спільно з йодидом на *Ch. vulgaris*, з'ясовано, що за дії селеніту натрію у концентрації $10 \text{ мг Se(IV)/дм}^3$ в активності цитохромоксидази (ЦО) у різний час було відмічено помітні зміни (від 10,0% до 83,0%).

НАДН-ГДГ активність збільшувалася у всіх варіантах за дії селеніту натрію. Так за дії $10,0 \text{ мг Se(IV)/дм}^3$ отримані показники перевищували контрольні значення в 2,3-4,8 рази. Поряд з цим, НАДФН-ГДГ активність за дії селеніту суттєво зменшувалася порівняно з контролем, особливо за концентрації $10,0 \text{ мг j}^-/\text{дм}^3$ – від 38,8% до 65,8%) на 3-ю і 7-у доби експозиції.

Враховуючи метаболічний зв'язок досліджених ензимів, інтенсивне дезамінування глутамату НАДН-ГДГ, очевидно, обумовлене постачанням α -кетоглутарату в цикл Кребса, що підтверджується збільшенням активності СДГ і ЦО. При цьому, відповідно, утворення глутамату НАДФН-ГДГ за дії $10,0 \text{ мг Se(IV)/дм}^3$ збільшувалася на 105,0% (на 3-ю добу) і була в межах контролю на 1-у і 7-у доби. В залежності від тривалості дослідження активність ЦО збільшувалася у 2-3 рази порівняно з контролем.

Зміни активності СДГ за дії селеніту у концентрації $10,0 \text{ мг Se(IV)/дм}^3$: мало місце збільшення активності на 65,0% (на 3-ю добу) та 33,0% (на 7-у добу) порівняно з контролем. Отримані показники перевищували контрольні значення в 2,3-4,8 рази за дії $10,0 \text{ мг j}^-$, а за дії $10,0 \text{ мг Se(IV)/дм}^3$ – у 2,7 рази.

Визначено, що у формуванні антиоксидантного статусу клітин хлорели за дії селеніту окремо так і спільно з йонами йодиду ключову роль відіграє глутатіонпероксидаза (ГПО) за вторинної ролі каталази (КТ) та суттєвого зниження активності супероксиддисмутази (СОД). Поряд із цим, вміст селену значно збільшується у тотальній субстанції за спільної дії селеніту натрію з йодидом калію. Біологічний ефект включення селену до цих сполук може полягати в забезпеченні неензимного шляху

захисту ліпідів за зниження ролі КТ та СОД.

Встановлено, що вміст селену в біомасі та вуглеводах хлорели збільшується лише за спільної дії селеніту з йодидом; білки акумулювали селен у всіх варіантах досліду: за спільної дії селеніту з J⁻ його вміст збільшився на 39,3% порівняно з контролем. Вміст селену у ліпідах хлорели збільшився в середовищі з селенітом і J⁻ відповідно на 69,5% щодо контролю. Зростання інтенсивності включення селену до складу ліпідів різних класів відбувається в ряді: ЛФЛ<ТАГ<ДАГ<ФЛ<НЕЖК.

З'ясовано, що селеніт натрію разом йодидом калію зумовили зменшення вмісту 16:0 та збільшення вмісту 18:0 і 18:1 жирних кислот. Переважання вмісту насичених жирних кислот над ненасиченими виявлено за спільної дії селеніту окремо, а за дії селеніту спільно з йодом – ненасичених над насиченими.

Отже, збагачення культури хлорели селенітом та йодидом в цілому сприяє утворенню і накопиченню біосентитичних субстратів у хлорели, збільшення поглинання її клітинами селеніту та йоду, модифікує, насамперед, аантиокисдантний статус експериментальних тварин за двотижневого згодовування та ліпідний обмін.

Список літератури:

1. Дедков Ю. М., Мусатов А. В. Селен: биологическая роль, формы существования и методы определения. Экология промышленного производства. 2004. № 3. С. 19-23.
2. Золотарьова О.К., Шнюкова Є.І., Сиваш О.О., Михайленко Н.Ф. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології. Київ: Альтерпрес, 2008.–234 с.
3. Лукашів О.Я., Боднар О.І., Грубінко В.В. Вплив на метаболічні процеси в організмі селеновмісних біодобавок та перспективи їх використання. Вісник проблем біології і медицини. 2016. Вип. 2, т. 3 (130). С. 30–34.
4. Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен): Учебное пособие / Под ред. М. И. Прохоровой. Л.: ЛГУ, 1982. – 273 с.
5. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов. М.: Мир, 1975. – 322с.

6. Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Севастьянова Г. А. Практикум по общей биохимии. – М.: Просвещение, 1975. – 318 с.
7. Antioxidant enzyme / Ed. Mohammed Amr El-Missiry. – Rijeka, Croatia: Published by InTech, 2012. – 400 p.
8. Araie H., Shiraiwa Y. Selenium utilization strategy by microalgae: Reviewy. *Molecules*. 2009. Vol. 14. P. 4880–4891.
9. Bodnar O. I., G. B. Vinyarskaya, G. V. Stanislavchuk, V. V. Grubinko. Peculiarities of selenium accumulation and its biological role in algae. *Hydrobiol. Journal*. 2015. Vol. 51, N. 1. P. 63–78.
10. Selenium. *Alternative Medicine Review*. 2003. Vol. 8, N. 1. P. 63–71.

УДК: 628.194:628.11

**BIOCHEMICAL FEATURES OF THE METABOLISM OF
CHLORELLA VULGARIS BEIJ**

Chvaliuk H. V.

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
E-mail: 0986372888g@gmail.com

Chlorella vulgaris Beijer is a specie of unicellular green algae, 2 to 10 μm in diameter, which looks like a microscopic ball. Outside, the cells are covered with a hard double-circuit shell of cellulose nature. The cytoplasm contains one parietal cup-shaped chloroplast. The pyrenoid is usually surrounded by a starch shell. The nucleus is one, but in a living cell without special treatment it is not visible. Reserve substances — starch and colorless oil. Colonies and aggregates does not form. It was first described by M. Bejerink in 1890 from a pond in Delft, Holland [11].

Chlorella uses 25-30% of solar energy, while flowering plants use only 7-13% [11].

On average, dry biomass of *chlorella* contains 10-20% carbohydrates. A significant part of them is starch, although in some members of the genus *Chlorella*, carbohydrates can be represented

mainly by hemicelluloses. Lipids make up 20-30% and have a significant content of unsaturated fatty acids. The ratio of fatty acids in chlorella is similar to the ratio that is characteristic of most vegetable oils [20]. The chemical composition of chlorella is quite stable.

At the same time, the extremely high plasticity of chlorella metabolism attracts attention. its ability to radically change the direction of biosynthesis depending on cultivation conditions and under various influences. It has long been proven that under conditions of nitrogen starvation, up to 85% of lipids can accumulate in cells [19].

In most cases, microalgae are cultivated under photoautotrophic conditions. However, some species are able to grow in heterotrophic conditions. Under these conditions, microalgae are cultivated in the dark when cell growth and multiplication is supported by organic carbon. Under adverse environmental conditions, such as nutrient deficiencies, microalgae are able to significantly store energy, forming triacylglycerin (TAG). Positive regulatory enzymes, such as glucose transporter protein, fructose-1,6-bisphosphate aldolase and glycerol-3-phosphate dehydrogenase. And negative regulatory enzymes such as triose phosphate isomerase, play a crucial role in auto-accumulation of lipids under auto- and heterotrophic conditions [7].

Therefore, microalgae are a potential platform for the production of lipid-derived products such as biofuels. Understanding the links between carbon flow and lipid metabolism [18].

An increase in the concentration of heavy metals (HMs) in water leads to their excessive accumulation by aquatic organisms and causes changes in metabolism [6; 14]. On the one hand, individual metals already in small quantities can exhibit high physiological activity, stimulating effect. Some HMs are part of the enzymatic systems of algae and are biologically active, and therefore play an important role in the vital processes of aquatic organisms. And on the other hand, their excess in the environment (high concentrations) has a toxic effect on hydrobionts. Thereby leading to depression of metabolism and inhibition of vital activity [10].

Algae can accumulate trace elements against a concentration gradient thousands of times higher than their content in water, but up to a certain limit. Exceeding of this limit causes irreversible changes in metabolism and their death [6].

The amount of metals accumulated by a unit of biomass or cellular macromolecules of microalgae depends on the concentration of metal ions in the medium metal:biomass ratio, incubation duration, pH, illumination, etc [16].

For example, regarding chromium, according to the authors [15], the level of absorption of chromium ions significantly depends on its valence. It was shown that the degree of absorption of Cr(VI) ions by the alga *S. platensis* from the culture medium is significantly lower than that of Cr(III) ions.

Selenium is an essential trace element for all organisms, including microalgae. Selenium is directly involved in metabolic, biophysical and energy processes, and its most important action is to participate in antioxidant defense [3].

Several uses of *Chlorella vulgaris* have been investigated: Firstly, due to its high mineral and protein content, these algae are used as vitamin supplements and are even considered a viable food for dehydration and strongly affect human health; Secondly, many algae produce lipids. This makes these organisms a viable source of biofuels – the lipid content for biomass is approximately 42%. This is more than in soybeans, sugar beets, canes and corn; making it a viable alternative to biodiesel [5]. Recently, *Chlorella vulgaris* is widely used as a source of protein and lipid biomass, as well as biologically active substances [1; 8]. Due to the inclusion of exogenous trace elements in its composition, this microalgae can form biologically active complexes which are used for obtaining bioenergetic substrates and substances with potential pharmacological action [16; 13]. Selenium and metal ions (0,5 mg Se(IV)/dm³; 5,0; 10,0; 20,0 mg Se(IV)/dm³ separately and together with Co²⁺(0,05 mg/dm³), Cu²⁺(0,002 mg/dm³), Fe³⁺(0,008 mg/dm³), Mn²⁺(0,25 mg/dm³), Zn²⁺(5,0 mg/dm³)) accumulated in the lipids of *Chlorella vulgaris* for 7 days are synergistic under their combined action. This property is used to obtain a biologically active therapeutic and prophylactic substance [4].

Microalgae are an alternative to wastewater treatment because they provide tertiary biotreatment combined with the production of potentially valuable biomass. It can be used for several purposes. Microalgae cultures offer an elegant solution for tertiary treatment and the last stage of additional wastewater treatment due to the ability of microalgae to use inorganic nitrogen and phosphorus for their growth [2].

According to the methods of microscopy, one- and two-dimensional thin-layer chromatography for the use of mathematical methods of data interpolation and approximation it is shown that a decrease in the concentration of nitrogen, an increase in salinity and the concentration of potassium ions sharply reduce the increase in biomass. The amount of lipids under conditions of nitrogen deficiency, moderate salinity (2.5 g/l NaCl) and under the combined action of both factors increases by 10 - 15%. In this case, the content of fatty acids and the number of minor fractions increase. At a concentration of NaCl 2.5 g/l, the content of 16:0 fatty acid increases. While the percentage of eicosapentaenoic acid 20:5 "Omega-3" is at a minimum level and increases as salinity decreases to optimal levels. An increase in the concentration of potassium ions is not a favorable factor for the accumulation of lipids in the biomass of microalgae *Chlorella vulgaris*. Increasing salinity reduces the energy costs of algae cultivation by increasing the amount of lipids in less time [9].

Interestingly, the protein content of chlorella is four times higher than their content in wheat, and the nutritional value is comparable to meat. Thus, in the dry mass (after processing in production) in this algae can be up to 90% protein, up to 38% carbohydrates, up to 75% fat and up to 10% minerals - it all depends on the place of growth. Its protein contains more than 40 amino acids, including all essential. That is, it can be called a real concentrate of calories and vitamins.

The productivity of biomass in stationary mode is about 212.4 ± 18.1 mg of dry biomass/dm³ and lipid content of 19.02 ± 0.4 mg of dry mass/dm³. The content of biomass and lipids of chlorella can be changed using sunlight and stimulants of biosynthesis of individual classes of organic substances. This represents the prospect of further research. [17].

References:

1. Abd El H. Healthy benefit of microalgal bioactive substances / H. El Abd Baky, G.S. El-Baroty // J. Aquat. Sci. — 2013. — N. 1 (1). — P. 11—23.
2. Abdel-Raouf, A.A.Al-Homaidan, I.B.M.Ibraheem «Microalgae and wastewater treatment» // Publication 2012. URL: <https://scholar.google.com.ua/scholar?q=12.+Abdel-Raouf,+A.A.Al->

- Homaidan, I. B. M. Ibraheem. C2% AB Microalgae and was treated with water treatment. C2% BB. Publication 2012. &hl=uk&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar
3. Araie, H.; Shiraiwa, Y. Selenium Utilization strategy by microalgae: Review. *Molecules*. 2009, 14, pp 4880 – 4891.
 4. Bodnar, O. I., Viniarcka, H. Ya., Hrubinko, V. V., Lykhatskyi, P. H., Fira, L. S. (Ternopil'skyi Natsionalnyi Pedagogichnyi Universytet imeni Volodymyra Hnatiuka) Sposib otrumannia biologichno aktyvnogo selen-tsynk-lipidnogo kompleksu z khlorel'y. Patent Ukrainy 114650, Ber 10, 2017. (ukr.)
 5. Green and Clean Energy: Microalgae as a source for fuel/ Samadhan Yuvraj Bagul/June 2017.
 6. Grubinko, V. V.; Gorda, A. I.; Bodnar, O. I.; Klochenko, P. D. Metabolism of Algae under the Impact of Metal Ions of the Aquatic Medium (a Review). *Hydrobiol. J.* 2011, 6 (47), pp 75 – 88.
 7. Hao-Hong Chen, Jian-Guo Jiang. Lipid Accumulation Mechanisms in Auto- and Heterotrophic Microalgae.- *Agric Food Chem* 2017 Sep 20;65(37):8099-8110. doi: 10.1021/acs.jafc.7b03495. Epub 2017 Sep 11.] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28838232/>
 8. Herrero M. Supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: Plants, food-by-products, algae and microalgae / M. Herrero, A. Cifuentes, E. Ibanez // A review. *Food Chem.* — 2006. — N. 98. — P. 136—148.
 9. Holub N.B. Vplyv ioniv luznykh metaliv na pryrist biomasy ta nakopuchennia lipidiv (metabolizm) u *Chlorella vulgaris* / N.B. Holub, V. Yu. Buncha // Naukovi visti Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy “Kyivskiy politekhnichnyi instytut” 2012. № 3. — S. 12-17. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI_2012_3_3. (ukr.)
 10. Hrubinko, V. V. Osobennosti adaptatsii odnokletochnykh priesnovodnykh vodoroslei k tiazholym metallam. Aktualnyie problemi algologii, Tezisy dokladov IV Mezhdunarodnoi Konferentsii, Kyiev, Ukraina, Mai 23 – 25, 2012; Institut botaniki im. N. H. Kholodnoho NAN Ukrainy: Kyiev, 2012; s. 83 – 85. (ukr.)

11. Krasilnikova L. O., Avksentieva O. O., Zhmurko V. V. Biokhimiia roslyn: Navch. posib. dlia stud. vyshch. navch. zakl. - Kharkiv: Vyd. hrupa "Osnova", 2007. – 191 s. (ukr.)
12. Lukashiv O. Ya.; Bodnar O. I.; Viniarcka H. B., Hrubinko V. V. Nakoplieniie khroma i svena klietkami i v lipidakh Chlorella vulgaris Beij. ghi inkubatsii s khloridom khroma (III) i selenitim natriia. Algologii. 2017, 4 (27), s 415 – 425. (ukr.)
13. Lutsiv A. I. Rehuliatsia biosyntezy lipidiv u Chlorella vulgaris Beij. ionamy metaliv ta naftoproduktamu: avtoref. dys. na zdobuttia nayk. stupenia kand. biol. nauk: spets. 03.00.04 "Biokhimiia". — Ternopil, 2015. — 24 s. (ukr.)
14. Rodrigues-Ariza, A.; Dorado, G.; Peinado J. Biochemical effects of environmental pollution in fishes from the Spanish South-Atlantic littoral. Biochem. Soc. Trans. 1991, 3, pp 15 – 21.
15. Thompson, S.; Manning, F.; McColl, S. Comparison of the toxicity of chromium (III) and chromium (VI) to cyanobacteria. Environ. Contam. And Toxicol. 2002, №2 (69), pp 286 – 293.
16. Viniarcka H. B. Nakopychennia selenu ta yogo vplyv na metabolizm u Chlorella vulgaris Beij. v kulturi za dii selenitu natriu ta yoniv metaliv: avtoref. dys. na zdobuttia nayk. stupenia kand. biol. nauk: spets. 03.00.04 "Biokhimiia". — Ternopil, 2016. — 24 s. (ukr.)
17. Viniarcka H. B., Kulytvuvannia Chlorella vulgaris u Fotobioreaktori neperervnoi dii pid vplyvom soniachnoi insoliatsii / O. I. Bodnar, N. V. Bugera, A. O. Palchyk, O.O. Kantytska, L. A. Onufriichuk // Nauk. zap. Ternop. nats.ped. un-tu. Ser. Biol., 2017, № 1 (68) S. 67-73. (ukr.)
18. Xiaojie Ren, Jean-Sébastien Deschênes, Réjean Tremblay, Sabine Peres & Mario Jolicoeur A kinetic metabolic study of lipid production in Chlorella protothecoides under heterotrophic condition. - Microbial Cell Factories/ - 28 June 2019.
<https://microbialcellfactories.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12934-019-1163-4>
19. Zolotarova O. K. Perspektyvy vykorystannia mikrovdorosteï

- u biotekhnolohii / O. K. Zolotarova, Ye. I. Shniukova, O.O. Syvash, N.F. Mykhailenko; Pid red. O. K. Zolotarovoi. - K.: Alterpres, 2008. - 234 s. (ukr.)
20. Zolotarova O., Shniukova Ye. Kudy priamuie biopalyvna industriia? O. Zolotarova, Ye. Shniukova // Visnyk natsionalnoi akademii nauk Ukrainy. - 2010, № 4. - s. 10-20 (ukr.)

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

THE BIOCHEMICAL BASIS OF THE PREFERENCES OF BIVALVE MOLLUSK *DREISSENA POLYMORPHA* IN A NEW ENVIRONMENT. UNIQUE OPPORTUNITY TO COMPARE NATIVE AND INVASIVE POPULATIONS IN THE FIELD AND EXPERIMENTAL EXPOSURES

**Matskiv T.^{1,2}, Martyniuk V.¹, Khoma V.³, Yunko K.¹,
Lechachenko S.¹, Zabolotna M.¹, Simchuk S.¹, Habarova S.¹, Gush
N.¹, Shpak V.¹, Orlova-Hudim K.⁴, Gnatyshyna L.², Geffard A.⁵,
Palos-Ladeiro M.⁵, Stoliar O.^{1*}**

¹Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

²I.Ya. Horbachevsky Ternopil National Medical University

³Ternopil Scientific Research Forensic Center of the Ministry of
Internal Affairs of Ukraine

⁴Kherson State University

⁵ Université de Reims Champagne-Ardenne, Normandie Université
E-mail: Oksana.Stolyar@tnpu.edu.ua

Since the discovery of invasive zebra mussels *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), biological invasions are described as the second leading cause of extinction behind habitat destruction. Zebra mussel is one of most active filter-feeders and sedimentators in the water column [1]. Consequently, the spread of zebra mussel is crucial for the preservation of global biodiversity and ecosystem function. On the other hand, zebra mussel is valuable bioindicator species [1;3]. Therefore, the question is arisen concerning the reasons for the preferences of *D. polymorpha* in the new surrounding that provides its wide distribution. Two points of view exist to explain this phenomenon. First one proves that the reasons for these preferences can be the metabolic plasticity. Second concept explains their

performances by the reproduction benefits that allows rapid population recovery after environmental extremes. Therefore the goal of this study was to compare the plasticity of the biochemical responses in the native and invasive populations of mussels in their habitats and under the additional confounding pressure. We utilized the opportunity to compare the native population of *D. polymorpha* in the Ponto-Caspian region and invasive populations from West Ukraine and North France. The responses of apoptotic activities and cytotoxicity were selected for this study. The specimens of mussels were sampled from the river Dnipro near the city of Kherson (Kh, native population), in the Ternopil municipal pond, Ukraine (Tn), and in the Champagne Ardennes region, France (Der and Orne ponds) in June of 2021. The molluscs from the Kh and Tn populations were additionally exposed in the laboratory to the microplastics (MP-groups, 1 mg L⁻¹); caffeine (Caf-groups, 20.0 µg L⁻¹); their combination (Mix-groups), elevated temperature (T-groups, 25 °C) or combination of MP, Caf and T (MixT-groups) for 14 days. MP is one of the most persistent pollutants in the surface waters. Besides its own toxicity, it can be a vector for other substances in water. Caf represents the contaminant of concern due to its widespread occurrence in the aquatic environment and potential to be biologically active. Bivalves as filters have highly developed processes of intracellular internalization of MP that distort the responses to xenobiotics [4].

The comparison of two populations had shown the prominent differences between Kh and invasive populations. The caspase-3 activity was higher in all invasive populations, particularly in the Orne (~by three times). On the contrary, Cathepsin D (CtD) total activity and its efflux were lesser in these groups when in Kh-group by two-three times with the increase of the efflux rate by 37-50%. Despite low difference in the Acid phosphatase (AcP) total activity, its free activity was higher and membrane-bound activity was lesser even by ten times in the invasive populations. The assessment of lysosome membrane integrity (NRR test) confirmed the loss of this stability in the Der and Orne groups comparing native population. These changes were accompanied by the elevated concentrations of protein carbonyls in the Der and Orne-groups. Finally, the ratio Zn/Cu in the soft tissues was by 2-10 times lower in the invasive populations than in the native

population, mostly due to the higher level of Cu. Consequently, all these particularities of invasive populations can be assessed as the lysosomes injury and depression of their biogenesis, utilizing of apoptosis and autophagy as a protective measure against damaged cells, and imbalance of metals bioavailability that can indicate the shortness of the life cycle.

In the experimental exposures of Kh- and Tn-groups, the responses of lysosomal integrity, and CtD (both with one exception) to each exposure were similar in both populations, attesting the common strategy to withstand the experimental challenges. Caspase-3 activity was also increased in the exposures, particularly by MP and Caf, in both populations. CtD total and extralysosomal activities were reduced in the exposures to MP and caffeine in both populations, whereas heating and mixtures provoked significant increase of cathepsin D total in the TnT- and both Mix-group. In the KhMix-group it was accompanied by the extralysosomal enzyme activity. Among these manifestations, most common one was the increase of lysosomal integrity detected in all exposures, including heating, and for both populations (despite low level of lysosomal stability in the Kh-groups). Generally, in the bivalve molluscs, the immune response to bacterial infection is associated with the decrease of the lysosomal membrane stability, the same as the responses to plural xenobiotics, including Caf and MP. However, the invasive species, zebra mussel, had the preferences in the ability to support lysosomal integrity comparing to the native molluscs. The detected in our study increase of the lysosomal integrity can be explained by the induction of the lysosome biogenesis, that is one of the most important mechanisms for lysosomal adaptation. It increases lysosome numbers to meet different cellular demands such as starvation-induced autophagy and the dispensation of lysosomes to daughter cells during cell division.

Consequently, in the experimental exposures to single substances the responses of mussels were similar to their manifestations in the invasive species comparing to native population. Nonetheless, the heating alone and in the combine exposure distorted these responses.

To summarize, we can conclude that the ability to mobilize the apoptotic activities is the important component of *D. polymorpha* populations' resistance in the new confounding circumstances, both

field and experimental. The distorting effect of heating is common manifestations with other studied bivalves, like *Unio tumidus* [2]. Consequently, all these particularities of invasive populations can be indicated as the lysosomes injury but compensatory changes in their biogenesis, utilizing of apoptosis and autophagy as a protective measure against damaged cells, and imbalance of metals bioavailability that can indicate the shortness of the life cycle. The finding coordinates two mentioned hypotheses concerning the invasive success of this species. To continue our experiment, the populations of zebra mussels should be tested by the proteomic and, particularly, immune specificity for the understanding of the resistance reasons in the new surroundings.

This work has been granted to Melissa Palos-Ladeiro and Oksana Stoliar by the research program PHC DNIPRO n 46800RK and Ministry of Education and Science of Ukraine (## M-70/2021, M-13/2022) under the French-Ukrainian Cooperation Program.

References:

1. Gnatyshyna L., Khoma V., Horyn O. *et al.* Multi-marker study of *Dreissena polymorpha* populations from hydropower plant reservoir and natural lake in Latvia. *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 2020. Vol. 20, № 6. P. 409–420.
2. Khoma V., Martinyuk V., Matskiv T. *et al.* Environmental concentrations of Roundup in combination with chlorpromazine or heating causes biochemical disturbances in the bivalve mollusc *Unio tumidus*. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29. P. 14131–14142.
3. Ladeiro M. P., Aubert D., Villena I., *et al.* Bioaccumulation of human waterborne protozoa by zebra mussel (*Dreissena polymorpha*): interest for water biomonitoring. *Water Research*. 2014. Vol. 48. P. 148–155.
4. Martyniuk V., Khoma V., Matskiv T. *et al.* Indication of the impact of environmental stress on the responses of the bivalve mollusk *Unio tumidus* to ibuprofen and microplastics based on biomarkers of reductive stress and apoptosis. *Comparative biochemistry and physiology. Toxicology and pharmacology*. 2022. Vol. 261. P. 109425.

РОЗДІЛ 5

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК [571.5(28):591.521.11](285.3)

**МАКРОЗООБЕНТОС ТА МАКРОЗООПЕРИФІТОН
СТАВКА (ОБУХІВСЬКИЙ Р-Н, КИЇВСЬКА ОБЛ.) В
УМОВАХ ГІПЕРРОЗВИТКУ НИТКУВАТОЇ ВОДРОСТІ
TRIBONEMA VIRIDAE PASCH.**

Воліков Ю.М., Старосила Є.В., Давидов О.А.

Інститут гідробиології НАН України

E-mail: voprogram@ukr.net

За результатами альгологічних досліджень встановлено, що основним компонентом забруднення, формування водоростевих «подушок» на поверхні, товщі води та дні водойми, була ниткувата водорість відділу Ochrophyta - *Tribonema viridae* Pasch.

Одночасно для детальних досліджень на водному об'єкті були відібрані проби макрозообентосу та макрозоофітосу, визначений видовий склад та кількісна представленість організмів безхребетних даних екологічних груп.

Відбір проб було виконано за стандартною гідробиологічною методикою з використанням загальноприйнятого гідробиологічного обладнання [1].

Результати таксономічного аналізу свідчать, що водночас з достатньо суттєвою представленістю таксономічних груп вищого рангу мала місце бідність їх видового складу. Крім цього, була зафіксована відсутність представників масових видів у двох найбільших групах макробезхребетних: Chironomidae (комарів-дзвінці) та Oligochaeta (малощетинкові черви). Так, серед хірономід не зустрінутий *Cricotopus silvestris* Fabricius, банальний фітофільний вид, зазвичай, масово присутній у заростях нитчастих водоростей. Серед олігохет не відмічені представники родини Naididae, які також, при звичайних умовах, відіграють роль домінантів серед мешканців водоростевих заростей.

Водночас зафіксоване нетипове співвідношення представників хижих та мирних груп серед комарів-дзвінців.

Хижі види домінували по чисельності та були представлені личинками 3 або 4 старших поколінь. Опосередковано це може свідчити про присутність дисбалансу в одному із харчових ланцюгів екосистеми водойми.

Серед іншого звертає на себе увагу значний розвиток представника групи рівноногих ракоподібних (Isopoda) - *Asellus aquaticus* (Linné).

По даним окремих досліджень домінування членистоногих при відсутності олігохет може вказувати на присутність іонів важких металів, тоді як зворотна картина може свідчити про присутність інсектицидів [2].

У всіх досліджених біотопах по біомасі домінував черевоногий молоск *Bithynia tentaculata* (Linné).

Загальні показники досліджених екологічних груп мають достатньо близькі значення, що викликано масовим розмноженням і відповідно присутністю у всіх досліджених біотопах визначеного виду ниткуватої водорості, яка, у даному випадку, виконує роль фактору формуючого середовище.

Загальні біотичні показники досліджених груп макробезхребетних: **зообентос**: кількість визначених видів - 16, загальна чисельність 5900 (екз/м²), загальна біомаса - 110,59 (г/м²), індекс Шеннона (біт/екз) – 2,46, Шеннон максимальн. (біт/екз) – 4, вирівненність 0,62, індекс Сіпсона (*PIE*) – 0,71, Середній біотичний бал (середнє із 10 використаних біотичних індексів – 2,92, категорія якості води відносно середнього біот. балу – «задовільні», ТВІ (kl) – 6; **зооперифітон** - кількість визначених видів - 14, загальна чисельність 39800 (екз/кг.сух.ваги водорості), загальна біомаса - 109,75 (г/кг.сух.ваги водорості), індекс Шеннона (біт/екз) – 3,18, Шеннон максимальн. (біт/екз) – 3,81, вирівненність 0,83, індекс Сіпсона (*PIE*) – 0,84, Середній біотичний бал (середнє із 10 використаних біотичних індексів – 2,85, категорія якості води відносно середнього біот. балу – «задовільні», ТВІ (kl) – 6.

Сапробіологічний аналіз виконаний з використанням метода Пантле-Букк за розробленою в Україні методикою «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [3].

Оцінка стану досліджених угруповань макрофауни за

сапробіологічними показниками – **зообентос**: кількість індикаторів сапробності – 11, значення показника сапробності – 2,63, клас якості вод – III, категорія якості вод – 5, категорія сапробності - α' - мезосапробні, трофність (переважаючий тип) - ев-політрофні, назва класів і категорій якості води за ступенем їх чистоти (забрудненості) – помірно забруднені; назва класів і категорій якості води за їх станом – посередні; **зооперифітон**: кількість індикаторів – 10, значення показника сапробності – 1,94, клас якості вод – II, категорія якості вод – 3, категорія сапробності - β' - мезосапробні, трофність (переважаючий тип) - мезоевтрофні, назва класів і категорій якості води за ступенем їх чистоти (забрудненості) – досить чисті; назва класів і категорій якості води за їх станом – добрі.

Різниця значень застосованих трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) критеріїв для досліджених екологічних груп, у даному випадку, має природний характер і пояснюється підвищеним вмістом органіки у донних відкладах порівняно з товщею води.

Список літератури:

1. 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 гідробиології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
2. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
3. 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.

УДК 594.1(591.044:581.036)

**ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИЙ СТАН ГАМАРИД
ECHINOGAMMARUS ISCHNUS (STEBBING, 1899) ПРИ
ВИРОЩУВАННІ ЗА УМОВ РІЗНОЇ ЩІЛЬНОСТІ
ПОСАДКИ**

Крот Ю.Г., Гончарова М.Т., Красюк Ю.М., Кіпніс Л.С.

Інститут гідробиології НАН України

E-mail: j-krasyuk@ukr.net

На сьогоднішній день культивування ракоподібних, в першу чергу, як корму для підросування личинок риб, не втрачає своєї актуальності у зв'язку з подальшим розвитком рибництва. Культивування ракоподібних за умов нестачі ресурсів і енергії потребує використання більш інтенсивних методів вирощування. При цьому важливо спрогнозувати наслідки, які можуть виникнути за цих умов утримання. Зокрема, потрібно враховувати дію факторів, які здатні лімітувати ріст, розвиток, відтворення ракоподібних, що в подальшому може позначитись на енергетичній ємності отриманого біоматеріалу.

Слід відмітити, що ракоподібні, як і інші гідробіонти, в процесі своєї життєдіяльності постійно впливають на водне середовище, змінюючи його хімічний склад. В свою чергу, відбувається безпосередня чи опосередкована дія і регуляція життєвих функцій водяних тварин з боку середовища. Так, при культивуванні в штучних умовах рачків відбувається накопичення азотовмісних метаболітів і продуктів їх окислення, що може призводити до порушення обміну речовин та зниження продуктивності. В основному, ракоподібні у середовище екскретують азот у вигляді аміаку, і в незначній кількості – у вигляді сечовини. Зокрема, сполуки азоту з часом мають здатність накопичуватись, переходячи з однієї форми в іншу, залежно від температури, рН та ін. чинників. Тому, перед нами була поставлена мета – дослідити фізіолого-біохімічний стан та якість водного середовища при вирощуванні гамарид *Echinogammarus ischnus* (Stebbing, 1899) за різної щільності посадки, а саме: 40 екз./дм³ та 200 екз./дм³. Піддослідних рачків годували кормом «Креветка» у кількості 10 мг/дм³ на добу⁻¹. Тривалість експозиції – 30 діб.

Результати дослідження показали, що при утриманні *E. ischnus* за щільності посадки 200 екз./дм³ спостерігаються нижчі показники виживаності (на 40%) та зменшується кількість яйценосних самиць (на 44%), порівняно з особинами, що знаходились при 40 екз./дм³. Також, приріст біомаси за період експозиції при щільності посадки 200 екз./дм³ був відсутній.

Відомо, що ракоподібні зберігають енергетичні ресурси у вигляді глікогену, білка та ліпідів, а м'язи і гепатопанкреас є їх найбільш важливими депо. Підтримання гомеостазу в різних умовах навколишнього середовища може призвести до збільшення витрати енергії [3].

Досліджено, що при щільності посадки 200 екз./дм³ вміст глікогену і загальних ліпідів у рачків наприкінці експозиції знизився відповідно на 13 і 27% порівняно з особинами, які знаходились при щільності 40 екз./дм³. При цьому, рівень загального білку у всіх піддослідних групах був в однакових межах.

Слід відмітити, що зміна вмісту енергетичних субстратів у гамарид може відбуватись через вплив накопичених в середовищі біогенних сполук. Так, утримання *E. ischnus* за різної щільності посадки рачків відмічено зростання сполук неорганічного азоту і фосфору у воді. Зокрема, при щільності посадки гамарид *E. ischnus* 200 екз./дм³ наприкінці експозиції спостерігалось погіршення якості водного середовища.

Так, при щільності посадки *E. ischnus* 200 екз./дм³ відмічено зростання концентрації нітритів у 7 разів порівняно з середовищем в якому знаходились піддослідні при щільності 40 екз./дм³. Вплив підвищеної концентрації NO₂⁻ міг призвести до енергетичних змін у гамарид. Так, є повідомлення, що високі концентрації нітритного азоту змінюють рН гемолімфи ракоподібних. Припускають, що поглинання рачками з води нітритів призводять до зниження рівня Cl⁻, Na⁺ та білку в гемолімфі, і як наслідок – зниження осмолярності гемолімфи [1].

Вірогідно, на інтенсивність протікання енергетичних процесів у організмі гамарид позначився вплив фосфору фосфатів, концентрація якого у середовищі (при 200 екз./дм³) перевищували у 2,3 рази порівняно зі щільністю посадки 40 екз./дм³. Негативний вплив сполук фосфору фосфатів на

енергетичний обмін гідробіонтів відмічений і іншими авторами. Механізм дії фосфатів полягає в їх взаємодії з ліпідно-білковими мембранами та проникненні їх у структуру клітини, що викликає зміни у біохімічних та біофізичних процесах в організмі [4].

Слід відмітити, що при утриманні гамарид *E. ischnus* зі щільністю посадки 200 екз./дм³ була низька вірогідність токсичної дії неіонізованої форми амонійного азоту. Зокрема, за літературними даними досліджено, що концентрація аміаку до 4 мг N/дм³ для багатьох ракоподібних не є критичною [5]. У нашому випадку, в середовищі в якому знаходились гамариди при підвищеній щільності посадки вміст аміаку становив 0,06 мг N/дм³.

Нітрати менш токсичні через менше накопичення в гемолімфі через низьку їх проникність у гемолімфу [2]. Тому, можемо припустити, що зростання концентрації нітрат-іонів у середовищі (у 15 разів) при високій щільності посадки піддослідних не призвело б до негативних наслідків.

Таким чином, за результатами досліджень можемо зробити висновок, що одним з головних обмежуючих факторів для більш інтенсивних методів ведення аквакультури є зростання щільності посадки ракоподібних. Через погіршення якості водного середовища при високій щільності посадки в певній мірі погіршується фізіолого-біохімічний стан *E. ischnus*. Зокрема, зменшується кількість яйценосних самиць, знижуються показники виживаності та приросту біомаси, також, змінюється протікання енергетичних процесів в організмі гамарид.

Список літератури:

1. Cheng W. , Chen J.C. Effects of pH, temperature and salinity on immune parameters of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* Fish & Shellfish Immunology. – V. 10. – 2000.– P. 387–391. doi:10.1006/fsim.2000.0264
2. Jensen F. B. Uptake, elimination and effects of nitrite and nitrate in freshwater crayfish (*Astacus astacus*) / Aquatic Toxicology. – V. 34 (2). – 1996. – P. 95–104.
3. [Jimenez](#) A. G., [Kinsey](#) S. T. Energetics and Metabolic Regulation. In book: The Natural History of Crustacean Series: Physiology, Publisher: Oxford University Press, Editors: Ernest S. Chang and, Martin Thiel. – V. 4 (12). –

2015. – P. 389–417.
4. Mingming Zhao et al. Influence of dietary phosphorus on growth performance, phosphorus accumulation in tissue and energy metabolism of juvenile swimming crab (*Portunus trituberculatus*) / [Aquaculture Reports](#). – V. 20. – 2021. – P. 100654.
 5. [Yunliang Lu](#), Jingyan Zhang, Jianwei Cao, Ping Liu, Jian Li, [Xianliang Meng](#) Long-Term Ammonia Toxicity in the Hepatopancreas of Swimming Crab *Portunus trituberculatus*: Cellular Stress Response and Tissue Damage / *Sec. Marine Pollution*. – V. 8. – 2021. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.757602>

УДК 582.13

**НАСЛІДКИ ВПЛИВУ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ
ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМУ НА РУХОВУ
АКТИВНІСТЬ *EUGLENA GRACILIS* Klebs**

Новікова І.П.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
E-mail: novikova_i@ukr.net

Хром належить до поширених компонентів природних вод. Основними джерелами його потрапляння у водойми є промислові стоки гальванічних цехів, шкіряних виробництв, машинобудівних, приладобудівних і металургійних підприємств. На підприємствах формуються стічні води з високим вмістом ряду металів: Ni 2- 0,1-10,0; Cr 3 - 0,1-25; Cr 6 - 0,1-25; Zn 2 - 0,1-50; Al 3- 1,0-200; Fe 3 - 1,0-500 мг/л [1]. Наприклад, на окремих ділянках Південного Бугу вміст Cr (VI) перевищує його гранично допустиму концентрацію (ГДК) в 10-50 разів. У Дніпрі і його притоках в межах України, зареєстрований вміст Cr (VI) на рівні 18 ГДК [2]. Враховуючи факти такої високої концентрації хрому в природних водах, велике значення має оцінка його токсичності для мікроскопічних водоростей, як основних продуцентів органічної речовини і кисню у водних об'єктах. До числа важливих модельних організмів для оцінки токсичності металів, відносять джгутикову одноклітинну водорість *E. gracilis* Klebs

[3].

Мета роботи. Дослідження впливу різних концентрацій $K_2Cr_2O_7$ на рухову активність *E. gracilis* Klebs.

У роботі використали бактеріальну чисту культуру *E. gracilis* Klebs, отриману в Інституті біофізики Центральної Національної лабораторії (Італія). Для вирощування застосовували середовище, яке було використане для *Euglena* в Інституті фізіології рослин [4]. Культивування водорості проводили в колбах Ерленмейера при температурі 20°C і освітленні 4500-5000 лк. У дослідах використана культура на стаціонарній фазі росту.

Швидкість руху клітин водоростей (мкм/с) і енергетику їх руху (ум. од.) визначали за допомогою лазерно кореляційно-доплерівського спектрометра.

При розрахунку енерговитрат популяції клітин, враховували концентрацію водорості і частину рухливих клітин в культурі. Cr (VI) додавали до середовища у вигляді $K_2Cr_2O_7$ в концентраціях 0,05, 1, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 мг/л. Розвиток водоростевих показників вимірювали на 1, 4, 7 добу контакту з токсикантом. Для математичної обробки отриманих результатів використовували методи статистичного аналізу.

Результати і обговорення. Швидкість руху *E. gracilis* через добу контакту з $K_2Cr_2O_7$ говорить про те, що навіть найвищі концентрації токсиканту слабо пригнічували рухову активність клітин. У цих умовах в середньому було відмічено зниження швидкості руху клітин на 3,3-30,3% порівнянню з контролем. При збільшенні часу контакту до 4 діб, швидкість руху ще зберігалася на високому рівні. Проте при концентраціях вище 100 мг/л було відмічено різке зниження і подальшу втрату рухової активності. Про це свідчать також літературні дані [5]. При подальшому збільшенні тривалості контакту з $K_2Cr_2O_7$ до 7 діб, швидкість руху окремих клітин, іноді навіть підвищувалася в порівнянні з контролем. Проте при найбільш високих рівнях досліджуваних концентрацій біхромату, клітини втрачали здатність до руху. Оцінка рівня енерговитрат на рух клітин *E. gracilis* показала, що при нетривалому контакті (1 доба) енергія руху клітин знижувалася в середньому на 21,5-41,5% у порівнянні з контролем. З підвищенням концентрації токсиканта

до 135 мг/л в середовищі, рух клітин знижувалося до 0. При контакті впродовж 7 діб, підвищувалась енергія руху у тих клітин, що зберегли рухливість в порівнянні з контролем у середньому на 3,9-9,7%. Із збільшенням часу контакту, рухливість клітин значно зменшувалася при концентраціях більше 90 мг/л.

У цій роботі встановлено, що міра токсичності $K_2Cr_2O_7$, залежить не лише від його концентрації в середовищі, але і від тривалості контакту клітин з токсикантом: чим він триваліший, тим більша негативна реакція на водорості. Фіксувалась повна зупинка клітин при концентрації 120-135 мг/л в порівнянні з даними, які відзначалися після 1 доби контакту. Частина рухливих клітин при збільшенні часу контакту з $K_2Cr_2O_7$ до 7 діб зменшилась на 4-30 % відповідно для концентрацій 60-105 мг/л.

Список літератури:

1. Гандзюра В.П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами. – К., ВГЛ —Обрій, 2002. – 248с.
2. Gudkov S.V., Bruskov V.I., Chernikov A.V. et al. – Oxygen-dependent auto-oscillations of water luminescence triggered by the 1264 nm radiation // Journal of Physical Chemistry B. – 2011. – Т. 115. – №23. – С. 7693-7698.
3. Новікова І.П., Паршикова Т.В., Ольхович О.П. Хром у природних водах і можливості його видалення біологічним методом. // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка – 2008. - №12. – С. 39-41.
4. Shtarkman I.N., Gudkov S.V. Effect of amino acids on x-ray-induced hydrogen peroxide and hydroxyl radical formation in water and 8-oxoguanine in DNA. // Biochemistry. – 2008. – V. 73. – С. 470-478.
5. Novikova I.P., Parshikova T.V., Vlasenko V.V., Zubenko I.B. Effect of $K_2Cr_2O_7$ on the photosynthetic activity and mobility of *Euglena gracilis* Klebs. // International Journal on Algae. – 2007. – V 9(3) – P. 224-236.

УДК 574.2(574.52+574.58)

ЧИСЕЛЬНІСТЬ БАКТЕРІОПЛАНКТОНУ ПОНИЗЗЯ РІЧКИ ДУНАЙ

Старосила Є.В.

Інститут гідробиології Національної Академії Наук України
E-mail: jenya_star@ukr.net

Дунай — одна з великих річок Чорноморського басейну. Унікальність водної екосистеми річки полягає в тому, що вона протікає територією чи є кордоном багатьох країн Європи, утворює дельту, яку можна віднести до екотонних систем. Притаманна екотонам імпульсна стабільність впливає на характер функціонування та структурної організації угруповань гідробіонтів, вагомим компонентом яких є — бактеріальне населення.

Об'єктом дослідження була Кілійська дельта Дуною.

У жовтні-листопаді 2018 р. вивчали бактеріопланктон в рукавах Кілійської дельти Дунаю (Очаківський, Кілійський, Бистрий), солонуватоводних затоках (Солоний Кут, Шабаш Кут), прісноводних річках (Когильник, Сарата) та на ділянках узмор'я (перед затокою Шабаш Кут та рукавом Бистрий). При дослідженні чисельності бактеріопланктону застосовували сучасну стандартну мікробіологічну методику [3]. Отримані дані співставленні з результатами раніше виконаних досліджень пониззя р. Дунай [1, 2].

Проведені дослідження показали, що щільність бактеріального населення вод Дуная залежить від ділянки відбору проб та умов, що склалися на ній, а саме впливу промисловості, сільського та комунального господарств, енергетики, іригації, судноплавства та інших антропогенних навантажень. Чисельність бактеріопланктону в Кілійській дельті Дунаю була в широких межах від 2,0 до 12,3 млн.кл/см³ (в середньому $6,5 \pm 3,6$ млн.кл/см³). Восени кількість бактерій у воді рукавів дельти становила $8,8 \pm 2,2$ млн.кл/см³, в річках — $9,5 \pm 4,0$ млн.кл/см³, в солонуватоводних затоках — $4,0 \pm 2,8$ млн.кл/см³, на узмор'ї — $2,9 \pm 0,6$ млн.кл/см³.

Чисельність бактерій у воді прісноводних річок та рукавів дельти (в середньому $9,0 \pm 2,6$ млн.кл/см³) і солонуватоводних

заток та ділянок узмор'я (в середньому $3,4 \pm 0,8$ млн.кл/см³) була подібною між собою. Відмічали вищий в середньому у 2,6 рази рівень розвитку бактеріопланктону у річках та рукавах дельти, ніж у перерахованих інших групах водних об'єктів. Різний ступінь варіабельності чисельності бактерій у воді можна пояснити тим, що у солонуватоводних затоках та узмор'ї існує коливальний сольовий режим, зміни у трофічних умовах та інших факторів.

Основними морфологічними формами планктонних бактерій були коки та палички. Кількісно у бактеріопланктоні всіх досліджених водних об'єктів переважали коки. Тенденцію переважання коків відмічали у попередніх дослідженнях [2].

Порівнюючи отримані усереднені данні з ретроспективними [1, 2] можна відмітити співмірний порядок величин чисельності бактеріопланктону у рукавах Кілійської дельти та нижчі на ділянках узмор'я. Відмічені особливостями розвитку бактеріопланктону можуть бути пов'язані з більш сучасним методичним підходом до визначення чисельності бактерій у воді восени 2018 р, відсутністю сезонної динаміки показників, динамічністю стану угруповання бактеріопланктону, що властиво нестійким екотоним нішам, а також мінливістю факторів природного середовища та екологічними умовами місцезнаходження.

Концентрація у воді бактеріального населення свідчить про високий рівень трофності дунайських вод і в той же час про, можливо, значний самоочисний потенціал пониззя Дунаю.

Список літератури:

1. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов/ под ред. В.Д. Романенко. – К.: Наукова думка, 1993. – 328 с.
2. Олейник Г.Н. Бактериопланктон и бактериобентос в экотонных экосистемах // Гидробиол. журн. – 1997. – Т.33, № 1. – С. 51–62.
3. Methods in microbiology/ ed. by in J.H. Paul. USA: Academic Press, 2001. – Vol. 30. – 657 p.

УДК 581.526

**РОЛЬ СУАНОВАСТЕРІА У «ЦВІТІННІ» ВОДИ
БАСІВКУТСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

Суходольська І.Л., Грубінко В.В.

Рівненський державний гуманітарний університет
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: iryna.sukhodolska@rshu.edu.ua; v.grubinko@gmail.com

Інтенсивне «цвітіння» води влітку пов'язують насамперед з надмірним розвитком представників відділу *Cyanobacteria*. У процесі своєї життєдіяльності вони істотно модифікують середовище свого проживання насичуючи воду токсинами, що зумовлює не лише погіршення якості води, але інколи і деградацію водної екосистеми. Найчастіше токсична дія *Cyanobacteria* супроводжується пригніченням життєдіяльності інших гідробіонтів чи їхньою загибеллю. Відомо, що збільшення видового багатства фітопланктону лімітується температурою води і повітря, прозорістю, інтенсивністю сонячної радіації, стратифікацією водної товщі, кількістю поживних речовин та іншими чинниками. Проте значно пришвидшується розвиток *Cyanobacteria* і відповідно «цвітіння» води внаслідок надходження у водні екосистеми значної кількості біогенних речовин (наприклад, сполук Нітрогену та Фосфору). Найбільш уразливими до потрапляння біогенних чи інших речовин є водойми урбанізованих територій, оскільки забруднювачі одночасно надходять зі стічними водами промислових, сільськогосподарських підприємств та комунального господарства, а також з дощовими і талими водами з міських територій та сільськогосподарських угідь [2]. Внаслідок сумарного ефекту суттєво знижується ефективність процесів самоочищення та самовідновлення водних екосистем.

Посиленого антропогенного тиску зазнає Басівкутське водосховище, що підтверджується постійним «цвітіння» води у вегетаційний період, особливо влітку. Площа Басівкутського водосховища складає 104 га, а довжина – 3556 м. Середня глибина водосховища становить близько 2 м, а на окремих ділянках досягає 3,1 м. Частка заростання Басівкутського

водосховища вищою водною рослинністю становить лише 5,6% [4]. Відповідно конкуренція за поживні речовини між вищою водною рослинністю та фітопланктоном несуттєва, що дозволяє останнім швидко збільшувати свою чисельність, біомасу та утворювати «плями цвітіння».

Відбір альгологічних проб води у Басівкутському водосховищі здійснювали впродовж 3 місяців (червень–серпень) 2022 р. Для визначення складу фітопланктону проби відбирали з глибини 0,2–0,3 м. Для фіксації проб використовували 40% розчин формальдегіду. Для підрахунку клітин використовували камеру Нажотта об'ємом 0,02 мл. Розрахунок біомаси водоростей здійснювали загальноприйнятим розрахунково-об'ємним методом. Таксономічна номенклатура водоростей представлена відповідно до міжнародного електронного каталогу AlgaeBase [5]. Вміст нітрогену амонійного, нітритів, нітратів та фосфатів визначали за загальноприйнятими методиками [3].

У воді Басівкутського водосховища у червні виявлено 6 видів відділу *Cyanobacteria* (10,5% від загальної кількості видів усіх відділів). За чисельністю зафіксовано два доміанти (*Cuspidothrix issatschenkoi* (Usachev) P.Rajaniemi, Komárek, R.Willame, P. Hrouzek, K.Kastovská, L.Hoffmann & K.Sivonen – 11,6% і *Synechococcus elongatus* (Nägeli) Nägeli – 10,7%) та один субдомінант (*Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet & Flahault – 9,5%). Тобто значної чисельності досягають види, що зумовлюють «цвітіння» води. Загальна чисельність представників відділу *Cyanobacteria* становить 2034 тис. кл/дм³, а біомаса – 0,0752 мг/дм³.

Впродовж липня кількість видів відділу *Cyanobacteria* зросла до 7 (12,3% від загальної кількості видів усіх відділів). Домінантами є *Merismopedia tranquilla* (Ehrenberg) Trevisan (12,0% за чисельністю), *C. issatschenkoi* (26,5% за чисельністю і 10,2% за біомасою) та *A. flos-aquae* (32,2% за чисельністю і 12,4% за біомасою). Також у водосховищі виявлено ще один вид (*Dolichospermum flos-aquae* (Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & Komárek), який викликає «цвітіння» води. Загальна чисельність представників відділу *Cyanobacteria* у липні складає 8284 тис. кл/дм³, а біомаса – 0,2507 мг/дм³. Загалом, відсоток чисельності *Cyanobacteria*, від усіх виявлених видів різних

відділів, становить 86,1, а біомаси – 28,7.

У серпні кількість видів відділу *Cyanobacteria* така ж сама як і в липні – 7 (14,0% від загальної кількості видів усіх відділів). Видовий склад, у порівнянні з попереднім місяцем, змінюється несуттєво. Проте серед видів-домінантів зафіксовано *Raphidiopsis setigera* (Aptekarj) Eberly (17,2% за чисельністю і 5,7% за біомасою). Також домінантами є *C. issatschenkoi* (31,2% за чисельністю і 14,5% за біомасою) та *A. flos-aquae* (22,9% за чисельністю і 10,6% за біомасою). У водосховищі з'являється вид *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing (3,9% за чисельністю), що відсутній у попередні місяці. Чисельність *Cyanobacteria* становить 12066 тис. кл/дм³ (84,9%), а біомаса – 0,3559 мг/дм³ (33,2%). Варто заважити, що впродовж усіх літніх місяців, окрім *C. issatschenkoi*, *A. flos-aquae*, виявлено *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák. Чисельність *S. lacustris* змінюється від 4,8% (червень) до 2,0% (серпень).

Тривалість «цвітіння» води Басівкутського водосховища влітку визначається видовим багатством відділу *Cyanobacteria*, а також показниками їхньої чисельності та біомаси, що суттєво залежать від змін концентрації у водоймі сполук Нітрогену та Фосфору. Вміст нітрогену амонійного у воді Басівкутського водосховища влітку змінюється від 0,912 мг/дм³ (червень) до 1,722 мг/дм³ (серпень), що перевищує граничнодопустимі концентрації (ГДКрибгосп.=0,5 мг/дм³) у 1,8–3,4 рази. Встановлено тісну залежність між вмістом нітрогену амонійного та біомасою і чисельністю ($r=0,979$ та $r=0,986$, $p<0,01$).

Вміст нітритів варіює від 0,105 мг/дм³ (серпень) до 0,141 мг/дм³ (червень) та перевищує ГДК у 1,3–1,7 рази (ГДКрибгосп.=0,08 мг/дм³). Коефіцієнт кореляції між нітритами та біомасою і чисельністю становить $r=-0,982$ та $r=-0,985$ при $p<0,01$.

Концентрація нітратів влітку знаходиться в межах нормативних значень та змінюється від 0,266 мг/дм³ (серпень) до 2,038 мг/дм³ (червень). Зафіксовано тісний взаємозв'язок між нітратами та біомасою і чисельністю ($r=-0,978$ та $r=-0,984$, $p<0,01$).

Вміст фосфатів варіює від 0,199 мг P/дм³ (червень) до 0,327 мг P/дм³ (липень). Коефіцієнт кореляції між фосфатами та

біомасою і чисельністю складає $r = 0,882$ і $r = 0,888$ при $p < 0,01$.

Загалом концентрація нітритів та нітратів знижується з підвищенням чисельності та біомаси впродовж всього періоду дослідження, що свідчить про активне їхнє поглинання фітопланктоном. Вміст нітрогену амонійного та фосфатів за таких умов, навпаки, підвищується. Ймовірно внаслідок постійного надходження цих сполук до водосховища з різних джерел та вповільнення процесів їхньої утилізації біотою. Крім того, види відділу *Cyanobacteria* можуть менше поглинати саме нітроген амонійний адже мають низьку активність детоксикації аміаку.

Таким чином, «цвітіння» води Басівкутського водосховища зумовлено надмірним розвитком видів відділу *Cyanobacteria* (43,7–86,1% за чисельністю та 6,9–33,2% за біомасою). Насамперед внаслідок високої чисельності та біомаси *Cuspidothrix issatschenkoi* та *Aphanizomenon flos-aquae*. Додаткове навантаження та відповідно посилення «цвітіння» води Басівкутського водосховища відбувається внаслідок домінування за чисельністю *Synechococcus elongatus* (червень), *Merismopedia tranquilla* (липень) та *Raphidiopsis setigera* (серпень). Постійне надходження нітрогену амонійного, нітритів, нітратів та фосфатів до водойми, а також підвищення їхніх концентрацій, сприяють швидкому розвитку видів, в тому числі і колоніальних, що пришвидшують процеси «цвітіння». Сприятливі температурні умови влітку, наявність поживних речовин та низьке виїдання зоопланктоном забезпечує постійне домінування видів відділу *Cyanobacteria*. Безумовно, недостатнє заростання Басівкутського водосховища вищою водною рослинністю також створює ідеальні умови для розвитку фітопланктону. Оскільки відомо, що надмірне насичення води киснем вищою водною рослинністю та затінення шарів води порушує поширення видів відділу *Cyanobacteria* на окремих ділянках водойми. Крім того, вища водна рослинність здатна пригнічуючи види, що зумовлюють «цвітіння» води, внаслідок виділення у воду біологічно активних речовин [1]. Відповідно підвищена чутливість видів до зазначених сполук є одним з можливих механізмів регуляції чисельності та біомаси збудників «цвітіння» води у водосховищі.

Список літератури:

1. Іванова Н.О. «Цвітіння» води в Сасикському водосховищі. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т.2. С. 185–191.
2. Корчагін О.П. Наукове обґрунтування регулювання процесів евтрофікації водних об'єктів (на прикладі річки Ворскли). *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 150–158.
3. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут. К.: Наукова думка, 2007. 456 с.
4. Петровський А.В. Паспорт водного об'єкта. Басівкутське водосховище площею 104,0000 га, розташоване в межах міста Рівне. Рівне. 2017. С. 1–23.
5. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway. 2023. веб-сайт. URL: <https://www.algaebase.org> (дата звернення: 10.01.2023).

УДК 597.2/.5 (282.243.61)(477)

ЧУЖОРІДНІ ВИДИ В ІХТІОФАУНІ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ РІЧКИ СЯН*

Тимошенко Н.В., Гупало О.О.

Інститут гідробиології НАН України, Київ, Україна
E-mail: natali_tim@i.ua

Поява та поширення у природних водоймах чужорідних видів є однією з найбільших проблем збереження біорізноманіття в багатьох країнах світу. Успішне розселення інвазійних видів в нових біотопах може призводити до негативних екологічних та економічних наслідків. У ХХ столітті іхтіофауна України поповнилася значною кількістю нових видів риб в результаті навмисної та випадкової акліматизації, акваріумістики та розширенню природних ареалів видів в наслідок зміни місць існування, що зумовлює необхідність вивчення поширення і чисельності видів-інвайдерів.

Метою нашого дослідження було з'ясування наявності в річці Сян та її притоках чужорідних видів риб та їх поширення в межах України.

Дослідження виконувались в рамках науково-дослідних робіт Інституту гідробиології НАН України в жовтні 2019 та серпні 2020 років на 9 станціях у р. Сян, включаючи його притоки – річки Вишня, Ракув, Трошанка, Глинець, Шкло та Щан. Відбір іхтіологічного матеріалу проводили дозволеним знаряддям лову (іхтіологічним сачком). Видову приналежність риб визначали безпосередньо на місці за допомогою визначників та довідників [4, 5]. Більшість риб, зокрема всі екземпляри видів риб, занесених до Червоної книги України, після зважування та вимірювання довжини тіла були повернуті неушкодженими у водойму в живому стані. Номенклатура риб наведена за Ю.В. Мовчаном.

Річка Сян є найбільшою карпатською притокою р. Вісла, протікає територією двох держав, від с. Сянки до с. Боберка Львівської області є природним кордоном між Україною та Польщею. Суббасейн р. Сян складається з двох частин, що розділені районом басейну Дністра.

Досліджена нами ділянка р. Сян розташована на низькогір'ї (793 м н.р.м.) в екорегіоні Карпати, інші досліджені річки відносяться до екорегіону Східні рівнини, розташовані на височині (200-230 м н.р.м.) і протікають по силікатним породам [2].

В уловах було виявлено 15 видів риб, що належать до п'яти родин. Родина коропових представлена 11 видами (*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), *Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843), *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782), *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758), *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)), інші родини – по одному виду: в'юнові (*Sabanejewia baltica* Witkowski, 1994), баліторові (*Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758)), окуневі (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) та головешкові (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877).

На окремих ділянках річок басейну р. Сян, де переважали галькові ґрунти з наносами піску і мулу, а швидкість течії сповільнювалась до 0,5–0,7 м/с, береги річок були переважно обривисті, місцями пологі, частково порослі очеретом. В таких

місяцях нами було відмічено три інвазійні види риб: шість екземплярів чебачка амурського *Pseudorasbora parva* та по п'ять екземплярів карася сріблястого *Carassius gibelio* і головешки ротаня *Percocottus glenii*. Сумарна частка чужорідних видів за чисельністю складала 7,7 % від загального складу іхтіофауни.

Особин *P. parva* було відмічено на 2 станціях: в р. Глинець та в каналі Щан (річка Ожомля). Середня довжина та маса виловлених особин складала $l=3,7$ см (*lim* 2,9–5,0), $m=0,89$ г (*lim* 0,33–1,97). Вік особин становив 0+ – 2 роки.

Екземпляри *C. gibelio* з р. Глинець характеризувались середньою довжиною тіла $l=7,4$ см, (*lim* 4,9–9,3) та масою $m=14,38$ г (*lim* 3,75–25,71). Вік особин становив від 0+ до 2+ років.

Спіймані особини *P. glenii* з рр. Вишня, Ракув і Глинець мали середню довжину тіла $l=2,8$ см, (*lim* 2,1–3,3) і масу $m=0,58$ г (*lim* 0,23–0,83). Всі п'ять особин були цьоголітками.

Згідно з даними колекцій Національного природознавчого музею [3], влітку 1988 року в притоках Сяну зустрічалися тільки два чужорідні види – головешка ротань та карась сріблястий. Пізніше, у 1996-1997 рр. на транскордонній ділянці польськими вченими було відмічено райдужну форель *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792), що втікала з рибоводних ставків [1], але пізніше згадок про неї не наводилося.

На теперішній час у басейні р. Сян в межах України зустрічаються, принаймні три інвазійні види: головешка ротань *P. glenii*, чебачок амурський *P. parva*, карась сріблястий *C. gibelio*. Останнім часом помітне просування цих видів вгору за течією річок Вишня і Шкло, та поява видів-інвайдерів в їхніх притоках. Наявність цих видів, які з другої половини ХХ ст. активно збільшують чисельність популяції та розселяються на нові місця проживання, може становити загрозу для аборигенної іхтіофауни та екологічного стану річок. Також не можна виключити вірогідність просування цих видів на більші висоти у річковому басейні Сяну, що потребує подальших досліджень.

Список літератури:

1. Kukula K. Ichthyofauna of a mountain river upstream from a big dam reservoir (the upper San River, South-eastern Poland). *Fundamental and Applied Limnology / Arch.*

- Hydrobiol., 2003, 157, 3, p. 413-431.
2. Водна рамкова директива ЄС 2000 / 60 / ЄС. Основні терміни та їх визначення. – Київ, 2006. – 240 с.
 3. Каталог колекцій зоологического музея ННПМ НАН України. Круглоротые и рыбы / Мовчан Ю. В., Манило Л. Г., Смирнов А. И., Щербуха А. Я. Киев: Зоомузей ННПМ НАН України, 2003. 241 с.
 4. Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. москва: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. 208 с.
 5. Мовчан Ю. В. Риби України (визначник-довідник) Зоологічний музей. 2011. Київ. 444 с.

***Публікацію підготовлено за рахунок бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень» (КПКВК 6541230).**

UDC 628.16:556.18(100):(71):(985.2)

**WATER QUALITY ASSESSMENT PRACTICES IN
DIFFERENT SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL
CONTEXTS: A COMPARATIVE STUDY OF UKRAINE,
CANADA, AND SAUDI ARABIA**

Skyba O.I¹, Hrubinko V.V.²

¹Best Western Hotels & Resorts, Toronto, Canada

²Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University,
Ternopil, Ukraine

Email: olenaskyba13@gmail.com

Water quality assessment is a critical aspect of sustainable water resource management in all countries. Ukraine, Canada, and Kingdom of Saudi Arabia (KSA) are countries that face unique challenges in ensuring access to clean and safe water for their populations due to their varying socio-economic, environmental, and cultural contexts.

This thesis aims to provide a comparative analysis of water quality assessment practices in Ukraine, Canada, and Saudi Arabia, with a focus on identifying similarities and differences in their approaches to water quality assessment and management. By comparing water quality assessment practices in different countries, we can gain a better understanding of the challenges and solutions to

protect water resources for future generations.

The three nations have set sustainability goals related to reducing greenhouse gas emissions, increasing the use of renewable energy sources, promoting sustainable agriculture and fisheries, minimizing water costs, eradicating waste, preventing pollution and protecting biodiversity [2].

Water quality indicators – a set of biological, chemical and physicochemical characteristics of water (trophic state, saprobity, salinity, hardness, hydrogen ion concentration (pH), concentrations of dissolved substances, etc.). The assessment of water quality involves the measurement of physical, chemical, and biological parameters to determine the suitability of water for various uses. Thus, the quality of natural waters is their state presented a set of indicators that reflects the needs of users in the composition and properties of water.

The assessment of water quality in Ukraine, Canada and KSA is based on several parameters such as pH, temperature, dissolved oxygen, biological oxygen demand, total suspended solids, total dissolved solids, nutrients, heavy metals, and bacteria. These parameters are tested using various techniques such as field measurements, laboratory analysis, and remote sensing.

In Ukraine, the total reserves of natural waters amount to 94 km³, of which 56.2 km³ are available for use. The main part of water resources that are constantly renewed is accounted for by river runoff — 85.1 km³ (excluding the Dunai River). The Ukrainian government, through its Ministry of Ecology and Natural Resources, is responsible for monitoring and controlling the quality of water in the country.

Assessment of water quality can be performed: 1) by the method of detailed analysis; 2) by the method of complex indices (indicators); 3) bioindication methods and biotesting as a habitat for living organisms. The water quality assessment system also includes three blocks: 1) indicators of salt composition; 2) tropho-saprobiological indicators; 3) specific indicators of toxic and radiation action [5].

Canada's fresh water can be found in the form of rivers, lakes, groundwater, ice, and snow. Considering that on an average annual basis, Canadian rivers discharge close to 7% of the world's renewable water supply, Canada appears to have a generous water endowment. Approximately 60% of Canada's fresh water drains to the north, while

85% of the population lives within 300 kilometres of the Canada-United States border.

The responsibility for monitoring water quality in Canada is shared between federal, provincial, and territorial governments. Water quality guidelines for the protection of aquatic life are used to calculate the indicators. They come from the Canadian Council of Ministers of the Environment, the United States Environmental Protection Agency, and provincial and territorial government sources.

Water quality is reported in these indicators by measuring a number of chemical and physical properties (parameters) in water. The results for each parameter are compared to its water quality guideline. These indicators are calculated using the water quality index as endorsed by the Canadian Council of Ministers of the Environment. For each site, 5 to 15 water quality parameters are compared to their guideline value using the index calculation. An index score between 1 and 100 is calculated based on these selected parameters. Sites are assigned a water quality category based on the score. The frequency and amplitude by which a parameter does not meet its guideline negatively impacts the water quality score for a given site [4].

The Kingdom of Saudi Arabia is a desert country that extends across most of the Arabian Peninsula with extensive coastlines on the Red Sea and Persian Gulf. Due to its high level of heat and humidity, water is a major concern: surface waters (dams, lakes, and open water reservoirs) are considered to be extremely limited resources and are exploited for almost every use. Paradoxically, it has the third highest per capita fresh-water consumption in the world, despite being one of the world's driest countries. The Ministry of Environment, Water and Agriculture (MEWA) in Saudi Arabia is responsible for monitoring water quality in the country.

According to a research study on drinking water quality in Riyadh, Saudi Arabia had been found that KSA stringly relies on groundwater and /or seawater desalination for domestic purposes.

The water quality index (WQI) has been proven to be a simple and effective tool to access the quality of water, as well as a method of reassuring citizens. The distinct and astounding feature is that by using several water quality variables, a single value is expressed to tell just how clean this water is in relations to others.

The concluding factor started that using the WQI method helps the design-methods with monitoring and assessment of the quality of drinking water [1, 3].

Water quality assessment in Ukraine, Canada, and the Kingdom of Saudi Arabia has similarities and differences due to their unique geographical, environmental, and socio-economic factors. These countries must continue to collaborate and learn from each other to ensure that water resources are safe for human consumption and environmental health, as well as promote sustainable water management practices. Overall, comparing water quality assessment practices in different countries can provide valuable insights into effective water resource management and help address the challenges of ensuring access to clean and safe water for all.

References:

1. Eed Lafi Shaher Al-Otaibi and Mahmoud S. Ahmed Zaki (2012). Quality assessment of traditional water resources in Khamis Mushait City, Abha Metropolitan, Assir Province, Saudi Arabia. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*. 4(7): 227-240.
2. The Global Goals – <https://www.globalgoals.org/> (accessed 30 April 2023.)
3. The water quality in Saudi Arabia: resisting water salinization – [The Water Quality in Saudi Arabia: Resisting Water Salinization - The Borgen Project](#) (accessed 30 April 2023.)
4. Water Sustainability Indicators – <https://www.canada.ca/> (accessed 30 April 2023.)
5. Yurasov S.M., Safranov T.A., Chuhai A.V. (2012). Otsinka yakosti pryrodnykh vod: Navchalnyi posibnyk. Odesa: Ekolohiia. 168 p. (in Ukrainian).

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЇ ТА ХІМІЧНІ ОСНОВИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМІВ

УДК 58002

КАРТУВАННЯ РОСЛИННОСТІ НА СТЕПОВИХ ДІЛЯНКАХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА "МЕДОБОРИ"

Баранчук Г. І.

Природний заповідник "Медобори"

E-mail: gaaalkanet@gmail.com

Степові та лучно-степові ділянки природного заповідника "Медобори" є найбільшою цінністю заповідної території, оскільки на них ще збереглися залишки аборигенної степової флори і фауни давніх подільських степів, які на цей час повністю розорані. Їх сучасний стан є критично загрозливий, оскільки вони оточені лісовими масивами та заростями чагарників, які агресивно наступають на степ [1].

Площа таких ділянок у заповіднику – 77,3 га, зокрема урочища Волове Південне загальною площею 4,0 га, яка знаходиться у Вікнянському природоохоронному науково-дослідному відділенні. На площі збереглися цінні степові угруповання з наявністю рідкісних видів рослин, зокрема *Chamaecytisus albus* (Насц.) Rothm. та *Adonis vernalis* L., занесених до Червоної книги України [3], а також рідкісні оселища, які під охороною Резолюції 4 Бернської конвенції: E1.11 Euro-Siberian rock debris swards / Європейсько-сибірські угруповання на продуктах вивітрювання скель, E1.2 Perennial calcareous grasslands and basic steppes / Багаторічні трав'яні кальцифітні угруповання та степи, а також Оселищної Директиви: 62C0*Ponto-Sarmatic steppes / Понтично-сарматські степи; X18 Wooded steppe / Степи, що заростають лісом [4].

Для детального вивчення флористичного складу та поширення видів рослин на трансектах III та IV степових

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

ділянок урочища Волове Південне використано метод геоботанічного картування.

Картування трансекти III степової ділянки в ур. Волове Південне проводилося через 5 років, починаючи з 2011 року. У трансекті 24 квадрати, площа кожного 25 м². З опрацьованих матеріалів трьох картувань встановлено, що на ділянці домінуючими видами є *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *E. repens* (L.) Nevski та *Rubus caesius* L., площі яких до 2016 р. зростали, а за крайнє п'ятиріччя вони дещо зменшилися. *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub. у 2011 р. не зафіксовано, у 2016 р. він був на п'яти ділянках із вкриттям на двох з них 50-90 %, а через п'ятиріччя відмічений лише на одній – одиничні рослини. *Salvia pratensis* L. зафіксовано на трьох ділянках (+ - 10-15 %), а під час попереднього – на вісьмох із часткою участі у вкритті 10-30 %, а під час першого картування на 5. Натомість, у останньому картуванні, відмічено появу *Lupinus polyphyllus* Lindl. на 4 ділянках – по 30 %, а у 2011 р. – на двох, 3-7 %. За останнє десятиріччя відбувається сильне заростання ділянки чагарниками, серед яких *Swida sanguinea* Opiz., *Prunus spinosa* L., *Rosa canina* L., *Viburnum lantana* L., *Crataegus* sp. та одинично *Physocarpus opulifolius* Luteus., зімкнутість яких на цей час у різних співвідношеннях становить від 0,1-0,2 до 1,0. Також за останнє п'ятиріччя появилися і деякі види деревних порід у підрості це: *Carpinus betulus* L., *Ulmus glabra* Huds., *Quercus robur* L., *Prunus divaricata*, *Malus sylvestris* Mill. і *Pyrus communis* L.

На IV степовій ділянці в ур. Волове Південне картування трансекти проводилось тоді ж, що і на попередній. На ній 17 квадратів площею 25 м² кожна. Тут, як і на попередній ділянці, відбувається інтенсивне заростання чагарниками: *Physocarpus opulifolius* Luteus., *Swida sanguinea* Opiz, *Prunus spinosa* L., *Crataegus* sp. *Viburnum lantana* L. та *Rosa andrzejowskii* Steven. Їх зімкнутість у різних співвідношеннях становить від 0,2-0,3 до 1,0 та висотою 0,5-2,5 м. У трав'яному вкритті *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *E. repens* (L.) Nevski. у співіснуванні з іншими видами збільшили свої частки вкриття та площу і є домінуючими видами. *Poa angustifolia* L. стало менше, а площа заростання

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

Filipendula vulgaris Moench. до 2016 р. ставала більшою (11 квадратів), а у 2021 р. відмічено лише у 5 квадратах. *Rubus caesius* L., яка була на 4-5 квадратах, так і залишається, проте на двох, зі сторони лісу, її частка зростає. *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub., який у 2011 році був на одній з ділянок із вкриттям 50 %, через 5 років зафіксований в межах 4 ділянок із проективним вкриттям 50-100 %, а під час останнього картування його не виявлено. *Chamaecytisus albus* (Nacq.) Rothm. у 2011 році зафіксована в межах п'яти ділянок, з відсотками у вкритті від 2-3 % до 10-15 %, а 2021 року – на шести – на чотирьох з них – від р до 3-5 %, а на двох, відповідно, 15-20 % та 50 % [2].

На трансектах, як і повністю на III і IV степових ділянках, спостерігається значна експансія чагарників, тому, для збереження степових ценозів, щорічно проводяться заходи вистригання чагарників. Такі дії передбачені "Проектом організації території природного заповідника "Медобори" та охорони його природних комплексів" та за підтримки науково-технічної ради заповідника і проводяться у жовтні-грудні, після завершення періоду вегетації.

Список літератури:

1. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори". Гримайлів – 2021р. С. 467.
2. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори". Гримайлів – 2022 р. С. 405-406.
3. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
4. Національний каталог біотопів України За ред. А. А. Куземко, Я. П. Дідуха, В. А. Онищенко, Я. Шаффера. – К.: ФОП Клименко Ю. Я., 2018. – 442 с.

УДК 630

**ЛІСІВНИЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНОГО
ЗАПОВІДНИКА "МЕДОБОРИ"**

Бачинська У.О.

Природний заповідник "Медобори"

E-mail: ule156@meta.ua

Лісівничі дослідження започатковані після створення природного заповідника м.н.с. Левком Д.І. і м.н.с. Хавиком В.П. (1992-2000 рр.), а з 2001 р. продовжені автором. За цей час для моніторингу лісостанів закладені 84 лісівничі пробні площі та 9 лісопатологічних. Також лісівничі обміри проводяться на ботанічних пробних площах, які знаходяться в лісових масивах.

Моніторинг охоплює деревостани різні за віком, складом, як правило з домінуванням корінних порід, у всіх типах лісу, з метою вивчення стану та особливостей росту корінних, похідних, інтродукованих деревостанів, вивчення вікових дубових деревостанів, букових деревостанів на межі природного ареалу, вивчення еколого-популяційних культур дуба звичайного, ходу росту культур. На дев'яти лісопатологічних пробних площах відбувається моніторинг санітарного стану лісостанів. Систематичні спостереження ведуться за природнім поновленням, ходом росту, перебігом хвороб.

На пробних площах проводиться суцільний перелік всіх дерев. Діаметри замірюються на висоті 1,3 м мірною вилкою з точністю до сантиметра, висоти для кожної ступені товщини – висотоміром TruPulse 200 L до метра, довжини – мірною стрічкою до дециметра. Для визначення процесів природного поновлення на пробних площах по діагоналі закладено облікові площадки розміром 2x2 м, на яких обліковується видовий склад підросту і його вік. Успішність природного поновлення визначається за методикою Горшеніна М.М. [1]. Періодичність досліджень - п'ять років. Результати подаються у Літописах природи [2, 3, 4, 5].

40 пробних площ у різновікових (від 14 –до 165 років) деревостанах з переважанням дуба звичайного закладено для

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

вивчення стану та особливостей росту та природного поновлення санітарного стану дуба звичайного. Вони охоплюють всі вікові стани, зокрема молодняки зростають на 15, середньовікові – на 24, пристигаючі на одній. З сорока досліджуваних ділянок лише на дванадцяти дуб природного насінневого походження, на решти – штучного за типом корінних. На 33 з них частка участі дуба в деревостані 5 і більше одиниць, лише у чотирнадцятирічних культурах, посаджених на нелісових землях, 10 дуба звичайного. На 11 пробних площах ліси з участю дуба звичайного ростуть у свіжій грабово-буковій діброві, на 21 – у свіжій грабовій діброві, на 3 – у вологій грабово-буковій діброві, на 5 – у вологій грабовій діброві. На тридцяти одній пробній площі діброви високоповнотні (з показником відносної повноти 0,8-1,0), на 7 – середньоповнотні (з показником відносної повноти 0,5-0,7), що репрезентує, відповідно, 68,6% високоповнотних дібров заповідника. Дубові ліси природного заповідника характеризуються високою продуктивністю – більше 50% лісостанів заповідника ростуть за I класом бонітету (23 пробні площі). Більше 30% займають лісостани, клас бонітету яких вищий за I (15 пробних площ). Низькобонітетні лісостани (III та нижчих класів бонітету) займають менше 1% від площі вкритих лісовою рослинністю з участю дуба звичайного (3 пробні площі). Таксаційні показники деревостанів на пробних площах характеризуються деякою відмінністю залежно від віку, повноти, в межах різних типів лісів. Запаси живої деревини в них у середньому становлять 21-760 м³/га. Успішне природне поновлення дуба звичайного обліковується періодично, в залежності від плодоношення. Проте, зазвичай, цей підріст до семирічного віку не доживає.

Для вивчення стану та особливостей росту насаджень бука лісового на східній межі ареалу на території природного заповідника у різновікових (20-191 р.) букових деревостанах закладено 10 лісівничих пробних площ. Деревостани на п'яти з них природного походження: 1 – середньовіковий, 3 – пристигаючі, 1 – перестиглий (типу пралісу). У свіжій грабово-буковій діброві закладено 6 пробних площ, у вологій грабовій

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

діброві – 2, у вологій грабовій бучині та свіжій грабовій діброві по одній. Букові ліси на восьми пробних площах характеризуються високими бонітетами, лише на двох, закладених на вершині гори, ростуть за II та III класом. На восьми пробних площах бучини високоповнотні, на двох – середньоповнотні. Запаси живої деревини залежить від віку, повноти, типу лісу, і становить 137 м³/га (культури 20 р.) – 728 м³/га (191 р. деревостан типу пралісу). Успішне природне поновлення бука відбувається періодично, але частіше, ніж у дуба звичайного і завдяки екологічним особливостям зустрічається у старшому віці. У бучинах віку пралісу у вікнах, утворених клімаксом відпадом, відбувається природна сукцесія.

Для вивчення стану та особливостей росту та динаміки відпаду дерев в стиглих та перестиглих грабових деревостанах закладено 8 пробних площ. Тут запаси деревини коливаються від 187 м³/га (36 р.) до 462 м³/га (81 р.). Середньовікове насадження з домінуванням граба сформувалося в розладнаних шістдесятидвохрічних культурах ялини європейської із запасом 370 м³/га, а середньовіковий (60 р.) похідний грабняк з в'язом природного походження, що зростає на вершині в сухій грабовій діброві III бонітету має запас 115 м³/га. Осиково березовий грабняк з переважанням граба (із запасом 297 м³/га) сформувався на контрольній секції лісівничої пробної площі, закладеної на вивчення інтенсивності рубання, в результаті загибелі культур дуба звичайного за відсутності догляду і випаданні головної породи.

З метою вивчення стану похідних деревостанів закладені пробні площі: 3 – в стиглих і перестиглих ясеничниках (стоп'ятнадцятирічний лісостан має запас деревини 487 м³/га); 5 – в насадженнях з переважанням клена гостролистого (зокрема дві – 29-річні молодняки, сформовані природним поновленням на загиблих культурах дуба звичайного мають запас 80-86 м³/га, 91-річний пристигаючий грабово-в'язовий кленовник має запас 434 м³/га); 1 – в стиглому акаційнику із запасом 359 м³/га (65 р.), 1 – в стиглій чорній вільшині із запасом 751 м³/га (86 р.), 1 – в тридцятидев'ятирічному ялиновому осичняку (дворярусний

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

деревостан з осикою в першому ярусі сформувався на розладнаних культурах ялини європейської та має запас 419 м³/га), 1 – в стиглому тополевому деревостані з запасом 513 м³/га (56 р.).

На 14 пробних площах проводиться вивчення стану насаджень інтродукованих порід. Дуб червоний, модрина європейська, сосни чорна і звичайна утворюють стійкі насадження з досить великими запасами. Ялина європейська, уражена кореневою губкою, випадає і замінюється, у раніше створених культурах, переважно осикою. Відновлення хвойних порід під наметом на пробних площах не відбувається. Відновлення дуба червоного на пробних площах здійснюється успішно, проте до семирічного віку не доживає.

Таким чином, лісівничий моніторинг охоплює основні типи лісів з різним складом насадження та у всіх вікових станах. Перевагу віддано корінним дубовим та буковим деревостанам. Внаслідок досліджень отримуються репрезентативні дані про стан лісового компоненту, зміни та динаміку в екосистемі, стійкість насаджень проти дії стихійних явищ і захворювань, силу впливу антропогенного фактора в минулому.

Список літератури:

1. Горшенин Н. М, Швиденко А. И. Лесоводство. Львов: "Вища школа", 1977. – 304 с.
2. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори"/ Гримайлів, 2006, – Книга 13. – С.84-90, 288-301.
3. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори"/ Гримайлів, 2011, – Книга 18. – С.80-87, 293-311.
4. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори"/ Гримайлів, 2016, – Книга 23. – С.124-147, 421-441.
5. Літопис природи. Природний заповідник "Медобори"/ Гримайлів, 2021, – Книга 28. – С.141-170, 528-547.

УДК 546.732 : (597.551.2+597.552.1)

ВИКОРИСТАННЯ ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РИБ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ІОНАМИ КОБАЛЬТУ (II)

**Вовчек Н.О., Бондарук М.В., Росовський Т.А., Хоменчук В.О.,
Курант В.З.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua

В останні роки водойми України зазнають впливу токсикантів різного генезису, серед яких важкі метали є найнебезпечнішими [1]. Багато елементів цієї групи є есенціальними та необхідні для розвитку водної біоти, але за підвищених концентрацій у воді вони можуть спричиняти порушення метаболічних функцій організмів [3, 5].

Серед металів окремої уваги заслуговує кобальт. Кобальт потрапляє у річки із стічними водами металургійних та хімічних заводів [1]. На відміну від інших металів, таких як купрум або цинк, питання фізіології і токсикології кобальту в організмі риб досліджені недостатньо. Фізіологічна роль металу в організмі риб нерозривно пов'язана з вітаміном В₁₂ – кобаламіном та процесами кровотворення [2]. Разом з цим метал навіть у малих, сумісних з життям дозах, може викликати в організмі метаболічні порушення. Як і для інших металів, зміни хімічного складу, жорсткості води та рН мають важливий вплив на надходження і токсичність металу. Дослідження щодо молекулярних аспектів поглинання кобальту та його перерозподілу в організм риб нечисленні.

Актуальними є дослідження хронічної токсичності кобальту для риб у прісноводних водоймах, а також використання цих показників для оцінки забруднення водних об'єктів цим металом. Кров є поліфункціональною системою, що інтегрує всі структури цілісного організму та динамічно відображає зміни параметрів як внутрішнього, так і зовнішнього середовища. Показники крові, за несприятливих умов

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

зовнішнього середовища можуть бути інформативними індикаторами стану як окремого організму, так і популяцій риб в цілому [3]. Тому нами було досліджено та проаналізовано окремі показники крові риб за дії підвищених концентрацій іонів Co^{2+} у воді.

Дослідження було проведено на дворічках карася (*Carassius gibelio* L.) та щуки (*Esox lucius* L.) з середньою масою 200-220 г та 150-170 г відповідно. Вивчали вплив кобальту у двох концентраціях, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським гранично допустимим концентраціям (ГДК). При цьому концентрації досліджуваного металу у воді, в перерахунку на іони, становили 0,1 та 0,25 мг/дм³. Метал вносили в воду 200-літрових акваріумів у вигляді $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, де знаходилися дослідні групи риб (по 5 особин в кожному). З метою зниження впливу на риб їх власних екзометаболітів воду в акваріумах змінювали щодобово. Для досягнення стану розвитку та максимального прояву функціонування компенсаторно-адаптивних реакцій до металу аклімацію риб здійснювали протягом 14 діб, що є достатнім для формування адаптивної відповіді на дію стрес-чинника.

Для дослідження гематологічних показників відбирали кров із серця риб. Голку для взяття крові попередньо обробляли розчином гепарину. Досліджували кількість еритроцитів, рівень гемоглобіну у крові, вміст білка та активність лактатдегідрогенази у плазмі крові риб. Контролем служили величини досліджуваних показників тканин риб, які перебували у воді акваріумів без додавання іонів Co^{2+} .

Підрахунок еритроцитів проводили в камері Горяєва. Вміст гемоглобіну досліджували гемоглобінціанідним методом. Вміст білка в плазмі крові визначали за Лоурі та співавт.

Активність лактатдегідрогенази (L-лактат: НАД оксидоредуктаза КФ 1.1.1.27) в плазмі крові визначали по швидкості окислення НАДН, яку реєстрували за зменшенням величини оптичної густини при 340 нм [4]. Всі одержані дані було оброблено статистично з використанням пакету "Microsoft Excel".

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

Аналіз одержаних результатів показав, що за дії 2 та 5 ГДК іонів Co^{2+} мало місце зростання кількості еритроцитів у крові щуки (у 1,15 та 1,30 разів відповідно). У крові карася збільшення кількості еритроцитів відмічалось лише за дії 2 ГДК іонів металу (1,37 млн./мм³), тоді як за 5 ГДК їх кількість не відрізнялася від контролю (0,99 та 1,05 млн./мм³).

Вміст гемоглобіну у крові щуки не зазнавав достовірних змін за впливу підвищених концентрацій іонів Co^{2+} , тоді як у карася рівень пігменту зростав у 1,4 та 1,2 разів за 2 та 5 ГДК концентрації іонів металу відповідно. Ймовірно такі відмінності зумовлені екологічними та фізіолого-біохімічними особливостями цих видів риб.

Зміни загального вмісту білків у плазмі крові можуть відображати патологічні процеси в організмі тварин. Рівень білків у плазмі крові карася достовірно зростала в 1,27 разів лише за дії максимальної концентрації кобальту (II). У плазмі крові щуки була відмічена пропорційне до концентрації металу у воді зниження вмісту білків.

Активність лактатдегідрогенази плазми крові щуки зростала за дії 2 та 5 ГДК іонів Co^{2+} 1,14 та 1,27 разів відповідно, що може бути свідченням активації анаеробного енергозабезпечення. Разом з тим у плазмі карася активність лактатдегідрогенази зростала у 1,60 разів за впливу 2 ГДК та знижувалася в 1,57 разів за дії 5 ГДК кобальту (II)

Отже, показники крові риб можуть інформативно відображати стан організму риб та використані для оцінки забруднення водного середовища іонами Co^{2+} .

Список літератури:

1. Станько О.М. Важкі метали у воді: забруднення річки Дністер за останні 10 років (територія Львівської області). *Сучасні проблеми токсикології*. 2012. № 3-4. С. 58-63
2. Atamanalp, M., Kocaman, E. M., Ucar, A., and Alak, G. (). The alterations in the hematological parameters of brown trout *Salmo trutta fario*, exposed to cobalt chloride. *J. Anim. Vet. Adv.* 2010. Vol. 9. P. 2167–2170.
3. Banerjee, R., and Ragsdale, S. W. (2003). The many faces of

- vitamin B₁₂: catalysis by cobalamin-dependent enzymes. Annu. Rev. Biochem. 2003. Vol. 72. P. 209–247.
4. Bergmeyer H.G., Bernet E. Methods of enzymatic analysis. Weinheim : Verlag Chemie., 1974. P. 324–328.
 5. Wood Chris M., Farrell Anthony P., Brauner Colin J. Homeostasis and toxicology of essential metals edited. Fish Physiology. London : Academic Press. 2011. Vol. 31. Part A. P. 1–497.

УДК: 611.018 (092) (477.84)

АНАЛІЗ РІВНЯ ЗАХВОРЮВАНOSTІ ОРГАНІВ СИСТЕМИ ДИХАННЯ В ДИТЯЧОМУ І ЮНАЦЬКОМУ ВІСІ

Волошин О.С., Гуменюк Г.Б.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: voloshyn@tntpu.edu.ua

Рівень захворюваності населення на хвороби органів дихання залишається високим вже дуже тривалий час. Серед факторів, що сприяють цьому: забруднення зовнішнього середовища, зокрема, шкідливі викиди промислових підприємств і автотранспорту, забруднення повітря в приміщеннях, зниження імунної резистентності. Специфікою захворювань органів системи дихання є широкий діапазон причин виникнення (інфекційні збудники, алергія, інтоксикація) і висока частота ускладнень.

Заслуговує на окрему увагу коронавірусна інфекція, спалах якої у 2019 році поклав початок пандемічному поширенню респіраторного вірусного захворювання - COVID-19. Зараз тривають активні дослідження особливостей перебігу цього захворювання в людей різної статі, різного віку, з певними особливостями роботи імунної системи, в осіб відносно здорових і в людей з різними супутніми захворюваннями. Важливе значення мають дослідження патофізіологічних механізмів розвитку гострого респіраторного дистрес-синдрому і респіраторної дисфункції внаслідок коронавірусної хвороби

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

COVID-19.

Поширенню і розвитку захворювань органів системи дихання сприяють також переохолодження, праця в шкідливих умовах, ослаблення організму хронічними або супутніми хворобами, крововтрата, неякісне харчування, перебування хворого у ліжку протягом тривалого часу [6].

Забруднення повітря сприяє розвитку подразнення слизових оболонок дихальних шляхів, провокує зміни у мікрофлорі слизової рота і носа. Як результат: знижується якість очистки повітря епітелієм верхніх дихальних шляхів, розвиваються морфологічні зміни у лейкоцитах і функціональна недостатність мукоциліарного кліренсу [1]. Повітря, яким ми дихаємо, містить цілий ряд патогенних речовин, що впливають на слизову оболонку дихальних шляхів і порушують роботу мукоциліарної системи, знижують ефективність мукоциліарного транспорту [7].

Автомобільні викиди вносять вагому частку у забруднення повітря. В межах міст відсутність належного розвитку зелених зон призводить до концентрації цих викидів в зоні дихання людини, що спричинює потенційну загрозу впливу на органи дихання оксидів вуглецю, формальдегіду, сірки, азоту і порушення функції сурфактанту в легенях [4].

Тверді частинки, особливо діаметром 10 або менше мікронів, також здатні спричинити значну шкоду органам системи дихання. Такі частинки мають можливість проникати глибоко в легені, накопичуватись в них і провокувати розвиток патологічного процесу. Вплив таких частинок протягом тривалого часу посилює ризик розвитку респіраторних захворювань, а також раку легенів [5].

За результатами аналізу статистичних досліджень у 2014 році показник захворюваності населення України на хвороби органів дихання склав 27640 уперше зареєстрованих випадків на 100 000 осіб відповідного віку. Зокрема, в дітей віком 0-14 років цей показник становив 89414 випадків, в дітей віком 15-17 років - 66456, серед осіб віком 18 років і старше рівень захворюваності склав 15089 випадків на 100 000 населення. У Тернопільській

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

області показник захворюваності населення на хвороби органів дихання у 2014 році склав 30853 уперше зареєстрованих випадків на 100 000 населення. Показники захворюваності органів дихання в окремих вікових групах в Тернопільській області були наступними. У дітей віком 0-14 років цей показник склав 92384 уперше зареєстрованих випадків, у дітей вікової групи 15-17 років – 60801 випадок, в осіб 18 років і старше – 17649 уперше зареєстрованих випадків на 100 000 населення відповідного віку. Спостерігаємо вищий рівень захворюваності населення на хвороби органів дихання в Тернопільській області порівняно із загальноукраїнським показником на 10,41%. Виключенням із загальної тенденції є лише група дітей віком 15-17 років: в Тернопільській області рівень захворюваності органів дихання цієї вікової групи був нижчим від загальноукраїнського показника на 9,30% [2].

Захворюваність населення України на хвороби органів дихання у 2017 році склала 28445 випадків, у Тернопільській області – на 12,36% більше - 32460 уперше зареєстрованих випадків на 100 000 осіб. В Україні серед окремих вікових груп показник становив 90801 випадок в осіб віком 0-14 років, 71628 - в дітей віком 15-17 років і 15363 випадки в осіб віком 18 років і старше [3].

Рівень захворюваності органів дихання в осіб вказаних вікових груп в Тернопільській області у 2017 році мав наступні значення. В дітей від 0 до 14 років цей показник склав 89510 уперше зареєстрованих випадків на 100 000 населення – це на 1,44% менше відносно загальноукраїнського показника. Однак, в дітей віком 15-17 років показник перевищував загальнодержавний на 5,60% (75885 випадків), в осіб віком 18 років і старше мав значення 19680 випадків, що на 21,93% більше загальноукраїнського рівня.

Отже, порівняльний аналіз статистичних даних показав, що населення Тернопільської області має вищий рівень захворюваності органів системи дихання порівняно із загальнодержавними показниками. Цю тенденцію можна спостерігати в осіб різних вікових груп: дітей від 0 до 14 років,

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

дітей віком 15-17 років, осіб 18 років і старше. Вищий рівень захворюваності населення Тернопільщини на хвороби органів системи дихання спостерігали як в 2014 році, так і в 2017 році, що є обґрунтуванням потреби додаткового аналізу можливих регіональних чинників впливу на показники захворюваності органів респіраторної системи.

Список літератури:

1. Гребняк М.П., Федорченко Р. А., Щудро С. А. Вплив атмосферних забруднень на розвиток хвороб органів дихання у населення промислового міста. *Здоров'я нації*. 2017. № 1. С. 30-33.
2. Заклади охорони здоров'я та захворюваність населення України у 2014 році. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України. Київ, 2015 р. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/15/Arch_zozd_bl.htm
3. Заклади охорони здоров'я та захворюваність населення України у 2017 році. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України. Київ, 2018 р. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_seu2_017_u.pdf
4. Михайловська Н. С., Шершньова О. В., Кулинич Т.О., Лісова О. О. Реабілітація пацієнтів із захворюваннями органів дихання в практиці сімейного лікаря: навчальний посібник для студентів VI курсу медичного факультету за програмою навчальної дисципліни «Загальна практика – сімейна медицина», спеціальності «Медицина» і «Педіатрія». Запоріжжя: ЗДМУ, 2021. 163 с.
5. Перцева Т.А., Лихолат Е. А., Гуржий Е. В. Оценка состояния мукоцилиарного клиренса у пациентов с хроническим обструктивным заболеванием легких. *Український пульмонологічний журнал*. 2007. № 3. С. 16-18.
6. Скорина Л.М., Нагорна А.В. Вплив викидів автотранспорту на розвиток хвороб органів дихання у Вінницькій області. *Вісник Вінницького політехнічного*

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

інституту. 2010. № 6. С. 20-23.

7. Степаненко А.В., Омельченко А.А. Забруднення атмосферного повітря та його джерела і наслідки для населення й довкілля. Збірник наукових праць II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Економіка природокористування: стан, проблеми, перспективи» (ЕПК – 2016), м. Ірпінь, 29 березня 2016 р. Ірпінь: УДФСУ, 2016. С. 180 – 196.

УДК 615.322.61.57.014

**ЛІКАРСЬКІ ЗАСОБИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ –
ПРИРОДНІ ЧИННИКИ ФІЗИЧНОГО І ПСИХІЧНОГО
ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ**

**Гарник Т. П., Горова Е.В., Добровольська Н.А., Гарник К. В.,
В.В. Шусть, Пилипчук А.Б.**

Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського
ВГО «Асоціація фахівців з народної і нетрадиційної
медицини України»

Медичний центр «Веста», м.Ірпінь, Київська обл.

E-mail: phitotherapy.chasopys@gmail.com

Понад 6000 років людство застосовує цілющі властивості лікарських рослин. Ними користувалися в Китаї, Індії, Персії та Єгипті. У наші дні мистецтво фітотерапії, безумовно, не може замінити класичну медицину.

Однак, біологічно активні речовини(БАР) лікарських рослин (ЛР) мають цілу низку безперечних переваг перед медикаментозними засобами у превентивних, реабілітаційних і лікуванні цілого ряду патологічних процесів як психічного, так і фізичного генезу.

Ефіролеткі сполуки (ефірні олії – ЕО) знайшли широке застосування в сучасному житті, а саме: у косметичній промисловості для додавання продукції запаху й тих або інших косметичних властивостей; у харчовій – для поліпшення смаку продуктів харчування тощо; у фармації, медичній практиці, де використовуються найрізноманітніші властивості окремих

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

ефірних олій.

На сьогодні, реалізуючи рекомендації «Стратегії ВООЗ у галузі комплементарної/ альтернативної медицини на 2014-2023р.» - актуально і набувають все більшого розвитку, досконалості щодо застосування немедикаментозних, натуропатичних методів і засобів для профілактики, реабілітації та лікування, у тому числі при застосуванні фітозасобів і ароматерапії – ЕО.

Ефірні олії – багатокомпонентні сполуки, що мають широкий спектр терапевтичної дії. Ароматерапія – один із методів, який використовує природні чинники, натуральної дії. При правильному використанні вони є комфортними, безболісними, доступними засобами, які впливають на всі системи і органи, які сприяють відновленню здоров'я: різних пошкоджень як шкіри, інших органів, систем, так і при психічних розладах. Відомо, що лікарські рослини і ефірні олії проявляють: бактерицидну, протизапальну й антисептичну, фунгістатичну, противірусну дію; мають позитивний вплив на нервову систему при емоційному заспокоєнні і сприяють стабілізації психічного здоров'я; володіють позитивним дерматологічним і косметичним ефектами, відновлюючи і зберігаючи здоров'я і красу шкіри і волосся; оновлюють імунорегуючі механізми саморегуляції в організмі, мають біоенергетичну цінність, впливають на нейрогормональну функцію: гіпоталамо-гіпофізарну, лімбічну систему ЦНС.

Надзвичайно важливим є їх правильне застосування, адже при дотриманні дозування ЕО регулюють фізіологічні процеси в організмі, не мають негативного побічного впливу на організм і не викликають звикання.

На основі аналізу літературних даних та власних спостережень щодо застосування фіто-, ароматозасобів проаналізована фармакотерапевтична дія при догляді за шкірою, волоссям; у комплексній, відновно-реабілітаційній і превентивній терапії; відновленні психічного стану (збудження, безсоння, депресія); респіраторних захворюваннях; порушеннях опорно-рухового апарату; серцево-судинній системі та інших органів і

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

систем, а також для підвищення працездатності – фітоергономічні властивості.

Для реалізації мети фахівці рекомендували у медичній практиці:

як у домашніх (амбулаторних) умовах - як регулятори емоційного фону; для покращання настрою; підвищення працездатності; концентрації уваги; загострення пам'яті (ноотропна дія), зняття втоми; для усунення безсоння, тривоги, так і в стаціонарних, реабілітаційних умовах для масажу, інгаляцій, фіточаїв, фіто-і аромаван, тощо.

При застосуванні доведено фахівцями, що ЕО «модифікують» електромагнітне поле людини, ці коливання впливають на ЦНС і вегетативну нервову систему, у тому числі і призначені як місцево, так і при загальній терапії, що визначає їх дію на функціонування нервової системи, на гормональний статус людини.

На основі аналізу літературних даних та власних досліджень запропоновані ефективні фітоаромозасоби для догляду за шкірою та волоссям різного типу з використанням доступної ЛРС та натуральних ЕО. Акцентовано увагу на критеріях оцінки якості ЕО, придатних для медичного застосування та способах їх використання для дітей та дорослих.

Наведені науково обґрунтовані добірки ЕО для профілактики, реабілітації, комплексної терапії та лікування респіраторних захворювань, порушень функцій опорно-рухового апарату, серцево-судинної системи, регуляції емоційного фону та при роботі за комп'ютером, а також для усунення косметичних дефектів шкіри та передчасного старіння шкірних покривів.

Впливають ЕО на відновлення голосу та нормалізацію голосової функції, що супроводжується значним покращенням емоційного фону і стану хворих.

Обнадійливі результати спонукають нас до продовження цих досліджень по відновленню голосових функцій при пошкодженнях різної етіології з використанням фіто і аромапрепаратів.

УДК: 581.132+631.89+632.122

**МАРКЕРНІ ПАРАМЕТРИ ФЛУОРИСЦЕНЦІЇ ХЛОРОФІЛУ
ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ *MISCANTHUS* ×
GIGANTEUS В УМОВАХ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ І
ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТУ БІОЧАРОМ**

Герц А. І., Герц Н. В., Конончук О. Б., Хоменчук В. О.

Тернопільський національний педагогічний університету
імені Володимира Гнатюка

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

Адаптація рослинного організму до мінливих умов навколишнього середовища пов'язана із змінами в засвоєнні і розподілі Карбону та поживних речовин, що у свою чергу впливає на фотосинтетичний апарат (ФСА) [1].

Нафтове забруднення є суттєвим стресором для рослин. Його вплив пов'язаний із безпосередньою дією легких фракцій нафти на погіршенням агрохімічних, агрофізичних і біологічних властивостей ґрунту, а відтак, на фізіолого-біохімічні та морфометричні параметри рослин. Токсична дія нафтопродуктів запускає адаптаційні механізми рослин, зокрема, призводить до зміни вмісту хлорофілів і каротиноїдів, фенолів, проліну, порушує гормональний баланс, сприяє синтезу стресових білки тощо [2].

Одним із шляхів оптимізації ґрунтових характеристик на фоні нафтового забруднення є фітореMediaція [5], зокрема за допомогою біоенергетичної культури міскантус *Miscanthus* × *giganteus* [4]. Разом з тим, для зниження токсичного впливу нафтового забруднення ґрунту застосовують біочар [6]. Останній сприяє покращенню фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунту і, як наслідок, зростанню продуктивності рослин [6]. Загалом, більшість наукових досліджень вказує на позитивну дію даного добрива на ґрунт і на морфометричні параметри рослин, навіть за наявності у ґрунті нафтопродуктів [2, 3].

Відомо, що рослини виявляють певний рівень толерантності до нафтового забруднення ґрунту [2]. Наразі,

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

інформації щодо впливу нафтопродуктів на фотосинтетичну активність хлоропластів листків міскантусу недостатньо.

Метою роботи було дослідження показників фотосинтетичної діяльності, як маркерів адаптаційної здатності *M. × giganteus* до нафтового забруднення ґрунту в присутності біочару.

Експеримент проводили в теплиці Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка у ґрунтовій культурі. Для вирощування рослин використовували чорнозем типовий важкосуглинистий слабогумусний без додавання (серія 1) та із домішування 5 % за сухою масою біочару (серія 2) і дизельного пального у кількості 0 (А); 0,25 г/кг (В); 1 г/кг (С); 3 г/кг (D); 5 г/кг (Е) субстрату.

Впродовж експерименту визначали фізіологічні показники стану й активності ФСА рослин на повністю сформованих листках верхнього ярусу за допомогою портативних флуориметрів. Оцінку стану ФСА здійснювали на основі параметрів індукції флуорисценції хлорофілу (ІФХ). Статистичну обробку даних, зокрема, описову статистику, проводили за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA.

Використовуючи для кількісної оцінки абіотичного стресу РАМ флуориметри, проведено аналіз стану первинних процесів фотосинтезу у хлоропластах листків *M. × giganteus*. Охарактеризовано зміни квантової ефективності ФСII та низки параметрів ОЛР-тесту у відповідь на токсичний вплив нафтопродукту, який виступає стресором. За допомогою математичної обробки результатів дослідження виявлено найвагоміші маркерні параметри флуоресценції, що можуть бути використані для оцінки зазначеного типу абіотичного стресу. Встановлено, що f_{Ro} (максимальний квантовий вихід первинної фотохімічної реакції), f_{II} (квантова ефективність ФСII), f_{Eo} (квантова ефективність перенесення електронів від Q_A), E_{t0}/RC (потік електронів, перенесених через один активний реакційний центр) негативно корелюють з такими параметрами флуоресценції, як f_{NPQ} (квантовий вихід NPQ), f_{Do} (квантова ефективність розсіювання енергії), Di_0/RC (загальна кількість

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

енергії, що розсіюється одним реакційним центром у вигляді тепла, флуоресценції або перенесенням до іншої фотосистеми), ABS (потік енергії, що поглинається що одним активним реакційним центром), Mo (швидкість закривання реакційних центрів ФС II), Tr_0/RC (потік енергії збудження, що вловлюється одним активним реакційним центром на початку освітлення). Параметри Di_0/RC та $fNPQ$, що пов'язані з роботою РЦ та характеризують дисипацію енергії на рівні світлозбирального комплексу, можна, як Et_0/RC , ϕDo , вважати специфічними для рослин міскантусу за дії дизельного пального.

Виявлено, що серед низки характеристик флуоресценції хлорофілу, нефотохімічне гасіння та загальна кількість енергії, що розсіюється одним реакційним центром є найбільш чутливими та здатними виявляти найменші зміни на рівні первинних процесів фотосинтезу в такого типу дослідженнях.

Наявність біочару у ґрунті, який був забруднений дизельним паливом у кількостях 0,25-5 г/кг, знижує токсичний вплив поллютанта на рослини, що проявлялось у підвищенні ефективності використання енергії збудження молекулами хлорофілу в антенах ФСII, зниженні ймовірності перетворення активних центрів ФСII в місце теплової дисипації енергії та підтриманні вмісту хлорофілу у листках. Це дає змогу повноцінно використовувати світлову енергію поглинуту листками та в цілому підтримувати функціональний стан фотосинтезу рослин.

Отже, базуючись на параметрах оцінки первинних процесів фотосинтезу, для зниження стресу та оптимізації фотосинтетичних параметрів хлоропластів листків *Miscanthus × giganteus* в умовах забруднення ґрунту дизельним паливом, доцільно вносити 5 % біочару.

Список літератури

1. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти / Шадчина Т. М. та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 384 с.
2. Терек О. І. Механізми адаптації рослин до нафтового забруднення. *Біологічні студії*. 2018. Т. 12, № 3–4. С. 141–

164. <https://doi.org/10.30970/sbi.1203.579> (дата звернення: 29.04.2023).
3. Pidlisnyuk V., Herts A., Khomenchuk V., Mamirova A., Kononchuk O., Ust'ak S. Dynamic of Morphological and Physiological Parameters and Variation of Soil Characteristics during *Miscanthus* × *giganteus* Cultivation in the Diesel-Contaminated Land. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, Iss. 4, 798. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040798> (Last accessed: 28.04.2023).
4. Pidlisnyuk V., Stefanovska T., Lewis E.E., Erickson L.E., Davis L.C. *Miscanthus* as a Productive Biofuel Crop for Phytoremediation. *Crit. Rev. Plant Sci*. 2014, Vol. 33, Iss. 1. P. 1–19. doi:10.1080/07352689.2014.847616 (Last accessed: 28.04.2023).
5. Susarla S., Medina V. F., McCutcheon S. C. Phytoremediation: An Ecological Solution to Organic Chemical Contamination. *Ecol. Eng*. 2002. Vol. 18, Iss. 5. P. 647–658. doi:10.1016/S0925-8574(02)00026-5 (Last accessed: 28.04.2023).
6. Tomczyk A., Sokolowska Z., Boguta P. Biochar physicochemical properties: pyrolysis temperature and feedstock kind effects. *Reviews in Environ. Sci. and Bio/Technol*. 2020. Vol. 19, Iss. 1. P. 191–215. <https://doi.org/10.1007/s11157-020-09523-3> (Last accessed: 29.04.2023).

УДК [504.73:574.68](282.247.314)

**ПОСТ-ПОЖЕЖНЕ ВІДНОВЛЕННЯ РОСЛИННОГО
ПОКРИВУ ПЛАВНЕВИХ СИСТЕМ ДНІСТРОВСЬКОГО
ЛИМАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ.**

Дворецький Т.В.

Інститут Гідробіології НАН України

E-mail: d.taras.v@gmail.com

Випалювання є найбільш поширеним і також найбільш суперечливим методом регулювання фіторізноманіття плавневих

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

екосистем. В умовах порушеного гідрологічного та промивного режиму територій пониззя Дністра, він є переважно позитивним фактором, оскільки дає змогу вилучити надлишок мортмаси рослинності плавнів, покращити кисневий режим і сприяє кращому проростанню насіння та відростанню молодих пагонів. Випалювання широко застосовується для управління сукцесіями перезволожених територій, підвищення їх продуктивності, регулювання кормової бази водних птахів. Головними недоліками цього методу управління є слабкий контроль за швидкістю поширення вогню та залежність від погодних умов. Особливу небезпеку становлять несанкційовані підпали. Найбільш негативні наслідки відмічаються у Нижньодністровському національному природному парку, розташованому у дельті Дністра. Він є основною частиною плавневих екосистем водно-болотних угідь міжнародного значення «Північна частина Дністровського лиману» та «Межиріччя Дністра і Турунчука», які охороняються Рамсарською конвенцією. Ці плавневі екосистеми характеризуються багатим біорізноманіттям і є важливими для збереження рослинного і тваринного світу дельти Дністра. Однак в останні десятиліття територія Нижньодністровського НПП виявилася в фокусі значних екологічних проблем, які виникли внаслідок зарегулювання стоку Дністра, зменшення його об'ємів та значного посилення різнопланового антропогенного навантаження на екосистему дельти Дністра. Оцінка і моніторинг просторової та сезонної динаміки рослинності плавневих екосистем Нижньодністровського НПП є важливим практичним і теоретичним завданням у зв'язку з посиленням антропогенного впливу та глобальними кліматичними змінами, які суттєво впливають на стан та функціонування рослинних угруповань. Метою роботи було визначення площ пожеж протягом зимового-ранньовесняного періоду 2020 р., та визначення пост-пожежної динаміки відновлення рослинного покриву протягом вегетаційного періоду 2020 р. на території плавневих екосистем у межах Нижньодністровського НПП з використанням даних дистанційного зондування землі та спектральних показників

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

стану рослинності.

Супутникові дані відіграють важливу роль в отриманні оперативної інформації для точного і швидкого картування територій, пошкоджених вогнем. Це має фундаментальне значення для управління пожежами, обліку екологічних втрат, визначення стратегій планування та моніторингу відновлення рослинності. Визначення площ і ступеня випалювання, оцінка відновлення рослинності впродовж вегетаційного періоду є важливим практичним і теоретичним завданням у зв'язку з посиленням антропогенного впливу та глобальними кліматичними змінами, що суттєво впливають на стан і функціонування рослинних угруповань.

Метою нашого дослідження є визначення впливу зимового (лютий) і весняного (березень, квітень) випалювання травостою плавневих екосистем Нижньодністровського НПП на їхній розвиток і сезонну динаміку з використанням даних дистанційного зондування і спектральних індексів. Вихідна інформація, отримана з даних багатоспектральних космічних знімків, зроблених супутником "Landsat 8". Отримані результати за вегетаційний період були розбиті на чотири групи за сезонами. Перша група сформована лише лютим і березнем і визначає вплив зимово-ранньовесняного випалювання на початкові умови розвитку рослинності. Друга група об'єднує три місяці - березень, квітень і травень та узагальнює розвиток рослинності за весняний період. Третя група представлена червнем, липнем і серпнем (літній період). Четверта група представлена вереснем і жовтнем (осінній період). Контролем виступали 25 довільно обраних на всій території парку ділянок загальною площею 314 га.

Визначення площ пожеж проводилося з використанням нормалізованого коефіцієнта випалювання (Normalized Burn Ratio - NBR). Він є найефективнішим інструментом для кращого розуміння масштабів і серйозності пожежі. Оцінку впливу випалювання на рослинність плавневих екосистем проводили з використанням спектральних вегетаційних індексів, що визначають окремі показники стану рослинності - нормалізований різностний індекс рослинності (Normalized

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

Difference Vegetation Index NDVI), індекс зеленого хлорофілу (Green Chlorophyll Index — GCI), індекс питомої площі листової пластинці (Specific Leaf Area Vegetation Index — SLAVI), нормалізований диференціальний індекс вологості (Normalized Difference Moisture Index — NDMI) та індекс вологостійкості (Moisture stress index — MSI).

Грунтуючись на даних дистанційного зондування Землі встановлено, що протягом зимово-весняного періоду 2020 року пожежі на території Нижньодністровського НПП охоплювали майже 3986 га (33,1% площі водно-болотних угідь). Виявлено, що на початок вегетаційного періоду в різні строки зимово-весняного випалювання, за даними спектральних індексів показників стану рослинності (NDVI, GCI, SLAVI, NDMI, MSI), формуються відносно індивідуальні умови для розвитку плавневої рослинності. Проте виявлена різниця є нечіткою (якість виділення груп - 43,2%), що може пояснюватися сукупним впливом підтоплення території, природними умовами та інтенсивністю вигорання травостою. Показано, що протягом весняного періоду на ділянках з різними термінами випалювання зберігаються відносно індивідуальні екологічні умови розвитку плавневої рослинності. Проте виявлена різниця стає менш нечіткою (якість виокремлення груп - 20,3%), що зумовлено розвитком едифікатора рослинних комплексів водно-болотних екосистем - *Phragmites australis*, стебла якого вийшли зі стадії пікулів і розвинули листову пластинку. Встановлено, що різниця в розвитку рослинності на ділянках з різним термінами випалювання протягом літнього періоду продовжує знижуватися (19,9%), і пояснюватися просторовою нерівномірністю екологічних умов розвитку рослинності. Формування посушливих умов протягом осіннього періоду та закінчення вегетаційного періоду сприяє майже повному зникненню різниці між ділянками (14,5%). На основі аналізу подібності (ANOSIM) встановлено, що ступінь відмінності між горілими ділянками невеликий, що пов'язано з локальними умовами та інтенсивністю випалювання, а також кількістю сухої органічної речовини на окремих площах. Виявлено, що лише за зимового (лютий)

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

випалювання спостерігається поступове, протягом вегетаційного періоду, зменшення відмінностей порівняно з контролем. Вплив весняного (березень, квітень) випалювання відзначається значною варіабельністю значень ступеня схожості за сезонами протягом вегетаційного періоду.

Результати проведених досліджень свідчать про ефективність дистанційного зондування території плавневих екосистем з використанням спектральних індексів для оцінки стану рослинного покриву та доцільні для розв'язання проблеми збереження, відновлення та сталого використання водно-болотних екосистем південно-західного Причорномор'я в умовах антропогенного навантаження та глобальних кліматичних змін. Розроблений алгоритм може бути адаптований для різних типів водно-болотних угідь і використаний для отримання більш повних даних. Покращене розуміння масштабів пожеж та динаміка значень спектральних індексів показників стану рослинності має вирішальне значення для ефективного управління пірогенним навантаженням цих та інших плавневих екосистем.

УДК 574.21: 504.06: 582.284

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ВИКОРИСТАННЯ ГРИБІВ ЯК ІНДИКАТОРІВ СТАНУ РОСЛИННОГО УГРУПОВАННЯ

Іваненко О.М., Березніченко Ю.Г.

ДУ «Інститут еволюційної екології Національної академії наук України»

E-mail: ivamyco@ukr.net

Біоіндикація та біомоніторинг стали перспективними методами для вивчення тиску зовнішніх факторів на екосистему та її розвиток, де одним із найдієвіших блоків є гриби [1, 2, 3]. Окрім індикації змін у навколишньому середовищі, різні таксони грибів використовуються і для демонстрації наслідків цих змін та їх прогнозування.

Гриби широко доступні завдяки різноманітним

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

середовищам, які вони населяють, від пралісів до штучних газонів. Різні види грибів, у тому числі ті, що розвиваються на листі, формують мікоризу, та лишайники застосовуються як біоіндикатори кислотних дощів, забруднення повітря, пожеж, накопичення важких металів, радіонуклідів, евтрофікації водних екосистем та ін. Угруповання мікроміцетів також можуть використовуватися як біоіндикатори антропогенної діяльності у водних екосистемах, доведений вплив якої простежується на різноманітності та складі водної мікобіоти. Афілофороїдні гриби виявляють високу чутливість до змін середовища, що обумовило перспективу для їх використання в якості індикаторів порушеності природних лісів.

Для оцінки стану екосистем загалом використовують такі показники: динаміку популяцій модельних видів (варіабельність морфо-метричних параметрів особин, онтогенетичний та віталітетний аналіз), типологічну структуру, ступінь натуралізації (для чужорідних) видів, наявність видів раритетних категорій, ценотичну приуроченість, рівномірність просторового розподілу видів, екологічну структуру та індекси α -різноманіття угруповань, тощо.

На основі аналізу формалізованих показників біорізноманіття ми розрізняємо наступні етапи екологічного моніторингу:

1. Індикація природного типу екосистеми (оцінка таксономічних та екологічних груп організмів, що відображують різноманіття найважливіших компонентів даного типу екосистеми – видів-ценозоутворювачів, домінуючих, фонових видів).

2. Індикація антропогенних змін в екосистемі (аналіз видового складу біоти, пов'язаного з механічним пошкодженням рослин, ґрунтового покриву; співвідношення еврибіонтних і стенобіонтних видів, аборигенних і чужорідних).

3. Індикація збереженості екосистеми (оцінка раритетної компоненти – рідкісних, зникаючих видів, внесених до міжнародних та регіональних Червоних списків) [4].

Загалом дереворуйнівні гриби рекомендовані нами в якості

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

індикаторів стану лісових екосистем завдяки зовнішнім ознакам – добре помітним плодоношенням, які залишаються цілісними протягом року. Це спрощує їх реєстрацію під час моніторингу, уможливорює максимально повний набір фактичного матеріалу незалежно від сезону проведення спостережень і погодних умов.

За результатами обстежень грабових та за участю граба лісів обраних заповідних ділянок Національного природного парку «Голосіївський» нами проведено підбір та оцінку ксилотрофних афілофороїдних грибів, які за коефіцієнтом Стівенсона належать до категорії масових видів, що є важливим фактором під час використання їх у якості біоіндикаторів.

Детально наше дослідження висвітлене у науково-методичних рекомендаціях «Афілофороїдні гриби в системі оцінювання структурно-функціональних змін лісових екосистем за умов сумації впливу антропогенних та кліматичних факторів», публікація яких планується на сайті нашої установи [5] з фотокаталогом індикаторних видів грибів, який можна буде завантажити до смартфона та використовувати в польових умовах, розподілений за категоріями:

1. Характерні (фонові) види – наявність широкого видового складу грибів даної категорії свідчить про нормальний розвиток лісової екосистеми, де відбувається еволюційно сформований розвиток організмів різних таксономічних груп у симбіозі один з одним. Зменшення видового складу грибів-консортиів даного типу пропонується вважати індикацією відхилень за рахунок впливу факторів природного походження (едафічного та кліматичного);

2. Види – індикатори механічного пошкодження дерев. Ці гриби можна використовувати як у діагностиці антропогенного впливу на ліс, так і в діагностиці впливу негативних кліматичних чинників. Наприклад, за наявності морозобоїн на стовбурах дерев виникають пошкодження, які створюють умови, споріднені з механічними пошкодженнями антропогенного походження, які сприяють розвитку грибів даної групи. Тому в процесі моніторингових робіт, слід брати до уваги місце росту гриба та фіксувати детальний опис біотопу.

Список літератури:

1. Blinkova O., Ivanenko O. Communities of tree vegetation and wood-destroying fungi in parks of the Kyiv city, Ukraine. *Central European Forestry Journal*. 2016. Vol. 62 (2). P. 110–122. DOI: [10.1515/forj-2016-0012](https://doi.org/10.1515/forj-2016-0012).
2. Blinkova O., Ivanenko O. Communities of woody vegetation and wood destroying fungi in natural and semi-natural forests of Kyiv city, Ukraine. *Central European Forestry Journal*. 2018. Vol. 64 (1). P. 55–66. DOI: 10.1515/forj-2017-0030.
3. Лавров В.В. , Блінкова О.І., Іваненко О.М., Поліщук З.В. Методика оцінювання антропогенного порушення лісових екосистем за структурою, поширенням та активізацією афілофороїдних грибів. Біла Церква: БНАУ, 2018. 46 с.
4. Пашкевич Н.А., Іваненко О.М., Березніченко Ю.Г. Підбір індикаторних видів рослин і грибів з метою оцінки трансформації біосистеми (на прикладі грабових лісів). *Питання біоіндикації та екології*. 2018. Вип. 23. № 2. С. 3–17. DOI: 10.26661/2312-2056/2018-23/2-01
5. Інститут еволюційної екології Національної академії наук України [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ieenas.org/info/about-iee/>

УДК 631.41:631.811

**ПОКАЗНИКИ ОБМІННОЇ КИСЛОТНОСТІ, ВМІСТ
НІТРОГЕНУ ТА РУХОМИХ ФОРМ ФОСФОРУ У ҐРУНТАХ
ІЗ ПРИРОДНИХ МІСЦЬ РОСТУ РОСЛИН ВИДІВ
РОДУ *CARLINA* L.**

Колісник Х.М., Грицак Л.Р., Підгірна Х.А., Дробик Н.М.

Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

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

Збереження біорізноманіття – одна з найважливіших проблем сучасності. Прогресуюча динаміка погіршення екологічної ситуації та вплив людської діяльності можуть

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

спричинити зникнення рідкісних видів рослин. На території України охорони потребують види роду *Carlina* L. Вони занесені до Червоної книги України (2009) і мають статус вразливих, а саме: відкасник осотоподібний – *Carlina cirsioides* Klokov та відкасник татарниколистий – *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł. *Carlina acaulis* L. є регіонально-рідкісним видом, чисельність якого стрімко скорочується [3, 5].

C. acaulis в Україні поширений у Карпатах та Прикарпатті. Ареал *C. cirsioides* охоплює Правобережний Лісостеп і південь Українського Полісся. Вид охороняється у заказниках і пам'ятках природи Північного Поділля та Опілля. *C. onopordifolia* зростає та охороняється на Подільській та Волинській височинах [2].

Враховуючи особливості біології відкасників, скорочення чисельності їх популяцій, доцільним є застосування біотехнологічних методів для введення в культуру цих видів та отримання колекцій рослин *in vitro* з високим адаптивним потенціалом до умов та *in situ*. Це дозволить не лише зберегти їх генофонд, але швидко отримати необхідну кількість посадкового матеріалу для відновлення популяцій у природі. Проте якість біотехнологічного посадкового матеріалу залежить від відповідності фізико-хімічних умов культивування рослин *in vitro* біологічним потребам виду не лише у світловому, температурному режимах, але й у елементах мінерального живлення. Останнє передбачає оптимізацію елементного складу живильного середовища та корекцію його показників кислотності, від яких залежить засвоєність рослинами макро- та мікроелементів. Реалізація цього завдання потребує дослідження обмінної кислотності ґрунтів з природних місць росту видів *C. acaulis*, *C. onopordifolia*, *C. cirsioides* та концентрацій рухомих форм основних елементів мінерального живлення. Саме тому, мета нашої роботи полягала у визначенні концентрацій рухомих форм Фосфору, амонійної та нітратної форм Нітрогену, а також обмінної кислотності ґрунтів з локалітетів росту видів *C. acaulis*, *C. onopordifolia* та *C. cirsioides*.

Проби ґрунтів для досліджень були відібрані на території Голицького ботаніко-ентомологічного заказника (Тернопільська

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

область), у місцях локалітетів росту видів *C. onopordifolia*, *C. cirsioides*, та в околицях с. Лазещина (Закарпатська область) і с. Кривопілля (Івано-Франківська область), де розташовані локалітети росту виду *C. acaulis*. Нітратний та амонійний азот визначали за модифікованою методикою ННЦ ПА імені О. Н. Соколовського за ДСТУ 4729:2007; рухомі сполуки Фосфору за методом Кірсанова за ДСТУ 4405:2005.

Територія Голицького ботаніко-ентомологічного заказника, де ростуть види *C. onopordifolia* та *C. cirsioides*, розміщена в межах Волино-Подільської плити. Відомо, що у ґрунтовому покриві заказника переважають чорноземи неглибокі карбонатні середньо- і слабо- змиті, дерново-карбонатні середньо- і слабо- змиті, сірі опідзолені середньозмиті в поєднанні з сильнозмитими. Забезпеченість ґрунту гумусом і поживними речовинами низька, тому що гумусовий горизонт змитий, їх родючість низька. Панівною гранулометричною фракцією є фракція грубого пилу (частинки 0,01–0,05 мм), а характерною особливістю цих ґрунтів – низький вміст фракції грубого піску (частинки 0,25–1,0 мм). У складі ґрунтів домінують агрегати розміром понад 10 мм. Вміст їх у гумусо-елювіальному горизонті становить 62,54%, що зумовлює брилуватість, низьку шпаруватість, високу щільність будови [4].

Переважну частину території Карпатського регіону, де ростуть види *C. acaulis* та *C. cirsioides*, займає зона буроземних ґрунтів, особливістю яких є підвищена щепенюватість ґрунтового профілю. Скелет верхніх генетичних ґрунтових горизонтів відіграє роль «захисного панцира», що обумовлює сприятливий водно-повітряний режим ґрунтів. Хрящ і щєбінь верхнього горизонту слугують джерелом елементів живлення, які переходять у стан доступних для рослин, чим підтримується висока трофність ґрунтів [1].

Такі фізичні властивості ґрунтів та їх гранулометричний склад визначають доступність елементів мінерального живлення для рослин та кислотність ґрунтів, зокрема обмінну. Результати наших досліджень показали, що у локалітетах росту видів *C. onopordifolia* обмінна кислотність коливається в межах 7,31–7,55, а

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

C. cirsioides – 7,21–7,32, тобто показник є близьким до нейтрального. Місцезростання виду *C. acaulis* характеризується високою обмінною кислотністю 3,99–4,22. Показники рН ґрунту визначають процеси розчинності й осадження, міграції, акумуляції та перерозподілу макроелементів та мікроелементів у ґрунтового профілі. Це впливає на доступність елементів мінерального живлення для рослин. Загальновідомо, що майже всі елементи стають малорухомими з підвищенням значень обмінної кислотності ґрунтового розчину. Ймовірно, це пояснює нижчий вміст (54,55 мг/кг та 42,42 мг/кг) рухомих форм Фосфору у ґрунтах з місць росту видів *C. onopordifolia* та *C. cirsioides* на території Голицького ботаніко-ентомологічного заказника. У ґрунтах з локалітетів росту рослин *C. acaulis* на території Карпатського регіону вміст рухомих сполук Фосфору є дещо вищий та становить 56,82 мг/кг.

Результати дослідження форм Нітрогену показали, що концентрація NH_4^+ у ґрунтах локалітетів виду *C. acaulis* становить 15 мг/кг. У місцях росту відкасників на території Голицького заказника вміст амонійної форми Нітрогену є дещо вищим: 16,55 мг/кг (у випадку *C. onopordifolia*) і 19 мг/кг (*C. cirsioides*). Концентрація NO_3^- у локалітетах виду *C. acaulis* у кілька разів нижча (0,42 мг/кг), порівняно із ґрунтами з місць росту видів *C. onopordifolia* та *C. cirsioides*: 3,62 мг/кг та 3,13 мг/кг відповідно. Такі відмінності у отриманих результатах пояснюються тим, що високогірні ґрунти Українських Карпат характеризуються низьким вмістом сполук Нітрогену [1, 4].

Отже, нами було досліджено вміст рухомих форм Фосфору, нітратної та амонійної форм Нітрогену, а також показники обмінної кислотності у ґрунтах із місць росту видів *C. acaulis*, *C. onopordifolia* та *C. cirsioides*. З'ясовано, що вид *C. acaulis* росте на ґрунтах із вищим вмістом рухомого Фосфору (56,82 мг/кг), порівняно з іншими видами, проте у цьому випадку вміст форм Нітрогену є нижчим: NH_4^+ – 15 мг/кг та NO_3^- – 0,42 мг/кг. Отримані результати дозволять збалансувати показники рН та елементний склад живильного середовища для отримання високожиттєздатних рослин *in vitro* цих видів.

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

Список літератури:

1. Баранник А.В. Фізичні властивості ґрунтів полонин чорногірського масиву Українських Карпат. *Географічні та геологічні науки*. 2015. Том 20, вип. 3. С. 47–58.
2. Єфремова О.О., Скибіцька М.І., Мелешко І.Г. та ін. Біологічні особливості росту й розвитку видів роду *Carlina L. ex situ*. *Лісництво і агролісомеліорація*. Харків: Укр. НДІГА. 2009. Вип. 115. С. 245–249.
3. Кравець Н.Б., Мосула М.З., Тулайдан Н.В., Четирбок М.Б., Дробик Н.М. Особливості вкорінення *in vitro* рослин деяких видів роду *Carlina L.* *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Том 20. С. 215–220.
4. Мартиненко Ж.О. Характеристика ґрунтів Голицького ботаніко-ентомологічного заказника у зв'язку з екологічними умовами їх формування. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2010. № 4 (45). С. 141–146.
5. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

УДК 576.314:576.344+581.522.5:582

РЕАКЦІЯ КЛІТИН РЯСКИ *LÉMNA MINOR L.* НА ДІЮ ІОНІВ СВИНЦЮ

Костюк К.В.

Університет Гогенхайма, Німеччина,

E-mail: kostyuk.katya@gmail.com

Про механізми сприйняття клітинами рослин стресорів токсичної природи відомо недостатньо багато. Є підстави вважати, що важливу роль в цьому сприйнятті відіграють клітинні мембрани, які виконують багаточисленні функції, порушення кожної з яких може привести до зміни життєдіяльності клітини і навіть її загибелі [8].

Тому для стійкості організмів до стресових факторів середовища важливо збереження стійкості і цілісності мембран [2]. Оскільки мембрани першими піддаються дії стресових факторів і є мішенями первинної дії і першої лінії захисту від

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

них, то, будучи динамічними структурами, вони повинні швидко (миттєво) реагувати на відхилення в стресових умовах існування та відновлення [9].

Здатність багатьох організмів до регенерації часткових розривів їхньої клітинної мембрани добре вивчений [11, 12, 13]. Наприклад, коли клітини пошкоджені, вони швидко відновлюють пробої в мембрані, з утворенням однієї або більше нерозчинних пробок, що складаються з ліпідів та полісахаридів, щоб запобігти втраті вмісту цитоплазми. Згодом клітини відновлюють свій первісний об'єм та форму [14, 15]. Очевидно, тут задіяні інші процеси, пов'язані з утворенням системи вторинних концентричних мембран [5]. Тому нашою метою було вивчення процесів утворення вторинної концентричної мембрани та клітинної стінки на прикладі вищих водних рослин *Lémma minor* L.

Ряску *Lémma minor* L. вирощували в акваріумах з відстояною водопровідною водою при освітленні лампами денного світла (2500 лк) та температурі $20 \pm 1^\circ\text{C}$. В експериментах до культури рослин у кожному випадку окремо додавали водні розчини солі $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ з розрахунку на іон: Pb^{2+} 0,1 мг/дм³ і 0,5 мг/дм³, що відповідає 1 і 5 ГДК_{риб-госп.} [3, 6]. Період інкубації водних рослин із токсикантом становив 0,5, 1, 3, 6, 9 годин. Контролем були рослини, які росли без токсиканта.

Клітинні мембрани виділяли за методикою Фіндлея та Еванса [7]. Мікроскопічне дослідження мембран здійснювали після їх фарбування барвником «хлор – цинк – йод» (водний розчин ZnCl_2 та КJ) [10]. При цьому до краплі розчину виділених мембран на предметному склі додавали барвник, потім у надлишку кристалічний J_2 , накривали покривним склом і мікроскопували при x900 (мікроскоп МБІ-15).

Життєдіяльність клітин, особливо у водних організмів, які постійно контактують із середовищем існування, в більшості випадків визначається складом, структурою та функціональним станом їхньої клітинної стінки, а також мембрани [6]. При дії різних стресорів, насамперед порушується клітинна стінка. Мікроскопічно це виглядає так, ніби клітина оголюється,

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

втрачаючи цю структуру. У результаті утворюється протопласт – клітина без клітинної стінки, але з мембраною. Підтвердження цього також свідчить зменшення кількості вуглеводів у мембрані при дії несприятливих факторів [1]. Слід зазначити, що клітина дуже легко втрачає клітинну стінку і навіть намагається її швидко відновити. У зв'язку з цим ми припускаємо, що цей процес безпосередньо пов'язаний з можливістю зливатися ізольованим протопластам між собою (рис.).

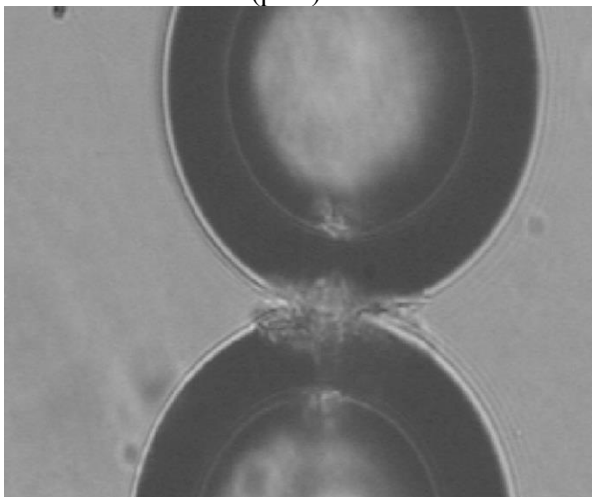


Рис. Злиття ізольованих протопластів між собою

Зазначимо, що протопласти можуть з'єднуватися між собою тільки тоді, коли протопластів ще не утворилася клітинна стінка. Раніше ми говорили не про злиття, а про утворення конгломератів, як механізм захисту, але до кінця не розуміючи, який саме [4]. Сьогодні ми з упевненістю можемо говорити, що злиття протопластів це своєрідний метод гібридизації, так звана парасексуальна, або соматична гібридизація. На відміну від звичайної, де зливаються статеві клітини (гамети), як батьківські, при парасексуальній гібридизації зливаються диплоїдні клітини рослин. Отже, псевдо-протопласт мав здатність транспортувати компоненти целюлози первинною мембраною. При цьому спостерігалось накопичення ліпідного матеріалу у центрі протоплазми. Цей етап відбувається лише тоді, коли у

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

протоплазмі утворилося гіпотонічне середовище за рахунок іонів натрію. Високий сольовий розчин є гідрофобнішим, ніж низький сольовий розчин і може забезпечити сильніше зусилля для стиснення гідрофобного ліпідного матеріалу від центру мас протоплазми. Гідрофільні матеріали, у тому числі полісахариди, всередині протоплазми виштовхуються в процесі і поширюються поверхнею, щоб сформувати клітинну стінку.

Ліпідний матеріал у центрі протоплазми може бути залишком вихідної клітинної мембрани, який, швидше за все, повинен бути включений в систему вторинної концентричної мембрани з часом. Вважаємо, що в спонтанній регенерації клітинної оболонки можна виділити чотири основні стадії: 1) утворення протопласту; 2) формування псевдо-протопласту; 3) синтез клітинної стінки; 4) альтерація первинної мембрани або формування вторинної концентричної мембрани.

Список літератури:

1. Горда А. І. Вплив дизельного палива на біосинтез протеїнів, вуглеводів і ліпідів у *Chlorella vulgaris* Beijer. / А. І. Горда, В. В. Грубінко // [Biotechnologia Acta](#). - 2011. - Т. 4, № 6. - С. 74-81.
2. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам// Физиол. и биохим. культ.раст. – 1994. – Т. 26. – № 2. – С. 107-117.
3. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: Учеб.пособие. — М., 2002. — 140 с.
4. Костюк К. В. Специфічні та неспецифічні реакції клітин гідробіонтів на дію важких металів та нафтопродуктів / К. В. Костюк, В. В. Грубінко //Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Серія:Біологія. – 2011. – № 2 (47). – С. 35-43.
5. Костюк К. В. Структурно-функціональні реакції клітин водних рослин на дію токсикантів : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.17 / К. В. Костюк; НАН України, Ін-т гідробіології. – К., 2011. – 21 с.
6. Тяжелые металлы как фактор экологической опасности:

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

- Метод. указання / Сост. Ю.А. Холопов. – Самара: СамГАПС, 2003. – 16 с.
7. Финдлей Дж., Эванз У. Биологические мембраны. Методы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 423 с.
 8. Чиркова Т.В. Клеточные мембраны и устойчивость растений к стрессовым воздействиям // Соросов. образоват. журн. – 1997. – № 9. – С. 12—17.
 9. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2002. – 244 с.
 10. Broda B. Metody histochemii roslinnej. — Warszawa: Panstwo wyzakladwy dawnictw lekarskich, 1971. — 255 p.
 11. Kim, G. H., Hwang, M. S., Fritz, L. and Lee, I. K. (1995). The wound healing response of *Antithamnion nipponicum* and *Griffith siapacipica* (Ceramiales, Rhodophyta) monitored by lectins. *Phycol. Research* 43, 161-166.
 12. Mariani-Colombo, P., Vannini, G. L. and Mares, D. (1980). A cytochemical approach to the wound repair mechanism in *Udotea petiolate* (Siphonales). *Protoplasma* 104, 105-117.
 13. McNeil, P. L., Vogel, S. S., Miyake, K., Terasaki, M. (2000). Patching plasma membrane disruptions with cytoplasmic membrane. *J. Cell Sci.* 113, 1891-1902.
 14. Menzel, D. (1988). How do giant plant cells cope with injury? – The wound response in siphonous green algae. *Protoplasma*. 144, 73-91.
 15. Nawata, T., Kikuyama, M., Shihira-Ishikawa, I. (1993). Behavior of protoplasm for survival in injured cells of *Valonia ventricosa*: involvement of turgor pressure. *Protoplasma*. 176, 116-124.

УДК 57.084.1:577.175.6

ВПЛИВ СТЕРОЇДНИХ ГОРМОНІВ 17 β -ЕСТРАДІОЛУ ТА ТЕСТОСТЕРОНУ НА ПЛОДЮЧІСТЬ *DAPHNIA PULEX*

Кудрявцева Д.О., Коновець І.М.

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: kudriavtseva@nas.gov.ua

Останнім часом все більше занепокоєння викликає зростання концентрації ендокринно-активних сполук у водних об'єктах. Однією з основних потенційних небезпек, пов'язаних з потраплянням цих речовин у водойми, є здатність впливати на репродуктивну систему водних організмів та викликати порушення у її функціонуванні. Зокрема, вплив ендокринно-активних сполук навіть у дуже низьких концентраціях може викликати фемінізацію та інтерсексуальність у риб, земноводних та інших водних тварин, що може призводити до зниження народжуваності і зменшення чисельності, зміни статеві структури популяцій, і навіть вимирання представників окремих видів у водних об'єктах [5]. У підсумку, ці процеси можуть призводити до зміни харчових ланцюгів та структури водних екосистем.

Daphnia – широко розповсюджений рід прісноводних ракоподібних, представники якого активно використовуються в біологічних дослідженнях як модельні організми. Перш за все, це пов'язано із використанням дафніями різних стратегій розмноження. За сприятливих умов переважну більшість часу вони розмножуються нестатевим шляхом (партеногенез), що дозволяє їм швидко заселяти доступні біотопи. За несприятливих умов задля збереження виду ці організми вибирають стратегію статевого розмноження (гамогенез), продукуючи для цього самців з подальшим відкладанням запліднених ефіпіальних яєць. Серед основних тригерів такого переходу можуть бути зміни як абіотичних, так і біотичних чинників – зменшення температури, підвищення щільності особин, недостатня кількість або незадовільна якість їжі, вплив хижаків, накопичення екзометаболітів у середовищі, вплив ксенобіотичних речовин

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

тощо [1, 2, 4]. Така особливість робить гіллястувусих ракоподібних перспективним об'єктом дослідження репродуктивних процесів та впливу на них природних і ксенобіотичних ендокринно-активних сполук [3].

Метою цієї роботи було дослідження впливу статевих стероїдних гормонів 17β -естрадіолу та тестостерону на ріст, розвиток і розмноження *Daphnia pulex* за схемою субхронічного експерименту. Визначали швидкість соматичного росту та статевого дозрівання, динаміку потенційної (кількість закладених яєць) і реальної (кількість новонароджених особин) плодючості, фіксували стать молоді у послідовних виметах тощо.

Для дослідження впливу цих речовин на *D. pulex* були підібрані екологічно релевантні концентрації – 0,3; 3; 30 мкг/дм³, які характерні для зворотних вод очистки побутових вод або прогнозовані у разі скидання недоочищених або неочищених стічних вод (найменша та найвища концентрації відповідно).

Встановлено, що дія 17β -естрадіолу у концентраціях 3 і 30 мкг/дм³ призводить до зменшення кількості закладених партеногенетичних яєць у перших двох (до 14 доби експозиції) виметах самиць *D. pulex*. Протягом третього і четвертого виметів (14–21 доба) кількість новонародженої молоді не відрізнялась від контрольних показників, що свідчить про адаптацію репродукційних процесів самиць дафній до впливу екзогенного 17β -естрадіолу. Після 21 доби експозиції спостерігалось підвищення плодючості особин, що культивувалися в ємностях із додаванням цього стероїдного гормону за всіх досліджуваних концентрацій. Так, кількість новонародженої молоді у цей період за концентрації 0,3 мкг/дм³ у 2,0 рази переважала показники контрольної групи, а за впливу 3 та 30 мкг/дм³ – у 1,6 та 1,2 рази відповідно. Слід зазначити, що за дії всіх досліджуваних концентрацій 17β -естрадіолу не виявлено зміни у терміні появи гонад порівняно з контрольними особинами, тобто вони не впливали на швидкість статевого дозрівання дафній. Також не було зареєстровано прискорення або гальмування часу ембріонального розвитку.

На відміну від дії 17β -естрадіолу, тестостерон у

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

концентраціях 3 та 30 мкг/дм³ викликав статистично вірогідну затримку термінів статевого дозрівання особин *D. pulex* у порівнянні із контрольною групою та особинами, що культивувалися у середовищі із концентрацією 0,3 мкг/дм³. За рахунок відтермінування появи гонад та пізнішого часу закладання яєць першого вимету плодючість дафній протягом перших 16 діб експозиції за дії цих концентрацій тестостерону була вірогідно меншою у порівнянні з контролем, при цьому негативний ефект зростав з підвищенням концентрації. З проходженням цього періоду кількість новонародженої молоді за впливу тестостерону у концентрації 0,3 та 3 мкг/дм³ наближалася до показників контрольної групи, а з 21 по 28 добу експерименту вже переважала їх у 2,1 та 1,4 рази відповідно.

Таким чином, у субхронічному 28-добовому експерименті виявлено помірне вірогідне збільшення кількості новонароджених ювенісів *D. pulex* у найменшій з концентрацій обох досліджуваних статевих стероїдних гормонів – 0,3 мкг/дм³. У концентраціях 3 та 30 мкг/дм³ як 17 β -естрадіол, так і дещо більшою мірою тестостерон, інгібують партеногенетичне розмноження цього виду у перші 14–16 діб експозиції. У подальшому відбувається наближення до контрольних показників, а у деяких випадках і їх перевищення. Така дещо флуктуаційна динаміка показників плодючості свідчить, ймовірно, про непрямий, опосередкований характер впливу цих речовин на процеси відтворення у гіллястовусих ракоподібних.

Слід зазначити, що присутність статевих стероїдних гормонів 17 β -естрадіолу та тестостерону у середовищі культивування в екологічно релевантних концентраціях не стимулювала появи самців та гамогенезу, тобто ці речовини не змінювали стратегію розмноження *D. pulex* шляхом переходу від партеногенетичного способу на статевий. Вплив тестостерону, на відміну від 17 β -естрадіолу, призводив до збільшення часу, необхідного для статевого дозрівання самиць дафній. Виявлення і розуміння механізмів прямої та опосередкованої дії цих сполук на гіллястовусих ракоподібних становлять значний теоретичний інтерес і потребують подальших досліджень.

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

Список літератури:

1. Tkaczyk A., Bownik A., Dudka J. et al. *Daphnia magna* model in the toxicity assessment of pharmaceuticals: A review. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 763. Art. 143038.
2. Booksmythe I., Gerber N., Ebert D., Kokko H. *Daphnia* females adjust sex allocation in response to current sex ratio and density. *Ecol Lett*. 2018. Vol. 21. P. 629–637.
3. Decaestecker E., De Meester L., Mergeay J. Cyclical parthenogenesis in *Daphnia*: sexual versus asexual reproduction / In: *Lost Sex*. Eds. Schön I., Martens K., Dijk P. Springer, 2009. P. 295–316.
4. Koch U., von Elert E., Straile D. Food quality triggers the reproductive mode in the cyclical parthenogen *Daphnia* (Cladocera). *Oecologia*. 2009. Vol. 159. P. 317–324.
5. Nazari E, Suja F. Effects of 17 β -estradiol (E2) on aqueous organisms and its treatment problem: a review. *Rev Environ Health*. 2016. Vol. 31, N 4. P. 465–491.

УДК 577.125: (597.551.2+597.552.1): 546.732

ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ НЕПОЛЯРНИХ ЛІПІДІВ В ОРГАНІЗМІ ПРІСНОВОДНИХ РИБ ЗА ДІЇ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ІОНІВ КОБАЛЬТУ (II)

**Марків В.С., Хоменчук В.О., Рабченко О.О., Поляний Б.Б.,
Курант В.З.**

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

Дослідження фракційного складу ліпідів, що виконують в живих організмах різноманітні функції, виявили їх значну екологічну варіабельність у представників різних видів [3]. Одна з відмінних особливостей метаболізму ліпідів в організмі риб полягає в значній амплітуді їх складу і інтенсивності накопичення в організмі гідробіонтів, що настають як в результаті ендогенних змін, так і під впливом чинників

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

зовнішнього середовища [1]. За останні десятиліття зростає використання металів та їх сполук у багатьох галузях народного господарства призвело до збільшення їх надходження у водне середовище. Високі концентрації іонів металів у воді можуть суттєво порушувати метаболізм ліпідів у організмі риб [4, 5]

Одним із біологічно необхідних металів для тварин є кобальт. Біологічна функція металу в організмі риб здійснюється за низьких концентрацій, а надмірне його акумулювання може призводити до хронічного чи гострого отруєння [5].

Зважаючи на це, актуальним є пошук біомаркерних характеристик в організмі риб, які б дозволили оцінити негативні наслідки нестачі чи надлишку кобальту. Тому нами було досліджено ліпідний склад тканин карася за дії підвищених концентрацій іонів Co^{2+} у воді.

Дослідження проведено на дворічках карася (*Carassius gibelio* L.) з середньою масою 200-220 г. Вивчали вплив кобальту у двох концентраціях, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським гранично допустимим концентраціям (ГДК). Концентрації іонів Co^{2+} у воді, в перерахунку на іони, становили 0,1 та 0,25 мг/дм³. Метал вносили в воду 200-літрових акваріумів у вигляді хлориду, де знаходилися дослідні групи риб (по 5 особин в кожному). Вміст кисню у воді акваріумів підтримували на рівні 7,0 – 8,0 мг/л. Перед дослідом риб аклімували 3 доби в басейнах об'ємом 2 м³. Період утримування риб у токсичних умовах становив 14 діб, що є достатнім для формування адаптивної відповіді на дію стрес-чинника.

Для дослідження вмісту ліпідів та їх окремих класів були використані зразки досліджуваних тканин зябер, печінки та м'язів. Тканину подрібнювали на холоді в скляних гомогенізаторах з наступним екстрагуванням загальних ліпідів з тканини хлороформ-метаноловою сумішшю у відношенні 2:1 за методом Фолча. Загальний вміст ліпідів визначали ваговим методом. Розділення неполярних ліпідів здійснювали методом висхідної одномірної тонкошарової хроматографії на пластинках «Merck», Німеччина. Рухомою фазою була суміш гексану, диетилового ефіру і льодяної оцтової кислоти у відношенні

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

70:30:1. Одержані хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду [2].

Для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти. Кількість неполярних ліпідів у тканинах карася визначали біхроматним методом, а вміст фосfolіпідів – за кількістю неорганічного фосфору методом Васьковського [2]. Всі одержані дані оброблено статистично з використанням t-критерію Стьюдента.

Аналіз отриманих результатів показав, що вміст загальних ліпідів у печінці карася збільшився на 32,3 % за дії 2ГДК іонів кобальту та на 32,4 % за впливу 5 ГДК відносно контрольних значень. У зябрах кількість загальних ліпідів зросла на 23 % за дії 2ГДК іонів металу, тоді як за 5 ГДК практично не змінювалася відносно контролю. Сумарний вміст ліпідів у м'язах не зазнавав достовірних змін за впливу 2ГДК іонів кобальту та зменшувався на 18 % за дії максимальної концентрації іонів металу відносно контролю. Очевидно за інтоксикації має місце перерозподілу ліпідних резервів між м'язами та печінкою.

В результаті аналізу фракційного складу ліпідів було встановлено зменшення вмісту фосfolіпідів у печінці риб на 22,4 та 23,8 % за 2 і 5 ГДК іонів Co^{2+} відповідно. Вміст триацилгліцеролів у печінці карася збільшився на 20,9 % за дії 2 ГДК на 36,9 % за 5ГДК іонів кобальту (II) відносно контролю.

Вміст фосfolіпідів у зябрах досліджуваних риб за дії іонів металу достовірно не змінювався відносно контролю. Вміст триацилгліцеролів у зябрах, як і в печінці, зростав на 27,1 % за 2ГДК та на 7,7 % за впливу 5ГДК іонів Co^{2+} відносно контролю. Вміст холестеролу у зябрах карася зменшився на 10,8 та 14,7 % за впливу 2 і 5 ГДК іонів металу відносно контролю.

У м'язах мало місце зменшення кількості фосfolіпідів на 9,5 % при 2ГДК та на 17,1 % за впливу 5 ГДК токсиканта. Вміст триацилгліцеролів у м'язах не змінювався за дії 2ГДК та зростав на 15,3 % відносно контролю при аклімації до 5 ГДК іонів металу.

Отже, модуляція ліпідного спектру тканин карася

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

спрямована на підтримання структурно-функціональної активності клітинних біомембран та енергетичного статусу їх організму для забезпечення зв'язування та виведення надлишкових кількостей кобальту.

Список літератури:

1. Грициняк І. І., Смолянінов К. Б., Янович В. Г. Обмін ліпідів у риб. Львів: Тріада плюс. 2010. 338с.
2. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов. М. : Мир., 1975. 322 с.
3. Gurr M. I., Harwood J. L., Frayn K. N. Lipid biochemistry. Blackwell science. 2002. 337 p.
4. Pazhanisamy K., Kennadi P., Rengarajan R. Effect of copper in the lipid content of freshwater fish *Tilapia mossambicus*. *International Journal of Current Research*. 2016. Vol. 8. Issue 09. P. 39304–39307.
5. Wood Chris M., Farrell Anthony P., Brauner Colin J. Homeostasis and toxicology of essential metals edited. *Fish Physiology*. London : Academic Press. 2011. Vol. 31. Part A. P. 1–497.

УДК 615.07:615.322:633.81(477)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФІРООЛІЙНИХ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН, ІНТРОДУКОВАНИХ В УКРАЇНІ

Марчишин С. М., Слободянюк Л. В., Демидяк О. Л., Бойко Л. А., Костишин Л. В., Бурмас І. В.

Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України

E-mail: svitlnafarm@ukr.net

Ефірні олії – суміш летких природних сполук, вторинних метаболітів рослин, які сьогодні широко використовують у медичній практиці, косметології та харчовій промисловості. Вони мають широкий спектр терапевтичної дії, що дало їм можливість зайняти значне місце в арсеналі лікувальних і профілактичних засобів сучасної медицини. Ефірні олії часто застосовуються як

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

допоміжні речовини, як коригенти смаку і запаху у фармацевтичній технології, однак як активні фармацевтичні інгредієнти їх використовують не широко. Ефірні олії можна застосовувати як зовнішньо, так і внутрішньо. Вони проявляють протизапальну, жовчогінну, вітрогінну, спазмолітичну, діуретичну, седативну, відхаркувальну, болезаспокійливу, гіпотензивну, анксіолітичну, антидепресивну, антиоксидантну, антисептичну, репаративну дію. Ряд ефірних олій нормалізують діяльність серцево-судинної системи та ЦНС, покращують пам'ять. Їх широко використовуються сьогодні як основні компоненти ароматерапії [1, 2, 3].

Метою наших досліджень було вивчення зі встановленням компонентного складу ефірної олії у сировині ряду досліджуваних видів, інтродукованих в Україні (*Phyla scaberrima* (Juss. ex Pers.) Moldenke, *Tagetes lucida* Cav., *Arnica foliosa* Nutt. і *Stachys sieboldii* Miq.). Вважаємо, що дослідження ефірних олій даних лікарських рослин є актуальним питанням сьогодення.

Матеріалом для досліджень була трава чорнобривців золотистих (*Tagetes lucida* Cav.), яку заготовляли на дослідних ділянках відділу квітниково-декоративних рослин Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України у фазу масового цвітіння рослини; трава арніки листяної (*Arnica foliosa* Nutt.), заготовлена на дослідних ділянках НОК «Червона калина» Тернопільського національного медичного університету МОЗ України у фазу масового цвітіння рослини. Сировина чистецю Зібольда (*Stachys sieboldii* Miq.) була запропонована професором Міщенко Л.Т. – провідним науковим співробітником ННЦ «Інституту біології та медицини» (м. Київ). Для експериментальних досліджень використовували сировину врожаю 2020-2021 років. Листки ліпії солодкої (*Phyla scaberrima* (Juss. ex Pers.) Moldenke) заготовляли на дослідних ділянках Кременецького ботанічного саду у серпні 2021 року.

Компонентний склад ефірних олій визначали методом газової хромато-мас-спектрометрії (ГХ/МС) на хроматографі Agilent Technology 6890N (Agilent Technologies, США) з хромато-мас-спектрометричним детектором 5973N. Для ідентифікації

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

компонентів проб використовували бібліотеку мас-спектрів NIST 02. Відсоток збігу виявлених сполук із тими, що є в бібліотеці мас-спектрів NIST 02 становила 81–99 % [4, 5].

У результаті досліджень виявлено 28 компонентів ефірної олії чорнобривців золотистих трави, з яких ідентифіковано – 14. Переважаючими компонентами ефірної олії досліджуваної трави є н-пентакозан (62,70 мг/кг), спатуленон (35,76 мг/кг), естрагол (29,76 мг/кг), вератрол (28,60 мг/кг), валеранон (17,95 мг/кг).

У ліпії солодкої листках виявлено 38 компонентів ефірної олії, з яких ідентифіковано 35. Загальний вміст ідентифікованих компонентів досліджуваної ефірної олії становив 693,46 мкг/г. У ефірній олії виявлено у значній кількості біциклічний монотерпеноїд камфен (71,73 мкг/г) і моноциклічний монотерпеноїд лимонен (34,46 мкг/г). Домінуючим компонентом ефірної олії *Phyla scaberrima* листків є біциклічний монотерпеноїд 1S-Камфора, вміст якого становив 211,17 мкг/г. Також в ефірній олії ліпії солодкої міститься 18,03 мкг/г каріофіленоксиду, 98,33 мкг/г α -бісабололу, 42,28 мкг/г каріофілену і 32,73 мкг/г δ -кадинену. У ліпії солодкої листках з ароматичних сполук наявний естрагол, вміст якого становив 10,98 мкг/г.

У результаті досліджень трави арніки листяної встановлено, що в ефірній олії даної рослини міститься 86 компонентів, серед яких ідентифіковано 37, що становить 50,83 %. Основними компонентами ефірної олії арніки листяної є гермакрен Д (6,57 %), оксид каріофілену (6,29 %), каріофілен (4,9 %), 2,3,5,6-тетраметилфенол (2,5 %), карвакрол (2,43 %), геранілізобутират (2,16 %).

У траві чистецю Зібольда було ідентифіковано 43 компоненти ефірної олії, основними яких є: каріофілен, 1,2,4а,5,6,8а-гексагідро-4,7-диметил-1-(1-метилетил)-нафталін, тетрадеканова кислота, 6,10,14-триметил-2-пентадеканон, *n*-гексадеканова кислота, пентакозан (відсоток співпадання 99 %), 2-метокси-3-(2-пропеніл) фенол, α -кубебен, ізокаріофілен, α -каріофілен, гермакрен-D-4-ол, нанокозан, трикозан (відсоток співпадання 98 %). У корневих бульбах чистецю Зібольда було

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

ідентифіковано 7 копонентів, основні з яких: *n*-гексадеканова кислота, етиловий естер 9,12-октадекадієнової кислоти (відсоток співпадання 99 %), Цис,цис – 9,12-октадекадієнова кислота (відсоток співпадання 98 %).

Зважаючи на важливість ефірних олій, які проявляють ряд фармакологічних активностей і необхідні для нормальної життєдіяльності організму людини, пошук і дослідження перспективних джерел даних речовин є актуальним та свідчать про необхідність інтродукції і вивчення цінних лікарських рослин з метою створення нових вітчизняних лікарських засобів.

Список літератури:

1. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради та автор передмови В. П. Черних. 3-є вид., переробл. і доповн. К. : МОПІОН, 2016. 1952 с.
2. Benny A., Thomas J. Essential Oils as Treatment Strategy for Alzheimer's Disease: Current and Future Perspectives. *Planta Med.* 2019. № 85. P. 239-248.
3. Microencapsulation of sweet orange essential oil (*Citrus aurantium* var. *dulcis*) by liophylization using maltodextrin and maltodextrin/gelatin mixtures: Preparation, characterization, antimicrobial and antioxidant activities / J. S. F. de Araújo, E. L. de Souza, J. R. Oliveira [et al.]. *Int. J. Biol. Macromol.* 2020. Vol. 143. P. 991-999.
4. Скринчук О. Я., Марчишин С. М., Будняк Л. І. Порівняльний аналіз летких сполук катрану серцелистого і катрану коктебельського. *Медична та клінічна хімія.* 2019. Т. 21, № 2. С. 79-84.
5. Паращук Е. А., Марчишин С. М., Слободянюк Л. В. Дослідження летких компонентів бедринцю ломикаменевого (*Pimpinella saxifrage* L.). *Медична та клінічна хімія.* 2018. Т. 20. № 4. С. 107-113.

УДК 575.224

**ВПЛИВ ХАРЧОВОГО СИНТЕТИЧНОГО БАРВНИКА
БІЛИЙ НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ *DROSOPHILA MELANOGASTER***

Мельничук. Н.В, Даниляк Б.А, Крижановська М.А

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

e-mail: melnychuk-n@chem-bio.com.ua

Проблема харчування завжди була однією з найважливіших для людського суспільства. Адже все окрім кисню, людина для своєї життєдіяльності отримує з їжі і води. Але, особливо гостро вона повстала в наш час, оскільки однією з найскладніших задач є забезпечення населення продуктами харчування. Через демографічний «скачок», створюється додаткове навантаження на природні ресурси й екосистеми. У зв'язку з цим, в другій половині 19 ст. почали широко використати хімічні речовини та природні сполуки, які запобігають псуванню харчових продуктів та напоїв або покращують їхню якість та подовжують термін зберігання. Ці речовини переважно не мають поживної цінності, сторонні для організму людини, їх прийнято називати харчовими добавками [3].

Найважливішою якісною характеристикою продуктів харчування, оцінюваною споживачами, є - смак, колір і аромат. Саме колір – це те, на що споживач найперше звертає свою увагу при виборі товару. Головна особливість барвника - здатність просочувати та зафарблювати матеріал, їжу і давати колір по всьому його об'єму [2].

Однією з умов для дозволу застосування барвників є їх токсикологічна безпека. Що забезпечується шляхом попереднього експериментально дослідження, зміни функціонального стану і морфологічних змін організму під впливом тієї або іншої харчової добавки [3]. В генетичних дослідженнях головним об'єктом є *Drosophila Melanogaster*, завдяки короткому циклу розвитку та великій плодючості.

Мета наукового дослідження передбачала виявлення

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

впливу синтетичного харчового барвника Білий на зміну чисельності *D. melanogaster*.

Для наукового дослідження використовували *D. melanogaster* лінії Oregon. Піддослідні мухи утримувалися на стандартному живильному середовищі у стандартних умовах. Робота з мухами проводилася за загальноприйнятою методикою [1]. Для вивчення впливу синтетичного харчового барвника Білий, в склад якого входить діоксид титану E171, що заборонений в більшості країнах ЄС.

Досліджуваний барвник вносили у дозі 10 крапель (перша дослідна група) і 20 крапель (друга дослідна група) у поживне середовище стандартного складу, перемішували і розливали у 5 дрозозильних пробірок. У кожену пробірку поміщали 10 самців і 10 самок, яких вилучили на 8 добу. Підрахунок чисельності проводили на 16 і 20 день. Мухи контрольної групи вирощувалися без барвника. Статистичну обробку даних проводили за критерієм оцінки достовірності за Стьюдентом [1].

Результати наукового дослідження показали, що чисельність мух контрольної групи становила 172,3 особини ($P > 0,99$).

Внесення у живильне середовище першої досліджуваної групи досліджуваного синтетичного гелевого барвника Білий у дозі 10 крапель, викликало незначне зменшення чисельності до 168 імаго ($P < 0,95$). Проте, додавання 20 крапель барвника у живильне середовище другої дослідної групи сприяло збільшенню чисельності до 180,3 ($P > 0,95$).

Отже, введення у поживне середовище досліджуваного синтетичного гелевого харчового барвника Білий у першій дослідній групі призвело до зменшення чисельності на 2,5 % у порівнянні з контролем. Але, чисельність вирощених мух другої дослідної групи перевищила контроль на 4,5%. Результати дослідження показали, що дія барвника незначно впливає на зміну чисельності *D. melanogaster*.

Список літератури:

1. Крижановська М. А. Генетичний аналіз на *Drosophila melanogaster*. Зошит для виконання індивідуальної

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

- науково-дослідної роботи: методичні рекомендації. Видання 2, доповнене. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2018. 39 с.
2. Лищук О. М. Натуральні та штучні барвники URL: <https://olgalishchuk16.blogspot.com/2016/11/normal-0-false-false-false-ru-x-none-x.html>.
 3. Гуменюк О.Л. Харчові добавки : Методичні вказівки до практичних робіт для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" Чернігів: ЧНТУ, 2014. 105 с.

УДК 577.1.57.044:152.574.2: 597.54

**ДИНАМІКА ЗМІН ВМІСТУ ПРОДУКТІВ ПЕРЕКИСНОГО
ОКИСЛЕННЯ ЛІПІДІВ В ТКАНИНАХ КОРОПА
ЛУСКАТОГО ЗА ДІЇ ПОЛЮТАНТІВ**

Павленок Л.М., Ячна М.Г., Мехед О.Б., Третяк О.П.

Національний університет «Чернігівський колегіум»
імені Т.Г. Шевченка

E-mail: m_yachna@ukr.net mekhedolga@gmail.com

Наразі забруднення навколишнього середовища загалом та прісноводних природних водойм зокрема, постає важливою проблемою, що спричиняє негативний вплив на здоров'я людини. Сьогодні велика увага приділяється можливостям очищення водного середовища від поверхнево-активних речовин (ПАР). Іншим забрудником навколишнього середовища є йони важких металів. Вони є особливо небезпечними через свою здатність накопичуватися в організмі. Таким чином, представники іхтіофауни, які перебувають у водоймі, насиченій важкими металами та ПАР, несуть пряму небезпеку кінцевому споживачу – людині. Саме тому, актуальними є дослідження, спрямовані на вивчення комбінованого впливу важких металів і ПАР на біохімічні перетворення, а також метаболічні та антиоксидантні процеси в клітинах коропа (*Cyprinus carpio L.*). Раніше нами був досліджений сумісний вплив ПАР та йонів важких металів на

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

вміст фосфоліпідів у тканинах та органах коропа [2], а також з'ясований вплив ксенобіотиків різної природи на показники перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) [1]. У цьому дослідженні ми зосередили свою увагу на дослідженні продуктів ПОЛ, але вже за умов комбінованого впливу поллютантів.

Метою нашого дослідження було вивчити залежність вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів в тканинах коропа лускатого за комбінованої дії ПАР та йонів важких металів.

Для дослідження використовували коропа лускатого (*Cyprinus carpio L.*). Дослідження здійснювали у листопаді 2022 р. - березня 2023 р. на базі лабораторій Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. Маса риб коливалась в межах 250-300 г. Впродовж усього періоду досліджень контролювали гідрохімічний режим води. Кількість піддослідних риб становила 15 особин. Концентрацію досліджуваних ПАР створювали шляхом внесення розрахункових кількостей речовин та солей важких металів у гранично допустимій концентрації 2 ГДК. Дослідження проводили з додержанням вимог Міжнародних принципів Гельсінської декларації про гуманне ставлення до тварин [3].

МДА – один із продуктів вільнорадикального окиснення ліпідів, підвищений вміст якого свідчить про збільшення оксидативного стресу в організмі. Максимальні зміни кількісного вмісту МДА відмічено у зябрах риб, вони сягають майже 31% за дії фосфатів та фосфонатів, сумісно із йонами цинку. У мозку риб експериментальних груп зміни показника коливаються від 23,5% (за дії фосфатів та йонів цинку) до 30% (характеризується вплив ЛСН з одночасною дією йонів цинку). У білих м'язах показник збільшується на 23-24% практично незалежно від застосованої комбінації токсичних речовин.

Дієнові кон'югати виникають в результаті перегрупування під час вільнорадикального окиснення ліпідів та є первинним продуктом перекисного окиснення ліпідів. З одержаних результатів видно, що вміст дієнових кон'югатів практично у всіх досліджуваних груп риб вірогідно зростає у тканині зябер,

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

порівняно із контролем. Вміст гідроперекисів (ГП) ліпідів ілюструє рівень окиснення енергетичних метаболітів у тканинах риб. Вміст ГП перекисного окиснення ліпідів у риб контрольної групи знаходився в однакових межах у всіх досліджуваних тканинах. Найнижчим їх вміст у зябрах та білих м'язах, найвищим – у печінці.

Розглядаючи тканинну специфічність відповіді організму коропа на дію комбінованого впливу йонів цинку та ПАР або фосфатів можна зробити наступні висновки.

Комбінований вплив поверхнево-активних речовин та солей цинку і фосфатів призводили до найбільших змін у печінці та зябрах риб. Мінімальні зміни відмічено у тканині мозку. Вказана тенденція тканинної специфічності спостерігалась після застосування токсичних речовин у підвищених концентраціях. Зокрема вміст гідроперекисів практично у всіх досліджуваних груп риб вірогідно зростає у тканині печінки та зябер, порівняно із контролем. У мозку риб експериментальних груп вміст гідроперекисів також підвищується, однак ця зміна значно менша, порівняно із показником у інших досліджуваних тканинах і не є вірогідною. Надмірна активація процесів перекисного окиснення ліпідів здійснює токсичний вплив на тканини, сприяє посиленню лізису, окисленню сульфгідрильних груп білків і призводить до розвитку структурних змін при захворюваннях. Пристосування до дії таких деструктивних чинників тісно пов'язане з активацією синтезу антистресорних білків та систем захисту організму. За дії полютантів спостерігали збільшення вмісту досліджуваних речовин в тканинах та органах коропа лускатого. Його оцінка дозволяє охарактеризувати функціональний стан організму, а також виявити початкові, ще оборотні стадії багатьох захворювань.

Список літератури:

1. Симонова Н.А., Павленок Л.М., Мехед О.Б. Комбінований вплив йонів цинку, фосфатів та поверхнево-активних речовин на вміст продуктів ПОЛ в тканинах коропа. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2020*. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної

- конференції, присвяченої 80-річчю хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Тернопіль : Вектор, 2020. С. 100-103.
2. Ячна М.Г., Третяк О.П. Вміст фосфоліпідів в тканинах коропа лускатого (*Surpinus Carpio* L.) за комбінованої дії солей важких металів та поверхнево-активних речовин. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2019*. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, Тернопіль: Вектор, 2019. С.318-321
 3. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. UMS. 2002. P. 424–46.

УДК 595.789

ВИДИ РОДИНИ NIMPHALIDAE, ЯКІ ЗАНЕСЕНІ ДО ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ

Пшеничняк О. В., Голіней Г. М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

Родина Сонцевики *Nymphalidae* налічує близько 7200 видів. На території України виявлено близько 70 видів. Характерною ознакою цієї родини дві пари крил і вкорочена пара передніх ніг. За іншими характеристиками вони можуть бути різноманітними. Деякі з видів даної родини занесені до Червоної Книги України і потребують захисту, а деякі являються шкідниками та потребують контролювання розмноження виду [2, 3]. Саме тому на сьогодні дослідження родини є актуальним.

Родина *Nymphalidae* включає три види, які занесені до «Червоної книги України. Тваринний світ (2009) [4]:

- райдужниця велика *Apatura iris* (Linnaeus, 1758),
- сонцевик фау-біле *Nymphalis vaualbum* ([Denis & Schiffermüller], 1775),
- стрічкарка тополева *Limenitis populi* (Linnaeus, 1758).

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

Apatura iris (Linnaeus, 1758). Природоохоронний статус: вразливий.

Лісовий мезофіл. Вид охороняється законом, але формально перебуває поза загрозою. Поширений майже повсюдно в листяних і змішаних лісах, особливо на заплавах і рівнинах і лісах, що знаходяться в долині. У Передкарпатті та Карпатських горах – досить масово розповсюджений. Зустрічається і в міських зелених зонах Західної України [1, 4].

Limenitis populi (Linnaeus, 1758). Природоохоронний статус: вразливий. Вид поширений локально, без негативного тренду чисельності, який може опинитися під загрозою зникнення в разі негативних змін екологічної ситуації, а також діяльності людини. Лісовий мезофіл.

В Україні характерний представник змішаної фауни заплавок і гірських мішаних лісів. Місцями у Передкарпатті зустрічається досить масово, але зустрічається рідше і менш чисельний за супутній *Apatura iris*.

Фактори загрози: заміна листяних лісів, особливо дрібнолистяних (береза, верба, осика) на хвойні монокультури.

Nymphalis vaualbum (Denis et Schiffermueller, 1775). Природоохоронний статус: неоцінений. Відноситься до рідкісних видів, які відомі лише за декількома згадками. Лісовий гідрофіл.

Вид приурочений до листяних лісів в долинах і заплавах. В історії досліджень лускокрилих в регіоні відомі лише поодинокі знахідки даного виду – в Передкарпатті та Малому Поліссі.

Фактори загрози достовірно невідомі. Ймовірно, рідкість виду пояснюється тривалими коливаннями кліматичних факторів та особливостями міграційної діяльності.

Рідкісним видам метеликів загрожує не стільки прямий антропогенний вплив, скільки зміна природного середовища існування через заростання та зникання деревного та чагарникового покриву, що головним чином викликане змінами в господарському використанні та відмовою від традиційного екстенсивного використання ґрунту (скошування, випас худоби тощо).

Тому створення заповідної території для цих видів марне,

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

навіть шкідливе. Їх охорона має базуватися на застосуванні активних методів підтримки просторової структури біотопів за допомогою мозаїчного скошування або регульованого випасу худоби в поєднанні з моніторингом чисельності популяцій червонокнижних видів.

Окремо слід згадати такі поширені фактори, як пожежі восени та навесні через навмисне або випадкове спалювання сухої трави. Вони становлять безперечну загрозу майже всім видам денних лускокрилих (мешканців трав'янистих і чагарникових ярусів), які на передімагінальних етапах зимують на стеблах рослин, у верхніх шарах ґрунту, підстильці чи старих рослинах.

Очевидно, що пожежі шкідливі для популяцій гігрофільних видів, пов'язаних із водно-болотними угіддями, але навіть у степових екосистемах, загалом пристосованих до періодичного вигорання, вони небезпечні для популяцій характерних посухостійких видів у сучасному фрагментованому та обмеженому середовищі існування.

Причинами зменшення чисельності різних видів метеликів є:

– погіршення середовища проживання видів внаслідок господарської діяльності (використання пестицидів, спалювання трави тощо);

– вирубка лісів, висадка деревних монокультур, рекреація, знищення диких плодкових дерев і дикорослих чагарників,

– скорочення біотопів шляхом затоплення та осушення заплавл тощо;

– різкі коливання рівня води у водоймах протягом доби також може призвести до загибелі гусениць і лялечок;

– відлов дорослих особин і гусениць колекціонерами.

Для підтримки чисельності популяції метеликів необхідно:

– покращувати кормову базу гусениць метеликів;

– обмежити використання пестицидів;

– створювати заказники в місцях проживання рідкісних видів;

– посилити відповідальність за порушення закону України

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

«Про Червону книгу України».

Розведення комах в інсектаріях є одним з найбільш перспективних і безпечних для природних методів збільшення популяції, що дозволяє не тільки вивчати, а й зберігати рідкісні види комах, у тому числі і ті, що під загрозою зникнення.

Екологічно чисте довкілля та збереження тваринних і рослинних організмів справа кожного. Ми повинні відповідально відноситись до збереження природи, адже це один із головних пріоритетів екологічно свідомої нації.

Список літератури:

1. Голіней Г. М., Павуляк А. І., Прокоп'як М. З. Комахи Червоної книги України в ентомологічній колекції Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2022* : матер. VI міжнар. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 4–5 лист. 2022 р.). Тернопіль : Вектор, 2022. С. 41–44.
2. Голіней Г. М., Прокоп'як М. З., Пшеничняк О. В. Сучасний стан родини Nymphalidae (Insecta, Lepidoptera) в західних областях України. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Львів, 2022. Вип. 38. С. 229–234.
3. Канарський Ю. В. Рідкісні та зникаючі види денних лускокрилих Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) західних регіонів України. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2011. Т. 2 (9), № 1. С. 271–284. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nozbr_2011_2\(9\)_1_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nozbr_2011_2(9)_1_14) (дата звернення 18.04.2023)
4. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.

ВПЛИВ СЕЛЕНУ НА ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Хмеляр І. М., Кушнір Л. О.

hmeliar@ukr.net

lesjunjaborisjuk@gmail.com

З дефіцитом мікроелемента Селену пов'язанні більше як 70 різних захворювань, зокрема: порушення обміну Йоду, серцево-судинні та онкологічні захворювання. Профілактика патологічних станів, які виникають при дефіциті Селену залежить в основному від безпеки носія Селену. Тому потрібно враховувати та аналізувати шляхи метаболізму і ступінь токсичності селенових сполук, що утворюються в організмі після всмоктування неорганічного та органічного Селену. Адже неорганічний Селен може накопичуватись у тканинах у надзвичайно токсичній формі вільного гідроселенід-аніону.

Мета та завдання: дослідження впливу різних форм Селену на живі організми..

Вміст Селену у земній корі становить 8×10^{-5} %. Даний мікроелемент є супутником Сульфуру, тому в мізерних кількостях входить до складу сульфідних мінералів Купруму, Цинку, Плюмбуму. Мікроелемент Селен виявляє антидистрофічний ефект та протиалергічну дію за рахунок зниження рівня гістаміну, стимулює проліферацію різноманітних тканин. На сьогодні налічується близько 25 селенопротеїнів та понад 35 селеновмісних білків, з них 24 селеновмісні білки виявлено в клітинній фракції печінки. [1-4]

Концентрація мікроелемента в окремих видах харчових продуктів у різних органах та тканинах знаходиться в досить широкому діапазоні (мг/кг сирової маси): печінка, нирки та морепродукти - 0,4 – 1,5; м'ясо - 0,1 – 0,4; зерно та зернові продукти - 0,03 – 0,8; молочні продукти - 0,01 – 0,3; фрукти та овочі - до 0,1 [3;4].

Для населення України продукти переробки пшениці забезпечують близько 50% від фізіологічної потреби у цьому важливому мікроелементі. За даними інших вчених, надходження

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

Селену з продуктами переробки зерна може сягати 62%.

Основними причинами дефіциту Селену в організмі людини є: куріння, алкоголізм, радіація, порушення роботи кишківника та всмоктування Селену, недостатність Селену в продуктах харчування. У численних роботах вчених [4] доведено, що дефіцит Селену сприяє: підвищенню ризику збільшення випадків захворюваності та смертності населення від атеросклерозу та цереброваскулярних захворювань; розвитку йоддефіцитних станів; сприяючим фактором розвитку онкозахворювань та коронарної хвороби серця.

Єдиним джерелом Селену є рослини та харчові продукти на їх основі. Добова потреба у мікроелементі – 150-200 мкг [1-3]. Селен не міститься у хімічно оброблених продуктах: консервах та концентратах; рафіновані та термічно оброблені його містять вдвічі менше. Моно- та дисахариди виводять даний мікроелемент з організму. За даними вчених [4], найбільша кількість Селену накопичується у: люцерні, пирію повзучому, чистотілі, суниці лісовій, полину звичайному, лимоннику китайському, листі петрушки, конвалії, валеріани, листі та бруньках берези. В роботах науковців [1-3] зазначено, що дія Селену підтверджується лише в присутності вітаміну Е.

Аналіз стану забезпечення Селеном раціону харчування жителів України свідчить про зниження рівня споживання мікроелемента, що зумовлює необхідність створення функціональних харчових продуктів спеціального призначення, доступних широким верствам населення. Одним із дієвих способів профілактики селенодефіцитного стану є розробка та включення до раціону харчових продуктів, збагачених Селеном.[5]. Населення Полісся одне з найбільш постраждалих від наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції, проблема забезпечення достатнього споживання Селену в цьому регіоні дуже актуальна.

Важливим питанням подальших досліджень є визначення рівня накопичення Селену в різних органах рослин.

Список літератури:

1. Білецька Е.М. Біомікроелементи – селен, мідь та цинк у

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

- харчуванні населення промислово розвинутих територій / Е.М. Білецька, Н.М. Зубик // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. – Д., 2007. – С. 79-80.
2. Вплив на метаболічні процеси в організмі селеновісні біфітдодавок та перспективи їх використання/Лукашів О.Я, Бондар О.І., Грубінко В.В//Вісник проблем біології і медицини – 2 30 016 – Вип. 2, Том 3 (130) с.32
 3. Онул Н.М. Гігієнічна характеристика вмісту селену в об'єктах навколишнього середовища і організмі людини та його вплив на показники здоров'я населення екологічно несприятливого регіону: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. мед. н.: спец. 14.02.01 «Гігієна та профпатологія» / Н.М. Онул. – Д., 2008. – 19 с.
 4. Селен у довкіллі: еколого-гігієнічні аспекти проблеми : [монографія] / Е. М. Білецька, Н. М. Онул; ДУ "Дніпропетр. мед. акад. М-ва охорони здоров'я України". - Д. : Акцент, 2013. -291 с. -Бібліогр.: с. 251-291 –укр
 5. Current Knowledge on the Importance of Selenium in Food for Living Organisms: A Review/ Marek Kieliszek, Stanisław Włażejak// Molecules 2016, 21, 609; doi:10.3390/molecules21050609
www.mdpi.com/journal/molecules. С. 1-2, 4

УДК 598.1: 502/504](477.8)

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КЛАСУ ПЛАЗУНИ (*REPTILIA*) НА ЗАХІДНИХ ТЕРЕНАХ УКРАЇНИ

Шевчик Л.О., Когут В.В.

Тернопільський національний педагогічний університет
ім. В. Гнатюка

E-mail: shevchyklubov45@gmail.com, vp227473@gmail.com

Сучасні екологічні дослідження фауни є одними з найперспективніших напрямків у комплексному вивченні стану

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

тваринного світу, зокрема й герпетофауни. Завдяки чутливості до впливу факторів зовнішнього середовища та антропогенного впливу, плазуни є найкращим індикатором стану довкілля. Власне тому вивчення видового складу класу *Reptilia* та оцінка стану їхніх угруповань у Західній Україні є важливою складовою моніторингу стану довкілля [1].

Клас Плазуни (*Reptilia*) на території Західного Поділля у різні історичні періоди активно вивчали провідні науковці, серед яких: Марисова І. В. (1961), Пилявський Б.Р. (1983), Полушина Н.А. (1999), Барабаш О.В. (2002), Соболенко Л.Ю. (2014) та ін. Через погіршення стану зовнішнього середовища, спричиненого як інтенсивним веденням сільського господарства, а з лютого 2022р і російською навалою в Україні, на часі усестороннє вивчення герпетокомплексів, як у місцях бойових дій, так і у відносно спокійних регіонах. Тривала перерва у дослідницькій діяльності вчених (2002 – 2014 рр.) робить цю проблему особливо актуальною [2].

На теренах Західного Поділля зареєстровані 10 видів плазунів, що належать до 2 рядів, 3 родин і 7 родів, кількість та чисельність популяцій яких постійно змінюється [4]. Цю думку розділяє колектив авторів на чолі із Соболенко Л.Ю. Зокрема вони називають такі види як: веретінниця ламка (*Anguis fragilis*), мідянка звичайна (*Coronella austriaca*), полоз лісовий (*Zamenis longissimus*), ящірка прудка (*Lacerta agilis*), ящірка зелена (*Lacerta viridis*), ящірка живородна (*Zootoca vivipara*), вуж звичайний (*Natrix natrix*), вуж водяний (*Natrix tessellata*), гадюка звичайна (*Vipera berus*), болотна черепаха європейська (*Emys orbicularis*) [5].

Відомий австрійський зоолог Йозеф Ніколаус Лауренті у своїй праці «Specimen Medicum, Exhibens Synopsin Reptilium Emendatam cum Experimentis circa Venena» 1768 року, описав власні дослідження, які проводив у Західних регіонах України ще у XVIII ст., виявивши мідянку звичайну, полоза ескулапового, ящірку зелену, вужа водяного [7]. Останні роботи Гринчишина Т. Ю., 2021 доводять, що у східній частині ареалу, а саме в Україні та на сході Польщі поширений вид веретінниця колхідська

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

(*Anguis colchica*). Частіше за все вид мешкає у лісових біотопах й на узліссях та на межі лучних біотопів[2]. Сьогодні на окраїнах північно-східної та південно-західної частини західно-подільського регіону у лісових й вологих біотопах, на галявинах, болотах, торфовищах, на берегах річок мешкає ящірка живородна.

Вразливість герпетокомплексу плазунів можна простежити аналізуючи списки тварин Червоної книги України, зокрема у першому виданні (1980) виділено 6 видів, з яких статус «рідкісні» мають: геко́н кримський (*Mediodactylus danilewskii*), полоз леопардовий (*Zamenis situla*), полоз лісовий (*Zamenis longissimus*), полоз чотиризмуговий (*Elaphe quatuorlineata*). З статусом «зникаючий»: гадюка степова східна (*Vipera (Pelias) renardi*), жовтопуз безногий (*Pseudopus apodus*). Друге видання (1994) вже налічує 8 видів. Два із яких: полоз жовточеревий (*Dolichophis caspius*) та мідянка звичайна (*Coronella austriaca*) були внесені із статусом «вразливий». Ще три види поповнили список червонокнижних видів третього видання (2009), а саме: із статусом «вразливий» – ящірка зелена (*Lacerta viridis*), «зникаючий» – полоз візерунковий (*Elaphe dione*), статус «рідкісного» виду має гадюка нікольського (*Vipera nikolskii*). Таким чином, можна зробити висновок, що кожен десятий рік склад герпетофауни України стає біднішим.

Серед усього різноманіття вразливих видів плазунів для Західного Поділля описані: ящірка зелена (*Lacerta viridis*) та мідянка звичайна (*Coronella austriaca*) – у статусі «вразливі» види та полоз лісовий (*Zamenis longissimus*), як вид «зникаючий» [5]. Відповідно до особистих повідомлень Трипалюка Ю. Б. та Фаріона І. у Бережанському опіллі Західного Поділля фіксували три особини на околиці села Рогачин (особисті повідомлення Ю. Б. Трипалюка, 2018-2020) та одна на околиці села Волиця (особисте повідомлення І. Фаріона, 2020) [2].

Загрозою для процвітання, а можливо, і для існування плазунів на думку І.В. Загороднюка можуть бути: розширення антропогенних, що відбувається за рахунок знищення природних ландшафтів із подальшим використанням їх у господарській

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

діяльності; зростання темпів урбанізації окремих територій; розширення інфраструктури; браконьєрська діяльність; неконтрольовані та масові вирубки лісу. Сюди також слід віднести і вороже ставлення людини, а також масові поширення інвазійних видів[3]. Ці закономірності впливають на пришвидшення скорочення щільності й чисельності плазунів та вимирання багатьох популяцій; порушення ланцюгів живлення, що тягне за собою дестабілізацію екосистем, великі втрати незамінного генетичного матеріалу і, як наслідок, – екологічну кризу[6].

Варто наголосити, що для збереження біорізноманіття класу Плазуни (*Reptilia*), герпетофауна в Україні потребує особливої уваги з боку людини [4]. Саме тому подальші дослідження, згідно із М. П. Горват, Р. С. Данкович, М. Р. Данкович варто проводити у контексті: 1) здійснення систематичного моніторингу й спостереження за екологічним станом ареалу та чисельністю популяцій плазунів; 2) дослідження причин виникнення й розвитку можливих захворювань різного походження; 3) аналізу структурних морфо-анатомічних й паталогічних змін плазунів, спричинених екологічними чинниками; 4) здійснення об'єктивної діагностики проблем й добору ефективних способів їх завчасного вирішення; 5) надання охоронного статусу зникаючим видам; 6) зміни законодавства у бік екополітики; 7) збільшення кількості природньо-заповідних територій [5].

Таким чином, видове представлення класу *Reptilia* Західного Поділля є порівняно небагатим. Самі ж види, що проживають на цій території знаходяться не в найкращому стані, оскільки попри відсутність природоохоронного статусу, чисельність та ареали поширення окремих видів досить незначні, що може обумовити подальше скорочення чисельності і щільності популяцій плазунів. Не даремно вимогою сьогодення має стати якісний моніторинг та контроль за станом популяцій кожного регіонального виду.

Список літератури:

1. Барабаш О.В. Екологія земноводних та плазунів Опілля :

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

- автореф. дис. На здобуття наук.ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / О.В. Барабаш. Чернівці, 2002. 20 с.
2. Гринчишин Т. Ю., Бундзяк П. В., Площанський П. М. Спостереження лісового полоза *Zamenis longissimus* протягом 2012–2020 рр. / Знахідки видів рослин, тварин та грибів, що знаходяться під охороною, в Україні. (Серія: «Conservation Biology in Ukraine». Вип. 19.). Вінниця : ТВОРИ, 2020. С. 151–155.
 3. Загороднюк І. Динаміка біорізноманіття 2012 : збірник наукових праць. Луганськ : вид. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2012. 89с.
 4. Пилявський Б.Р. Нова знахідка ескулапового полоза у Тернопільській області / Б.Р. Пилявський / Вісник зоології: зб. наук. праць. 1983. № 2. С. 83-84.
 5. Соболенко Л. Ю., Некрасова О. Д., Сорокіна С. І., Мороз Л. М. Сучасний стан плазунів Західного Поділля. Український екологічний журнал, 2018. 8 (1).С. 706–711.
 6. Фауна України: охоронні категорії : довідник. 2-е вид., перероб. і доп. / О. Годлевська, І. Парнікоза, В. Різун, Г. Фесенко, Ю. Куцоконь, І. Загороднюк, М. Шевченко, Д. Іноземцева; за ред. І. Загороднюка. К.: Київський еколого-культурний центр, 2010. 80 с.
 7. Во Beolens, Michael Watkins, Michael Grayson. The Eponym Dictionary of Reptiles. Baltimore : JHU Press, 2011. 312 с.

UDC 547.638 + 311.37

DERIVATIVES OF UNSATURATED CARBONIC ACIDS IN ANIONARYLATION REACTIONS

**Zabolotna M. V., Chorna M. T.,
Petrushka B. M., Tulaidan H. M., Baranovsky V. S.**

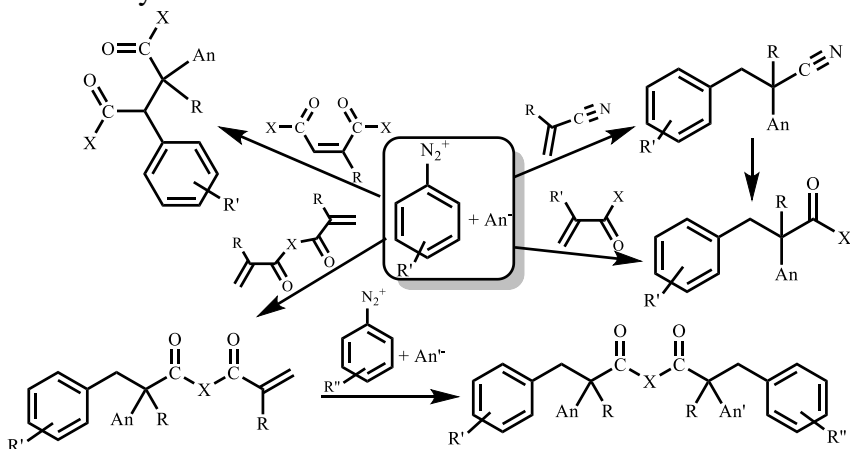
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
E-mail: baranovsky@tnpu.edu.ua

Meerwein and anionarylation reactions occupy an important place among multicomponent reactions involving diazo compounds.

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

The expansion of their synthetic capabilities can be carried out in several main directions: the study of new unsaturated compounds of various types (vinyl and allylic derivatives, unsaturated carboxylic acids and their derivatives, bisunsaturated compounds, aromatic and heteroaromatic systems); use of new arylating and anionoid reagents; construction of heterocyclic systems based on anionarylation products [1].

Among the wide range of unsaturated compounds studied in anionarylation reactions, derivatives of α,β -unsaturated mono- and dicarboxylic acids deserve special attention, the high reactivity and relative availability of which determined their priority status when choosing model systems in anionarylation reactions.



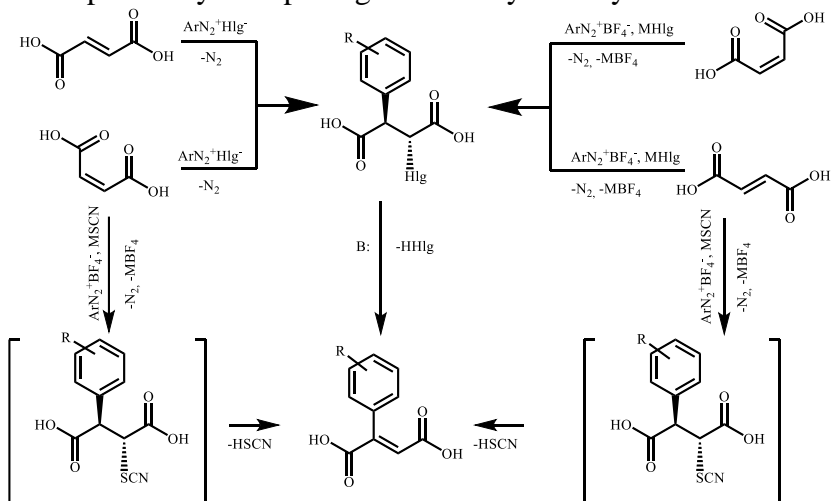
We have developed methods for the one-step synthesis of arylalkylic halides, sulfides, thio- and isothiocyanates, N,N-dialkyldithiocarbamates, O-alkyldithiocarbonates, O,O-dialkyl(diaryl)dithiophosphates based on derivatives of unsaturated acids, which are used as multifunctional reagents in organic synthesis.

One of the promising ways of expanding the synthetic possibilities of Meerwein and anionarylation reactions is the

**Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні
аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності
організмів**

introduction of unsaturated dicarboxylic acids and their derivatives. Anionarylation products based on these acids are of interest as bifunctional synthons for cyclizations and biologically active substances with a fairly high surface activity [2].

2-Chloro(bromo)-3-arylbutanedioic acids were synthesized by interaction of aryldiazonium halides and tetrafluoroborates with maleic acid and its anhydride under the conditions of Meerwein and anionarylation reactions. These acids, upon interaction with bases, are dehydrohalogenated to *trans*-2-arylbutenedioic acids, which are also formed under the thiocyanatoarylation reaction. In the studied conditions, no decarboxylation processes are observed, and in the case of using maleic anhydride the arylation and anionarylation reactions are accompanied by the opening of the anhydride cycle.



A feature of the reactivity of maleic and fumaric acids under the conditions of Meerwein and halogenarylation reactions is the dominant route of formation of anionarylated derivatives, which have an identical structure. Despite the spatial configuration of the starting unsaturated acids, the same

products are formed during the reaction, which indicates the *trans*-addition of an aryl radical and a halogen atom to a carbon-carbon double bond. In the case of maleic acid, the transformation of the substrate structure occurs at the stage of the arylalkyl radical, which is an intermediate intermediate of Meerwein and anionarylation reactions.

Our research has shown that 3-aryl-2-chloro(bromo)butanedioic acids are effective stimulators of seed germination and plant growth regulators. Now these compounds are used as a component of the complex organo-mineral fertilizer "Fulvohumin".

References:

1. Grishchuk B. D., Gorbovyi P. M., Baranovskyi V. S., Ganushak N. I. Catalytic and non-catalytic reactions of diazonium aromatic salts with alkenes in the presence of nucleophiles. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*. 2008. Vol. 6 (3). P. 16–32.
2. Hari D.P., Koenig B. The Photocatalyzed Meerwein Arylation: Classic Reaction of Aryl Diazonium Salts in a New Light. *Angewandte Chemie International Edition (English)*. 2013. Vol. 52(18). P. 4734-4743.

UDC 547.638 + 547.789

SYNTHESIS AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF 1,4-PHENYLENEBIS[2-O-ETHYLDITHIOCARBONATO-(2-METHYL)PROPANONITRILES]

¹ Mykolyshyn U. T., ¹ Pylpchuk N. A.,

¹ Symchak R. V., ² Yatsiuk V. M., ¹ Baranovskyi V. S.

¹ Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

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

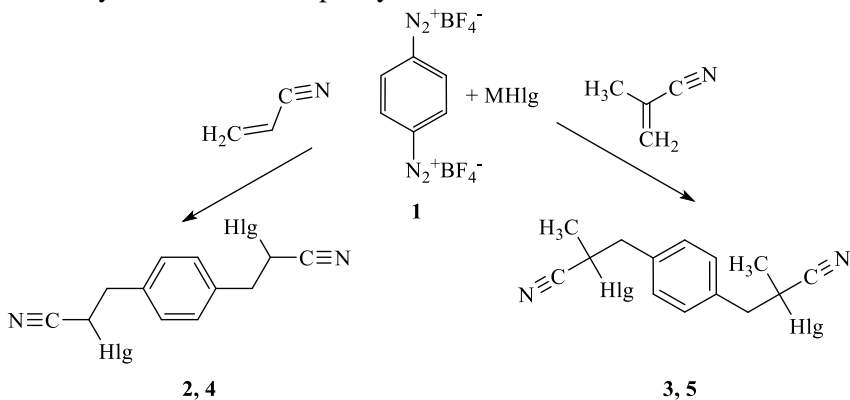
E-mail: baranovsky@tnpu.edu.ua

Nitriles of acrylic and methacrylic acids are among the first

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів

unsaturated substrates investigated in Meyerwein and anionarylation reactions. The presence in the structure of α,β -unsaturated nitriles molecules of two reaction centers – a double bond and a nitrile group determines the sufficiently high reactivity of such monomers in addition reactions [1, 2].

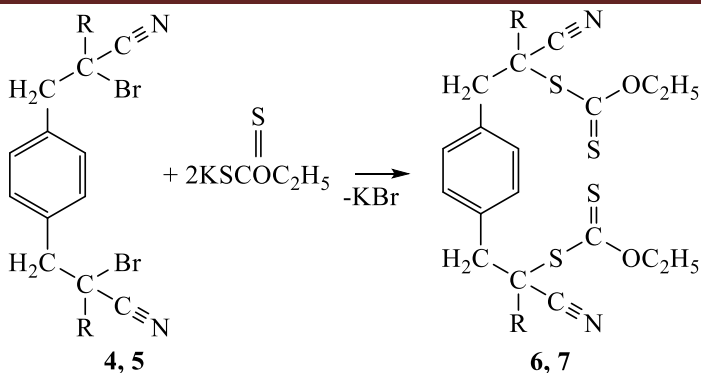
Taking into account the significant electron-accepting influence of the nitrile group on the activation of multiple carbon-carbon bonds of unsaturated compounds and with the aim of comparing the reactivity of nitriles of unsaturated carboxylic acids in anionarylation reactions, we investigated the halogenarylation of acrylonitrile and methacrylonitrile with 1,4-phenylenebisdiazonium salts.



2-5: Hlg = Cl (**2**, **3**), Br (**4**, **5**), M = K, Na

Bromoarylation products of nitriles of acrylic and methacrylic acids can also be used as substances for obtaining functionalized nitriles of carboxylic acids. In order to confirm the possibilities of synthetic use of these compounds, we implemented nucleophilic substitution of bromine atoms in 1,4-phenylenebis(2-bromo)-(2-methyl)propanonitriles **4**, **5** on the O-ethyldithiocarbonate group. The synthesis of 1,4-phenylenebis[2-O-ethyldithiocarbonato-(2-methyl)propanonitriles] **6**, **7** was carried out according to the following scheme:

Екологія та охорона навколишнього середовища. Прикладні аспекти адаптації та хімічні основи життєдіяльності організмів



4-7: R = H (4, 6), CH₃ (5, 7)

Nucleophilic substitution of the bromine atom in compounds **4**, **5** by an O-ethylthiocarbonate group occurs at 30°C in dimethylformamide. The yields of 1,4-phenylenebis[2-O-ethylthiocarbonato-(2-methyl)propanonitriles] **6**, **7** under the specified conditions are close to quantitative and amount to 92-97%.

We also conducted a study of 1,4-phenylenebis(2-chloro)-(2-methyl)propanonitriles) **2**, **3** under the conditions of the reaction of nucleophilic substitution of chlorine atoms on the ethyl xanthogenate group. However, as evidenced by the data of ¹H NMR spectra, the target O-ethylthiocarbonatonitriles are formed with insignificant (up to 30%) yields, which is due to the greater strength of the C-Cl bond compared to C-Br in chloronitrile molecules.

Thus, reactions of bromoarylation of unsaturated acids nitriles make it possible to obtain arylalkylic bromonitrile, which are convenient synthons for transformations in terms of the synthesis of other functionalized derivatives with highly reactive groups, in particular O-alkylthiocarbonate group. Therefore the possibilities of molecular design based on these compounds are quite diverse.

The antimicrobial properties of the synthesized compounds were studied, and the relationship between their structure and the degree of antibacterial and antifungal activity was established. It was found that 1,4-phenylenebis[2-O-ethylthiocarbonato-(2-methyl)propanonitriles] are characterized by effective antifungal

properties.

References:

1. Fleming F. F., Wang Q. Unsaturated nitriles: conjugate additions of carbon nucleophiles to a recalcitrant class of acceptors. *Chemical reviews*. 2003. Vol. 103(5). P. 2035-2078.
2. Grishchuk B. D., Gorbovyi P. M., Baranovskyi V. S., Ganushak M. I. Catalytic and non-catalytic reactions of diazonium aromatic salts with alkenes in the presence of nucleophiles. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*. 2008. Vol. 6 (3). P. 16–32.
3. Duez S., Bernhardt S., Heppekausen J., Fleming F. F., Knochel P. Pd-Catalyzed α -Arylation of nitriles and esters and γ -Arylation of unsaturated nitriles with $\text{TMPZnCl} \cdot \text{LiCl}$. *Organic Letters*. 2011. V. 13(7). P. 1690-1693.

РОЗДІЛ 7

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

УДК 374.147

**ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ
АТОМІВ У МОЛЕКУЛАХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН В
СТАРШІЙ ШКОЛІ**

Бойчик А.І., Гладюк М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка,

E-mail: nnglad@tnpu.edu.ua

Курс органічної хімії в сучасному його вигляді, що вивчається в старшій школі, вирішує ряд важливих навчально-виховних завдань. Серед них чи не найважливішим є його внесок у формування наукового світогляду учнів (пізнаваність, розуміння причинно-наслідкових зв'язків, діалектика процесу пізнання).

Органічна хімія як наука розглядає специфічне коло речовин і хімічних процесів, які визначають її місце в системі навчальних предметів середньої школи. Її зв'язок з неорганічною хімією визначається у використанні як опорних понять про будову атома, його електронегативність, електронну природу зв'язку. В неорганічній хімії різниця у властивостях речовин, утворених елементами різних груп Періодичної системи зумовлена не стільки будовою, скільки різним якісним складом. В ній майже не розглядаються сполуки однакового якісного складу, оскільки їх набагато менше. В органічній хімії такої різноманітності якісного складу немає, тому факти взаємного впливу атомів і груп атомів у молекулах, що пояснюються зміщенням електронної густини, стають об'єктами особливої уваги. З огляду на це пошук і реалізація шляхів формування поняття про взаємний вплив атомів в молекулах органічних речовин залишається актуальною проблемою.

Обговорення фактів взаємного впливу атомів в молекулах органічних речовин дає багатий матеріал для розумового розвитку учнів, сприяє формуванню таких прийомів розумової

Методика навчання природничих дисциплін

діяльності як порівняння, аналіз, синтез, пошук причинно-наслідкових зв'язків, узагальнення. На основі теоретичних уявлень учнів мають змогу не лише описувати і пояснювати структуру і властивості речовин, а й висловлювати судження прогностичного характеру, тобто виходячи з будови невідомої сполуки, робити висновок про її властивості та можливості застосування і навпаки. Таким чином зростає роль дедукції в навчанні, що особливо актуально в старшій школі.

Поняття про взаємний вплив атомів в молекулах є одним з положень теорії О.М. Бутлерова, яка виступає теоретичною базою всього курсу органічної хімії. На її основі формуються найважливіші поняття, тому освоєння методики вивчення даної теми варто розглядати у взаємозв'язку з курсом органічної хімії в цілому.

Формування поняття про взаємний вплив атомів в молекулах органічних речовин можна здійснювати на прикладі вивчення будь-якої групи речовин: вуглеводнів, оксигеновмісних чи нітрогеновмісних сполук. Це може бути здійснено як у формі викладу матеріалу вчителем, так і в процесі розв'язання завдань проблемного характеру, так і процесі виконання тестових завдань або письмових робіт.

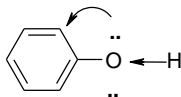
Наприклад, в процесі вивчення властивостей фенолу важливим є його порівняння з бенzenом та насиченими одноатомними та багатоатомними спиртами.

Завдання: Пропанол взаємодіє з металічним натрієм та не взаємодіє з натрій гідроксидом; гліцерол взаємодіє з металічним натрієм та купрум(II) гідроксидом; фенол взаємодіє з металічним натрієм та натрій гідроксидом. 1. Про посилення яких властивостей йдеться в даному випадку? 2. Які властивості ви являє фенол? 3. До якого класу речовин можна віднести фенол? 4. Яку іншу назву має фенол? 5. Чим пояснити посилення кислотних властивостей речовин в ряду: одноатомний спирт – багатоатомний спирт – фенол? Наведіть схему взаємного впливу атомів в молекулі фенолу. 6. Яких нових властивостей набуває фенол порівняно з бенzenом?

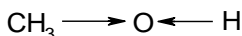
В процесі обговорення учні встановлюють, що на відміну від вуглеводневих радикалів феніл C_6H_5- відтягує до себе електрони атома Оксигену гідроксильної групи. Атоми Оксигену,

Методика навчання природничих дисциплін

в свою чергу, зміщують до себе пару електронів від атома Гідрогену. На ньому формується частковий додатній заряд і він стає більш активним, а фенол набуває кислотних властивостей.



Вуглеводневі радикали, на відміну від радикалу фенілу, зміщують електронну густину від себе до атома Оксигену гідроксильної групи. На ньому виникає частковий негативний заряд, в результаті чого електронна пара більшою мірою зміщується до атома Оксигену; Гідроген стає більш рухливим, а спирт набуває слабких кислотних властивостей.



Таким чином, радикали насичених вуглеводнів характеризуються здатністю відштовхувати від себе електрони, а радикал феніл C_6H_5- відтягувати її до себе.

Таким чином, упродовж роботи над темою дослідження, узагальнення досвіду роботи вчителів у старшій школі вдалось становити ефективні підходи до формування даного поняття про взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук. До найсуттєвіших з них можна віднести, зокрема, такі:

- встановлення внутрішньопредметних зв'язків з неорганічною хімією;

- використання принципу історизму при відображенні історичної обумовленості появи теорії О.М.Бутлерова, історії боротьби ідей, виникнення і спростування теорій (теорій радикалів, типів і т.д.) і побудови на цій основі проблемних ситуацій;

- розкриття бутлерівських ідей про будову органічних речовин, взаємний вплив атомів і встановлення зв'язку з електронною теорією та теорією просторової будови;

- визначення залежності властивостей речовин від їх будови. При цьому розкривають протиріччя пізнання органічних речовин, в якому критерієм істини є експеримент;

- використання унаочнення (моделей, відео, таблиць, можливостей комп'ютерних програм);

• важлива роль відводиться демонстраціям, практичним і лабораторним роботам.

Список літератури:

1. Гладюк М.М. Дидактичні матеріали з хімії. 10 клас. Тернопіль: Підручники і посібники, 2018. 96 с.
2. Величко Л.П. Органічна хімія: підруч. для 10-11 кл. хім профілю та з поглибл. вивч. хімії загальноосвіт. навч.закл. К.: ВТФ «Перун», 2013. 336 с.
3. Величко Л.П. Теорія і практика навчання органічної хімії у загальноосвітніх навчальних закладах: Монографія. К.: Генеза, 2006. 330 с.
4. Навчання хімії у старшій школі на академічному рівні: монографія/ Величко Л.П., Буринська Н.М., Вороненко Г.І., Лашевська Л.А., Титаренко Н.В. К.: Педагогічна думка., 2013. 216 с.

УДК 374.147

**ОРГАНІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ,
СПРЯМОВАНОЇ НА УСУНЕННЯ ПОМИЛОК В ПРОЦЕСІ
ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ ЙОННОГО ОБМІНУ**

Гладюк М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка,

e-mail: nnglad@tnpu.edu.ua

Під час вивчення властивостей електролітів, учні допускають багато помилок, зокрема під час складання рівнянь реакцій йонного обміну. Мета даної статті – з'ясувати причини появи таких помилок та запропонувати шляхи їх усунення. Названі прогалини в знаннях даються взнаки в разі продовження ними підготовки з дисциплін хімічного циклу в закладах вищого рівня. Знання причин появи помилок дозволить вчителю попередити їх шляхом вибору пізнавальної діяльності учнів, яка повинна бути різноманітною настільки, щоб розглянути поняття, що вивчається, з різних боків, в нових зв'язках та відношеннях.

Насамперед відзначимо, що в процесі вивчення теми «Розчини» під час вивчення основ теорії електролітичної

дисоціації речовин та їх поведінки як електролітів вводиться значне число нових понять, повідомляються нові відомості про сутність хімічних реакцій, які відбуваються в розчинах, поглиблюються знання про найважливіші класи неорганічних речовин, розширюються уявлення про йони, види хімічного зв'язку та вплив будови речовини на її властивості під час розчинення у воді.

Відзначимо ті типові помилки, яких припускаються учні в процесі складання рівнянь реакцій електролітичної дисоціації та йонних рівнянь за участю речовин різних класів.

1. До електролітів учні відносять всі речовини з йонним та ковалентним полярним зв'язком і складають рівняння дисоціації без врахування їх розчинності.

2. Помилки виявляються під час визначення назв йонів, визначення їх зарядів, ототожнення цих зарядів зі ступенями окиснення елементів, застосуванні індексів та коефіцієнтів під час написання рівнянь дисоціації речовин на йони та вираженні рівнянь реакцій в йонних формах. Учні не завжди повно і правильно характеризують йонний склад розчинів багатоосновних кислот та багатокислотних основ, що в подальшому утруднює визначення продуктів реакції нейтралізації залежно від кількостей вихідних речовин.

3. Серед необхідних умов для проходження реакції йонного обміну учні називають виділення газу. Причому як приклад наводять взаємодію цинку з розчином хлоридної кислоти або розчинів Na_2CO_3 і HCl . Перша з названих реакцій є окисно-відновною, а друга є результатом реакції розкладання, а не реакції йонного обміну.

Необхідність встановлення типових помилок в даній темі зумовлена тим, що електролітична дисоціація і знання її причин є теоретичною основою для вивчення підгруп елементів та їх сполук.

Для організації пізнавальної діяльності учнів, як правило, застосовуються завдання. Особливо важливими з них є ті, які спрямовані на недопущення помилок. Серед таких завдань можуть бути запитання, задачі, досліди, які об'єднані ідеєю багатоаспектного розгляду поняття і складають технологію для його засвоєння без помилок. Щоразу перед учнем постає

Методика навчання природничих дисциплін

необхідність вичленення в понятті, що вивчається, головного і нехтування другорядним.

Розглянемо можливі способи організації пізнавальної діяльності учнів за допомогою спеціально сконструйованих завдань, спрямованих на усунення та недопущення помилок під час засвоєння учнями суті реакцій йонного обміну, складанні молекулярних, повних та скорочених йонних рівнянь, визначенні складу солей під час реакцій нейтралізації.

Завдання 1

Проведіть реакції між розчинами електролітів та встановіть умови, за яких відбувається зміна йонного складу розчинів, що взаємодіють, тобто реакція проходить до кінця. Перевірте результати дослідів один в одного. Складіть рівняння реакцій, виразіть їх в йонних формах, сформулюйте висновок про суть реакцій йонного обміну.

CuSO_4 і NaOH ; Na_2S і $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; Na_2SiO_3 і HCl .

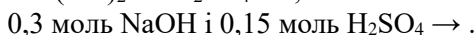
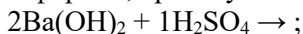
Наступні завдання спрямовані на формування вмінь учнів передбачати продукти нейтралізації.

Завдання 2

Обґрунтуйте, скільки видів солей може утворювати: а) H_3PO_4 ; б) $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Завдання 3

Складіть рівняння реакцій нейтралізації та виразіть їх в йонних формах, враховуючи кількості вихідних речовин:



Виконання даного завдання є основою для правильного розв'язання розрахункових задач, що ґрунтуються на реакції нейтралізації.

Завдання 4

Визначте склад і масу солі, що утворюється в результаті взаємодії 17,1 г барій гідроксиду з 10 г 49%-вого розчину сульфатної кислоти.

З врахування профілю класу можна скласти завдання подібного роду різної складності.

В двох наступних завданнях передбачено виконання «мисленого експерименту», при цьому учні працюють в парах, обговорюючи, чим слід керуватись при виконанні завдання,

Методика навчання природничих дисциплін

підтверджуючи свої міркування складанням рівнянь реакцій. Перевірка правильності виконання завдань здійснюється фронтально.

Завдання 5

Запропонуйте речовини, в результаті розчинення яких утворюються йони, що входять до складу морської води.

Завдання 6

В хімічний стакан, що містить розчин барій гідроксиду, занурені електроди приладу для випробування речовин на електричну провідність. З піпетки по краплинах до барій гідроксиду поступово додають розчин сульфатної кислоти до її надлишку.

Які явища будуть спостерігати в процесі виконання досліду? Поясніть їх, складаючи відповідні рівняння реакцій. Чи будуть спостерігатись такі самі явища, якщо сульфатну кислоту замінити хлоридною?

Отже, щоб домогтись добрих результатів в засвоєнні змісту теми, слід дотримуватись таких умов організації пізнавальної діяльності учнів:

1. Помилки краще попереджувати – для цього слід виявляти найбільш типові та встановлювати причину їх появи.

2. Слід сконструювати спеціальні варіативні завдання, які дають змогу закріплювати вивчений матеріал, попереджуючи помилки школярів, не викликаючи в них відчуття дискомфорту від одноманітності роботи, що виконується.

3. Завдання на попередження помилок та їх усунення повинні сприяти конкретизації понять, що вивчаються, в нових ситуаціях, не порушуючи цілісності системи вправ.

4. Доцільно формувати в учнів такі прийоми пізнавальної активності, які вони зможуть використовувати під час засвоєння заданої системи знань і застосовувати їх під час виконання відповідних завдань. Важливо забезпечити: а) активність учнів; б) адекватність діяльності, спрямованій на попередження та усунення помилок; в) спілкування з іншими учнями та вчителем, що сприяє обміну способами діяльності дій..

Список літератури:

1. Гладюк М.М. Хімія. Дидактичні матеріали. 9 клас. /М.М. Гладюк. Тернопіль: Підручники і посібники. 2018. 100 с.

2. Староста В.І. Навчання школярів складати й розв'язувати завдання з хімії: теорія і практика / В.В. Староста. Ужгород: УжНУ, 2006. 327 с.

УДК 372. 857

**ТЕХНОЛОГІЯ «МАЙСТЕРНЯ» У НАВЧАННІ
ПРИРОДНИЧИХ ПРЕДМЕТІВ**

Грицай Н. Б.

Рівненський державний гуманітарний університет

E-mail: grynat1104@ukr.net

На сучасному етапі природнича освіта в Україні однозначно потребує перезавантаження. З огляду на те, що зараз у школярів досить невеликий інтерес до предметів природничої освітньої галузі, постає потреба в перегляді та вдосконаленні форм, методів і технологій навчання природничих предметів, впровадженні інноваційних підходів до навчання, інтегруванні змісту різних природничих наук, ширшому застосуванні різноманітних цифрових технологій та ін.

У Новій українській школі маємо вибудувати таку природничу освіту, в якій кожен учень відчуватиме себе справжнім дослідником навколишнього світу.

Розробляючи методику навчання природничих наук, доцільно також враховувати досвід провідних країн, особливо тих, які займають перші позиції в міжнародному опитуванні учнів PISA.

Останніми десятиліттями відбувається «відродження» та новий виток розвитку багатьох технологій навчання, які виникли ще в минулому столітті. До таких технологій, окрім проектної, кейс-технології та ін., належить технологія французьких майстерень.

Саме 100 років тому у Франції створювались нові альтернативні школи, впроваджувалося навчання у формі творчих майстерень (французькою мовою – les ateliers).

Технологія «майстерня» ґрунтувалась на дослідженнях Поля Ланжевена (Paul Langevin), Анрі Валлона (Henri Wallon), Жана Піаже (Jean Piaget) та інших провідних французьких учених.

Зараз у цьому напрямі працюють М. Бараєр, М. Neumaier, S. Reboul, E. Vellas та ін.

В Україні технологію «майстерня» досліджували Л. Король, І. Мітіна, І. Кузьменчук, К. Нор, Г. Товканець, Н. Черв'якова, О. Шевченко та ін.

Попри тривалу історію застосування, основні положення технології «майстерня» виявилися актуальними і в Новій українській школі.

Мета статті: розкрити особливості технології «майстерня» та її переваги порівняно з іншими технологіями навчання.

Майстерню розглядають і як форму роботи учнів, і як технологію навчання.

Як одна з форм роботи (фронтальна, колективна, в парах тощо) майстерня дає можливість учням працювати разом без активної присутності вчителя. Йдеться не про те, щоб навчати лише в цій формі, а про те, щоб урізноманітнити спосіб навчання, щоб стимулювати в учнів бажання вчитися.

Як технологія майстерня має чіткий алгоритм реалізації, дотримання якого гарантує високий результат освіти.

Під час «проживання» у «майстерні» учні працюють індивідуально чи в групах, щоб розв'язувати реальні життєві проблеми, що стосуються певної теми, самостійно вибудовують свої знання.

Положення французьких майстерень суголосні з ідеями Нової української школи («майстерня надає кожному можливість просуватися до істини своїм шляхом» – побудова індивідуальної освітньої траєкторії; співпраця, співтворчість, спільний пошук тощо).

Французька нова освіта також ставила собі за мету відмова від рутини, розвиток винахідництва учнів під час вивчення природничих наук.

Науковці і педагоги руху GFEN (le Groupe français d'éducation nouvelle) [2] підготували низку книг, у яких представили свої погляди на впровадження технології «майстерня» та методику її застосування на уроках з природничих наук [3].

Учителі-майстри не ставлять завдання забезпечити учнів

Методика навчання природничих дисциплін

сукупністю знань та вмінь, а допомагають їм зрозуміти сам процес навчання, спонукають досліджувати, стимулюють їхню самостійність, співтворчість та співпрацю.

Технологія «майстерня» сприяє розвитку критичного й креативного мислення, комунікативних навичок учнів та вміння співпрацювати. Вона також допомагає забезпечити більш глибоке засвоєння матеріалу та розуміння навчальної програми.

Перевагами технології «майстерня» порівняно з іншими технологіями є:

- з погляду вчителів – урізноманітнення та варіювання практики навчання, щоб викладати по-іншому; сприяння закріпленню та корекції знань учнів; є можливості для педагогічного спостереження та аналізу вмінь учнів; запровадження педагогічної підтримки (надати учневі інструменти, щоб привести його до успіху, реалізації мети); сприяння взаємному навчанню учнів; встановлення «трикутного» посередництва (вчитель-навчання-учень); стимулювання в учнів бажання вчитися;

- з точки зору учнів – уміння зрозуміти по-іншому, бути самостійним, відчувати відповідальність, навчитися допомагати або отримати допомогу від друга, мати час тренуватися та експериментувати, працювати самостійно в своєму темпі, виділити час, щоб обдумати те, що робиш.

Названі особливості є сприятливими для природничої освіти. Справді, навчання природничих наук потребує реалізації дослідницького підходу, виявлення творчих здібностей учнів, аналізу фактів, порівняння та узагальнення інформації, що передбачено на різних етапах технології «майстерня» (індукція, самоконструкція, соціоконструкція, соціалізація, розрив, афішування, рефлексія). Робота учнів у майстерні є поетапною, структурованою, має конкретну освітню мету, і її не потрібно плутати з вільними заняттями чи іграми.

Під час вивчення біології ефективним є проведення таких майстерень, як «Квітка», «Плоди», «Клітина», «Різноманітність Покритонасінних», «Віруси», «Лабораторія генетиків» та ін.

Цікавими є майстерні з хімії: «Хімія – наука про прекрасне», «Типи хімічних реакцій», «Хімія запахів», «Гліцерин – представник багатоатомних спиртів» та ін.

Методика навчання природничих дисциплін

Майстерні можна організувати і під час вивчення фізики, зокрема з таких тем: «Конвекція», «Поле», «Механічні коливання», «Плавання тіл» та ін.

Важливим є інтегрування знань з різних природничих наук під час проведення майстерні. Це особливо актуально під час вивчення інтегрованих курсів природничої освітньої галузі в 5-6 класах та курсу «Природничі науки» в 10-11 класах.

Отже, технологія «майстерня» в Україні є перспективною інноваційною технологією, яка сприяє розвитку творчих умінь учнів і може ефективно використовуватися в шкільній природничій освіті.

Перспективи подальших досліджень убачаємо в детальному аналізі досвіду роботи майстерень навчання природничих наук у Франції та впровадження кращих практик в освітньому процесі Нової української школи.

Список літератури:

1. Грицай Н.Б. Використання технології «майстерня» у підготовці майбутніх учителів природничих наук. *Психолого-педагогічні проблеми вищої і середньої освіти в умовах сучасних викликів: теорія і практика: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції* (Харків, 31 березня – 2 квітня 2021 р.). У 2 томах. / Харк. нац. пед. ун-т імені Г. С. Сковороди. Харків: «Мітра», 2021. Т.1. С. 195–198.
2. Le Groupe francais d'education nouvelle. URL:<https://www.gfen.asso.fr/fr/accueil> (дата звернення: 29.04.2023)
3. Répondre aux défis éducatifs et sociaux de notre temps / Baraër Michel, Neumayer Michel, Reboul Sophie Vellas Etienne.2022. 208 p. URL: <https://www.chroniquesociale.com/pedagogie-formation/1310-education-nouvelle-l-100.html> (дата звернення: 29.04.2023)

УДК 374.147

**ХІМІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ
ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ СПОЛУК
ФЕРУМУ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ХІМІЇ**

Домановська Я.М., Гладюк М.М.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка,

e-mail: nnglad@tnpu.edu.ua

Одним із способів організації навчальної діяльності школярів є керування їх пізнавальною активністю. Як результат це розвиток особистості і основа для набуття життєвого досвіду. На сучасному етапі розвитку освіти йде мова про формування проблемного підходу при вивченні навчальних предметів.

Як відомо із багатьох сучасних джерел проблемне навчання – тип навчання в основі якого лежить особливий спосіб взаємодії учня та вчителя через систематичну навчально-пізнавальну діяльність по засвоєнню нових знань і навичок шляхом розв'язання навчальних проблем.

В наш час проблемне навчання має певні особливості. Самостійна проблемно-пошукова діяльність учня, яка займає основну частину тривалості уроку, робить навчання більш доказовим і сприяє перетворенню знань в переконання. Учні займаються діяльністю, властивій саме уроку хімії, а саме науково-дослідницькою. Проблемне навчання здійснюється в умовах наявності проблемної ситуації, готовності учня до пошуку розв'язку, можливості неоднозначного шляху розв'язання.

Аналіз науково-методичної літератури з проблеми дослідження показав, що кожна навчальна проблема може виражатися у вигляді запитання або завдання. Але не кожне запитання або завдання є проблемним: якщо запитання передбачає репродуктивну відповідь, воно не може вважатися проблемним; не будуть проблемними й експериментальні завдання, що потребують проведення дослідження на підставі відомих теоретичних положень. Запитання й завдання вважаються проблемними тоді, коли містять певні суперечливі дані, а отже, зумовлюють роздуми й пошуки, узагальнення, висновки, викликають інтерес, передбачають застосування

учнями здобутих знань і досвіду.

Аналіз методичної літератури засвідчив, що створювати проблемні ситуації та розв'язувати їх можливо за допомогою різних методів, а також із використанням різних видів хімічного експерименту – демонстрацій, лабораторних дослідів, практичних робіт. Досвід педагогів показує, що посилення дослідницької функції експерименту в навчанні хімії створює підґрунтя для його застосування у проблемному навчанні.

Інформаційні функції вчителя стають мінімальними, зате зростає роль його управлінської діяльності: він організовує дії учнів щодо усвідомлення проблеми, самостійного висунування ними гіпотез, по визначенню шляхів вирішення проблемного завдання, співвіднесення отриманих результатів з висунутими припущеннями і, нарешті, по їх узагальненню.

Розглянемо методичні аспекти застосування проблемних дослідів під час вивчення окремих типів шкільного курсу хімії. У коротких методичних вказівках щодо їх проведення звертаємо увагу на назву досліду, його мету, необхідні реактиви та обладнання, актуалізацію наявних знань, формулювання проблеми, висунення гіпотези, розв'язання проблеми, висновки.

Лабораторний дослід. Тема: добування і властивості ферум (III) гідроксиду та ферум (II) гідроксиду.

Мета: дослідити властивості і можливість добування ферум(II) та (III)гідроксидів.

Реактиви та обладнання: ферум(III) хлорид, ферум(II) сульфат, розчин натрій гідроксиду, штатив із пробірками. Пам'ятайте! Будьте уважними при роботі з лугами!

Актуалізація наявних знань для усвідомлення проблем. Учням з курсу хімії 9 класу відомі загальні властивості класів неорганічних сполук. У вступній бесіді вони відновлюють у пам'яті умови класифікації і хімічні властивості цих речовин.

Створення проблемної ситуації та формулювання проблеми.

Ферум, виявляючи ступені окислення +2 і +3, утворює два гідроксиди з певними характерними їм властивостями. За допомогою яких реакцій можна визначити йони феруму Fe^{2+} та Fe^{3+} ?

Ставиться проблема: за допомогою досліду перевірити,

якими властивостями вони відрізняються.

Висунення гіпотези. Учні передбачають що відмінність властивостей ґрунтується на будові атома і здатності віддавати певне число електронів при взаємодії з атомами інших елементів.

Розв'язання проблеми і висновки.

Дослід 1. Добування ферум(II) гідроксиду.

У пробірку з розчином ферум(II) хлориду об'ємом 2 мл додайте поступово розчин натрій гідроксиду до випадання осаду синьо-зеленого кольору. Складіть відповідні рівняння хімічних реакцій у йонних формах.

Дослід 2. Властивості ферум (II) гідроксиду.

Розділіть уміст пробірки разом з утвореним осадом на три частини.

Першу – залиште на повітрі, до другої – додайте 1 мл хлоридної кислоти, а до третьої – 1 мл розчину лугу. Що спостерігаєте? Чому в першій пробірці осад одразу змінив забарвлення із жовто-зеленого на бурий, у другій – розчинився, у третій – не розчинився?

У першій пробірці колір осаду ферум(II) гідроксиду змінився внаслідок його окиснення киснем повітря.

У другій – осад ферум (II) гідроксиду розчинився в хлоридній кислоті, прореагував з нею.

Що це доводить? Розчинення ферум (II) гідроксиду в кислоті підтверджує його основні властивості.

У третій – змін не відбулося, оскільки ферум(II) гідроксид не взаємодіє з основами, що так само свідчить про його основні властивості.

Дослід 3. Добудьте ферум(III) гідроксид. Розділіть вміст пробірки разом з утвореним осадом на дві порції. До однієї долийте 1 мл хлоридної кислоти, до іншої — таку саму кількість розчину лугу. Що спостерігаєте? Чому осад у пробірці з кислотою розчинився, а з лугом — ні? Складіть відповідні рівняння хімічних реакцій у йонних формах.

Учні пояснюють сутність пророблених дослідів, складають рівняння реакцій і доходять висновку, що розпізнати солі феруму можна за характерними реакціями. Відмінності в кислотно-основних та окисно-відновних властивостях сполук феруму(II) і феруму(III) пояснюються різними значеннями ступенів

окиснення Феруму в них.

Висновки.

1. Проблемні ситуації можливо створювати і розв'язувати за допомогою хімічного експерименту та експериментальних завдань.

2. Проблема ситуація виникає на основі виконання експерименту, що потребує теоретичного пояснення, або має теоретичний характер.

3. Систематичне виконання експериментальних завдань у поєднанні з їх теоретичним обґрунтуванням дає можливість більш глибокого проникнення в сутність інформації, що вивчаються, сприяє формуванню в учнів цілісного наукового підходу до вивчення хімії.

Список літератури:

1. Буринська Н.М., Величко Л. П. Викладання хімії у 10-11 класах загальноосвітніх навчальних закладів. К.: "Перун". 2002. 240 с.
2. Гладюк М. М. Дидактичні матеріали з хімії. 10 клас / М.М. Гладюк.– Тернопіль: Підручники і посібники, 2018.– 96 с.

УДК 378.016

**РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ
БАЗОВОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ СУЧАСНИХ ЗЗСО**

Єднороз І.І., Жирська Г.Я.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: yednoroz1996@gmail.com, gyrska@chem-bio.com.ua

Сучасна система освіти потребує радикальних змін в освітньому процесі, використання в інноваційній діяльності вчителя технологій, методів і засобів навчання, які сприяли б реалізації інтелектуально-духовного потенціалу учнів. Згідно Державного стандарту базової середньої освіти сучасна школа спрямована на «розвиток природних здібностей, інтересів, обдарувань учнів, формування компетентностей, необхідних для їх соціалізації та громадянської активності, свідомого вибору подальшого життєвого шляху та самореалізації, продовження

навчання на рівні профільної освіти або здобуття професії, виховання відповідального, шанобливого ставлення до родини, суспільства, навколишнього природного середовища, національних та культурних цінностей українського народу» [1]. Орієнтація на розвиток школяра як компетентної особистості, індивідуальності і активного суб'єкта пізнавальної діяльності може бути реалізована за діяльнісного підходу на основі побудови відповідної стратегії діяльності вчителя, який створює умови для самостійного дослідження, розвитку критичного мислення, самореалізації творчих сил учня в системі його взаємодії з іншими здобувачами. Цей підхід досить добре реалізується на уроках біології при застосуванні інтерактивних технологій навчання, на яких здійснюється оцінна діяльність, виявлення ставлення до певного факту або проблеми. Адже тоді учень не просто прослуховує матеріал, а й сам активно працює – намагається знайти логічне пояснення того чи іншого явища і пояснити своєму товаришу свою точку зору. Саме під час такого обміну думками в учнів формуються навички критичного мислення.

Останнім часом питання розвитку критичного мислення здобувачів освіти набувають значної ваги в сучасному суспільстві. Це пояснюється багатьма причинами, але насамперед інформаційним тиском і численними спробами інформаційного маніпулювання свідомістю громадян. Розвиток критичного мислення найбільш актуальний в часи інтенсивних соціальних змін, коли неможливо діяти без ефективного пристосування до нових політичних, економічних та інших обставин, без ефективного знаходження відповідей на запитання, значну частину яких неможливо передбачити. Тому надзвичайно важливо, щоб люди XXI століття вміли мислити критично.

Критичне мислення – це «особливий вид розумової діяльності, що дозволяє людині винести раціональне судження щодо запропонованої їй точки зору або моделі поведінки» [3, с. 12]. Тому критичне мислення виступає фундаментом сучасної освітньої системи, що зумовлює необхідність оволодіння стратегіями і навичками критичного мислення випускниками закладів загальної середньої освіти. Адже школяр, який уміє критично мислити, володіє різноманітними способами

інтерпретації й оцінювання навчальної інформації, здатен виділяти у ній протиріччя й типи наявних у ній структур, аргументувати свою точку зору, спираючись не тільки на логіку, але й на уяву автора певного тексту чи співрозмовника. Сучасне навчання біології не може ґрунтуватися на ставленні до неї лише як до фактологічної дисципліни, функція якої – правильний опис живих природних систем та біологічних явищ. Навчання біології завдяки критичному мисленню має допомогти школярам створити індивідуальну модель пізнання наукової картини світу. Під час вивчення біології особливо необхідною є здатність усвідомлювати закономірності живої природи на рівні ціннісного ставлення до неї, осмислювати місце й роль людини в природі, визначати сутність еволюції й суспільного прогресу, мінливості та спадковості, принципової можливості пізнання природи тощо [2].

Науковець О. Пометун характеризує розвиток критичного мислення як технології навчання, що безпосередньо пов'язана з інтерактивним навчанням. На думку О. Пометун, навчання за методикою розвитку критичного мислення стає продуктивним тоді, коли вчитель дотримується розв'язання двох основних проблем: визначає, якою повинна бути інформація, що сприяє розвитку критичного (аналітичного, творчого, усвідомленого) мислення; добирає метод (прийом, стратегію), який слід застосувати для ефективної реалізації обраної мети уроку [3, с. 46].

Проведене нами опитування здобувачів освіти в основній школі показало, що найбільше використовуються вчителями й захоплюють учнів на уроках біології такі методи і прийоми навчання: цікаві досліди (23%), пояснення вчителя (18%), робота в групах, розвивальні ігри і конкурси, творчі оригінальні завдання – по 14% відповідно, робота з гаджетами – 9%. З прийомів інтерактивного навчання найбільше подобаються опитаним учням наступні: «Вірю - не вірю» (14%), «Світлофор» (11%), «Коло висновків» (11%), «Нестандартна ситуація» (9%). Щодо використання методів розвитку критичного мислення, основою яких є обговорення певних проблем, життєвих ситуацій, вирішення ситуативних завдань тощо на уроках біології та інших предметів природничої галузі, то учні важко пригадували їх

прикладі, що свідчить про недостатню кількість таких способів діяльності.

Вважаємо, що ефективним у вирішенні освітніх завдань у процесі навчання біології в основній школі є створення умов вільної творчої діяльності, діалогічної ситуації, вільного спілкування, змістом яких є формування потреби аналізувати й критично оцінювати інформацію про біологічні явища та живі природні системи, яка міститься в будь-яких інформаційних джерелах. Такі умови, на наш погляд, можна створити шляхом включення у освітній процес творчих пізнавальних завдань, дискусійних методів і спеціальних прийомів критичного мислення. У творчих завданнях можуть використовуватися протиріччя в наукових фактах, протиріччя між життєвими уявленнями і науковими фактами, а також нові факти, яким важко знайти пояснення на основі наявних знань. Завдання інноваційного типу пов'язані з усвідомленням школярами нових для них фактів та ідей на основі загальних закономірностей і логічних умовиводів. До таких завдань належать: завдання на встановлення причинних зв'язків (наприклад, чому людина може без їжі обійтися кілька тижнів, без води - декілька діб, а без повітря - кілька хвилин?); завдання, що формують системне мислення (чому ссавці мають найскладнішу поведінку, порівняно з тваринами інших систематичних груп?); завдання на виявлення зв'язків між образною і словесною інформацією (чому шерсть піднімається від холоду, страху, стресу, тобто «стає дибки?»); завдання на встановлення цільових і причинних зв'язків (чому подушечки кінцівок ссавців не мають шерсті?); завдання на розвиток творчої активності (печінку називають «хімічною лабораторією», «продовольчим складом», «диспетчером організму»: що лежить в основі таких образних виразів?) та інші.

Цікавими для формування ставлень є методи «Три стільці Уолта Діснея», «Шість капелюхів Едварда де Боно» тощо. Під час застосування першого методу учні різнобічно обговорюють ситуацію, виконуючи послідовно ролі оптиміста, песиміста і реаліста. Мрійник мислить позитивно і продукує цікаві, навіть найбожевільніші, ідеї. Критик оцінює можливу небезпеку та ризик під час реалізації ідеї, перевіряє її на здійсненність. Реалісти перетворюють фантазію в здійсненну ідею, виділяючи

важливий принцип, властивість або аспект ідеї. За методу «шести капелюхів» також здійснюється різнобічне обговорення ситуації, що базується на різних способах не лише раціонального, але й емоційного, творчого мислення.

Список літератури:

1. Державний стандарт базової середньої освіти (2020). Режим доступу: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/.
2. Загальна методика навчання біології: навчальний посібник / І. В. Мороз, А. В. Степанюк, О. Д. Гончар та ін.; за ред. І. В. Мороза. К.: Либідь, 2006. 592 с.
3. Пометун О.І., Сущенко І.М. Навчасмо мислити критично. Посібник для вчителів. Д.: Видавнича група «ЛПРА», 2016. 144 с.

УДК 378.016:[612.017:159.944.4

**КУРС «ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ
АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ДО ДІЇ СТРЕС-ЧИННИКІВ» ДЛЯ
ОСВІТЬНОЇ ПРОГРАМИ МАГІСТРІВ СЕРЕДНЯ ОСВІТА
(БІОЛОГІЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ, ХІМІЯ)**

Жиденко А.О., Паперник В.В.

Національний університет «Чернігівський колегіум»
імені Т.Г. Шевченка

E-mail: zaa2006@ukr.net

Під час війни особливо загострюється дія стрес факторів для різних верств населення, з різними групами ризику як за віком, так і за місцезнаходженням. Особливо молодь, через свою активність і прагнення всім допомогти, стає найбільш вразливою до дії до стрес-чинників. Авторами встановлено [1], що в результаті війни рівень стресу серед українців значно підвищився, зокрема жінки більше страждають від стресу ніж чоловіки. Визначено, що рівень стресу корелюється обставинами, в яких опинилися українці, так найвищий рівень стресу встановлено у українців, які поїхали закордон до початку війни, мають близьких, які знаходяться в зоні активних бойових дій або приймають участь в активних бойових діях. Найнижчий рівень стресу мають ті українці, які знаходяться в Україні, в місцях де не

ведуться активні бойові дії, які не мають близьких, що знаходяться в зоні активний бойових дій.

Мета статті: показати необхідність запровадження курсу «Фізіолого-біохімічні механізми адаптації організму до дії стрес-чинників» для освітньої програми магістрів середня освіта (біологія та здоров'я людини, хімія), як вибірково або нормативну дисципліну на першому курсі магістратури. Магістри, майбутні спеціалісти, які прийдуть до шкіл, коледжів або залишаться в закладах вищої освіти повинні знати і розуміти фізіолого-біохімічні механізми адаптації організму до дії стрес-чинників, щоб допомогти собі та своїм учням, або студентам впоратись з негативними результатами їхнього впливу. Нами приводиться перелік тем цієї дисципліни:

1. Вступ до курсу «Фізіолого-біохімічні механізми адаптації організму до дії стрес-чинників». Предмет, мета, завдання та методи дослідження. Класифікація та аналіз екологічних факторів (абіотичних, біотичних, антропогенних), як стрес-чинників, відповідь організму на їх дію. Фізичні, біологічні, соціально-економічні фактори довкілля, екологічні кризи.
2. Психологічні і біологічні основи стресу. Концепція стресу Ганса Сельє. Три фази реагування організму: реакція тривоги, фаза опору (резистентності), фаза виснаження на будь-який стрес-чинник. Характеристика загального адаптаційного синдрому за Г. Сельє, який здійснюється з використанням трьох основних стресових осей: нервова вісь, ендокринні вісі (адренокортикальна, тиреоїдна, соматотропна). Фізіологічні прояви різних стадій стресу: еустрес, дистрес. Стратегія толерантності та динаміка адаптаційного процесу.
3. Види стресу: інформаційний, посттравматичний, фізіологічний, емоційний. Роль емоційного стресу у формуванні вищих адаптаційних реакцій організму. Близькі до «стресу» психічні стани: синдром емоційного вигорання, синдром хронічної втоми. Головні зміни регуляції при повторних стресових впливах. Адаптація до стресових ситуацій як фактор попередження стресових пошкоджень, профілактика стресонестійкості. Компенсаторна гіпертрофія. Перетворення компенсації в хворобу: пошкодження

внутрішніх органів, нервової системи. Перечень симптомів посттравматичних стресових розладів (ПТСР) людини.

4. Біологічна адаптація, її підрозділи. Акліматизація. Аклімація. Види адаптації: фізіологічні, структурні, адаптації поведінки. Біохімічна адаптація: основні механізми і стратегія. Гомеостаз, енантіостаз. Види біохімічної адаптації: компенсаторна і експлуатаційна; екстеріоризована та інтеріоризована (якісні і кількісні зміни метаболізму, осмотичного тиску). Основні стадії та загальна архітектура системного структурного “сліду” при адаптації до дії різних стрес-чинників, нейрогуморальна регуляція (НГР). Термінова та довготривала стадії адаптації, їх відмінності [3].
5. Гіпоксія. Термінова і довготривала адаптації до гіпоксії при зниженому барометричному тиску. Особливості метаболізму в умовах аноксії. Системний структурний слід і основні стадії адаптації до гіпоксії.
6. Адаптація до фізичних навантажень. Основні стадії та загальна архітектура системного структурного “сліду” при адаптації до дії фізичного навантаження. Рівень розвитку адаптаційних здібностей особистості, соціально-психологічної адаптованості; рівень адаптації організму до тренувальних навантажень у стані відносного м'язового спокою; діагностика стратегії поведінки у конфлікті, конфліктостійкість; профілактики стресонестійкості. Механізми адаптації серцево-судинної, дихальної та інших систем. Підтримка працездатності спортсменів, профілактика перетренованості та травматизму у спорті.
7. Кліматична адаптація: дія високих та низьких температур, рівня вологості на стан організму. Їх вплив на стан спортсмена у процесі тренувань та на змаганнях. Механізми термінової та довготривалої адаптації до дії високої та низької температури, їх нейрогуморальна регуляція [2].

Загальна кількість годин / кредити ЕКТС: 150 /5. Обсяг навчальної дисципліни денної форма: 40 годин аудиторних (з них: 22 години лекцій; 18 годин лабораторно- практичних занять), 110 годин самостійної роботи.

Список літератури:

1. Предко В.В., Сомова О.О. Вплив війни на зміну рівня стресу та стратегій збереження життєстійкості українців. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Психологія.* Том 33 (72) № 4 2022. С.89-98.
2. Физиология адаптационных процессов. М.: Наука, 1986. 635 с.
3. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. М.: Мир, 1988. 568с.

УДК 373.3.091.33-027.22:338.48-32:37.091.6

**ВИКОРИСТАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ПРИШКІЛЬНОЇ
ТЕРИТОРІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРИРОДНИЧИХ
ЕКСКУРСІЙ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ**

Коваль В. О., Кисла О.Ф.

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені
Т. Г. Шевченка

E-mail kovalchernihov@gmail.com
oshagro@ukr.net

Однією з форм організації освітнього процесу Нової української школи є уроки-екскурсії. Навчальні екскурсії не втрачають своєї актуальності з часу обґрунтування їх важливості класиками західноєвропейської педагогіки: Ж.Ж. Руссо, Ф. Фребель, М. Монтесорі. Сучасні методисти Т. Гільберг, С. Тарнавська, Н. Павич зазначають про необхідність створення умов впровадження екскурсій, «аби вони перетворились на регулярні загальнопізнавальні та розвивальні заняття. Ця робота важлива не лише в урочний час, а й з групами продовженого дня, де екскурсії призначені також для активного відпочинку школярів після уроків» [2]. Науковець Л. Сущенко наголошує, що уроки-екскурсії надають «оптимальну можливість для проведення спостережень, вивчення тіл і явищ природи в природних або штучно створених умовах, включаючи вправи з елементами пошукової й дослідницької діяльності, творчості, в основі яких має бути покладено діяльнісний підхід, який покликаний змістити акценти в освіті на активну діяльність

школяра» [3], та формування у них загальних та предметних компетентностей. Одним із чинників цього процесу є створення освітнього середовища. Метою статті є розкриття потенціалу пришкольньої території для проведення природничих екскурсій в початковій школі.

Пришкольня територію освітнього закладу може складатись з таких структурних компонентів, як: фізкультурний майданчик, навчально-дослідницька ділянка, географічний майданчик, газони, квітники, доріжки, додаткові приміщення, зелений клас. Більшу частину з перерахованих об'єктів шкільного майданчика можна використовувати для проведення уроку-екскурсії з інтегрованого курсу початкової школи «Я досліджую світ». Основним методом пізнання на такому уроці є спостереження. Спостереження - це цілеспрямоване, планомірне сприймання об'єктів навколишньої дійсності, яке підпорядковане конкретно-визначеним цілям і вимагає вольових зусиль [1]. У процесі спостереження учні отримують знання про природничі об'єкти та явища, вивчають їх взаємозв'язки, розвивають спостережливість, набувають певного чуттєвого досвіду сприймання, відбувається естетичне виховання. Тому необхідно важливу увагу приділяти облаштуванню пришкольньої території та підбору рослин. При цьому варто зважати на такі особливості:

По-перше, безпека дітей: на шкільному подвір'ї не повинно бути представників флори, які могли б негативно вплинути на здоров'я учнів, наприклад, отруйних, колючих рослин, рослин-алергенів.

По-друге, враховувати можливість використання об'єктів природи для забезпечення програмових досягнень учнів та реалізації принципу наочності.

І по третє: естетична краса природничих об'єктів, привабливий зовнішній вигляд рослин, гармонійне поєднання із загальним простором школи, що сприяє формуванню естетичного смаку дітей.

Підбір дерев для озеленення ділянки повинен давати потрібний матеріал для спостережень і мати гарний декоративний вигляд. Серед кущів, які використовуються для озеленення території, варто надавати перевагу декоративним, красивокутіучим, вічнозеленим представникам. При виборі

об'єктів рекомендуємо вибирати ті, які зможуть привернути дитячу увагу - це можуть бути як знайомі школярам рослини, типові для даної місцевості, так і інтродуковані (завезені) або спеціально насажені рідкісні або декоративні рослини. Проведення уроків на подвір'ї школи надає можливість учням наблизитись до природи, провести фенологічні і метеорологічні спостереження, перевірити народні прикмети, навчитись складати опис зоологічних і ботанічних об'єктів, дізнатись про важливість та практичне значення природи, виховувати моральні якості (турбота про птахів у зимовий період), прищеплювати любов до природи. Спостереження за природними об'єктами пришкольній ділянці сприяють накопиченню знань для уроків-узагальнень, дають яскраві враження для уроків мови та мистецтва, сприяють розвитку дослідницьких навичок та формують пізнавальний інтерес.

Важливим обов'язковим компонентом пришкольній ділянці повинні стати газони, які можна використати для проведення ранкового кола або організації відпочинку школярів на перерві або після уроків – діти можуть пограти в рухливі ігри, поспілкуватись з друзями. Біля них можна розташувати зони відпочинку (розмістити паркові лавки) і створити місця для усамітнення. Озеленення пришкольній ділянці має санітарно-гігієнічне значення. Прикрасою шкільної території є квітники. Творчий підхід у створенні квітників відіграє важливу роль у розвитку естетичного смаку учнів. Співпраця всіх сторін освітнього процесу (учнів, вчителів і батьків) у їх створенні сприяє згуртуванню колективу, формуванню навичок групової роботи, вміння домовлятись та приймати спільні рішення. Красива, вірно спланована пришкольня ділянці допомагає активному залученню її в освітній процес для ознайомлення молодших школярів з об'єктами природи рідного краю.

Спостереження та виконання завдань учнями в процесі екскурсій допомагає розкрити взаємозв'язки у природі, формує у молодших школярів причинно-наслідкові зв'язки та навички природоохоронної поведінки. Продовженням екскурсії може бути організація проєктної діяльності. Така робота викликає у дітей великий інтерес, сприяє формуванню загальних навичок.

Отже, природничі екскурсії як важлива форма організації

Методика навчання природничих дисциплін

навчання у початковій школі виконує освітню, розвивальну і виховну функції. Адже під час екскурсій відбувається накопичення чуттєвого досвіду, яскравих вражень, формується емоційно-ціннісне ставлення до світу, що є важливим для цілісного пізнання природи. Екскурсії мотивують дітей до пізнання навколишнього, сприяють розвитку пізнавальної активності, розширюють уявлення учнів про об'єкти природи, формують пізнавальний інтерес. Під час екскурсій розвиваються психічні процеси: спостережливість, увага, пам'ять, мислення, мовлення, формуються дослідницькі вміння, вміння бачити незнайоме у звичайних об'єктах. Важливе виховне значення екскурсій: виховання любові до природи рідного краю, моральних рис, почуття прекрасного. Заняття на свіжому повітрі мають також і оздоровче значення для учнів. Правильно спроектована пришкільна ділянка має потужний потенціал для організації природничих екскурсій учнів початковою школи з інтегрованого курсу «Я досліджую світ» та полегшує підготовку вчителя до даного виду роботи.

Список літератури:

1. Байбара Т. М. Методика навчання природознавства в початкових класах: Навчальний посібник. К.: Веселка, 2010, 334.
2. Гільберг Т., Тарнавська С., Павич Н. Методика навчання інтегрованого курсу «Я досліджую світ» у 1-2 класах ЗЗСО на засадах компетентнісного підходу: навч.-метод. посіб. Київ: Генеза, 2019..
3. Сущенко Л. О. Дидактичні засади формування дослідницької компетентності здобувачів початкової освіти у процесі навчання: результати дослідження. *Академічні студії. Серія «Педагогіка»*, 2022, 2: 42-49.

УДК 37.013.3:5]:140.8

**ЕНЕРГОІНФОРМАЦІЙНА ПЕДАГОГІКА НА ОСНОВІ
ПРИЧИННО-СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ**

Колесник М.О.

Національний університет «Чернігівський колегіум»
імені Т.Г.Шевченка

marynka-san@i.ua

У сучасний період система освіти проходить процеси трансформації, тому особливу актуальність набуває якісна підготовка вчителів та впровадження універсальної системи якості освіти на основі універсальної наукової картини світу. Потрібні нові підходи, що враховують призначення і унікальність людини і в той же час розвивають колективну свідомість, спираючись на знання про устрій світу і про закони природи. У розгляді сьогоденних реалій освіти, все більш стає очевидним факт тонкої підміни понять, який змінює порядок осмислення ролі справжнього педагога та вчителя у суспільстві.

Сучасна освіта повинна виконувати глобальне призначення у системі взаємодій «людина – природа», «людина – людина», «людина – колектив», «людина – суспільство», «людина – ноосфера», що призводить до цілісності та повноти еволюційного розвитку, а саме:

- сприяти розумінню мети та сенсу життя людини;
- формувати причинно-наслідковий світогляд, системно-логічне мислення, чуттєво-логічне сприйняття світу;
- сприяти моральному прогресу суспільства та розвитку ноосферного мислення;
- формувати полікультурну особистість;
- формувати ієрархію цінностей;
- враховувати біосоціальну природу людини у формуванні змісту освіти, спираючись на засади екоософії та біоетики.

Системна енергоінформаційна педагогіка передбачає формування шляху людини на основі її призначення та відповідно багатогранної взаємодії людини зі світом. Причинно-системний підхід, на основі якого розроблений зміст курсу,

Методика навчання природничих дисциплін

допомагає розглянути людину, як продукт системних відносин. Цей напрямок – один з практичних кроків впровадження основних ідей Концепції універсальної системи освіти України, яка була представлена до обговорення в 2019 році [1, 3].

Пропонується навчальний курс «Системна енергоінформаційна педагогіка». В змісті курсу 7 модулів.

Модуль 1. Енергоінформаційна педагогіка. Призначення людини. Поняття енергоінформаційної педагогіки. 7 рівнів прояву людини у світі та 7 сфер її життя.

Модуль 2. Причинно-системне виховання. Універсальний алгоритм законів природи в педагогіці. Теми-практикуми "Харизма вчителя", "Універсальна педагогіка мовою кінематографа".

Модуль 3. Вікова фізіологія з урахуванням причинно-системного підходу.

Модуль 4. Розвиток чуттєво-логічного сприйняття. Теорія та практика.

Модуль 5. Педагогічна системологія – нова системна дидактика. Теорія та практика (методика) навчання на основі причинно-системного підходу – моделювання освітніх систем.

Модуль 6. Теорія та практика міждисциплінарного синтезу на основі алгоритму універсальних законів природи. Розвиток нестандартного мислення.

Модуль 7. ПАЙДЕЙЯ – шлях розвитку. Практикум: індивідуальна мапа розвитку людини.

Енергоінформаційна педагогіка передбачає філософсько-світоглядну підготовку фахівця. Курс буде корисний молодим вчителям, викладачам і всім, хто шукає нові альтернативні шляхи в освіті.

Курс може бути запропонованим у складі системної роботи зі спеціалістами на платформах додаткової освіти для дорослих. Відповідно до законопроекту України «Про освіту дорослих» ЗВО повинні вчасно реагувати на виклики часу, тож пропонуємо формування Центру додаткової освіти дорослих на основі громадсько-державного партнерства, запровадження експериментальних програм формування цілісної універсальної наукової картини світу на засадах міждисциплінарного підходу.

Список літератури:

1. Колесник М.О. Методологія формування універсальної природничо-наукової картини світу у студентів природничих спеціальностей. *Збірник наукових праць «Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах»*. Класичний приватний університет. Запоріжжя. №64. 2019. С.41-46.
2. Колесник М.О., Поляков В.А. Моделювання наукової картини світу на основі універсального алгоритму всезагальних законів природи. *Всеукраїнський науково-практичний журнал «Директор школи, ліцею, гімназії» - Спеціальний тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору»*. №4. Кн. 2. Том III (85). К.: Гнозис. 2019. С.405-422.
3. Поляков В.А., Колесник М.О., Жиденко А.О., Жара Г.І., Лісогор Т.М. Концепція універсальної освіти України: базові положення та методологічні орієнтири (проект). *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Серія: педагогічні науки. Вип. 152. У2-х томах. Том 2*. Чернігів: ЧНПУ. 2018. С.203-214.

УДК 378.016

**ФОРМУВАННЯ МЕДІАКОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ
УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ**

¹Наталія Міщук, ²Галина Саска, ¹Вікторія Лукашевич

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Гусятинський фаховий коледж Тернопільського технічного
університету імені Івана Пулюя

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

Однією з загальних тенденцій світового розвитку є перехід до інформаційного суспільства. До числа найбільш значущих для людини (ключових) компетенцій Радою Європи віднесені компетенції, пов'язані з її життям в інформаційному суспільстві – володіння новими технологіями пошуку і обробки інформації,

розуміння доцільності їх застосування, здатність до критичного ставлення до розповсюджуваної по каналах ЗМІ різних за змістом та призначенням повідомлень, уміння захищатися від негативних впливів мас-медіа. Кожен громадянин повинен володіти медіаграмотністю, необхідною для активної й усвідомленої участі в житті медійного суспільства. Особливого значення вона набула в період широкомасштабної війни росії проти України, використання ворогом ПІСО – інформаційно-психологічної операції. Це дещо видозмінений переклад поняття *Psychological Operations, PSYOPS*. Значення, якщо максимально спростити, полягає в спланованій дії передачі конкретної інформації (дезінформація, пропаганда, перебільшення певної інформації або применшення іншої, диверсії в тилу, кібератаки), щоб вплинути на почуття, мотиви, критичне мислення людей і, зрештою, на діяльність уряду, організацій, груп чи індивідів.

Аналіз сучасного стану підготовки молоді до функціонування в інформатизованому суспільстві дає підстави вважати, що існує суперечність між необхідністю підвищення якості підготовки випускників шкіл до використання мас-медіа у подальшому житті (навчання, майбутній професійній діяльності тощо) та неготовністю вчителів до формування в учнів медіаграмотності [2; 5]. Підвищення рівня медіаграмотності вчителя, як складової його професійно-методичної компетентності, може підвищити ефективність навчання учнів з певного предмету в сучасній школі.

Для вирішення проблеми формування медіаграмотності фахівців загалом та педагогів зокрема важливе значення мають теоретичні і практичні розробки вітчизняних медіапедагогів Л. А. Найдьонової, О. Т. Баришпольця [2], В. Ф. Іванова [1; 3], К. М. Левківського [1], Г. В. Онкович [6] та ін. Науковці переконані, що медіаграмотність потрібна не лише школярам, але й дорослим, які повинні підвищувати свою медіакомпетентність у процесі самостійної медіаосвіти протягом усього життя.

Вивчення наукових публікацій [1; 3] дало підстави для висновку, що медіаосвіта педагогічних кадрів є проблемою державного рівня, а завдання підготовки висококваліфікованих педагогічних кадрів, які володіють необхідним рівнем медіакомпетентності, актуальне на всіх рівнях державної системи

педагогічної освіти (зклади передвищої фахової, вищої та післядипломної освіти).

На основі аналізу стану підготовки студентів у ЗВО, В. Д. Шарко констатує, що програми підготовки майбутніх учителів сьогодні орієнтовані на формування в них загальнокористувацької й загальнопрофесійної (базової) складових медіакомпетентності, а формування предметної складової медіакомпетентності є недостатнім для подальшого здійснення медіаосвіти учнів під час вивчення певного навчального предмету [7, с. 85].

З огляду на це вважаємо за доцільне впровадження елементів медіаосвіти у процес методичної підготовки майбутніх учителів природничої освітньої галузі. На нашу думку, зміст медіаосвіти у процесі методичної підготовки майбутніх учителів повинен включати контент, який забезпечить формування у педагогів таких компонентів предметної складової медіакомпетентності вчителя природничих наук:

- *знання*: про сучасні інформаційні системи, значимі для засвоєння змістовних ліній навчальних предметів біології, екології, хімії, фізики, географії й формування міжпредметних зв'язків; про основи створення засобів ІКТ; про сучасну педагогічну практику використання засобів ІКТ у процесі вивчення цих предметів; про основні мультимедійні та мережеві освітні ресурси, розміщені на різних Web-сайтах, та особливості методичних підходів до їх викладання в умовах дистанційного та змішаного навчання;
- *вміння і навички*: відбору технічних і програмних засобів ІКТ на основі педагогіко-ергономічної оцінки, використання яких доцільне у процесі навчання; створення власного мультимедійного контенту базовими засобами ІКТ та спеціальними інструментальними засобами на основі бібліотек, електронних наочних приладів та інших інформаційних джерел; використання засобів ІКТ для пізнання об'єктів, явищ та процесів живої та неживої природи, здійснення експериментальної діяльності з використанням можливостей комп'ютерного моделювання; керування за допомогою засобів ІКТ реальними об'єктами, лабораторними установками або експериментальними

Методика навчання природничих дисциплін

стендами, моделями різних об'єктів, явищ та процесів;

- *практичний досвід*: комп'ютерного моделювання природних процесів, надмірно швидких або повільних, неможливих або дорогих для відтворення в шкільних умовах; проведення віртуальних експериментів; керування навчальним, демонстраційним устаткуванням, що може бути з'єднане з комп'ютером; використання програмних засобів і апаратного обладнання для здійснення інформаційної діяльності зі збору, обробки, зберігання й передачі інформації під час здійснення біологічних, хімічних та фізичних експериментів (реальних і «віртуальних»); цифрової візуалізації інформації про досліджувані об'єкти, приховані в реальному світі, побудови на екрані графіків і діаграм, що описують динаміку досліджуваних закономірностей у природних системах.

Формування у педагогів таких компонентів предметної складової медіакомпетентності вчителів природничої освітньої галузі можливе за умови включення до обов'язкового компоненту професійної підготовки освітньо-професійних програм спеціальностей 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 014.15 Середня освіта (Природничі науки), зокрема до навчальних дисциплін «Методика навчання біології та основ здоров'я», «Методика навчання хімії», «Методика навчання фізики», «Методика навчання природничих наук (інтегрованих курсів)», а також до вибіркового компоненту професійної підготовки навчальної дисципліни «Медіаосвітні технології у навчанні природничих дисциплін» на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти. Навчальний предмет «Медіагігієна педагога» вибіркового компоненту професійної підготовки пропонується здобувачам другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Список літератури:

1. Левківський К. М., Іванов В. Ф. та ін. Навчальна програма «Медіаосвіта (медіаграмотність)» (для слухачів курсів підвищ. кваліфік. педагог. і науково-педагог. працівників). К., 2011. 97 с.
2. Медіакультура особистості: соціально-психологічний підхід: Навчально-методичний посібник / За ред. Л. А. Найдьоновой, О. Т. Барішпольця. К.: Міленіум,

2010. 440 с.
3. Медіаосвіта та медіаграмотність / В. Іванов, ред.-упорядн., О. Волошенюк. К.: Центр вільної преси, 2012. 352 с.
 4. Мішук Н. Й. Професійно-методична компетентність у контексті педагогічної діяльності вчителя біології Вища освіта України. *Темат. випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору»*. Дод. 2 до № 3, том II (27). 2011. С. 540–545.
 5. Мішук Н. Й., Жирська Г. Я., Степанюк А. В. Медіаграмотність у структурі професійно-методичної компетентності вчителя біології. *Критичне мислення в епоху токсичного контенту*: Зб. статей 8-ї міжнарод. наук.-метод. конф. К.: Центр Вільної Преси, Академія української преси, 2020. С. 186-192.
 6. Онкович Г. В. Технології медіаосвіти. *Вища освіта України*. 2007. № 3. Д. 3 (т.5). С. 357–363.
 7. Шарко В. Д. Медіакомпетентність як складова методичної підготовки вчителя та її діагностування. *Інформаційні технології в освіті*. 2012. № 13. С. 84–90.

УДК 371.3

ФОРМУВАННЯ МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ ДО НАВЧАННЯ ЗАСОБАМИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ З БІОЛОГІЇ

**Москалюк Н.В., Кравець М.Я., Іванишин В.А., Ярема А.Р.,
Карач З.А.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: natalen29@gmail.com; viktoria031093@gmail.com;
paligvia@gmail.com

На сьогоднішній день, важким випробуванням для усіх учасників освітнього процесу є збройна агресія російської федерації. Робота і навчання в умовах воєнного стану, часті тривоги, онлайн і дистанційне навчання вимагає від освітніх організацій якісного освітнього процесу з використанням цифрових технологій. Викладачам ЗВО необхідно пристосовуватися і враховувати умови, які докорінно змінюють

організацію освітнього процесу, а також сприяють розвитку здібностей, розкриттю потенціалу особистості. З метою оптимізації освітнього процесу, стимулювання інтересу до навчання та розвитку мотивації у студентів рекомендуємо використовувати мобільні технології під час організації освітнього процесу в умовах запровадження воєнного стану.

Аналіз науково-методичної літератури засвідчив, що особливості використання засобів мобільних технологій досліджують такі науковці, як І. Безкровний, К. Бугайчук, В. Варченко, Н. Макарова, С. Семеріков, В. Ткачук, А. Труш, а педагогічні аспекти проблеми комп'ютеризації навчання знайшли втілення в працях Г. Захарової, І. Онищенко, О. Павлик, Н. Тализіної, В. Тихомирова та ін. І. Безкровний запевняє, що впровадження мобільних технологій є переконанням в тому, що наша держава поступово виходить на новий сучасний етап. Якщо раніше навчання було лише сфокусовано на «проблемі» й головним був предмет навчання, то зараз воно більшою мірою орієнтується на учня, на його індивідуальні особливості та безперервність у навчанні [1, с. 303].

На думку Н. Морзе, мобільні технології сприяють більш вдалому забезпеченню зворотного зв'язку під час навчання, допомагають зробити навчання більш цікавим, інтенсивним та ефективним за рахунок реалізації можливостей медіа освітніх систем до дієвого і наочного подання навчального матеріалу [2, с. 96].

За визначенням ЮНЕСКО, навчання, яке реалізується із застосування мобільної технології, окремо, чи спільно з іншими інформаційно-комунікаційними технологіями, визначено як «мобільне навчання (м-навчання)», або «mobile learning (m-learning)» [3].

Узагальнивши літературні джерела, ми дійшли до думки, що поняття «мобільні технології» – це технології навчання, що базуються на використанні мобільних пристроїв (телефони, смартфони, планшети), мобільні застосунки (Google Play, App Store) та засоби мобільного зв'язку (Bluetooth, WiFi) у освітньому процесі.

У сучасному світі практично у кожного здобувача освіти є мобільний пристрій, який студенти використовують не тільки для

Методика навчання природничих дисциплін

спілкування в соціальних мережах чи розваг, але й для навчання. За допомогою мобільного телефону можна відкривати і створювати різні файли, мати доступ до навчальних і довідкових ресурсів, в будь-який зручний час і в будь-якому місці, навіть за тисячі кілометрів від навчального закладу чи домівки самостійно готуватися до занять і навчатися. Отже, основні переваги застосування мобільних додатків:

- ✓ мобільність та доступність (можливість застосування в будь-який час та місці);
- ✓ компактність і швидкість (невеликі розміри і можливість швидко передати інформацію);
- ✓ гнучкість і безперервність (можливість створювати власні розробки і постійний доступ до усіх джерел інформації).

Окрім переваг є і ряд недоліків використання мобільних додатків, а саме:

- ✓ висока вартість технологій;
- ✓ обмежені розміри екрану і об'єми пам'яті;
- ✓ залежність від доступу до мережі Інтернет в закладах освіти чи в мобільних пристроях користувачів;
- ✓ відсутність розроблених методик використання мобільних технологій в освітньому процесі;
- ✓ залежність і відсутність самоконтролю і самокерування користувачів пристроями.

У вільному доступі в мережі Інтернет існує велика кількість різноманітних мобільних застосунків, сайтів, що можуть ефективно сприяти освітньому процесу з біології і мотивувати студентів до навчання. Рекомендуємо деякі мобільні додатки, які можна використовувати під час навчання для мотивації студентів, а саме:

- ✓ *ЕкоЗагроза* (додаток, який містить дані моніторингових систем та інформацію щодо екологічних загроз, спричинених злочинними діями російських окупантів);
- ✓ *«Центр екологічних ініціатив Екодія»* (додаток про локальні інциденти забруднення);
- ✓ [SaveEcoBot](#) (додаток, який показує виникнення пожеж в екосистемах унаслідок бойових дій);
- ✓ *Ecoinspector2* (додаток, який фіксує звернення із екологічною проблемою);

Методика навчання природничих дисциплін

- ✓ «Сортуй» (додаток про сортування сміття);
- ✓ *Українабезсміття* (додаток, який містить інформацію про сортування сміття);
- ✓ [PhET](#) (додаток для інтерактивного моделювання природних явищ);
- ✓ *Offline Biology Dictionary* (безкоштовний додаток «Біологічний словник», який пояснює значення слів);
- ✓ [iNaturalist](#) (додаток орієнтований на дослідження об'єктів природи);
- ✓ *PlantNet Plant Identification* (додаток, який дозволяє ідентифікувати та знайти назви і види більшості садових і дикоростучих рослин);
- ✓ [Trees PRO HD](#) (інтерактивна енциклопедія найпоширеніших дерев);
- ✓ *Leafsnap* (додаток, який дозволяє розпізнавати дерева);
- ✓ [Creatures of Light](#) (додаток, який дозволяє розпізнавати види грибів, риб і рослин);
- ✓ *Tinybop* (додаток, який допомагає при вивченні ботаніки);
- ✓ [eBird](#) (онлайн-база птахів з різних куточків світу, в яку кожен може вносити результати власних спостережень за птахами);
- ✓ *Плазуни і Земноводні України* (додаток з фото, описами та звуками усіх видів плазунів та земноводних України);
- ✓ [Seek](#). (додаток, який ідентифікує рослини чи тварин);
- ✓ *ArBook* (додаток, який містить експерименти з усіх розділів біології);
- ✓ *TamLabBody* (3D додаток з анатомії);
- ✓ *Anatomy 4 sculptors* (3D-атлас);
- ✓ «*Біологія поведінки людини*» (лекції професора Стенфордського університету Роберта Сапольськи);
- ✓ *айМолекула: Біологія ДНК* (додаток, який знайомить з структурою і функціями ДНК та РНК молекул).

Мобільні технології є сучасним засобом, який сприяє формуванню вмотивованого до навчання, активного, творчого, компетентного фахівця, що вільно володіє і вміє користуватися і застосовувати сучасні мобільні засоби і навчається упродовж життя.

Список літератури:

1. Білоус В. В. Мобільні додатки для навчання математики як засіб підвищення мотивації учнів молодшої школи. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2017. № 3. С. 303–309.
2. Морзе Н. В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій. Київ: Видавнича група BHV, 2008. 352 с.
3. Рекомендації UNESCO щодо політики мобільного навчання. URL: https://www.futureschool.online/post/unesco_tools/ (дата звернення 26.04.2023).

УДК 37.036–0534:78

**ФОРМУВАННЯ У ШКОЛЯРІВ SOFT SKILLS У ПРОЦЕСІ
ВИВЧЕННЯ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ
ГАЛУЗІ**

Степанюк А.В., Розводовська Л.В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: alstep@tnpu.edu.ua; ludarozvod@gmail.com

В сучасному мінливому світі, який передбачає наявність варіативних моделей освітньої системи, активне впровадження штучного інтелекту (CHAT GPT), все більшої актуальності набуває проблема формування метапредметних, особистісно значущих знань і вмінь здобувачів освіти. При цьому, сучасна освітня практика свідчить, що найбільш соціально адаптованими виявляються люди, що володіють не сумою академічних знань, а сукупністю особистісних якостей: ініціативності, підприємливості, творчого підходу до справи, вміння приймати самостійні рішення. Тобто, у світі, що постійно змінюється, людина повинна володіти гнучкістю та здатністю до адаптації, щоб працювати разом з іншими, швидко вирішувати проблеми та приймати ефективні рішення. Soft skills або м'які навички відіграють невід'ємну роль у формуванні майбутньої кар'єри учнів, дозволяючи їм швидко адаптуватися до постійних змін.

Проведений аналіз як нормативних документів, так і досліджень сучасних науковців [1;4] дозволяє констатувати, що

Методика навчання природничих дисциплін

для ключових компетентностей здобувачів освіти спільними є наскрізні вміння учнів (м'які навички). Дослідники виділяють 11 наскрізних умінь: читання з розумінням; висловлення власної думки; критичне та системне мислення; творче мислення; ініціативність; логічне обґрунтування позиції; конструктивне керування емоціями; оцінювання ризиків; ухвалення рішень; розв'язування проблем; співпраця з іншими. Завдяки цим умінням людина здатна працювати в команді та легко вирішувати проблеми, пов'язані з роботою. Це особистісні риси, які забезпечують ефективну взаємодію у компанії людей. Soft skills включають як лідерство, комунікацію, активне слухання, вміння використовувати невербальне спілкування так і вміння критично мислити. Тобто, до її складу входить великий спектр навичок необхідних сучасному людству, тому їх важливо розвивати в підростаючого покоління при вивченні предметів природної галузі [5].

Контент-аналіз сутності ключових компетентностях засвідчує, що їх структурними компонентами є такі навички, як критичне мислення, аналітичне мислення, вирішення проблем, творчість, робота в команді, вміння спілкування, прийняття рішень, саморегуляція, стійкість, емпатія, повага до різноманітності. Тому, **метою** нашого дослідження є вивчення можливостей, шляхів і засобів формування у школярів soft skills у процесі вивчення природничих наук у закладах загальної середньої освіти Для оцінки якості реалізації проблеми на рівні педагогічної діяльності ми провели анкетування учителів. В опитуванні взяли участь 106 учителів біології, хімії, фізики.

Результати анкетування засвідчили, що усі респонденти (100%) використовують завдання на формування критичного та аналітичного мислення в процесі вивчення навчальних предметів природничої галузі. Активно використовують такі завдання на уроках 83,02 % учителів, в позаурочній роботі – 67,92%; у позашкільній роботі – 18,87%. Переважна більшість учителів (92,45%) ставить за мету уроку формування логічних умінь школярів – вміння порівнювати, аналізувати, узагальнювати. На запитання «Чи ставите Ви за спеціальну мету уроку формування в учнів вмінь критичного мислення?» 39,62% учителів відповіли «Ні». Це свідчить про недостатню увагу до формування цього

Методика навчання природничих дисциплін

важливого компоненту навчальної компетентності здобувачів освіти. Для формування уміння спостерігати переважна більшість учителів організовує самостійні спостереження учнів, попередньо обговорюючи план спостереження – 86,79 %. Незначна частина вчителів дає завдання, що вимагають спостереження без попереднього обговорення плану спостереження. Лише чверть вчителів вважає, що формують уміння спостерігати шляхом організації спостереження за діяльністю учителя. Незважаючи на те, що процес вивчення предметів природничої галузі, безумовно, передбачає формування логічних висновків, 9 вчителів (8,49 %) зауважили, що цього не роблять. Причинами цього були названі нестатня кількість часу на уроці. Лише один учитель головною причиною вважає те, що немає достатньої методичної підготовки та навчально-методичного забезпечення. 43,40 % учителів зосереджують увагу на формуванні в учнів вміння спілкування.

Результати анкетування показали, що учителі використовують завдання на формування критичного мислення на різних етапах уроку. Найчастіше це відбувається у ході лабораторних робіт – 83,96 % та при вивченні нового матеріалу – 83,02%. Значна частина учителів – 59,43 % використовують ці завдання для актуалізації опорних знань та мотивації навчальної діяльності. Із них: 15,09 % використовують їх часто, а 44,34 % – рідко. Також учителі рідко використовують завдання на формування у школярів критичного мислення на етапі перевірки домашнього завдання – 30,19 %. Висновки за результатами досліджень найчастіше формуються спільно вчителем та учнями – так відмітили 84,91% респондентів. Однак, 7,55 % учителів самі формують висновки з проведених дослідів.

З метою вивчення думок вчителів щодо способів розвитку у школярів soft skills ми провели бесіди з учителями. Їх результати засвідчили, що вчителю, першу чергу, важливо мотивувати учнів шукати кілька потенційних відповідей на будь-яку дилему, зосереджувати їх увагу на досвіді, а не на помилках або ж на перевагах подій, а не на їх недоліках. Ці заходи сприяють, в першу чергу, розвитку гнучкості та адаптивності в учнів загальноосвітньої школи. Для формування критичного та аналітичного мислення вчителю потрібно: навчати учнів аналізувати, формувати власну думку, вміння вирізняти серед

великої кількості інформації правдиву від фейкової новини чи певних повідомлень. Розвиток творчого мислення є запорукою формування в учнів здатності до пошуку нетрадиційних рішень, задля цього необхідно у роботі використовувати завдання творчого характеру, наприклад, створити лепбук, мудборд, виготовити своїми руками квіти із бісеру, гофрованого паперу, фоамірану чи фетру, створити флораріум і т.д [3]. Для формування та розвитку soft skills доцільним є застосування таких вправ, як: «Мозковий штурм», «Мікрофон», «Сенкан», «Коло ідей», «Акваріум», «Займи позицію», «Ажурна плитка», «ПРЕС» та ін., можливе використання проблемного навчання, проектної та ігрової діяльності, навчання у співпраці, кейс-методу, рольового моделювання та сучасних цифрових технологій [2, с. 38]. Отже, проблема формування soft skills отримала часткове опрацювання на такому рівні конструювання змісту природничої освіти, однак вона потребує подальшої конкретизації та впровадження на рівень особистісного надбання.

Використана література:

1. Паламарчук В. Ф. Як виростити інтелектуала. Тернопіль: «Навчальна крига – Богдан», 2000. 152 с.
2. Полонська Т. К. Розвиток навичок майбутнього (soft skills) – нові виклики перед українською школою. Міжнародна наукова конференція *The combination of theory and practice, experience and perspectives*. 2021. С.36-38.
3. Поради для розвитку soft skills: готуємо дітей до життя після школи. Веб-сайт: На урок. URL: <https://naurok.com.ua/post/poradi-dlya-rozvitku-soft-skills-gotuemo-ditey-do-zhittya-pislya-shkoli> (дата звернення: 29.03.2023).
4. Степанюк А. В. Формування цілісних знань школярів про живу природу: монографія. Вид. 2-ге, переробл.й доповн. Тернопіль : Вид-во «Вектор», 2012. 228 с.
5. Soft skills: чому ці навички такі важливі сьогодні? Веб-сайт: Inovecs. URL: <https://jobs.inovecs.com/uk/blog/soft-skills-vazhlyvi-syogodni> (дата звернення: 29.03.2023).

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Матеріали

**ТЕРНОПІЛЬСЬКІ БІОЛОГІЧНІ
ЧИТАННЯ –**

TERNOPIL BIOSCIENCE – 2023

VII Міжнародна науково-практична конференція,
присвячена 100-річчю від дня народження
відомої вченої-ботаніка, завідувача кафедри ботаніки,
к.б.н., доц. Валентини Омелянівни Шиманської
(11 – 13 травня 2023 р., м. Тернопіль)

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

Підписано до друку 5.06.2023 р.
Формат 60x 84/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний 70 г/м². Друк електрографічний.
Умов.-друк. арк. 11,86. Обл.-вид. арк 9,22.
Тираж 100 примірників. Замовлення № 04/18/1-26.