

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

## **БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – 2022**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

*За матеріалами  
XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції  
від 10–11 жовтня 2022 р.*

Житомир  
Видавець ПП «Євро-Волинь»  
2022

УДК 577  
Б 63

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету  
імені Івана Франка (протокол №20 від 28 жовтня 2022 року)*

**Рецензенти:**

**Бордюк Наталія** – доктор педагогічних наук, професор, директор комунального закладу позашкільної освіти «Обласний еколого-натуралістичний центр» Житомирської обласної ради  
**Дунаєвська Оксана** – доктор біологічних наук, доцент, завідувач фармацевтично-лабораторного відділення Житомирського базового фармацевтичного фахового коледжу Житомирської обласної ради  
**Шапран Юрій** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри біології, методології і методики навчання Університету Григорія Сковороди в Переяславі

**Біологічні дослідження – 2022: збірник наукових праць. Житомир :**

Б 63 ПП «Євро-Волинь», 2022. – 300 с.  
ISBN 978-617-7992-40-9

У збірнику представлено результати теоретичних, прикладних та науково-методичних досліджень з біології та суміжних галузей. Висвітлено широкий спектр біологічних проблем і перспектив наукової пошуку. Видання буде корисним здобувачам освіти, педагогам, науковцям, натуралістам-аматорам.

**Редакційна колегія:**

**Киричук Галина Євгенівна** – ректор ЖДУ імені Івана Франка, д. б. н., проф. (голова);  
**Боян Тетяна Вікторівна** – проректор з наукової і міжнародної роботи ЖДУ імені Івана Франка, к. е. н., доц.;  
**Корнійчук Наталія Миколаївна** – проректор з навчальної роботи ЖДУ імені Івана Франка, к. б. н., доц.;  
**Афанасьєв Сергій Олександрович** – директор Інституту гідробіології НАН України, д. б. н., проф.;  
**Грубішко Василь Васильович** – завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного університету імені Володимира Гнатюка, д. б. н., проф.;  
**Жовнерчук Ольга Валентинівна** – ст. н. с. відділу акарології Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, к. б. н.;  
**Корнюшин Вадим Васильович** – гол. н. с. відділу паразитології Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, д. б. н., проф.;  
**Крот Юрій Григорович** – в. о. завідувача відділом екологічної фізіології гідробіонтів та біотехнології Інституту гідробіології НАН України, пр. н. с., к. б. н., ст. н. с.;  
**Романенко Віктор Дмитрович** – почесний директор Інституту гідробіології НАН України, академік НАН України, д. б. н. проф.;  
**Романенко Олександр Вікторович** – завідувач кафедри біології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, академік НАН України, д. б. н., проф.;  
**Харченко Віталій Олександрович** – директор Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, д. б. н., ст. н. с.;  
**Юршинцев Володимир Іванович** – заступник директора Інституту гідробіології НАН України з наукової роботи, д. б. н.;  
**Романюк Руслана Костянтинівна** – декан природничого факультету ЖДУ імені Івана Франка, к. б. н., д. пед. н., проф. (б. в. з.);  
**Гарбар Олександр Васильович** – завідувач кафедри екології та географії ЖДУ імені Івана Франка, д. б. н., проф.;  
**Гарлінецька Алла Миколаївна** – завідувач кафедри медико-біологічних дисциплін ЖДУ імені Івана Франка, к. б. н., доц.;  
**Константиненко Людмила Анатоліївна** – завідувач кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття ЖДУ імені Івана Франка, к. б. н., доц.;  
**Павлюченко Олеся Вікторівна** – завідувач кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка, к. б. н., доц.;  
**Єрмошина Тетяна Вікторівна** – доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка, к. б. н., доц.;  
**Шевчук Світлана Юрївна** – доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка, к. б. н., доц.;  
**Печерниця Галина Дмитрівна** – лаборант кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка.

*Матеріали друкуються в авторській редакції. За достовірність фактів, власних імен та інші відомості відповідають автори публікацій. Думка редакції може не збігатися з думкою авторів.*

ISBN 978-617-7992-40-9

©Житомирський державний університет імені Івана Франка  
© Видавець ПП «Євро-Волинь», 2022

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА БОТАНІКА ТА ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

<b>А. В. Бойко, І. О. Полякова</b> МІСЦЕ СИДЕРАТИВ У ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ	13
<b>І. В. Гончаровська, В. Ф. Левон, В. В. Кузнецов, Г. О. Антонюк</b> НАКОПИЧЕННЯ ПРОЛІНУ У ЛИСТКАХ <i>MALUS</i> SPP. ЯК МАРКЕР ПОСУХОСТІЙКОСТІ	15
<b>О. І. Жук</b> РІСТ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПРИРОДНОЇ ПОСУХИ	16
<b>Л. М. Ковеня, Л. А. Константиненко, Н. І. Коревю</b> ДЕЯКІ АСПЕКТИ РАДІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	19
<b>В. В. Красовський, Н. В. Скрипченко, Т. В. Черняк</b> БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ІНТРОДУКЦІЇ АКТИНІДІ КИТАЙСЬКОЇ ( <i>ACTINIDIA CHINENSIS</i> PLANCH.) У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	21
<b>Ю. М. Кругляк</b> ВОДНИЙ РЕЖИМ ЛИСТКІВ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ <i>HAMAMELIS</i> L. У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ПОСУХОСТІЙКІСТЮ	24
<b>К. П. Кукол, П. П. Пухтасевич, І. І. Клименко, Н. І. Довбащ,</b> <b>Г. В. Давидюк</b> ВМІСТ НІТРОГЕНУ В РОСЛИНАХ СОЇ ЗА ВПЛИВУ БАКТЕРИЗАЦІЇ ТА РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ	26
<b>Н. М. Мельникова</b> ОСОБЛИВОСТІ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ СОЇ ТА РІВЕНЬ ЙОГО КОНТАМІНАЦІЇ МІКРООРГАНІЗМАМИ ЗА ОБРОБКИ ЕТИЛОВИМ СПИРТОМ І ПЕРЕКИСОМ ВОДНЮ	28
<b>В. Г. Миколайчук, В. Р. Зубкова</b> АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ <i>QUERCUS RUBRA</i> (FAGACEAE) ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ В ДЕНДРОПАРКУ «ДРУЖБА» МИКОЛАЄВА	31
<b>Л. М. Михалків, С. Я. Коць, І. М. Обезюк</b> ВИКОРИСТАННЯ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ	33
<b>О. В. Панкова, О. А. Мельничук, Л. А. Кубінська</b> ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА УСПІШНОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ ВИДІВ РОДУ <i>ASTRAGALUS</i> L. В УМОВАХ КРЕМЕНЕЦЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ	36
<b>Т. В. Савчук, М. М. Шемберко</b> ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ, ЇЇ ЗНАЧЕННЯ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ	39

<b>В. С. Солошенко</b> ХВОРОБИ ВИДІВ РОДУ <i>RIBES</i> L.	42
<b>О. М. Федюк, Н. О. Білявська, О. К. Золотарьова</b> МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ЛИСТКІВ <i>GALANTHUS NIVALIS</i> L. НА ВЕСНЯНОМУ ПЕРІОДІ РОЗВИТКУ	43
<b>Y. D. Batuiyeva, O. O. Avksentyeva</b> THE CONTENT OF SOLUBLE CARBOHYDRATES IN AXIAL ORGANS OF ETIOLATED SOYBEAN SEEDLINGS UNDER THE ACTIVATION OF PHOTORECEPTOR SYSTEMS BY SELECTIVE LIGHT	45
<b>О. М. Федіук, Н. О. Білявська, О. К. Золотарьова</b> THE INFLUENCE OF COLD ON THE STRUCTURE OF CHLOROPLASTS OF <i>VINCA MINOR</i> L. LEAVES	48
<b>D. Hlushach, O. Avksentyeva</b> INFLUENCE OF <i>BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM</i> ON THE BIOMASS ACCUMULATION RATE OF SOYBEAN ISOGENIC LINES BY E-GENES UNDER DIFFERENT PHOTOPERIOD	50

## СЕКЦІЯ 2. ГЕНЕТИКА ТА СЕЛЕКЦІЯ РОСЛИН

<b>Л. І. Броннікова, М. О. Дикун</b> МЕТАБОЛІЧНІ РЕАКЦІЇ КЛІТИННИХ КУЛЬТУР ГЕНОТИПІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ДІЮ ТРИВАЛОГО ЗАСОЛЕННЯ	54
<b>С. Л. Гуторчук, Ю. М. Павлюк, А. Е. Шевчук</b> КОРИСНІ ТА НЕБЕЗПЕЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КАРТОПЛІ	56
<b>L. I. Bronnikova, I. A. Zaitseva</b> HEAVY METAL IONS FOR OBTAINING OSMOTOLERANT PLANT CELL VARIANTS	60

## СЕКЦІЯ 3. ЛАНДШАФТНИЙ ДИЗАЙН ТА ДЕКОРАТИВНЕ РОСЛИННИЦТВО

<b>А. І. Жила, О. Д. Тимченко, Н. Б. Тарасюк</b> ДЕКОРАТИВНІ ІНТРОДУЦЕНТИ ПІДРОДИНИ SCILLOIDEAE (ASPARAGACEAE) В НБС ІМ. М. М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ	63
<b>Н. В. Цибровська, Л. І. Марно</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ СПОКОЮ РОСЛИН <i>GINKGO</i> <i>BILOBA</i> L. В УМОВАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ДЕНДРОЛОГІЧНОГО ПАРКУ «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ	66

## СЕКЦІЯ 4. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

<b>І. С. Азарков, М. А. Мошківська, Р. К. Романюк, Л. М. Шевчук</b> ПРІСНОВОДНІ МОЛЮСКИ ВОДОЙМ ТА ВОДОТОКІВ ЖИТОМИРА ТА ЇХ РОЛЬ У БІОІНДИКАЦІЇ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ	70
--	----

<b>І. С. Бабарчук, Ю. В. Бабич</b> ВПЛИВ КАЛІЙ СУЛЬФАТУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ДЕЯКІ ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ АЛОВИДІВ <i>PLANORBARIUS</i> <i>CORNEUS S. LATO</i> (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, PLANORBIDAE)	73
<b>Ю. В. Бабич, Л. В. Лях</b> ВПЛИВ УМОВ ОБСИХАННЯ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ДЕЯКИХ ПОКАЗНИКІВ ГЕМОЛІМФИ АЛОВИДІВ <i>PLANORBARIUS</i> <i>CORNEUS S. LATO</i> (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, PLANORBIDAE)	76
<b>Ю. В. Бабич, А. П. Стадниченко</b> ВПЛИВ ФОСФАТНОГО МИЮЧОГО ЗАСОБУ «SAVEX» НА ПОКАЗНИКИ ЛЕГЕНЕВОГО ДИХАННЯ АЛОВИДІВ <i>PLANORBARIUS CORNEUS S. LATO</i> (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, PLANORBIDAE) ГІДРОМЕРЕЖІ УКРАЇНИ	79
<b>Л. В. Билина, Л. М. Шевчук</b> ДВОСТУЛКОВІ МОЛЮСКИ РОДИНИ PISIDIIDAE (MOLLUSCA, BIVALVIA) У ВОДОЙМАХ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ	82
<b>В. С. Басюк, Л. М. Шевчук</b> ЗАГИБЕЛЬ НА ДОРОГАХ УКРАЇНИ ДИКИХ ТВАРИН	84
<b>О. М. Василенко, П. О. Казьміна</b> ПОПУЛЯЦІЇ МОЛЮСКІВ РОДИНИ СТАВКОВИКОВИХ РІЧКИ ТЕТЕРІВ У МЕЖАХ МІСТА ЖИТОМИР	86
<b>О. М. Василенко, С. Й. Царан</b> ЯКІСНИЙ СКЛАД КОРМОВОЇ ГРУДОЧКИ СТАВКОВИКІВ РІЧКИ ГУЙВА	87
<b>О. І. Кормиш, Л. М. Шевчук</b> ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОМУНІКАТИВНИХ СИГНАЛІВ У ПСА СВІЙСЬКОГО ( <i>CANIS FAMILIARIS L.</i> )	89
<b>П. А. Лісовська, С. Ю. Шевчук</b> ПАТОГЕННІ ПРОТИСТИ ТА ЇХ БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	91
<b>С. О. Марченко, С. Ю. Шевчук</b> ПРОТИСТИ ЯК ІНДИКАТОРИ СТАНУ ПРІСНИХ ВОДОЙМ	93
<b>Р. В. Михайленко, О. В. Павлюченко</b> ФАУНА ТА ЕКОЛОГІЯ ПЕРЛІВНИЦЕВИХ Р. УБОРТЬ	95
<b>В. В. Мороз</b> ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО ЧИННИКА НА ГЛИБИНУ ЗНАХОДЖЕННЯ ДОЩОВИХ ЧЕРВІВ У ГРУНТОВОМУ ПРОФІЛІ	97
<b>А. М. Павловська, О. В. Павлюченко</b> ЧЕРЕВОНОГІ МОЛЮСКИ БАСЕЙНУ РІЧКИ ТЕТЕРІВ	99
<b>І. Р. Пасічник, Ю. В. Максименко</b> ЕКОЛОГІЧНІ ТА МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ ЧЕРВОНОКЛОПА БЕЗКРИЛОГО <i>ZYRRHOCORIS APTERUS</i> (LINNAEUS, 1758) НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРА	101

<b>О. Г. Рудь, С. В. Жигалюк, О. О. Кирильчук</b>	
ПОПУЛЯЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОМАХ РІЧКИ ВИЖІВКА	103
<b>А. В. Солощук, Ю. В. Максименко</b>	
ЗИМУЮЧІ ПТАХИ ЖИТОМИРЩИНИ	106
<b>Г. С. Федорович, О. В. Павлюченко</b>	
ФАУНА ТА ЕКОЛОГІЯ ПЕРЛІВНИЦЕВИХ РІЧКИ ЗДВИЖ	107
<b>А. О. Шама, А. О. Косовець, А. О. Матвійчук, К. М. Розводовська</b>	
БІОРІЗНОМАНІТТЯ ГЕТЕРОТРОФНИХ ДЖГУТИКОВИХ	110
<b>К. П. Ярошинська, Ю. В. Максименко, Д. А. Вискушенко</b>	
СЛИМАКИ АГРОЦЕНОЗІВ ЖИТОМИРЩИНИ	112
<b>Yu. V. Babych, A. P. Stadnychenko, O. O. Ignatenko, O. I. Uvayeva</b>	
INFLUENCE OF COPPER IONS TO THE PULMONARY RESPIRATION OF THE GREAT RAMSHORN <i>PLANORBARIUS CORNEUS</i> (LINNAEUS, 1758) ALLOSPECIES (MOLLUSCA: GASTROPODA: PLANORBIDAE) FROM THE UKRAINIAN RIVER NETWORK	114

### СЕКЦІЯ 5. ГІДРОБІОЛОГІЯ

<b>О. І. Антонова, О. О. Шугуров</b>	
ВПЛИВ ХЛОРИДУ ЗАЛІЗА НА ДЕЯКИХ ВОДНИХ МОЛЮСКІВ	117
<b>А. А. Зимаросєва, Т. В. Пінкіна, А. А. Пінкін</b>	
ОЦІНКА ВПЛИВУ ХЛОРИДУ МІДІ НА ВИЖИВАННЯ ВОРОСЖИВУЧОЇ СТАДІЇ <i>DIPHYLLOBOTHRIUM LATUM</i> <i>CORACIDIA</i>	119
<b>Є. В. Старосила, Ю. М. Волюков, Т. С. Рибка</b>	
МІКРОБІОЛОГІЧНІ ІНДИКАТОРИ КОМПЛЕКСНОЇ ГІДРОБІОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ВОДОСХОВИЩА РІВНИННОЇ РІЧКИ (ОГЛЯД)	121
<b>Д. А. Ткаченко, Д. А. Вискушенко, Ю. В. Максименко</b>	
УТРИМАННЯ ТА РОЗВЕДЕННЯ ДАНІО РЕРІО GLO FISH ТА ЇЇ ВИХІДНОЇ ФОРМИ	124
<b>Ю. М. Худіяш, М. В. Причєна, К. Кофонов, Ю. О. Коваленко, І. М. Коновець, О. С. Потрохов, О. Г. Зінковський</b>	
ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ ХЛОРПРИФОСУ НА ЛИЧИНОК КОРОПА ЗА УМОВ МОДЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ І БІОТЕСТУВАННЯ	126

### СЕКЦІЯ 6. МІКРОБІОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ

<b>Л. П. Горальський, М. Л. Радзиховський, Р. М. Сачук</b>	
МІКРОБІОТА КИШКІВНИКА СОБАК ЗА ВІРУСНОГО ЕНТЕРИТУ	130
<b>Н. Г. Грицева, Л. М. Сківка</b>	
ПОШИРЕННЯ <i>PESTOBACTERIUM ATROSEPTICUM</i> ТА <i>CLAVIBACTER MICHIGANENSIS</i> SUBSP. <i>SEPEDONICUS</i> В УРОЖАЇ КАРТОПЛІ НА ПВДНІ УКРАЇНИ У 2021 РОЦІ	132
<b>К. С. Коробкова</b>	
ВПЛИВ ШТУЧНО ЗМІНЕНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ НА ФІТОПЛАЗМОВЕ УРАЖЕННЯ ЛЮЦЕРНИ	134

## СЕКЦІЯ 7. СТІЙКІСТЬ ТА РОЗВИТОК ЕКОСИСТЕМ

- Н. С. Бойко, Н. В. Драган, Н. М. Дойко, Ю. В. Пидорич**  
ДИНАМІКА І ПЕРСПЕКТИВИ ЯСЕНЕВИХ НАСАДЖЕНЬ В  
ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ 137
- В. В. Грубінко, О. І. Боднар, Н. М. Ткач**  
АЛЬГОЛОГІЗАЦІЯ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА  
ХЛОРЕЛОЮ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПОДОЛАННЯ  
«ЦВІТІННЯ» 139
- Н. О. Іванова, С. С. Дубняк, С. В. Батог**  
РОЗВИТОК ІСТОТНО ЗМІНЕНОЇ ВОДНОЇ ЕКОСИСТЕМИ В  
УМОВАХ ІНТЕНСИВНОЇ УРБАНІЗАЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ ОЗЕРА  
ВИРЛИЦЯ) 142
- Я. В. Шпак, К. С. Сосновський, А. В. Жук, М. М. Федоряк**  
ОСОБЛИВОСТІ ЗАПИЛЕННЯ СОНЯШНИКА МЕДОНОСНИМИ  
БДЖОЛАМИ 145

## СЕКЦІЯ 8. АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

- А. Г. Войтенко**  
ПОКАЗНИКИ ЗАГАЛЬНОГО АНАЛІЗУ КРОВІ ДІТЕЙ:  
РЕФЕРЕНТНІ ЗНАЧЕННЯ ТА ВІДХИЛЕННЯ 148
- О. С. Масловська, І. П. Онищук**  
ВПЛИВ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ЗМІНИ  
ФІЗИЧНОГО ТА ПСИХІЧНОГО СТАНУ ЛЮДЕЙ 150
- І. П. Онищук, Н. О. Луцький**  
ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТЕОЧУТЛИВОСТІ У  
ЛЮДЕЙ РІЗНОГО ВІКУ 152
- І. А. Чудовська, Р. К. Романюк, В. І. Гульчевський**  
ВІК ЯК КОМПЛЕКСНИЙ ІНДИКАТОР ВИМІРЮВАННЯ  
ЗДОРОВ'Я 154

## СЕКЦІЯ 9. БІОХІМІЯ ТА МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

- Ю. С. Говорова, Є. Й. Науменко**  
ДИНАМІКА ВИВІЛЬНЕННЯ ГЕМОГЛОБІНУ ТА КАТАЛАЗИ З  
КАПСУЛ КРІОГЕЛІВ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ 157
- Р. С. Горелка**  
ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ ФОСФОЛІПІДІВ В ОРГАНІЗМІ  
*PLANORBARIUS PURPURA* 158
- О. О. Кулініченко**  
ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ ТРИАЦИЛГЛЦЕРОЛІВ В ОРГАНІЗМІ  
*PLANORBARIUS PURPURA* ЗА ДІЇ ТРЕМАТОДНОЇ ІНВАЗІЇ 160
- Л. В. Музика, Г. Є. Киричук**  
ВМІСТ КСАНТОФІЛІВ В ОРГАНІЗМІ *LYMNAEA STAGNALIS* ЗА  
ДІЇ ВИСОКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ СЕЧОВИНИ 162

- О. Є. Ніпот, О. О. Шапкіна, Н. А. Єршова, Н. М. Шпакова, С. С. Єршов, Н. В. Орлова*  
ТЕМПЕРАТУРА ТА ВИСНАЖЕННЯ ЗА АТФ ЯК ФАКТОРИ  
ВПЛИВУ НА ПОСТГІПЕРТОНІЧНИЙ ГЕМОЛІЗ ЕРИТРОЦИТІВ  
КРОЛИКА 165
- О. В. Сорока, С. М. Гриньків, Г. Б. Ковальська, О. І. Горин, О. І. Боднар*  
МЕТАБОЛІЧНІ ЗМІНИ У *DANIO RERIO* ЗА ВПЛИВУ  
ЕКОЛОГІЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ МАЛАТІОНУ 167

#### СЕКЦІЯ 10. МЕДИЧНА БІОЛОГІЯ

- В. Ю. Гречанюк, І. П. Новікова*  
ФЕНІЛКЕТОНУРІЯ: ПРИЧИНИ, СИМПТОМИ, ДІАГНОСТИКА,  
ЛІКУВАННЯ ТА НАСЛІДКИ ЗАХВОРЮВАННЯ 170
- Т. В. Коломійчук, Ю. Р. Каракай, Ю. О. Фоміна*  
ПОКАЗНИКИ ПОВЕДІНКОВОЇ АКТИВНОСТІ ЩУРІВ ПРИ  
ЗАСТОСУВАННІ КОМПЛЕКСУ МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ  
ТА ВІТАМІНУ D НА ТЛІ ГІПЕРТИРЕОЗУ 173
- Ю. І. Лукашевич, І. О. Погоріла*  
ТРАНСПОЗИЦІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ 175
- І. М. Михейцева, С. Г. Коломійчук, Т. І. Сіроштаненко, Хабеб Аті, Н. В. Сторожук, М. К. Кузнецов*  
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕСУ В  
ТКАНИНАХ ОКА КРОЛІВ З АДРЕНАЛІН-ІНДУКОВАНОЮ  
МОДЕЛЛЮ ГЛАУКОМИ 177
- Н. С. Харченко, І. П. Новікова*  
СИНДРОМ ЖИЛЬБЕРА 179
- О. Г. Чака, А. С. Зінченко*  
ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ЗМІН ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ  
ГЕПАТОЦИТІВ ПІД ВПЛИВОМ ВИСОКОКАЛОРИЙНОГО  
РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ 181
- Р. В. Янко, С. Л. Сафонов*  
МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ ЩУРІВ, ЯКІ  
ОТРИМУВАЛИ ВИСОКОКАЛОРИЙНИЙ РАЦІОН ХАРЧУВАННЯ 184

#### СЕКЦІЯ 11. ІМУНОЛОГІЯ

- Л. П. Горальський, О. Ф. Дунаєвська, І. М. Сокульський*  
ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ІМУНОФАНУ НА ТИМУС ТА  
ПОКАЗНИКИ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КРОВІ ЗА ВТОРИННОГО  
ІМУНОДЕФІЦИТНОГО СТАНУ 186
- Л. П. Горальський, І. М. Сокульський, Н. Л. Колеснік*  
МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІМФАТИЧНИХ ВУЗЛІВ  
СВІЙСЬКОГО СОБАКИ 188



<b>Т. А. Мазуркевич</b>	
ЛОКАЛІЗАЦІЯ ТА ВМІСТ СУБПОПУЛЯЦІЙ ЛІМФОЦИТІВ У ДИВЕРТИКУЛІ МЕККЕЛЯ КАЧОК	191
<b>А. С. Шкроб'як, І. О. Погоріла</b>	
ТЯЖКІ КОМБІНОВАНІ ІМУНОДЕФІЦИТИ У НОВОНАРОДЖЕНИХ	194

## СЕКЦІЯ 12. КЛІНІЧНА МЕДИЦИНА

<b>І. З. Твердохліб, О. Б. Аброт, Т. В. Микитин, Г. М. Семчишин, В. І. Луцак</b>	
ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ РОЗВИТКУ НАДМІРНОЇ ВАГИ, ОЖИРІННЯ ТА ДІАБЕТУ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ ЦИХ ПОРУШЕНЬ	198

## СЕКЦІЯ 13. БІОТЕХНОЛОГІЯ

<b>А. Р. Баня, І. В. Семенюк, О. В. Карпенко</b>	
ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ҐРУНТУ, ЗАБРУДНЕНОГО ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ, З РОСЛИНАМИ, МІКРОБНИМ ПРЕПАРАТОМ ТА АКТИВАТОРАМИ	200
<b>В. С. Басюк, Ю. В. Максименко</b>	
СТВОРЕННЯ БІОМАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ РОЗШИРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО КОДУ	202
<b>Є. А. Воронов, О. І. Сідашенко, К. І. Тимчий</b>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШТАМІВ РОДУ <i>LACTOBACILLUS</i> , ВИДІЛЕНИХ З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ	204
<b>М. В. Гордієнко, Ю. В. Максименко</b>	
ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ВИГОТОВЛЕННІ КИСЛОМОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ	206
<b>А. Г. Комісаренко, С. І. Михальська, В. М. Курчій, В. В. Бурлак</b>	
ОЦІНКА ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ У БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ( <i>TRITICUM AESTIVUM</i> L.) ЗА ЗМІНАМИ РІВНЯ ПРОЛІНУ	207
<b>Л. С. Кушнір, Ю. В. Максименко</b>	
ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІЙ-ПРОДУЦЕНТІВ НЕЗАМІННИХ АМІНОКИСЛОТ У БІОТЕХНОЛОГІЇ	210
<b>М. О. Маліношевська, О. А. Шидловська</b>	
МЕТОДИ СИНТЕЗУ НАНОЧАСТОК СРІБЛА ТА ЦЕРІУ	213
<b>А. В. Онофрійчук, В. В. Онофрійчук</b>	
ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ ІЗ ВІДХОДІВ ТА ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ	216
<b>І. О. Першко</b>	
НАНОМАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ СИНТЕТИЧНИХ ПЕПТИДІВ: ВЛАСТИВОСТІ ТА ШЛЯХИ ЗАСТОСУВАННЯ	218

<b><i>I. I. Петриченко</i></b> БІОЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ РЕЗОНАНСНИЙ ПЕРЕНОС ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ БАКТЕРІЙ	221
<b><i>С. П. Прилуцький</i></b> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСГЕНЕЗУ ЕУКАРІОТІВ У ГЕНЕТИЧНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ	222
<b><i>А. М. Прокопало, Н. С. Щеглова, О. В. Карпенко, В. І. Лубенець</i></b> КОМПОЗИЦІЙНІ НАНОЧАСТИНКИ РАМНОЛІПІДІВ ІЗ ТІОЕСТЕРАМИ	224
<b><i>М. Р. Рогова, В. І. Коваленко, І. М. Волошина</i></b> ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТОК ОКСИДУ ТИТАНУ ТА ОКСИДУ ЦИНКУ ЯК СОНЦЕЗАХИСНИХ ФІЛЬТРІВ	226
<b><i>Ю. О. Хмельницька, О. А. Шидловська</i></b> ХАРАКТЕРИСТИКА ФАГУ РНІВ, ВИДІЛЕНОГО З <i>LACTOVACILLUS DELBRUECKII</i>	229
<b><i>О. Ю. Чернобров</i></b> ОСОБЛИВОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ РОСЛИН <i>MUSCARI</i> <i>ARMENIACUM</i> LEICHTLIN EX BAKER IN VITRO	231
<b><i>I. Petrychenko</i></b> BIOLUMINESCENCE RESONANCE ENERGY TRANSFER FOR <i>MEASURING BACTERIA</i> LUMINESCENCE	233

#### СЕКЦІЯ 14. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ПАРАЗИТОЛОГІЇ

<b><i>Д. О. Ананенко, І. О. Погоріла</i></b> ЛЯМБЛІОЗ В УКРАЇНІ	235
<b><i>А. Ю. Філіпова, О. В. Павлюченко</i></b> ІНВАЗІЙНІ ХВОРОБИ ЛЮДИНИ ТА ЇХ ПРОФІЛАКТИКА	238
<b><i>Д. Р. Щербанюк, І. О. Погоріла</i></b> РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІКСОДОВИХ КЛІЩІВ В УКРАЇНІ	240

#### СЕКЦІЯ 15. ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

<b><i>С. В. Батог, С. С. Дубняк, Н. О. Іванова</i></b> ТРАНСФОРМАЦІЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ УМОВ ПАЛЛАДІНСЬКИХ СТАВКІВ ВНАСЛІДОК ЛАНДШАФТНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПАРКУ «ФЕОФАНІЯ»	244
<b><i>Н. С. Вандюк</i></b> ВПЛИВ СКИДНИХ ВОД З ТРИПІЛЬСЬКОЇ ТЕС НА ТЕРМІЧНИЙ РЕЖИМ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	247
<b><i>Н. В. Герман</i></b> УНІКАЛЬНІ ЛІСИ ТА ДЕРЕВА ПОЛІССЯ РІВНЕНЩИНИ	249
<b><i>В. О. Гребенищikov</i></b> ВИВЧЕННЯ РІЗНОМАНІТТЯ МІКОБІОТИ НІПП «ЧЕРЕМОСЬКИЙ» ТА ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	251

<b>В. І. Дорохов</b>	
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КОЛООБІГУ НІТРОГЕНУ	253
<b>Н. М. Дойко, Ю. В. Дорошенко, М. В. Катрєвич, М. В. Морозова</b>	
БУР'ЯНИ НА РОЗСАДНИКАХ ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ	256
<b>Н. М. Дойко, Н. В. Драган, Л. М. Кривдюк, О. В. Силенко</b>	
СТАБІЛЬНО КВІТУЧІ СОРТИ <i>SYRINGA VULGARIS</i> L. В КОЛЕКЦІЇ ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ	258
<b>В. М. Кобів</b>	
<i>CENTAUREA JACEA</i> L. НА ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ (ЧЕРВОНОГРАДСЬКИЙ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИЙ РАЙОН)	260
<b>В. Б. Небесний, Г. А. Гродзинська</b>	
МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ПАРКОВИХ ЕКОСИСТЕМ М. КИЄВА	261
<b>О. О. Орлов</b>	
КОНСПЕКТ СУДИННИХ РОСЛИН ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ», ЗАНЕСЕНИХ ДО «ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ»	264
<b>В. О. Тернавський, Т. П. Кілочок</b>	
ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН	267
<b>М. О. Штогрин, А. О. Штогун, І. Я. Довганюк</b>	
БОТАНІЧНИЙ ЗАКАЗНИК ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ «ВАКАНЦІ»: ОХОРОНА, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ УНІКАЛЬНИХ ВИДІВ ФЛОРИ	269
<b>О. Tsybulskiy, V. Kolomyichuk, J. Mettik</b>	
LEGISLATIVE PRINCIPLES OF THE EUROPEAN UNION IN THE WORK OF THE BOTANICAL GARDENS OF UKRAINE AND ESTONIA	271
<b>СЕКЦІЯ 16. БІОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА</b>	
<b>О. Б. Мехед</b>	
ПИТАННЯ СОЦІАЛІЗАЦІЇ МОЛОДІ В КОНТЕКСТІ ЗМІСТУ СОЦІАЛЬНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВ ЗДОРОВ'Я	275
<b>М. С. Новицька</b>	
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАВЛЕННЯ СТУДЕНТІВ ПІДЛІТКОВОГО ВІКУ ДО ПРОБЛЕМИ ОЖИРІННЯ	277
<b>О. В. Рудік</b>	
ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ У ЗДОБУВАЧІВ БАЗОВОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ПРИ ВИВЧЕНІ БІОЛОГІЇ	279

**СЕКЦІЯ 17. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН  
ПРИРОДНИЧОГО ЦИКЛУ**

<b><i>О. А. Вовк, О. В. Павлюченко</i></b> ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ЗООЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ В ШКОЛІ	282
<b><i>О. В. Дячук</i></b> ОСОБЛИВОСТІ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ЗАГАЛЬНОЇ БІОЛОГІЇ	286
<b><i>Н. І. Кириленко</i></b> РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ УЧНІВ ДО ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ ЗАСОБАМИ НАУКОВО-ПОПУЛЯРНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	289
<b><i>А. В. Плужник, Р. К. Романюк</i></b> ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-ВИЗНАЧНИКІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ФАКУЛЬТАТИВНИХ ЗАНЯТЬ З БІОЛОГІЇ ГРИБІВ	292
<b><i>І. М. Стельмах</i></b> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ У МАЙБУТНІХ ФАРМАЦЕВТІВ	295
<b><i>В. О. Стремелівська</i></b> ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ЗООЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ В СУЧАСНІЙ ШКОЛІ	297

# СЕКЦІЯ 1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА БОТАНІКА ТА ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 631.874:631.147

## МІСЦЕ СИДЕРАТИВ У ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

*А. В. Бойко, І. О. Полякова*

Запорізький національний університет, вул. Жуковського, 66, Запоріжжя, 69600, Україна

Доведено, що інтенсивне використання земельних угідь призводить до зменшення врожайності сільськогосподарських культур. Задля запобігання втрат родючих ґрунтів люди застосовують різні методи. Сільгоспвиробники все частіше почали використовувати сидерати. Цей метод став особливо розповсюдженим в останні роки.

Сидерати – рослини, що тимчасово вирощуються на вільних ділянках ґрунту з метою поліпшення структури ґрунту, збагачення його азотом та пригнічення росту бур'янів. Робота з сидератами означає висівання рослин в певний період часу, та подальше їх заорювання та змішування з ґрунтом. Щоб уникнути засмічення ділянки насінням сидерату заробку в ґрунт організують до фази його цвітіння.

За свою багатовікову історію людство випробувало багато методів підтримки високого рівня врожайності, та жодна спроба з використанням хімікатів не призвела до позитивних результатів. Нині до сидератів повернулись як до методики, що може знизити втрату великими площами ґрунту цінних якостей й виправити негативні видозміни, яким вже наразились величезні території. До негативних видозмін відносять – ерозію, дегуміфікацію та пересихання ґрунтів. Вище перелічені видозміни призводять до руйнівних природних катаклізмів.

Винахід та використання новітніх мінеральних добрив призвело до протилежних від цілей результатів – зменшенню гумусного шару ґрунту та зниженню родючості. На довершення всього, надмірне використання мінеральних добрив призвело до появи небезпечних продуктів харчування, що визнали у всьому світі як неприйнятні до вживання.

Сидерати мають низку позитивних властивостей, які роблять їх екологічно чистим способом збереження родючості ґрунту. До них відноситься: збільшення відсотку органічної речовини у ґрунті, покращення вбирної здатності, аерації, зниження кислотності ґрунту, накопичення в верхніх горизонтах корисних макроелементів, прискорення мікробіологічних процесів. Вони стрімко ростуть й розвивають листяний покрив і це утворює затінок, що затримує ріст бур'янів; деякі сидерати мають потужну кореневу систему, що проростає глибоко у ґрунт і цим витягує нагору корисні речовини, які раніше були недосяжні для рослин з неглибокою кореневою системою; під час цвітіння певні сидерати надають кормову базу для комах-запилювачів; бобові сидерати

трансформують складні форми атмосферного азоту на простіші, придатні для використання іншими видами рослин.

Сидеральні рослини, які вирощують перед посадкою основної культури, збагачують ґрунт корисними елементами, відновлюють запаси гумусу, покращують структуру, підвищують родючість верхнього орного шару. Ці рослини невибагливі, і холодостійкі, тому їх можна висаджувати навіть ранньою весною. Інший підхід – це вирощування сидератів восени у вересні-жовтні.

Цінною властивістю сидерації є також заробка у ґрунт не тільки надземної частини, а і кореневої системи, тобто усєї рослинної маси. Для цього надземну частину спочатку скошують, потім подрібнюють і заорюють. Кореневі залишки та закладена у ґрунт надземна маса рослин є джерелом енергії для ґрунту та кормом для ґрунтових організмів. Результатом є стимулювання життєдіяльності мікроорганізмів і стабілізація ґрунтової структури. Бобові сидеральні культури містять значну частку азоту, який використовується подальшими культурами. Більшість сидеральних культур за допомогою своїх корневих виділень підвищують засвоюваність мінеральних речовин, що містяться у ґрунті.

Науково обґрунтовано доцільність використання сидеральної пари для Степу у новому технологічному варіанті: надземна маса сидеральної культури не заорюється, як при класичному застосуванні, а подрібнюється дисками та частково перемішується із ґрунтом у верхньому шарі. За рахунок чого на поверхні ґрунту залишається багато надземної маси, яка надійно захищає рілля від дефляції та водної ерозії протягом вегетаційного періоду.

Всі корисні якості сидеральних культур забезпечують більш високі врожаї наступних сільськогосподарських культур, при цьому підвищується якість зерна та іншої продукції.

До популярних рослин сидератів в Україні відносяться: гірчиця біла (*Sinapis alba*), люпин (*Lupinus sativus*), редька олійна (*Raphanus sativus* L.), жито (*Secale cereale*), ріпак (*Brassica napus* L.). Рослини з родини капустяних мають здатність використовувати важкодоступні для інших рослин малорозчинні форми поживних речовин і таким чином збагачувати ґрунт.

#### *Література*

1. Використання сидератів за умов недостатньої кількості вологи – Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19588-vykorystanni>

2. Рослини-сидерати – натуральні мінеральні добрива. *KvitkaInfo.com: квіти, домашні рослини, сад, город, ландшафтний дизайн*. URL: <https://kvitkainfo.com/sad-gorod/roslini-siderati-zaminniki-mineralnih-dobriv.html>

3. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонов М. І. Ґрунтознавство. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.

## НАКОПИЧЕННЯ ПРОЛІНУ У ЛИСТКАХ *MALUS* SPP. ЯК МАРКЕР ПОСУХОСТІЙКОСТІ

*І. В. Гончаровська, В. Ф. Левон, В. В. Кузнецов, Г. О. Антонюк*

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України,  
вул. Тімірязєвська, 1, Київ, 01014, Україна

**Вступ.** Ідентифікація нових молекулярних маркерів і їх ефективне використання у селекції рослин прискорить виробництво поліпшених культурних сортів, більш стійких до посухи та інших стресів. Дефіцит води вважається основним екологічним стресом у рослинному світі, і поліпшення росту і врожайності рослин в умовах цього стресу є однією з основних цілей програм селекції і рослинництва. Яблуня – це рослина, на яку негативно впливає водний стрес. Рослини, які розвиваються в умовах дефіциту води, можуть виробити фізіологічні та анатомічні стратегії виживання або навіть плодоносити в цих умовах [4].

Забезпечення стійкості біологічних систем у рослин тісно пов'язане з вивченням і аналізом показників інтенсивності водного і температурного стресів у циклі їх сезонного розвитку. У багаторічних плодкових культур це веде до порушення процесів закладки квіткових бруньок, диференціації частин квітки і, як наслідок, знижується продуктивність. Отже, важливо оперативно виявляти фізіологічні та метаболічні зміни у рослин за напруженості екстремального фактора і використовувати агротехнічні заходи, необхідні для підтримання їх нормальної життєдіяльності [2].

Накопичення проліну – одна з частих метаболічних реакцій, які проявляються рослинами в умовах стресу навколишнього середовища будь-якого типу. Підвищення вмісту проліну, який може сприяють утриманню води у клітині та є ефективним поглиначем гідроксильних радикалів. Завдяки своїм антиоксидантним властивостям пролін здатний послаблювати процеси пероксидного окиснення [3].

**Матеріали обговорення.** Рослинним матеріалом для дослідження було обрано дрібнопліді яблуні колекції відділу акліматизації плодкових рослин Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України.

Кількісний вміст проліну визначали спектрофотометричним методом за допомогою нінгідринової реакції при довжині хвилі 520 нм, використовуючи толуол як контроль. Концентрацію проліну визначали за стандартною кривою та обчислювали в перерахунку на масу сирової речовини [1].

**Результати обговорення.** За наявності стресу (дефіцит вологи, екстремально високі температури повітря (липень-серпень 2021 року) у листках крєбів фіксували збільшення вмісту вільного проліну, як показник стійкості до посухи (рис. 1). Вміст проліну у листках коливався від 7,8 (*Whitney*) до 11,3 (*Purpurea*) ммоль/г сирової речовини.

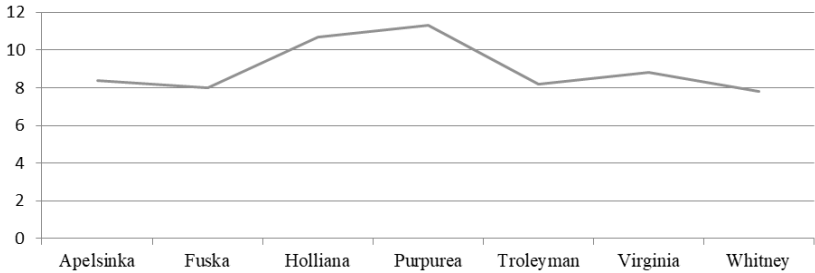


Рис. 1. Вміст проліну у листках, ммоль/г сир'ї речовини

**Висновки.** Проведені дослідження свідчать про можливість розглядати динаміку кількості вільного проліну, як один з важливих критеріїв оцінки стійкості до посухи та антропогенного впливу у багаторічних плодових рослин у системі агроценозів.

#### *Література*

1. Bates L. S., Waldren R. P., Teare I. D., Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*. 1973. № 39. P. 205–207.
2. Goncharovska, I. V., Levon, V. F. Content of anthocyanins in the bark of fruit and berry plants due to adaption to low temperatures. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2021. № 1. С. 233–239. DOI: 10.14258/jcprm.2021017747.
3. Melandri G., AbdElgawad H., Riewe D. Biomarkers for grain yield stability in rice under drought stress. *Journal of Experimental Botany*. 2020. № 71. С. 669–683.
4. Посухостійкість гібридів яблуні з участю сорту Видубицька плакуча в умовах Лісостепу України / І. В. Гончаровська, В. В. Кузнецов, В. М. Галушко, Г. О. Антонюк. *Інтродукція рослин*. 2017. № 3. С. 88–94. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR\\_2017\\_3\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2017_3_12).

УДК 581.1

## РІСТ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПРИРОДНОЇ ПОСУХИ

**О. І. Жук**

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

Аридизація клімату спричиняє часті і тривалі посухи у головних регіонах культивування пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), до яких належить Україна, і спричиняє порушення репродуктивного процесу, зменшення зборів врожаю [1]. Реалізація потенційної продуктивності рослин пшениці пов'язана з їх ростом і регулюється комплексом генів, який називають “intrinsic yield



genes” [2]. Гальмування росту пшениці за дії посухи у критичних фазах онтогенезу призводить до скорочення площі листової поверхні, розмірів міжвузлів, колоса, зменшення кількості колосків, квіток і зернівок у колосі. Сучасні технології створення сортів пшениці озимої передбачають стабілізацію репродуктивного процесу в умовах недостатнього забезпечення рослин водою, тому дослідження відповіді окремих сортів на умови природної посухи залишається актуальною проблемою біологічної та аграрної науки [3].

Нашими попередніми дослідженнями в умовах модельних дослідів показано, що дефіцит води у ґрунті у фазі колосіння-цвітіння рослин пшениці м'якої озимої викликав зупинку росту верхніх міжвузлів, прапорцевих листків, колоса, наслідком чого було зменшення кількості і розмірів зернівок у колосах, особливо у бічних пагонах [4, 5, 6]. Метою даної роботи було вивчення взаємозв'язку ростових процесів у рослин пшениці озимої з її продуктивністю у посіві за дії природної посухи.

В умовах дрібноділянкових дослідів у Київській області у 2021 році вирощували пшеницю м'яку (*Triticum aestivum* L.) озиму вітчизняної селекції сортів Подільська нива, Подолянка, Порадниця, Наталка. Ґрунт сірий, опідзолений, легкосуглинковий. Мінеральне живлення складало  $N_{125} P_{125} K_{125}$  за діючою речовиною і вносилося у вигляді збалансованого мінерального добрива нітроамфоски частинами підчас посіву насіння та як підживлення весною у фазі кущіння. Розмір облікової ділянки складав 1,9 м<sup>2</sup>. Періодичну природну посуху відзначали у фазах виходу у трубку, колосіння-цвітіння, формування зернівки. Відбір рослин для визначення розмірів міжвузлів, пагонів, колоса, площі листової поверхні проводили від фази кущіння до фази молочно-воскової стиглості зерна. У кожному відборі проаналізовано по 15-20 рослин. Після дозрівання рослин проводили аналіз структури врожаю. Результати досліджень оброблені статистично за допомогою програми Microsoft Excel.

Встановлено, що за дії посухи у фазі виходу у трубку у рослин пшениці затримувалось видовження пагонів, скорочувався період їх росту. Ріст головного пагона пшениці сортів Подільська нива і Подолянка продовжувався до фази формування зернівки, однак у сортів Порадниця і Наталка припинявся у фазі цвітіння. Гальмування росту у бічних пагонів було значнішим порівняно з головним пагоном у рослин пшениці сортів Подільська нива, Подолянка і Наталка і найбільшим у сорту Порадниця. Покращення водозабезпечення рослин у фазі формування зернівки стимулювало ріст бічних пагонів і дозволило наблизити розміри 1-2 бічних пагонів до таких у головного пагона. Бічні пагони 3-4 порядку значно відстали у рості і їх кінцева довжина була на 30-40% меншою ніж у головного пагона. До завершення фази формування зернівки ріст пагонів зупинявся. Дослідження росту окремих міжвузлів виявило, що три нижніх міжвузля припиняли рости на початку фази виходу у трубку і умови посухи у цій фазі не вплинули на їх розміри. Збільшення двох верхніх міжвузлів тривало до завершення фази формування зернівки і дефіцит води у ґрунті суттєво вплинув на їх розміри. Маса усіх міжвузлів зростала до завершення фази формування зернівки, після чого у фазі наливу і дозрівання зерна поступово зменшувалась внаслідок реутилізації води і асимілятів з стебла

до колоса. Накопичені фотоасиміляти у стеблі пшениці особливо важливі в умовах посухи, стають головним джерелом ресурсів для колоса і зернівок, обумовлюють їх виповненість і масу. Ріст колоса у головного, і особливо бічних, пагонів пшениці за дії посухи затримувався, що призвело до зменшення довжини колоса і кількості колосків у ньому, особливо у бічних пагонів. Саме ці параметри колоса пшениці є визначальними для зернової продуктивності рослин. Колос головного пагону досліджених нами сортів пшениці містив 16-18 колосків, однак їх кількість у колосах бічних пагонів знижувалась до 14-12. Значна частина бічних пагонів 3-4 порядку мала 10-12 колосків. В умовах посіву більшість рослин сформувала по 2-3 продуктивних пагони, але багато рослин мали 4-5 продуктивних пагонів.

Ріст листків від початку виходу рослин у трубку обумовлювався розтягом клітин і завершувався у фазі колосіння-цвітіння. Умови посухи у фазі виходу у трубку найзначніше затримали ріст прапорцевих листків, які були меншими ніж підпрапорцеві листки. Дефіцит води призвів до зниження тургорного тиску, який є головною рушійною силою збільшення розмірів клітини. Покращення водозабезпечення клітин і відновлення тургорного тиску дозволяє продовжити їх ріст розтягненням лише до завершення формування клітинної стінки. Умови посухи стимулюють утворення клітинної стінки, яка знижує втрати води клітинами. Зменшення площі поверхні листкового мезофілу скорочує витрати на транспірацію, однак негативно впливає на фотосинтетичний процес.

Дослідження формування площі листової поверхні рослин пшениці показало, що її зростання затримувалось в умовах посухи у всіх досліджених нами сортів, однак тривало до фази наливу зерна, після настання якої відбувалось її скорочення за рахунок старіння листків. Відмирання листків відбувалось від нижніх до верхніх. Прапорцеві листки зберігали функціональність до фази молочно-воскової стиглості зерна. Швидкість відмирання листків була найзначнішою у пшениці сорту Наталка і найменшою у сорту Подолянка.

Аналіз структури врожаю показав, що головний колос пшениці сорту Подільська нива містив 45-50 зерен, сортів Подолянка і Порадниця -40-43, сорту Наталка – 35-36 зерен. Кількість зерен у бічних колосах пшениці сорту Подільська нива зменшувалась від 42 до 29, Подолянки і Порадниці – від 38 до 20 і Наталки – від 30 до 22. Кількість зерен на рослину у сортів Подільська нива, Подолянка і Порадниця була близькою і становила 115-119 зерен, однак у сорту Наталка складала 85-87 зерен. Маса зерен на рослину у пшениці сортів Подолянка і Порадниця становила 4,5-4;7 г, у сортів Подільська нива і Наталка – відповідно 3,9 і 3,5 г. Однак маса зерен на 1 м<sup>2</sup> площі посіву у всіх сортів перевищувала 600 г. Найбільшою вона була у пшениці сорту Порадниця і складала 700 г, у сорту Подільська нива становила 665 г і сорту Подолянка - 641 г. Покращення водозабезпечення рослин пшениці у фазі наливу зерна сприяло його виповненню і частково компенсувало втрати кількості зернівок за рахунок збільшення їх маси, що підвищило продуктивність посіву навіть у чутливого до забезпечення водою сорту Наталка.

Таким чином, інтенсивність ростових процесів у стеблі пшениці озимої в критичні фази онтогенезу в умовах посухи безпосередньо вплинула на формування репродуктивних органів рослин і їх кінцеву продуктивність. Відносний внесок кількості та маси зерен окремих рослин у реалізацію потенційної продуктивності окремого сорту і посіву відрізнявся і обумовлювався його реакцією на умови навколишнього середовища у критичні фази онтогенезу. Сучасні сорти пшениці озимої виявляють здатність адаптувались до несприятливих умов і компенсувати зниження кількості зерен в умовах посухи, збільшенням їх маси. Підвищення посухостійкості сортів пшениці м'якої озимої відбувається за рахунок залучення до їх геному генетичного матеріалу інших видів пшениці та злаків.

#### *Література*

1. Barnabas B., Jager K., Feher A. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant. Cell Environ.* 2008. Vol. 31. P.11–38. DOI:10.1111/j.1365-3040.2007.01727.x.

2. Mohammadi R. Breeding for increased drought tolerance in wheat: a review. *Crop and Pasture Science.* 2018. Vol.69. P.223–241. DOI: 10.1071/CP17387.

3. 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.

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

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

6. 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].

УДК 582.5:502.3+661.879

### **ДЕЯКІ АСПЕКТИ РАДІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**

***Л. М. Ковеня, Л. А. Константиненко, Н. І. Корево***

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

Важливим критерієм оцінки лікарської рослинної сировини (ЛРС) є не лише її якість, що залежить від вмісту біологічно активних речовин та хімічних елементів, а й її безпечність. ЛРС, яка широко застосовується для лікування та профілактики різних захворювань, повинна бути безпечною. Адже при використанні екологічно забрудненої лікарської сировини замість очікуваного позитивного ефекту можна нанести організму людини непоправної шкоди.

Антропогенне забруднення довкілля призводить до того, що хімічні елементи потрапляють до організму людини, створюючи потенційну небезпеку для її здоров'я та життя. При цьому рослини є проміжною ланкою, через яку хімічні елементи потрапляють з ґрунту, води й повітря в організм людини. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) призвела до радіоактивного забруднення значних площ різних природних зон України. Місце розташування ЧАЕС та погодні умови на момент аварії обумовили найвищу інтенсивність та масштаби територіального поширення радіоактивних викидів в Поліссі. За 35 років після аварії на ЧАЕС у науковій літературі існує різноманітна інформація щодо накопичення радіонуклідів у рослинах різних екосистем. Найбільшу радіоактивну небезпеку становлять ізотопи цезію та стронцію ( $^{137}\text{P}$ s та  $^{90}\text{S}$ r) з періодом напіврозпаду близько 30 років. Житомирське Полісся є однією з важливих територій заготівлі ЛРС. Тому актуальною проблемою є оцінка рівня радіонуклідів у ній.

Слід відмітити, що недостатньо вивчені особливості нагромадження й міграції  $^{137}\text{P}$ s та  $^{90}\text{S}$ r у рослинах та їх залежність від різних факторів.

Дана проблема актуальна не тільки для України, але й для інших країн Європи. Зокрема, вивчення накопичення  $^{137}\text{P}$ s лікарськими рослинами в країнах Центральної Європи дозволило виявити значне варіювання концентрації даного радіонукліду в різних видах рослин. В країнах Північної Європи накопичення  $^{137}\text{P}$ s у фітомасі чорниці, брусниці та багна болотного вивчали шведські вчені [5]. Німецькі радіоекологи вивчали особливості накопичення цього радіонукліду рослинами зрубів, рідколій, лісових лук та виявили, що фіалка триколірна й звіробій звичайний є видами, які помірно накопичують радіоактивний цезій. Для території республіки Білорусь були виявлені види, які інтенсивно накопичують згаданий радіонуклід: багно болотне, гірчак перцевий, чорниця, брусниця [1]. Для України опубліковані оглядові дані щодо питомої активності дикорослої лікарської сировини в першій післяаварійний період [2].

Аналіз радіоактивного забруднення дикорослих лікарських рослин Українського Полісся представляє значний інтерес, адже в регіоні ростуть близько 60 видів лікарських рослин, занесених до Державної Фармакопеї України, з них більше 30 видів заготовляють в лісах регіону в промислових масштабах. Слід зауважити, що Чорнобильська катастрофа мала значний вплив на райони та об'єми заготівлі згаданої сировини.

Екологічна чистота лікарської сировини залежить від фази росту і розвитку рослин та періоду її заготівлі. Існують особливості у збиранні підземних та надземних частин лікарських рослин. За умови використання трави в лікарських цілях необхідно пам'ятати про те, що найбільше  $^{137}\text{C}$ s нагромаджується в нижній частині рослин та найменше – в середній частині і дещо підвищений вміст радіоактивних речовин відмічається у верхній частині (суцвіттях). Це пояснюється тим, що формування генеративних органів рослин проходить під час активного поглинання поживних речовин з ґрунту, особливо Калію, а при цьому накопичується і Цезій. Нижня частина багатьох лікарських рослин – потовщені стебла з незначною кількістю листків, розташовані найближче до кореневої системи та забрудненої дернини. Тому доцільно

проводити скошування високорослого травостою при високому зрізі (10–15 см) [4].

Накопичення радіонуклідів деревними породами визначається багатьма факторами: особливостями радіоактивного забруднення території, міграцією радіонуклідів у лісових екосистемах, біологічними особливостями деревних порід тощо. Науковцями виявлені особливості накопичення  $^{137}\text{Ps}$  різними органами і тканинами деревних насаджень – максимальне накопичення  $^{137}\text{Cs}$  здійснюється у фізіологічно активних тканинах та органах [3]. Слід відзначити, що ряд видів лікарських рослин лісів Українського Полісся з точки зору радіоекології вивчений фрагментарно. Внаслідок радіоактивного забруднення в результаті аварії на ЧАЕС й досі залишається велика частина  $^{137}\text{Ps}$ , який акумулювали рослини. Саме тому радіологічний контроль лікарської рослинної сировини є обов'язковою вимогою для всіх виробників лікарських засобів.

#### *Література*

1. Елишевич Н. В., Мацко В. П., Сквернюк И. И., Орехова М. Г. Верховые болота – фитомиграционные радионуклидные аномалии. *Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические аспекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды* : тез. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 1998. С. 73.

2. Гродзинський Д. М. Біогеохімічні перетворення радіонуклідів. *Чорнобильська катастрофа* / під ред. В. Г. Бар'яхтара. Київ : Наукова думка, 1995. С. 257–270.

3. Клименко М. О., Клименко О. М., Клименко Л. В. Міграція  $^{137}\text{Ps}$  в основні лісоутворюючі породи. *Радіоекологія* : підручник. Рівне, 2020. С. 192–198.

4. Мойсієнко В. В. Питома активність  $^{137}\text{Ps}$  у дикорослих лікарських рослинах Житомирського Полісся. *Сільськогосподарські науки* : збірник наукових праць ВНАУ №8 (48), 2011. С. 103–108.

5. Bunzl K., Kracke W. Accumulation of fallout Cs-137 in some plants and berries of the family Ericaceae. *Health Phys.* 1986. Vol. 50. P. 540–542.

УДК 57.017.3:582.688.4

### **БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ІНТРОДУКЦІЇ АКТИНІДІ КИТАЙСЬКОЇ (*ACTINIDIA CHINENSIS* PLANCH.) У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

***В. В. Красовський<sup>1</sup>, Н. В. Скрипченко<sup>2</sup>, Т. В. Черняк<sup>3</sup>***

<sup>1,3</sup> Хорольський ботанічний сад, вул. Кременчуцька, 1/79, оф. 46, Хорол, 37800, Україна

<sup>2</sup> Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Тімірязєвська, 1, Київ, 01014, Україна

Для збагачення ресурсів плодкових рослин лісостепової зони України важливе значення має інтродукція нових культур, зокрема субтропічних.

Введення в культуру актинїдії китайської або ківі (*Actinidia chinensis* Planch.) родини Actinidiaceae сукупно з іншими інтродуктами сприятиме забезпеченню зростаючих потреб населення у якісних продуктах харчування з високим вмістом біологічно активних речовин.

Актинїдія китайська характеризується раннім вступом в стадію плодоношення, що триває упродовж 50–60 років, стабільною врожайністю, стійкістю до хвороб та шкідників. Плоди актинїдії можуть зберігатись протягом тривалого часу не втрачаючи свої поживні та смакові властивості [1, 4].

*A. chinensis* добре росте в регіонах з вологим і теплим кліматом, який в Україні характерний для Південного берегу Криму, де вона вирощується в Нікітському ботанічному саду з 1986 р., та Закарпатті. Це дерев'яниста дводомна ліана до 8 м у висоту. Молоді пагони рослин виткі, опушені червонуватими волосками. Листки великі, 6–17 см довжиною, 6–15 см шириною, широко- та короткояйцеподібні, опушені, на довгих черешках. Бруньки закладаються в пазухах листків під корою пагона і покриті щільним волосним покривом, що забезпечує їм захист від низьких зимових температур. У випадку загибелі основної бруньки, розвиваються одна чи дві адвентивні, які дають початок лише вегетативним пагонам. Квітки великі, до 6 см у діаметрі. Жіночі квітки розташовані переважно поодинокі, мають циліндричну верхню зав'язь з 8–12 променеподібними стовпчиками на верхівці. В основі зав'язі знаходяться тичинки з укороченими тичинковими нитками. Зовні вони розвинені нормально, але їх пилок стерильний. Чоловічі квітки зібрані по 2–3 шт. і мають редуковану, цибулеподібну зав'язь в оточенні 20–30 тичинок з жовтими пиляками.

Плід *A. chinensis* – багатогніздна соковита ягода еліптичної форми з сухою чашечкою і опушеною шкіркою та дрібним насінням. Плоди містять до 20 % сухих речовин, в тому числі 6–12 % цукрів (глюкоза, галактоза, ксилоза), від 8 до 2,1 % яблучної, лимонної, щавлевої кислот. Важливою складовою плодів актинїдії китайської є ті вітаміни, які в організмі людини не синтезуються: це вітамін Е ( $\alpha$ -токоферол), РР (нікотинамід), провітамін А (каротин) і вітаміни групи В-В<sub>1</sub> (тіаміну гідрохлорид), В<sub>2</sub> рибофлавін та В<sub>6</sub> (піридоксину гідрохлорид). Поряд з вітамінами, в плодах виявлена значна кількість мікро- і макроелементів; особливо багато калію, магнію, йоду [4] та велика кількість високоактивної цистеїнової протеази актинїдину – ферменту, який за своєю дією подібний до папаїну та фітину [5, 6, 7]. Споживання плодів ківі сприяє зміцненню імунної системи людини, ефективно при захворюваннях щитовидної залози та туберкульозу. Відомі антимутагенні властивості екстракту з плодів ківі, які сприяють виведенню з організму антибіотиків та радіонуклідів, покращують функцію шлунково-кишкового тракту [8].

Основним обмежуючим фактором поширення актинїдії китайської є низькі зимові температури, оскільки за температури -12 °С пошкоджуються однорічні пагони, а за температури -20 °С відмерзає надземна частина [1]. Тому у процесі інтродукції актинїдії китайської у регіони з помірним кліматом, а в подальшому і в культурі мають бути передбачені заходи, направлені на практичне вирішення проблеми захисту рослин у зимовий період.

В лісостеповій зоні України актинідію китайську вирощують в умовах частково захищеного ґрунту, хоч в теплі зими рослини перезимовують без укриття навіть в умовах м. Києва, про що свідчить досвід вирощування *A. chinensis* в Національному ботанічному саду (НБС) імені М. М. Гришка НАН України [3].

В НБС *A. chinensis* вперше була інтродукована насінням, отриманим з Китаю у 70-ті роки минулого століття, а вдруге – в 90-ті, коли для інтродукції були використані плоди, одержані з Франції та Італії. Було вирощено більше 400 сіянцевих рослин, з яких понад 50 адаптувались до нових кліматичних умов і на сьогодні зростають на колекційних ділянках установи. Нині адаптовані рослини витримують без ушкоджень зниження зимової температури до  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ , однак подальше зниження призводить до вимерзання їх наземної частини до рівня кореневої шийки.

Важливим показником успішної інтродукції рослин є їх здатність до адаптації в нових умовах зростання, яка проявляється у проходженні сезонного циклу розвитку і визначається ступенем відповідності ритму розвитку кліматичним умовам району інтродукції. В умовах Лісостепу України початок вегетації *A. chinensis* відмічається за середньодобової температури  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  і припадає на початок квітня, хоч корегується погодними умовами. В цей час спостерігається початок інтенсивного сокоруху рослин і збільшуються розміри бруньок. Початок відосблення листків фіксується в другій декаді квітня - на початку травня, після чого відмічається початок лінійного росту пагонів, що триває до глибокої осені і лише суттєве зниження температури зумовлює припинення їх росту. В середньому період вегетації рослин в умовах м. Києва складає 235–245 діб: в зиму рослини входять з листками та нездерев'янілими верхівками однорічних пагонів, оскільки початок листопаду відмічається лише після перших заморозків.

Початок цвітіння рослин відмічається в першій декаді травня, яке, залежно від погодних умов, триває в середньому 6–16 діб. Пілокс з тичинкових квіток характеризується високими показниками фертильності та життєздатності, що свідчить про високий рівень адаптації виду в умовах інтродукції. Плоди різних колекційних форм відрізняються за формою, смаком, забарвленням та середньою масою плоду, що коливається від 30 г до 100 г. Плоди *A. chinensis* збирають недостиглими, їх дозарювання відбувається упродовж подальшого зберігання. За смаковими властивостями та за вмістом окремих біологічно активних речовин такі плоди не поступаються імпортованим кві, на що вказують результати біохімічних досліджень.

Отже, колекція рослин *A. chinensis* НБС, може слугувати цінним вихідним матеріалом для подальшої селекційної роботи з цією культурою в умовах Лісостепу України та впровадження в садові ценози.

У Хорольському ботанічному саду актинідія китайська досліджується з 2020 р. Висів насіння з плодів сорту 'Карпат Стратона Валентайн' (м. Одеса) проведено в шкільку, отримані сіянці будуть перенесені в наукову зону установи з метою поповнення ботаніко-географічної колекції «Сад субтропічних плодкових культур». Плоди, з яких заготовляли насіння, з середньою масою

60,2 г, мали такі розміри: довжина – 66 мм, ширина – 36 мм, товщина – 41 мм, в одному плоді близько 1100 насінин. Маса 1000 насінин становила 0,75 г.

На Півдні України при культивуванні актинідії китайської використовують Т-подібні шпалери [4]. В умовах Лісостепу України, для запобігання пошкодження рослин у зимовий період, доцільно використати спосіб формування основного провідника по типу висхідної спіралі, що дозволяє сформовану рослину опускати на поверхню ґрунту і на зиму вкрити утеплючим матеріалом. У такий спосіб у Хорольському ботанічному саду формують інжир звичайний (*Ficus carica* L.) [2], що позитивно позначається як на зимівлі, так і на плодоношенні культури.

#### Література

1. Меженський В. М., Меженська Л. О., Якубенко Б. Є. Нетрадиційні ягідні культури: рекомендації з селекції та розмноження. Київ : ЦП «Компринт», 2014. 119 с.

2. Спосіб формування крони інжиру *Ficus carica* (L.) для зимового укриття при інтродукції у Лісостеп України : пат. 105542 Україна : МПК (2014.01), A01G 11/00. № 201206434; заявл. 28.05.2012; опубл. 26.05.2014, Бюл. № 10. 4 с.

3. Скрипченко Н. В. Актинідія в Україні. Житомир : «Рута», 2017. 80 с.

4. Субтропические плодовые и орехоплодные культуры: научно-справочное издание / А. Н. Казас и др. Симферополь : ИТ Ариал, 2012. 304 с.

5. Chapter F. Kiwifruit Proteins and Enzymes : Actinidin and Other Significant Proteins. *Advances in Food and Nutrition Research*, 2013. 68, С. 59–80.

6. Maddamage R., Nieuwenhuizen N. J., Bulley S. M., Cooney J. M., Green S. A., Atkinson R. G. Diversity and Relative Levels of Actinidin, Kiwellin, and Thaumatin-Like Allergens in 15 Varieties of Kiwifruit (Actinidia), *Journal Agric. Food Chem.* 2013, 61, 3, 728–739.

7. Nishiyama I., Fukuda T., Oota T. Cultivar difference in chlorophyll, lutein and  $\beta$ -carotene content in the fruit of kiwifruit and other Actinidia species. *Acta Hortic.*, 2007. 753, 373–416.

8. Singletary K., Kiwifruit: overview of potential health benefits. *Nutr. Today*, 2012, 47, 113–147.

УДК 582.638.21:581.11

### ВОДНИЙ РЕЖИМ ЛИСТКІВ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *HAMAMELS* L. У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ПОСУХОСТІЙКІСТЮ

#### Ю. М. Кругляк

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Тімірязєвська, 1, Київ, 101014, Україна

Водний режим листків рослин видів роду *Hamamelis* L. досліджували ваговим методом за М. Д. Кушніренко [1]. Дослід проводили у серпні. Йому передував тривалий період без опадів. Зразки відбирали у другій половині дня



за умов сонячної погоди із центральної частини пагонів середньої третини крон модельних кущів. Зразки зважували на електронних вагах ТВТВ 404316 HE з точністю до 0,05 г.

Розрахунковим шляхом визначали динаміку втрати води протягом доби, вміст загальної води, водний дефіцит, відносну тургоресцентність листків та їхню водопоглинаючу здатність після в'янення.

Об'єктами дослідження були різновікові рослини видів роду *Hamamelis* із колекції Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України: *H. mollis* Oliv. (50-ти, 70-ти і 80-ти річні рослини), *H. vernalis* Sarg. (50-річна рослина) і *H. virginiana* L. (7-річна рослина).

Отримані результати свідчать, що листки всіх досліджуваних рослин роду *Hamamelis* з різною інтенсивністю втрачали воду протягом доби (рис.). Вже через 2 години після початку в'янення листки втратили від  $7,3 \pm 0,45$  % до  $13,5 \pm 0,1$  % води. А через добу після початку експерименту втрати води листками досліджуваних рослин склали від  $55,7 \pm 2,0$  % до  $91,5 \pm 3,40$  %. Менш інтенсивно втрачали воду листки *H. mollis* (70-річн.), *H. mollis* (50-річн.) і *H. vernalis*, а найбільш інтенсивно – *H. mollis* (80-річн.) і *H. virginiana*.

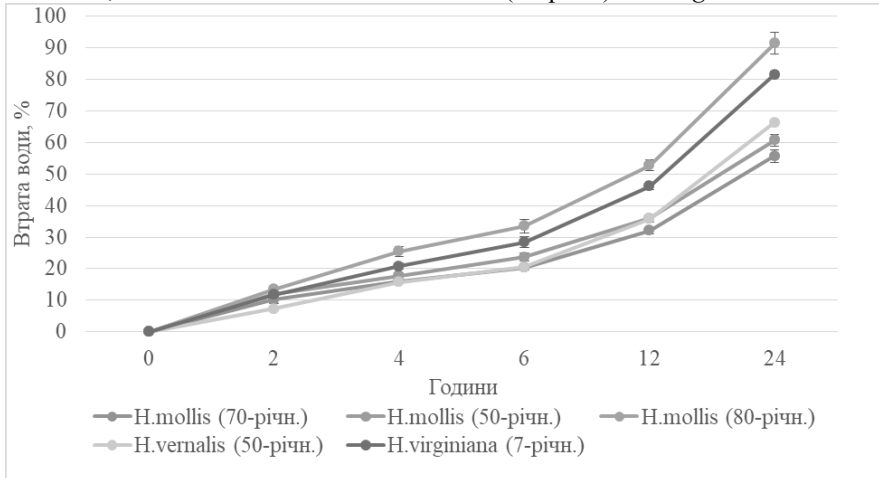


Рис. Динаміка втрати води листками рослин роду *Hamamelis* L. протягом доби.

Вміст загальної води у листках гамамелісів різних видів варіював незначною мірою: від  $51,6 \pm 2,45$  % до  $57,4 \pm 1,66$  % від загальної маси листків (табл.). Значно більше варіював показник водного дефіциту (від  $9,6 \pm 0,60$  % до  $18,6 \pm 0,50$  %). Показник відносної тургоресцентності вказує на те, що вміст води у листках усіх досліджуваних рослин одразу після збору зразків був достатньо високим по відношенню до її вмісту при повному водонасиченні: від  $81,4 \pm 0,50$  % до  $90,4 \pm 0,60$  %.

Найменше відновили вміст води після в'янення листки *H. virginiana* і *H. mollis* (50-річн.) – лише на  $33,8 \pm 3,24$  % і  $37,8 \pm 3,35$  % відповідно. Листки *H. mollis* (80-річн.) і *H. mollis* (70-річн.) відновили вміст води на  $53,0 \pm 3,75$  % і

на 50,9±4,35 % відповідно від її вмісту при повному водонасиченні. Цей показник виявився найбільшим серед досліджуваних видів.

Таблиця

Водний режим листків рослин роду *Hamamelis* L.

Вид	Загальна вода, %	Дефіцит води, %	Відносна тургоресцентність, %	Водопоглинаюча здатність, %
<i>H. mollis</i> (70-річн.)	56,3±0,15	15,2±0,30	84,8±0,3	50,9±4,35
<i>H. mollis</i> (50-річн.)	55,0±0,45	12,8±0,30	87,2±0,30	37,8±3,35
<i>H. mollis</i> (80-річн.)	51,6±2,45	9,6±0,60	90,4±0,60	53,0±3,75
<i>H. vernalis</i>	53,8±0,20	14,4±1,55	85,7±1,55	42,3±1,35
<i>H. virginiana</i>	57,4±1,66	18,6±0,50	81,4±0,50	33,8±3,24

За результатами досліджень водного режиму листків рослин роду *Hamamelis* можна зробити висновок, що найбільш стійкими до умов дефіциту вологи є рослини *H. mollis* (70-річн. і 80-річн), а найменш стійкими – рослини *H. virginiana*.

#### Література

1. Кушниренко М. Д., Гончарова Э. Л., Бондарь Е. М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинёв : Штиинца, 1970. 80 с.

УДК 633.34:631.461.5: 631.81.095.337

### ВМІСТ НІТРОГЕНУ В РОСЛИНАХ СОЇ ЗА ВПЛИВУ БАКТЕРИЗАЦІЇ ТА РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

**К. П. Кукол<sup>1</sup>, П. П. Пухтаевич<sup>1</sup>, І. І. Клименко<sup>2</sup>, Н. І Довбаш<sup>2</sup>, Г. В. Давидюк<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022, Україна

<sup>2</sup>ННЦ «Інститут землеробства НААН України», вул. Машинобудівників, 2-Б, смт Чабани, Київська обл., 08162, Україна

Нітроген – один із найважливіших елементів для росту і розвитку рослин. Він входить до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, виконуючи виключно важливу роль в обміні речовин. Цей елемент міститься у хлорофілі, фосфатидах, алкалоїдах, ферментах і в багатьох інших органічних речовинах рослинних клітин [6]. Із метою зменшення кількості внесених високовартісних азотних добрив і мінімізації їх негативного впливу на довкілля використовують альтернативний підхід у забезпеченні рослин азотом – його біологічну

фіксацію, що є природним процесом перетворення атмосферного  $N_2$  у доступну для вирощуваних рослин форму [1, 3, 5].

Відомо, що вміст нітрогену сильно варіює в різних рослинах і органах однієї і тієї ж рослини. Насіння містить більше цього елементу, ніж листки та стебла в кінці вегетації. Бобові культури в усіх органах містять більше азоту, ніж злакові. Упродовж вегетації за умов його нестачі листки ростуть дрібні, світло-зеленого кольору і передчасно жовтіють, стебла стають тонкими та слабо гілкуються, а також погіршується формування репродуктивних органів і налив зерна [4].

У науковій літературі значне висвітлення отримали дослідження зв'язків між урожаєм насіння сої (*Glycine max* (L.) Merr), поглинанням азоту, біологічною фіксацією цього елементу та реакцією на його внесення. Зокрема, виявлено, що активне функціонування бобово-ризобіального симбіозу зумовлювало підвищення вмісту азоту в органах рослин гороху, люпину, сої, вики та квасолі у листках на 0,08–0,24 %, у стеблах – 0,02–0,23 %, у коренях – 0,09–0,28 %, бульбочках – 0,21–0,46 %, у бобах – 0,08–0,24 % [2].

Дослідження проводили у контрольованих умовах вегетаційного досліду на піщаній культурі. Визначали вміст азоту (у % на суху речовину) в надземній масі та коренях сої сорту Алмаз (ДСТУ ISO 5983-1:2014). Джерелом поживних елементів для рослин була суміш Гельрігеля. Схемою досліду було передбачено інокуляцію посівного матеріалу активним штамом бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* T21-2, передпосівну обробку насіння та вегетуючих рослин комплексним мікроелементним препаратом Аватар-2 і поєднання цих елементів у технології вирощування сої.

У результаті досліджень встановлено, що вміст нітрогену в надземній масі рослин сої контрольованого варіанту мав тенденцію до зниження упродовж вегетації з 1,96 % у фазу трьох справжніх листків до 1,27 % у фазу формування бобів. За інокуляції посівного матеріалу бульбочковими бактеріями *B. japonicum* T21-2 кількість азоту в надземній масі сої становила 2,28; 1,97 та 2,49 % у фази трьох справжніх листків, бутонізації-початку цвітіння та формування бобів відповідно. Виявлено тенденцію до зниження досліджуваного показника впродовж вегетації з 2,73 до 1,35 % за обробки насіння сої Аватаром-2.

За поєднання бактеризації насіння ризобіями та підживлення мікроелементним комплексом кількість накопиченого в рослинних тканинах нітрогену становила 2,68 та 3,08 % у фази бутонізації-початку цвітіння та формування бобів відповідно. У рослинах підживлених Аватаром-2 вміст нітрогену в надземній масі становив 2,33 та 1,63 %, що на 0,75 та 0,36 % більше порівняно із контрольними рослинами у відповідні фази розвитку.

Уміст нітрогену в коренях сої у досліді також залежав від способів передпосівної обробки насіння та поєднання прийомів бактеризації із внесенням комплексу мікроелементів. У рослин, інокульованих бульбочковими бактеріями (без застосування мікроелементів), кількість нітрогену в коренях становила 1,48; 0,76 та 1,40 % у фази трьох справжніх листків, бутонізації-початку цвітіння та формування бобів відповідно. Виявлено тенденцію до

підвищення досліджуваного показника впродовж вегетації з 1,52 до 1,76 % за комплексної обробки насіння сої мікробним препаратом і Аватаром-2.

У фазу бутонізації-початку цвітіння в коренях сої підживленої Аватаром-2 та за впливу комплексного застосування інокуляції із позакореневим внесенням цього препарату вміст нітрогену склав 0,94 та 1,17 %. Аналізуючи корені рослин вказаних варіантів, у фазу формування бобів відмічали підвищення досліджуваного показника до 1,47 та 2,18 % відповідно.

Отже, передпосівна обробка насіння активним штамом бульбочкових бактерій та комплексом мікроелементів Аватар-2 підвищує вміст нітрогену в рослинах сої, що дозволяє збільшити його використання упродовж вегетації та підвищити зернову продуктивність вирощуваної культури.

#### *Література*

1. Волкогон В. В., Бердніков О. М., Лопушняк В. І. Екологічні аспекти системи удобрення сільськогосподарських культур : монографія / ред. В. В. Волкогон. Київ : Аграрна наука, 2019. 263 с.

2. Дозоров А. В., Гаранин М. Н. Динамика азота и продуктивность зерновых бобовых культур. *Вестник УСГА*. 2013. 1(21). С. 4–9.

3. Мікробіологічні препарати для сільського господарства / С. Я. Коць, Н. А. Воробей, О. В. Кириченко та ін. Київ : Логос, 2016. 48 с.

4. Недільська У. І. Фізіологічна роль кореневого живлення рослин. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021. 60(2). С. 28–30.

5. Exploiting biological nitrogen fixation: a route towards a sustainable agriculture / A. Soumare, A. G. Diedhiou, M. Thuita et al. *Plants*. 2020. 9(8). 1011 p.

6. Role of nitrogen for plant growth and development: A review / S. J. Leghari, N. A. Wahocho, G. M. Laghari et al. *Advances in Environmental Biology*. 2016. 10(9). P. 209–219.

УДК 581.6:579.2

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ СОЇ ТА РІВЕНЬ ЙОГО КОНТАМІНАЦІЇ МІКРООРГАНІЗМАМИ ЗА ОБРОБКИ ЕТИЛОВИМ СПИРТОМ І ПЕРЕКИСОМ ВОДНЮ**

***Н. М. Мельникова***

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

Реалізація потенціалу продуктивності рослин тісно пов'язана з активністю їх розвитку, починаючи з найбільш ранніх етапів онтогенезу, а саме проростання насіння. Цей процес регулюється низкою факторів, зокрема, рівнем мікробної контамінації та силою росту насіння. Для активізації проростання насіння і зменшення кількості мікроорганізмів, які знаходяться на його поверхні та включають численні фітопатогенні види, використовують різні методи [1, 5, 6, 9], зокрема, обробку перекисом водню й етиловим спиртом

[7, 12]. Незважаючи на численні наукові роботи щодо властивостей та впливу на живі організми етилового спирту і перекису водню, дослідження цих речовин не втрачає своєї актуальності, на що вказують новітні експериментальні дані. Так, було показано, що етиловий спирт і перекис водню за обробки ними рослин у визначених концентраціях та за певної тривалості застосування здатні впливати на функціонування антиоксидантних ферментів, фотосинтетичної системи, а також на синтез низки біологічно активних речовин [8]. Водночас вони можуть регулювати процеси проростання насіння [3, 4], розвиток дорослих рослин [4, 8] та впливати на стійкість рослинного організму до дії стресових факторів довкілля [2, 11]. Окрім того, відома роль етилового спирту і перекису водню як антимікробних агентів [9, 10]. Необхідність подальшого вивчення біологічної дії зазначених органічних сполук пов'язана з важливістю розробки уніфікованих методик обробки ними насіння з метою отримання якісного насінневого матеріалу для проведення фундаментальних досліджень і вирощування сільськогосподарсько-цінних рослин, оскільки існують відмінності у рівні контамінації насіння, отриманого з різних джерел, стійкості спільнот мікроорганізмів на його поверхні, здатності реагувати у ході проростання на дію несприятливих стресових факторів та сортові відмінності. Метою роботи було визначення енергії проростання насіння сої, а також рівня його мікробної контамінації, тобто кількості мікроорганізмів у змивах із поверхні насіння та кількості інфікованих насінин, за різної тривалості обробки насіння етиловим спиртом і перекисом водню.

Насіння сої *Glycine max* (L.) сорту Мар'яна витримували у 70% розчині етилового спирту протягом 10, 20 і 30 хвилин або у 15% розчині перекису водню протягом 5, 10 і 15 хвилин із наступним відмиванням його у стерильній водопровідній воді. В асептичних умовах до насіння додавали стерильну воду в об'ємі, розрахованому на кількість насінин у зразку, і витримували протягом години при постійному перемішуванні. Після цього насіння розкладали на мінімальне агаризоване поживне середовище і витримували протягом чотирьох діб при температурі 25°C. Оцінювали кількість пророслих, аномально пророслих та інфікованих насінин. Змиви насіння після годинного інкубування висівали на сусло-агар та бобове агаризоване середовище для визначення числа життєздатних мікроорганізмів. Досліди були проведені у трикратній повторності. Отримані дані були статистично обраховані за допомогою загальноприйнятих методів обробки результатів.

Експериментальні дані показали, що 70% етиловий спирт суттєво не впливав на енергію проростання насіння сої, однак за обробки ним протягом 20 і 30 хвилин спостерігалась тенденція до збільшення числа пророслих насінин. При цьому відзначалось також зростання кількості аномально сформованих проростків та зменшення на 47–56% числа ураженого фітопатогенами насіння. Було показано, що за різних протоколів застосування етилового спирту кількість мікроорганізмів, висіяних на сусло-агар зі змивів насіння була близькою до аналогічного показника, отриманого у варіанті без обробки. Водночас, 70% спиртовий розчин, використаний у наших дослідах, інгібував на 50–60% ріст епіфітної мікрофлори, здатної рости на бобовому агарі. При цьому

достовірного зменшення числа грибних колоній на поверхні агаризованого середовища не спостерігалось. На відміну від спирту, обробка насіння сої перекисом водню збільшувала його енергію проростання на 52–72%. Інкубування насіння у 15% розчині перекису протягом 10 і 15 хвилин було найбільш ефективним, сприяючи зменшенню числа аномально сформованих проростків із низьким рівнем ростової активності та в 5,2–12,4 рази – кількості контамінованих мікробами насінин. Перекис водню інгібував ріст мікроскопічних грибів у всіх досліджуваних варіантах. Слід відзначити тенденцію до збільшення мікробного числа насінневих змивів у перерахунку на одну насінину при використанні перекису водню протягом 15 хвилин порівняно до варіанту без обробки, що можна пояснити ймовірним впливом цієї органічної сполуки на фізико-хімічні властивості поверхні насіння, і, як наслідок, зниженням здатності мікробів до прикріплення, а також дією перекису водню на цілісність насінневої оболонки, в результаті чого частина ендofітних мікроорганізмів може потрапити до змивів.

Отже, отримані результати вказують на слабку рістстимулюючу дію етилового спирту. Однак, за певних умов з урахуванням концентрації і тривалості обробки насіння сої він може бути використаний з метою активізації ростових процесів. Як антисептик етиловий спирт може покращувати якість насіння, певною мірою знижуючи кількість мікроорганізмів на його поверхні. Натомість, перекис водню мав значний стимулюючий вплив на проростання насіння сої, а також суттєво знижував рівень його мікробної контамінації. Оптимальними схемами для обробки насіння сої, які були встановлені в наших експериментах, можуть бути інкубування його у 15% розчині перекису водню протягом 10 хвилин або у 70% етиловому спирті протягом 20 хвилин. Використання широкого кола поживних середовищ для вивчення антимікробної дії різних речовин, спрямованих на покращення якості насіння, може значною мірою підвищити рівень її оцінювання.

#### *Література*

1. Andrade C. A., Souza K. R. D., Oliveira Santos M., Silva D. M., Alves J. D. Hydrogen peroxide promotes the tolerance of soybeans to waterlogging. *Scientia Horticulturae*. 2018. 232. P. 40–45.
2. Basal O., Szabo A. Ameliorating drought stress effects on soybean physiology and yield by hydrogen peroxide. *Agric. conspec. sci.* 2020. 85. P. 211–218.
3. Butnor J. R., Verrico B. M., Vankus V., Keller S. R. Ethanol exposure can inhibit red spruce (*Picea rubens*) seed germination. *Seed Sci. Technol.* 2018. 46. P. 259–265.
4. Cavusoglu K., Kabar K. Effects of hydrogen peroxide on the germination and early seedling growth of barley under NaCl and high temperature stresses. *EurAsian J. Biosci.* 2010. 4. P. 70–79.
5. Hesami M., Daneshvar M. H., Lotfi-Jalalabad A. Effect of sodium hypochlorite on control of in vitro contamination and seed germination of *Ficus religiosa*. *Iranian J. Plant Physiol.* 2017. 7. P. 2157–2162.

6. Jafariyan T., Javad Zarea M. Hydrogen peroxide affects plant growth promoting effects of *Azospirillum*. *J. Crop Sci. Biotechnol.* 2016. 19. P. 167–175.
7. Miyoshi K., Sato T. Effects of ethanol on the germination of seeds of japonica and indica rice (*Oryza sativa* L.) under anaerobic and aerobic conditions. *Annals Bot.* 1997. 79. P. 391–395.
8. Rahman M. M., Mostofa M. G., Das A. K., Anik T. R., Keya S. S., Ahsan S. M., Khan M. A. R., Ahmed M., Rahman M. A., Hossain M. M., Tran L. S. P. Ethanol positively modulates photosynthetic traits antioxidant defense and osmoprotectant levels to enhance drought acclimatization in soybean. *Antioxidants (Basel)*. 2022. 11. P. 516.
9. Sanna M. Gilardi G., Gullino M.L., Mezzalama M. Evaluation of physical and chemical disinfection methods of *Brassica oleracea* seeds naturally contaminated with *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *J. Plant Dis. Protect.* 2022. 129. P. 1145–1152.
10. Sissons C. H., Wong L., Cutress T. W. Inhibition by ethanol of the growth of biofilm and dispersed microcosm dental plaques. *Arch. Oral. Biol.* 1996. 41. P. 27–34.
11. Yao X., Zhou M., Ruan J., Peng Y., Yang H., Tang Y., Gao A., Cheng J. Pretreatment with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> alleviates the negative impacts of NaCl stress on seed germination of tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). *Plants*. 2021. 10. P. 1784.
12. Zhang S.-K., Wang D., Tao Yu-J., Jiang H.-D. Effects of seeds soaking with hydrogen peroxide on growth and yield of rapeseed at different sowing dates. *Chinese J. Oil Crop Sci.* 2019. 41. P. 559–567.

УДК 581.5:582.623

## АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ *QUERCUS RUBRA* (FAGACEAE) ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ В ДЕНДРОПАРКУ «ДРУЖБА» М. МИКОЛАЄВА

**В. Г. Миколайчук<sup>1</sup>, В. Р. Зубкова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Миколаївський національний університет, вул. Георгія Гонгадзе, 9, Миколаїв, 54008, Україна

<sup>2</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65000, Україна

Використання деревних рослин слугує формуванню середовища існування людини. Через високу температуру, особливий мікроклімат, нестачу вологи, забруднення атмосфери постає необхідність у підборі таких видів деревних рослин, які могли б адаптуватися до екстремальних умов та бути безпечними для інших рослин.

*Quercus rubra* належать до роду *Quercus* L. родини Fagaceae A. Br. [5, 6]. На батьківщині (схід Північної Америки від району Великих озер до Техасу) росте в хвойно-широколистяних і широколистяних лісах. Вперше був ввезений у Європу в 1691 р. [4]. Однак у лісові культури породи почали активно вводити з кінця XIX – початку XX ст. В Україні вперше з'явився у 1809 р. на

Харківщині. У лісові культури Галичини інтродуцент був запроваджений значно пізніше – в 1888 р. [3]. На думку М. Ю. Дебринюка і П. П. Придка [2] оптимальні умови для росту *Q. rubra* склалися в західному регіоні України. В умовах Польщі дослідження адаптації та натуралізації цього виду показали його негативний вплив на аборигенні фітоценози та серйозні економічні наслідки, які зводять нанівець переваги реклами комерційного екзотичного виду [8]. *Q. rubra* входить до переліку 64 високоінвазійних видів флори України, за ступенем натуралізації в Україні є агроспекофітом, за типом ареалу є трансконтинентальним [7]. Для видів, які мають північноамериканське походження, характерні поліваріантність адаптаційного комплексу, високий біотичний потенціал, широка екологічна амплітуда. При наявності подібних до кліматичних умов та подібних екологічних ніш первинного ареалу, при яких знижується біотичний бар'єр, їх поширення має характер експансії.

Враховуючи біологічні особливості інтродуцента, постала необхідність встановлення безпечності використання породи у фітоценозах України, для чого дослідити аделопатичну активність листків, плодів та ризосфери *Q. rubra* в Північному Причорномор'ї. Польові дослідження виконані протягом жовтня 2021 рр. у Корабельному районі м. Миколаєві, лабораторні проведені на базі лабораторії Миколаївського національного аграрного університету. В результаті проведених протягом 2020-2021 рр. експедицій встановлено, що на території дендропарку «Дружба» є штучні насадження *Q. rubra*, вік яких складає близько 45 років.

Визначення аделопатичної активності рослин проводили за методикою Гродзинського А. М. (1973) [1], порівнюючи енергію проростання та довжину проростків рослин біотесторів (*Lepidium sativum* L.) на водяному фільтраті плодів та листків рослин, а також ґрунту із зони ризосфери з контролем (дистильована вода). Співвідношення наважки ґрунту та органів рослин до дистильованої води 1:100. Дослід закладали в триразовій повторності.

У результаті проведених досліджень встановлено, що рослини *Q. rubra* є аделопатично активними: водорозчинні виділення інгібують схожість насіння рослини-біотестора, їх показники знаходяться в межах від -92 % (листки) до -60 (плюска) порівняно з контролем. Вони також здатні пригнічувати приріст коренів проростків рослин-біотесторів від -5,18 (листки) до -2,53 (плюска) порівняно з контролем. Найбільший негативний вплив мають листки, найменший – плюска (-69,7 та -34,05 % відповідно). На нашу думку, це пов'язано із накопиченням у листках речовин, що мають інгібуючу дію.

Аналізуючи поширення аделопатично активних речовин на різній відстані від стебла рослини *Q. rubra* (від 0 до 2 м) нами встановлено, що незначну інгібуючу дію мають водорозчинні виділення біля стебла (-0,5 м), в подальшому спостерігається зростання стимулюючої дії до 1 м (53,7 %) і її зменшення на відстані 2 м (11,6 %).

Отже, рослини *Q. rubra* є аделопатично активними: вегетативні та генеративні органи мають інгібуючу дію на рослину-біотестор, а аделопатичне поле залежить від відстані від стебла. Подальші дослідження необхідно



провести для встановлення динаміки алелопатичної активності *Q. rubra* протягом вегетаційного періоду.

#### Література

1. Гродзинський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин. Київ : Наук. думка, 1973. 205 с.
2. Дебринюка М. Ю., Придка П. П. Дуб червоний (*Quercus rubra* L.) у лісових насадженнях Страдчівського НВЛК: поширення та лісівничо-таксаційна характеристика. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.17. С. 9-14.
3. Івченко А. І. Історія впровадження дуба червоного. *Науковий вісник УкрДЛТУ* : зб. наук.-техн. праць. Львів : Вид-во УкрДЛТУ, 2002. Вип. 12.4. С. 35–40.
4. Кремер Б. П. Деревья: местные и завезенные виды Европы. Москва : Астрель, 2002. 288 с.
5. Нечитайло В. А., Кучеренко Л. Ф. Систематика вищих рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 47 с.
6. Определитель высших растений Украины / [Прокудин Ю. Н., Доброчаева Д. Н., Заверуха Б.В. и др.] ; под ред. Ю.Н. Прокудина. [2-е изд.]. Київ : Фітосоціоцентр, 1999. 548 с.
7. Протопопова В. В., Шевера М. В. Інвазійні види у флорі України. І. Група високо активних видів. GEO&BIO.2019. Т.17. С. 117–135.
8. Chmura D. Impact of alien tree species *Quercus rubra* L. on understory environment and flora: a study of the silesian Upland (Southern Poland). *Polish Journal of Ecology*. 2013. 61(3):431–442

УДК 581.1

### **ВИКОРИСТАННЯ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ**

**Л. М. Михалків, С. Я. Коць, І. М. Обезюк**

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

Засолення є одним із найбільш шкодочинних абіотичних стресових факторів, що обмежують ріст рослин та їх урожайність, а також знижують родючість ґрунтів. Близько 20 % сільськогосподарських угідь піддаються впливу сольового стресу і цей показник постійно зростає по всьому світу, причому через глобальні кліматичні зміни негативні наслідки його дії посилюються, що стає загрозою продовольчій безпеці багатьох країн [8].

Засолення ґрунту може відбуватися природним шляхом у посушливих і напівпосушливих регіонах, де мало опадів та високе випаровування. Воно може бути спричинене природним вивітрюванням первинних мінералів, осаджуванням морської солі, що переноситься вітрами, затопленням прибережних територій морською водою [3, 5, 10]. Засолення ґрунту може бути

також наслідком людської діяльності, зокрема нераціонального використання земель, надмірного зрошення водою із надлишковим вмістом солей, застосування неадекватних дренажних систем, неправильної оранки та удобрення і т.д. [7, 11, 14].

Одним із найбільш ефективних і екологічно безпечних методів зниження та регулювання рівня засолення ґрунтів є біомеліорація, суть якої полягає у поєднанні в сівознах солестійких культур із рослинами-галофітами, здатними рости та розвиватися за умов високих сольових концентрацій ґрунтового розчину. У цьому аспекті перспективними є рослини родини бобових. Вони – не лише багате джерело поживних речовин для кормовиробництва та харчової промисловості, але й відіграють важливу роль у відновленні деградованих ґрунтів із дефіцитом азоту [1]. Бобові цінуються за здатність засвоювати в симбіозі з бульбочковими бактеріями атмосферний азот, збагачувати ґрунт поживними речовинами, впливати на його кислотність, мінімізувати ерозію і т.ч. сприяти розширенню видового різноманіття на деградованих землях [6]. Відзначена доцільність використання дерев родини бобових для поповнення азоту пошкоджених у результаті засолення лісових ґрунтів. Виявлено, що *Acacia nilotica* та *Leucaena leucophela* можуть успішно вирощуватися на корм із незначним зниженням ефективності азотфіксації за 90 mM NaP1 [4]. В свою чергу бобові трави завдяки добре розвиненій кореневій системі покращують дренаж у ґрунті, запобігають утворенню ґрунтової кірки і збагачують ґрунт азотом. *Medicago sativa* стійка до умов засолення навіть до 400 mM NaP1 [12], *Hedysarum carnosum* накопичує Na<sup>+</sup> у коренях і підтримує досить високу ефективність симбіотичної азотфіксації за 100 mM NaP1 [9].

Водночас слід зауважити, що засолення обмежує врожайність як кормових, так і зернових бобових культур, зокрема, через шкідливий вплив на взаємодію цих рослин із ризобіями, перешкоджаючи становленню симбіозу та симбіотичній азотфіксації. Збільшення концентрації солей у ризосфері спричинює порушення гомеостазу рослинних клітин, балансу іонів, денатурацію структурних протеїнів. Сольовий стрес негативно впливає на обох партнерів симбіозу, змінюючи процес його формування на різних етапах (деформації кореневих волосків, утворення інфекційних ниток, розвитку бульбочок та диференціювання бактероїдів), спричиняє зниження синтезу леггемоглобіну, гальмування ростових процесів і синтезу протеїнів у листках, гіпокотилях й коренях [13].

Зважаючи на це, актуальними на сьогодні є дослідження механізмів захисту бобово-ризобіальних симбіотичних систем від високої концентрації солі у середовищі, а також пошук шляхів підвищення їх стійкості до цього стресового чинника. Успішне освоєння засоленних територій у сільськогосподарських цілях пов'язане із селекцією та генетичним вдосконаленням сортів рослин, придатних до вирощування за таких умов [2]. Водночас, зважаючи на значну роль генотипу штаму мікосимбіонта при створенні високопродуктивних й стійких до засолення симбіотичних пар, важливим є підбір комплементарних солестійких сортів бобових і штамів ризобій.

Доведено, що ростом та розвитком бобових можна керувати за допомогою певних агрономічних стратегій, що дозволяють підвищити ефективність використання наявних за умов засолення вихідних ресурсів. Зокрема, цілком дієвим способом обмеження шкідливого впливу сольового стресу на ці рослини є застосування ростостимулюючих ризобактерій [8]. Останні можуть поліпшити стан рослин за таких умов завдяки стабілізації осморегуляції, покращенню протікання процесів фотосинтезу, нодуляції, а також росту коренів, що оптимізує надходження у рослини води й поживних речовин, а також завдяки продукуванню фітогормонів. Показано також позитивний вплив праймінгу насіння із застосуванням певних сполук на ріст і розвиток бобових за умов засолення [11]. Серед них – бетайнгідрохлорид, солі цинку, саліцилова кислота, гібереліни, поліаміни та ін. Вони підвищують стійкість рослин до сольового стресу та їх урожайність за рахунок певних механізмів, зокрема тих, які передбачають активізацію антиоксидантної системи, регуляцію росту й розвитку, розподілу іонів у стеблах і коренях та ін.

Таким чином, бобові відіграють особливу роль у відновленні деградованих під впливом засолення ґрунтів, тому на сьогодні важливе значення мають дослідження механізмів стійкості цих рослин до сольового стресу та пошук шляхів підвищення їх продуктивності за несприятливих умов, зокрема, за рахунок оптимальної реалізації їх симбіотичного потенціалу.

#### *Література*

1. Abiala M. A., Abdelrahman M., Burrett D. J., Tran L-S. Ph. Salt stress tolerance mechanisms and potential applications of legumes for sustainable reclamation of salt-degraded soils. *Land Degrad. Dev.* 2018. Vol. 29. P. 1–11.
2. Badran A. E., Esraa A. M., Sherebeny E., Salama Y. A. Performance of some alfalfa cultivars under salinity stress conditions. *J. Agricultural Sci.* 2015. Vol. 7. P. 281–290.
3. Bhuiyan M. S. I., Raman A., Hodgkins D. S. Plants in remediating salinity-affected agricultural landscapes. *Proc. Indian National Sci. Acad.* 2017. Vol. 83. P. 51–66.
4. Bruning B., Rozema J. Symbiotic nitrogen fixation in legumes: Perspectives for saline agriculture. *Environ. Exp. Bot.* 2013. Vol. 92. P. 134–143.
5. FAO, ITPS. Status of the world's soil resources – Main report, in: FAO. FAO and ITPS, Rome. 2015. URL: <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>.
6. Ferguson B. J., Lin M-H., Gresshoff P. M. Regulation of legume nodulation by acidic growth conditions. *Plant Signal Behav.* 2013. Vol. 8. e23426.
7. Hu G., Liu H., Yin Y., Song, Z. The role of legumes in plant community succession of degraded grasslands in northern China. *Land Degrad. Dev.* 2016. Vol. 27. P. 366–372.
8. Ilangumaran G., Smith D. L. Plant growth promoting rhizobacteria in amelioration of salinity stress: a systems biology perspective. *Front. Plant Sci.* 2017. Vol. 8. 1768.
9. Kouas S., Slatni T., Salah I. B., Abdelly Ch. Eco-physiological responses and symbiotic nitrogen fixation capacity of salt-exposed *Hedysarum carnosum* plants *Afr. J. Biotechnol.* 2010. Vol. 9. P. 7462–7469.

10. Mekonnen M., Keesstra S. D., Stroosnijder L., Baartman J. E. M., Maroulis J. Soil conservation through sediment trapping: A review. *Land Degrad. Dev.* 2015. Vol. 26. P. 544–556.

11. Mohanavelu A., Naganna S.R., Al-Ansari N. Irrigation induced salinity and sodicity hazards on soil and groundwater: an overview of its causes, impacts and mitigation strategies. *Agriculture.* 2021. Vol. 11. 983.

12. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. Vol. 59. P. 651–681.

13. Sobhanian H., Razavizade R., Nanjo Y., Ehsanpour A. A., Jazii F. R., Motamed N., Komatsu S. Proteome analysis of soybean leaves, hypocotyls and roots under salt stress. *Proteome Sci.* 2010. Vol. 8. P. 1–15.

14. Tetteh R. N. Chemical soil degradation as a result of contamination: a review. *Journal Soil Sci. Environ. Manage.* 2015. Vol. 6. P. 301–308.

УДК 58.084:582.736

## **ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА УСПІШНОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ ВИДІВ РОДУ *ASTRAGALUS* L. В УМОВАХ КРЕМЕНЕЦЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ**

***О. В. Панкова, О. А. Мельничук, Л. А. Кубінська***

Кременецький ботанічний сад, вул. Ботанічна, 5, Кременець, 47003, Україна

У наш час інтродукція рослин є майже безперервним процесом перенесення широкого асортименту рослин до нових умов місцезростання. Цей масовий експеримент розширення ареалів видів шляхом реалізації їх генетичного різноманіття нерозривно пов'язаний з глобальною проблемою вивчення і збереження біорізноманітності рослин [1].

Оцінювання успішності інтродукції є важливим для введення в культуру в умовах регіону й подальшого використання найперспективніших видів у різноманітних галузях народного господарства [3, 4].

Важливим показником адаптації інтродуцентів до нових умов зростання є їх здатність до репродуктивного та вегетативного розмноження.

Схожість насіння є важливим показником успішності розмноження виду в умовах культури, адже здатність до насінного поновлення залежить не лише від його кількості, а й від якості. Вивчення посівних якостей насіння має теоретичне і практичне значення для забезпечення успішності насінного розмноження, характеристики біологічних властивостей насінного матеріалу, для вирішення практичних питань в галузі [5].

Дослідження пророщування нескарифікованого насіння і скарифікованого насіння механічним способом, показало значну різницю в енергії проростання і схожості.

Скарифікація насіння астрагалів підвищує їх схожість на 15–52%. Найвищі показники схожості показало скарифіковане насіння *Astragalus ponticus* – 95%, найнижчі у нескарифікованого насіння *A. galegiformis* – 41%. Енергія проростання пропорційна схожості насіння. У скарифікованого насіння

*A. galegiformis* енергія проростання становить 41% (на 4 добу), а у *A. ponticus* – 64% (на 4–5 добу) відповідно.

Для визначення впливу різних строків сівби на морфогенез рослин роду *Astragalus* було проведено сівбу у три строки – III дек. жовтня (осінній), II дек. квітня (весняний), II дек. липня (літній).

Грунтова схожість насіння без попередньої підготовки має пряму залежність від виду та строків посіву і коливається в межах від  $39,5 \pm 1,5\%$  (*A. dasyanthus*) до  $93,0 \pm 2,0\%$  (*A. cicer*). Найкращі сходи спостерігали при весняній і осінній сівбі, найгірші – у літній період. Такі результати пояснюються тим, що при весняній та осінній сівбі залишки вологи у ґрунті є достатніми для дружнього проростання насінин рослин, також весною найбільш сприятливі середньодобові температури. При осінній сівбі, насінини в ґрунті за зимовий період проходять природну стратифікацію, сходи з'являються навесні. Слід відзначити, що за умов усіх строків сівби, наприкінці вегетаційного сезону, у кожного дослідженого виду одержано повноцінно розвинуті особини у віргінільній фазі онтогенетичного розвитку.

Здатність до насінного та вегетативного розмноження оцінювали за 9-ти бальною шкалою. Найкращу здатність до насінного розмноження (9 балів) відзначено у *A. galegiformis* та *A. cicer*, *A. ponticus* та *A. falcatus* оцінено 7 балами – рослини з схожістю насіння до 80 %, ще три види отримали лише 5 балів, вони характеризуються обмеженим плодоношенням та низькою схожістю насіння. Відзначено, що в умовах інтродукції усі види на другий рік вегетації формують насіння.

Найкращу здатність до вегетативного розмноження виявлено у *A. cicer* при поділі кореневища у весняний період, приживлюваність саджанців становить 90%. У чотирьох видів – *A. galegiformis*, *A. onobrychis*, *A. ponticus* та *A. falcatus*, спостерігали добре вегетативне розмноження, рослини після приживлення цвітуть і плодоносять, проте із незначним відтермінуванням цих фаз. У *A. canadensis* приживлюваність задовільна, спостерігається зменшення кількість генеративних пагонів, а *A. dasyanthus* – взагалі не плодоносив.

Загальний стан рослин оцінювали візуально у різні фази вегетативного розвитку. У першу чергу звертали увагу на відновлення після перезимівлі, яскравість цвітіння і плодоношення, урожайність надземної вегетативної маси, тривалість вегетаційного періоду в цілому, тобто оцінювали ознаки пристосовуваності рослин до умов культури. Відмінний стан рослин відзначено у *A. galegiformis*, вид добре відновлюється після зими, ясно цвіте і плодоносить, є високопродуктивним.

Крім абіотичних чинників на ріст і розвиток інтродукованих рослин значно впливають біотичні, тобто інші живі організми. Одні з них корисні, інші – паразити, завдають значної шкоди рослинам. За результатами ентомологічних обстежень рослин видів роду *Astragalus* виявлено шкідників, з яких найпоширенішими є *Aphididae*, *Bruchus*. Комахи-фітофаги не завдавали суттєвої шкоди інтродуцентам. За результатами фітопатологічних обстежень виявлено ознаки борошнисторосяного захворювання, це спостерігалось у періоди сильних перепадів денних та нічних температур та підвищеної вологості

повітря. За загальною оцінкою види роду *Astragalus* є досить стійкими проти шкідників та хвороб.

За загальною оцінкою успішності інтродукції рослин (табл.) з-поміж видів роду *Astragalus* 2 було визнано дуже перспективними (*A. galegiformis*, *A. cicer*), чотири перспективними – *A. falcatus*, *A. ponticus*, *A. onobrychis*, *A. canadensis* та один *A. dasyanthus* – мало перспективний.

Таблиця

Оцінка перспективності інтродукції рослин видів роду *Astragalus* L. в умовах КБС

Вид	Насіннєве розмноження	Вегетативне розмноження	Загальний стан	Стійкість до шкідників та хвороб	Стан після перезимівлі	Сумарна оцінка	Перспективність
<i>A. galegiformis</i>	9	7	9	9	9	43	ДП
<i>A. cicer</i>	9	9	7	9	9	43	ДП
<i>A. canadensis</i>	5	5	7	7	7	31	П
<i>A. onobrychis</i>	5	7	5	7	7	31	П
<i>A. dasyanthus</i>	5	3	5	7	5	25	МП
<i>A. ponticus</i>	7	7	7	7	7	35	П
<i>A. falcatus</i>	7	7	7	7	7	35	П

Примітка: ДП – дуже перспективні; П – перспективні; МП – мало перспективні.

Також нами проведено оцінку досліджуваних зразків за ступенем їх інтродукції, дана схема розроблена Гнатюк А. М. та Гапоненко М. В. (2017). Схема оцінювання рослин за ступенем інтродукції, певним чином відображає те, наскільки вдало підібрано умови для вирощування інтродуцентів в конкретному пункті інтродукції та які результати відтворення та поширення особин [2]. Згідно класифікації виділено, що два види (*A. galegiformis* і *A. cicer*) мають 4 ступінь (натуралізація), це види формують інтродуковані ценопопуляції, самостійно відновлюються насіннєво чи вегетативно без додаткового втручання людини. П'ять видів (*A. canadensis*, *A. onobrychis*, *A. dasyanthus*, *A. ponticus*, *A. falcatus*) мають 3 ступінь (акліматизація), види самостійно відтворюються за умови помірного догляду. Двом видам (*A. penduliflorus*, *A. excapus*) надано перший ступінь інтродукції, види являються первинно мобілізованими особинами.

Таким чином, за комплексною оцінкою успішності інтродукції рослин видів роду *Astragalus* два види є дуже перспективними, чотири перспективними та один – мало перспективний. Дуже перспективні та перспективні види можуть рекомендуватися до введення їх у культуру й подальше залучення у різні сфери народного господарства.

### Література

1. Бондарчук О. П., Рахметов Д. Б. Продуктивність рослин видів роду *Astragalus* L. в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу України. *Інтродукція рослин*. 2017. №4. С. 11–19.
2. Гнатюк А. М., Гапоненко М. Б. Критерії оцінки результатів інтродукції рослин у колекціях ботанічних установ. *Лісове і садово-паркове господарство*. 2017. № 13. С. 11–17.
3. Порада О. А. Методика формування та ведення колекцій лікарських рослин. Березоточча, 2007. 50 с.
4. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні : монографія. Київ : «Аграр Медіа Груп», 2011. 398 с.
5. Фирсова М. К. Жизнеспособность семян. Москва : Колос, 1978. 415с.

УДК 581.1

### ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ, ЇЇ ЗНАЧЕННЯ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛКИ ВИКОРИСТАННЯ

**Т. В. Савчук<sup>1</sup>, М. М. Шемберко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний природний парк «Черемоський», вул. Українська, 174, смт Путила, 59100, Україна

<sup>2</sup>Путильський заклад загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів, вул. Українська, 84, смт Путила, 59101, Україна

Нафтовидобувна і нафтопереробні галузі промисловості загострюють проблеми, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища. Забруднення ґрунтів нафтою спричиняє як деградацію земель, так і небезпеку проникнення поллютантів у харчові ланцюги, однією з ланок яких є людина. Це зумовлює гостру необхідність пошуку ефективних та екологічно безпечних методів очищення довкілля від забруднень нафтою [1].

Фіторемедіація – комплекс методів очищення вод, ґрунтів і атмосферного повітря з використанням зелених рослин.

Сучасні фіторемедіаційні технології можуть ґрунтуватися на різних методологічних підходах – це фітоекстракція (поглинання забруднювачів кореневою системою рослин разом з живильними речовинами й транслокація їх у надземні органи), ризо фільтрування (здатність рослин створювати навколо кореневої системи мікросередовище, що сприяє концентрації й проникненню речовин у рослини), фіто деградація («внутрішнє» руйнування вуглеводнів рослиною), фітоволоталізація й ін. Перш ніж використати ту або іншу технологію, варто провести ретельний аналіз місця, що підлягає відновленню, установити тип токсичного з'єднання, його концентрацію, глибину проникнення в ґрунт, тип ґрунту, наявність ґрунтових вод, кількість опадів у період вегетації й т.д.

Таким чином, з вищесказаного треба визначити, що рослини є не тільки джерелом кисню, їжі й тепла для людини, кормом для худоби й птахів, матеріалом для будівництва й т.д., але як фіторемедіанти беруть активну участь у підтримці

екологічного балансу на нашій планеті шляхом засвоєння й метаболічної деградації антропогенних отрут.

Експеримент проведення фіторемедіації (етапи, результати дослідження та їх обговорення). Технологія фіторемедіації ґрунту, забрудненого нафтою, досить проста в застосуванні. Вона складається з декількох етапів:

1. Оцінка характеру забруднення ділянки (хімічний склад розливу, ступінь проникнення нафти в ґрунт, картирування).

2. Розробка оптимальної схеми фіторемедіації (підбор видового складу рослин, які оптимальним чином підходять для усунення даного типу забруднення й відповідають даним ґрунтово-кліматичним умовам, визначення схеми посадки, вибір необхідних агротехнічних заходів, у т.ч. оптимізація харчування й хімічний захист рослин).

3. Вирощування рослин (проведення комплексу агротехнічних заходів, у т.ч. підготовка насінного матеріалу, підготовка ґрунту, внесення мінеральних добрив, використання засобів захисту).

4. Моніторинг ділянки (визначення концентрації й поширення хімічних компонентів нафти, відстеження шляхів біодеградації нафти, проведення інформаційного аналізу й прогнозування).

Вже зараз вдалося виявити рослини-гіперакумулянти важких металів. Це та ж сарепська гірчиця (*Brassica juncea* Czern), люцерна (*Medicago sp.*), соняшник (*Helianthus sp.*), сорго (*Sorghum sp.*), деякі злакові й деревні рослини. Необхідно відзначити, що фітоекстракційні технології тільки починають розвиватися. Ні сумніву в тім, що вони будуть визнані ефективними, і їх чекає масштабне практичне застосування. Але для цього необхідні активні пошуки рослин-гіперакумулянтів важких металів і органічних токсикантів, виявлення генів, відповідальних за фітоекстракційні характеристики рослин, установалення послідовності біохімічних перетворень речовин і, нарешті, виявлення технологічних особливостей усього процесу фітоекстракції.

Наша робота присвячена проблемі фіторемедіації ґрунтів придорожніх територій, забруднених нафтовими вуглеводнями і важкими металами. Велика увага приділялася відбору рослин, здатних трансформувати токсичну частину забруднень, переводячи їх в менш активну форму. Доведено, що для фіторемедіації ґрунтів, забруднених важкими металами можуть використовуватися люцерна (*Medicago sp.*), чорнобривці прямостоячі (*Tagetes erecta* L.), конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.), гірчиця (*Brassicas sp.*), соняшник (*Helianthus sp.*), ріпак (*Brassica napus* L.).

Свій вибір ми зупинили на бобу садовому (*Vicia faba* L.) родини Бобові (*Fabaceae*). Інтерес до цієї рослини обумовлений її здатністю до росту в антропогенно-забруднених умовах міського середовища. Фотосинтетичний апарат Бобових рослин характеризується стійкістю до дії нафтових вуглеводнів і важких металів. Під їх посівами відновлюється ферментативна активність ґрунту і збільшується чисельність ризосферних мікроорганізмів.

Для вирощування бобу садового ми заклали модельні досліди. У спеціальний посуд ми вносили чистий ґрунт і забруднювали його бензином марки А-95 у концентраціях 50 і 100 г/кг ґрунту. Через 4 тижні після внесення бензину у



грунт (а це необхідний термін для вивітрювання летких токсичних нафтопродуктів) висаджували насіння. Контролем слугували рослини, вирощені у ґрунті без нафтопродуктів.

В усі контрольні посудини ми висадили по 100 штук насінин бобу садового.

Як відомо, для проростання насіння необхідні певні умови, передусім, вода. Нафта створює гідрофобні властивості ґрунту, а це призводить до зменшення доступності води, необхідної для процесу проростання насіння. Тому ступінь токсичності забрудненого ґрунту буде обумовлений не лише концентрацією нафти, а й порушенням основних фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів.

Вивчення процесу проростання насіння бобів за умов нафтового забруднення дало змогу виявити, що за концентрації 50 г/кг схожість насіння сягала контролю, тоді як за концентрації 100 г/кг – знижувалася до 50 % (у цій посудині проросло 54 насінини), що свідчить про високу фітотоксичність ґрунту. Проте, здатність насіння проростати у сильно забрудненому ґрунті є важливою властивістю, оскільки може слугувати для заселення рослинами нафто забруднених територій насіннєвим способом.

Оскільки ріст рослини є одним із найважливіших показників, які характеризують їхню реакцію на стрес, ми досліджували залежність ростових параметрів від кількості бензину в ґрунті. У рослин, які росли за дії 50 г/кг, висота надземної частини, порівняно з контрольними рослинами зменшувалась несуттєво. Зі збільшенням концентрації нафти до 100 г/кг спостерігалось гальмування росту рослин. Пригнічення ростових процесів відбувалося за рахунок ускладнення кореневого живлення рослин унаслідок погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунту.

Так, біотехнологія очищення ґрунтів має багато переваг, якщо існує нерозривність взаємозв'язку ґрунту й рослини. Бобові мають певні переваги у відновленні нафто забруднених ґрунтів, оскільки мають здатність фіксувати атмосферний азот. Бульбочкові бактерії постачають рослини азотними сполуками, а як джерело енергії використовують сполуки вуглецю, які синтезуються рослинами. Тому доцільно дослідити участь цього виду рослин у відновленні нафто забруднених ґрунтів.

Отже, первинним критерієм токсичності ґрунту є показники летальності й виживання організмів, оцінка динаміки проростання насіння та кількість пророслого насіння.

За участю рослин бобів садових зростає чисельність фізіологічних груп ґрунтових мікроорганізмів, завдяки чому здійснюються взаємовигідні біотичні зв'язки між мікрофлорою та рослинами. Такі умови пришвидшують процес біодеградації нафти у ґрунті, що призводить до зменшення його токсичності.

#### *Література*

1. Ладиженський В. Н., Саратов І. Е. Захист водних об'єктів від забруднення поверхневим стоком з території полігонів ТБО. *1-я конференція з міжнародною участю «Співробітництво для рішення проблеми відходів», 5-6 лютого 2004 р., Харків.*

**ХВОРОБИ ВИДІВ РОДУ *RIBES* L.****В. С. Солошенко**

Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України, Біла Церква – 13, 09113, Україна

Ягідні рослини пошкоджуються понад 200 видами шкідників і хвороб, які за масової появи не лише різко знижують урожай, але і сильно погіршують загальний стан рослин, а іноді викликають їх повну загибель [1]. Основними патогенами смородини є грибкові захворювання, пошкоджуються бруньки, листя, пагони та плоди.

Об'єктом наших досліджень є види роду *Ribes* L., які ростуть у колекції дендропарку «Олександрія», а саме: *Ribes alpinum* L., *Ribes aureum* Pursh., *Ribes komarovii* Pojark., *Ribes nigrum* L., *Ribes spicatum* Robson, *Ribes tenue* Jancz., *Ribes rubrum* L., *Ribes mandshuricum* Kom.

В умовах дендропарку «Олександрія» (Правобережний Лісостеп України) найбільш шкочочинними для смородин є антракноз та септоріоз.

Антракноз викликається конідіальною стадією гриба *Pseudopeziza ribis* (*Gloesporium ribis* Kleb.), вражає чорну, червону, агрус. Переважно пошкоджується листя, на поверхні якого виникають дрібні, бурі плями, вони майже не розростаються і обмежені дрібною іннервацією листової пластини. При сильному ураженні листки вкриваються великою кількістю плям, всихають і передчасно опадають. Захворювання поширюється на перезволожений ділянках. Універсальні засоби боротьби з антракнозом поки не розроблені, тому найкращим способом захисту рослин є культивування стійких сортів методом селекції [2]. Ступінь ураження антракнозом залежить від погодних умов, віку рослини, сортових особливостей, зараженості ділянки [4]. Рекомендується також осіння та весняна обробка ґрунту з метою знищення враженого листового опадів, у якому зимує гриб [1].

Септоріоз (збудник *Septoria ribis* Desm.) частіше вражає *Ribes nigrum*. Переважно пошкоджує листя, утворюючи на них округлі (1,5-3,5 мм у діаметрі) плями, спочатку коричневі (пізніше біліють), обрамлені вузькою бурою смужкою. За сильного ураження - плями зливаються. Листя передчасно опадає, приріст уповільнюється. На ягодах хвороба з'являється незадовго до дозрівання у вигляді невеликих, округлої форми, бурих плям, злегка втиснутих, які іноді розтріскуються, що значно погіршує якість плодів. Збудник також зимує у листовому опаді. Серед заходів боротьби - підбір стійких видів смородини [4].

Махровість смородини – захворювання має вірусно - мікоплазмову етіологію. Поширене у всіх районах вирощування смородин. Спочатку фіксувалася лише на *Ribes nigrum*, у даний час є і на *Ribes rubrum*. При сильному ураженні пагін перетворюється на тонку гілочку з кількома лусочками замість квіток. Листя набуває темно-зеленого забарвлення, на молодих пагонах змінюється його форма, воно дрібнішає, витягується. Хворі кущі не утворюють плодів. Хвороба може повторюватися, тому відома друге

назва захворювання – реверсія. Збудник махровості має активного переносника – смородинового брунькового кліща. Кліщі потрапляють з садивним матеріалом, інструментами, через одяг працівників. Під час боротьби зі шкідниками, які живуть всередині пагонів та під корою (златка, скляниця), а також при бруньковому кліщі – важливе значення має глибока обрізка ранньою весною ослаблених та всохлих пагонів [2].

Дослідження стійкості видів роду *Ribes* ми проводили за 7–бальною шкалою В. М. Меженського [3]. Встановлено, що усі досліджувані види мають високий та середній бал стійкості до шкідників і хвороб в умовах Правобережного Лісостепу України. Так, *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum*, *Ribes spicatum* мають середню стійкість - 4 бала. *Ribes mandschuricum*, *Ribes alpinum*, *Ribes tenue*, *Ribes komarovii*, *Ribes aureum* - мають високу стійкість - 5 балів.

Шкідники та хвороби в умовах Правобережного Лісостепу України значної шкоди видам *Ribes* не завдають, пошкодження незначно знижує декоративність і практично не впливає на ріст і розвиток кущів.

Найбільший захисний ефект досягається при поєднанні комплексу агротехнічних заходів і спеціальних хімічних, біологічних і карантинних заходів захисту рослин. Оскільки більшість отрутохімікатів в тій чи іншій мірі шкідливі для людей і тварин, застосовувати їх слід вміло і в певні терміни, суворо дотримуючись встановлених правил суспільної та особистої безпеки

#### *Література*

1. Алексеева С. А. Защита семечковых и ягодных культур. Нальчик : Эльбрус, 1990. 102 с.

2. Болезни сельскохозяйственных культур. Болезни овощных и плодовых культур / под ред. В. Ф. Пересыпкина. Киев, 1991. Т.3, 214 с.

3. Савковский П. П. Атлас вредителей плодовых и ягодных культур. Киев : Урожай, 1990. 103 с.

4. Меженський В. М. Уніфікування шкал оцінок, що застосовуються при інтродукції деревних рослин. *Інтродукція рослин*. 2007. Вип. 4. С. 26–37.

УДК 581.4

### **МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ЛИСТКІВ У *GALANTHUS NIVALIS* L. НА ВЕСНЯНОМУ ПЕРІОДІ РОЗВИТКУ**

***О. М. Федюк, Н. О. Білявська, О. К. Золотарьова***

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська 2, Київ, 01001, Україна

Рослини, які ростуть в умовах холодного клімату, протягом еволюції адаптувалися до дії низьких температур. Пристосовані природним добром до холодного середовища дикорослі види рослин мають ряд морфологічних властивостей, а також фізіологічних механізмів для виживання в умовах тривалих холодних періодів [2].

Через погодні умови в останні десятиліття значно зросла частота екстремальних років, а сучасний період вважається періодом нестійкого (аномального) клімату. Крім того, під впливом антропогенних чинників посилюється нестабільність клімату, яка може проявлятися в різких перепадах температури протягом коротких проміжків часу. Якщо в структурі площ, які зазнали впливу різноманітних абіотичних факторів, найбільшу частку в світі займають ґрунти з дефіцитом елементів живлення (39%), то на другому місці за поширеністю стресів в рослинництві знаходиться вплив низьких температур (26%) [3].

У дослідженні використовувались багаторічні рослини виду підсніжник білосніжний *Galanthus nivalis* L., які росли в природних умовах відкритого ґрунту у Моквинському лісництві Костопільського району Рівненської обл., Україна (50°06' N, 26°82' E).

Поява листків ефемероїда з ґрунту припадала на лютий, коли температура повітря становила в середньому від  $-6,8$  до  $-6,5$  °C. Через 14-18 діб після появи листків над поверхнею ґрунту, починалось квітнення рослин при температурах  $+4,9$  °C. Наприкінці травня п'ятого року розвитку, після дозрівання плоду, листки ефемероїдів поступово жовтіли і відмидали разом з цибулинами.

Цибулини *G. nivalis* розміщуються групами і здатні регулювати глибину свого залягання в поверхневому шарі ґрунту. Тому навесні, в результаті переходу цибулин в активний стан, з листків, що з'являються над поверхнею ґрунту, формуються приземні пучки [1]. Листки рослин *G. nivalis* дорзовентрального типу, без опушення, амфістоматичні, плоскі, лінійної, вузьколанцетоподібної форми, на верхівці загострені, темно-зелені зі слабким сизим відтінком та поверхневим шаром воску.

У розвитку *G. nivalis* ріст листків здійснюється переважно збільшенням розмірів їх довжини. На кожному етапі розвитку рослин, починаючи з появи листків і до квітнення, довжина листків збільшувалась майже вдвічі, тоді як ширина, навпаки, змінювалась незначно. Зокрема, на пізній стадії вегетативного етапу розвитку ефемероїда, розміри довгої і короткої осей листків становили відповідно в середньому  $69,84 \pm 0,76$  мм та  $6,68 \pm 0,62$  мм ( $p \leq 0,05$ ), а під час квітнення вони збільшувались відповідно на 115,4% та 13,3%. Таке інтенсивне збільшення видовження листків, очевидно, зумовлено необхідністю швидкого розвитку за короткотривалий весняний період.

Протягом весняного періоду розвитку *G. nivalis* площа листків збільшувалась нерівномірно, однак загальна закономірність росту листків ефемероїда корелювала зі змінами температури атмосферного повітря, особливо в період максимального збільшення площі листків перед бутонізацією рослин.

Найповільніше збільшення площі листків виявлено після появи листків з ґрунту (при переважанні середніх добових температур від  $-6,8$  до  $-6,5$  °C). Найбільші темпи росту листків ефемероїду припадали на пізній вегетативний і ранній генеративний етапи розвитку рослин при підвищені температури атмосферного повітря вегетативного етапу і ранній стадії генеративного етапу

росту рослин *G. nivalis*, в той час коли температури атмосферного повітря підвищувались від  $-6,5^{\circ}\text{C}$  до  $+1,4^{\circ}\text{C}$ .

Різке уповільнення темпів росту листків простежувалось на початку бутонізації, яка припадала на початок березня, і до етапу квітнення, що співпадало з повільним підвищенням температури від  $+4,9^{\circ}\text{C}$  до  $+7,8^{\circ}\text{C}$ . Після квітнення на етапі плодоношення знову спостерігалось деяке прискорення темпів росту листків при подальшому рості температури атмосферного повітря від  $+7,8^{\circ}\text{C}$  до  $+9,3^{\circ}\text{C}$ .

Виявлені в результаті проведеного дослідження морфологічні зміни у листків *Galanthus nivalis* L. спрямовані на забезпечення їх пристосування до мінусових температурних умов і середовища. Це можна розглядати як уточнення особливостей загальних шляхів адаптації листків рослин до екологічного стресу та структурно-функціональних механізмів їх стійкості.

#### *Література*

1. Мельник В. І., Діденко С. Я. Види роду *Galanthus* L. (Amaryllidaceae) в Україні : монографія. Київ : НБС НАН України, 2013. 152 с.

2. Baxter B. Plant acclimation and adaptation to cold environments. *Temperature and Plant Development*. Oxford. 2013. Vol. 2. P. 19–48.

3. World agricultural production United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Circular Series: December 2018. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production>.

УДК 58.035.4:581.19:633.34

## **THE CONTENT OF SOLUBLE CARBOHYDRATES IN AXIAL ORGANS OF ETIOLATED SOYBEAN SEEDLINGS UNDER THE ACTIVATION OF PHOTORECEPTOR SYSTEMS BY SELECTIVE LIGHT**

***Y. D. Batueva, O. O. Avksentieva***

V. N. Karazin Kharkiv National University, Sq. Svoboda, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine

Plants coordinate growth and development with the availability of nutrients. In plants, carbohydrates, in addition to performing a plastic and energy function, take part in the regulation of the transition to flowering and fruiting, expressing or repressing a number of genes, including those that determine the processes of plant growth and development. Sugar produced as a result of photosynthesis controls biological processes of growth and development, such as flowering time, the onset of senescence, embryogenesis, seed germination, seedling development, and tuber formation [4]. Induction of flowering in several plant species is also facilitated by sucrose [5]. Carbohydrates are also involved in the transduction of signals associated with phytohormonal and other signaling [3].

One of the factors that affects carbohydrate metabolism is the intensity and spectral composition of light, which takes part in the control of plant morphogenesis in the process of individual plant development. In the process of plant evolution, a system of photoreceptors was formed, which perceives the informational light signal

of the external environment in the range from 280 to 750 nm. It includes receptors of the ultraviolet region (UV-B), receptors of the blue region of the spectrum (UV-A, cryptochromes CRY1, CRY2 and CRY3 (or CRY DASH), phototropins PHOT1 and PHOT2 and photoreceptors of the ZTL/FKF1/LKP2 family), photoreceptor UV B - UVR8, as well as red light receptors (660-730 nm) - phytochromes (PHY A-E) [1,2]. This system of photoreceptors is associated with the regulation of many life processes of plants - from seed germination to the initiation of flowering [1].

Also it is known that plants are characterized by species-specific features in metabolic processes, which may also be related to their belonging to a certain ecological group, including the photoperiodic one.

According to this, the aim of our work was to investigate the effect of activation of photoreceptor systems by selective light on the content of soluble carbohydrates in the above-ground and underground parts of cultivated soybean seedlings with a contrasting photoperiodic response.

Soybean plants (*Glycine max* (L.) Merr.) with contrasting photoperiodic reaction (PPR): short-day plants (SDP) Khadzhibeï variety and day neutral plants (DNP) Yatran variety were used as plant material. The seeds of the experimental plants were sterilized in a 15% solution of sodium hypochlorite and 70% ethanol. After that they were germinated in Petri dishes on moistened filter paper in a thermostat at a temperature of 26 °C in the dark for 3 days. After that, activation of the photoreceptor systems of the studied seedlings was carried out by irradiation with monochromatic light of different spectrum: red (RL 660 nm), green (GL 530 nm) and blue (BL 450 nm) light every day for 30 minutes for 5 days using an LED matrix. Control plants were cultivated under the same conditions without activation of photoreceptor systems by selective light. On the 11th day of the experiment, plant material was fixed with moist steam at a temperature of 120°C. Analysis of the content of soluble sugars was carried out in fixed plant material according to Shvetsov and Lukyanenko.

During studying the influence of selective light on the content of mono- and oligosaccharides in soybean seedlings of the SDP Khadzhibeï variety, it was determined that the reactions of the above-ground and underground parts of the seedlings differ significantly (Fig. 1), which may be related to the content and activity of photoreceptors or the direction of biosynthetic processes in different parts of seedlings. In the above-ground part, irradiation with selective light led to a decrease in the content of monosaccharides, with the greatest effect having the irradiation of GL (by 38%) and BL (by 15%). In a similar way, the irradiation of GL also affects the content of oligosaccharides in the aerial part of the seedling: a decrease in the content by 51% was observed. At the same time, exposure to RL and BL led to some increase of oligosaccharides in tissues by 8.5% and 23%, respectively. A similar effect of selective light on the content of monosaccharides is also observed in the underground part: GL and BL had the greatest effect, leading to a decrease of monosaccharides in tissues by 17% and 48%, respectively. The content of oligosaccharides has the greatest influence on BL, irradiation with which leads to an increase in the content of oligosaccharides by 26% compared to the control. An increase in the number of oligosaccharides in the tissues of the root system is also

caused by GL (by 15%), while RL irradiation led to a slight decrease, compared to the control.

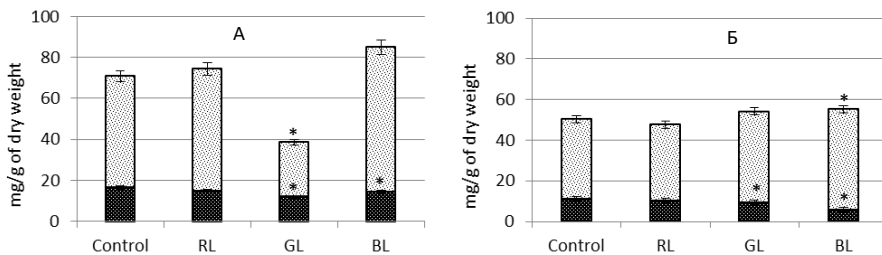


Fig. 1 The content of sugars in the above-ground (A) and underground (B) parts of etiolated SDP soybean seedlings of the Khadzhibey variety under the action of selective light irradiation, ■ - monosaccharides □ - oligosaccharides  
Note: \* – the difference with the control is significant at  $p \leq 0.05$

The response of etiolated soybean seedlings of the DNP Yatran variety to irradiation with selective light was different (Fig. 2). Irradiation with RL had the greatest effect on the content of monosaccharides in the above-ground part of seedlings: a decrease of 29% was observed. Irradiation of GL and BL also caused a decrease in the content of monosaccharides in the tissues, but it is insignificant compared to the control. Irradiation with monochromatic light of all studied spectra led to a decrease in the content of oligosaccharides in the above-ground part of the seedlings, but the greatest effect is caused by the irradiation of the RL - by 44%. Irradiation of GL and BL leads to a decrease of 31% and 28%, respectively.

The content of monosaccharides in the underground part has the greatest impact also due to the RL, leading to a decrease of 20%. At the same time, the irradiation of GL causes a slight increase, while BL, on the contrary, leads to a slight decrease in the content of oligosaccharides in the tissues of the root system of the studied seedlings.

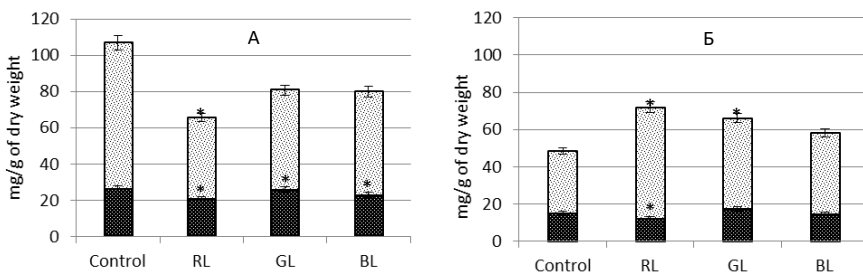


Fig. 2 The content of sugars in the above-ground (A) and underground (B) parts of the etiolated DNP seedlings of soybean Yatran variety under the action of selective light irradiation, ■ - monosaccharides □ - oligosaccharides  
Note: \* – the difference with the control is significant at  $p \leq 0.05$

Thus, irradiation with selective light caused slightly different reactions in the above-ground and underground parts of the studied seedlings, which may be related to

the different content of photoreceptors in cells and their activity, as well as differences in biosynthetic and morphological processes. The response to exposure to monochromatic selective light in seedlings with a contrasting photoperiodic response is also different: the SDP Khadzhibey variety mainly responds to exposure to GL and BL, to a lesser extent to RL, while the DNP Yatran variety responds most to exposure to RL.

#### References

1. Franklin K. A., Quail P. H. Phytochrome functions in Arabidopsis development. *Journal of experimental botany*. 2010. V. 61. №. 1. P. 11–24.
2. Kami C., Lorrain S., Hornitschek P., Fankhauser C. Light-regulated plant growth and development. *Current topics in developmental biology*. 2010. V. 91. P. 29–66.
3. Sakr S., Wang M., Dédaldéchamp F. et al. The sugar-signaling hub: overview of regulators and interaction with the hormonal and metabolic network. *International Journal of Molecular Sciences*. 2018. V. 19. №. 9. P. 2506.
4. Wind J., Smeekens S., Hanson J. Sucrose: metabolite and signaling molecule. *Phytochemistry*. 2010. T. 71. №. 14-15. P. 1610–1614.
5. Yoon J., Cho L. H., Tun W. et al. Sucrose signaling in higher plants. *Plant Science*. 2021. T. 302. P. 110703.

УДК 581. 19.012.4.58.036.5

### THE INFLUENCE OF COLD ON THE STRUCTURE OF CHLOROPLASTS OF *VINCA MINOR* L. LEAVES

**O. M. Fediuk, N. O. Bilyavska, O. K. Zolotaryova**

M. G. Kholodny Institute of Botany of National Academy of Sciences of Ukraine, str. Tereshchenkivska 2, Kyiv, 01001, Ukraine

*Vinca minor* L. is a semi-shrub with creeping and upright stems that belongs to the genus *Vinca*, family Apocynaceae, order Gentianales. As a rule, the first actively branch, stimulate vegetative reproduction, and can reach a length of 1 meter or more, while the others actively bloom [4]. This species differs from other species of *Vinca* by evergreen, wintering, dense to the touch, oppositely arranged leaves. During the growing season, creeping vegetative shoots reach a length of 50-80 cm and have 20-30 pairs of leaves, while vertical generative shoots reach a height of 20-25 cm with 5-6 pairs of leaves and single axillary flowers.

Leaves of *Vinca minor* plants were used in the research, which developed under natural conditions in the open ground in the Acad. Oleksandr Fomin Botanical Garden of Taras Shevchenko Kyiv National University. Material was collected in the summer and winter periods of plant growth. Climatic conditions within the Botanical Garden are characterized by the predominance of average air temperatures in January of  $-3.6$  °C, in May  $+11.6$  °C. The topography of the area is mostly hilly, without significant depressions. The surface layer of the soil with a predominance of podzolized gray-forest and sod-podzolic types. Material was collected in the summer and winter periods of plant growth and fixed for an electron microscopic investigation.



As a result of our studies of summer *V. minor* leaves, it was established that the leaf structure was represented by a dorsoventral type of mesophyll, which is differentiated into palisade and spongy tissues. The palisade parenchyma, beneath the top epidermis, generally consisted of 1 to 2 cell layers, somewhat loosely organized. In the cytoplasm, the chloroplasts, the mitochondria, the microbodies and the Golgi bodies were clearly distinguishable. The central part of the cell was occupied by the vacuole with tannin deposits appeared as clusters of ribbons and globules and also in the form of more or less scattered particles along the tonoplast. The chloroplasts of mainly lenticular shape, located along the lateral walls of the cells, occupied a significant part of the cellular volume. They demonstrated a well-developed stromal and granal thylakoid systems, an electron-dense stroma, large starch grains, and the presence of electron-dense plastoglobules. It should be noted that some stromal thylakoids and terminal thylakoids of the grana had areas of local swelling, which were characterized by low electron density, in contrast to this content of the lumens of most thylakoids. Ultrastructural features in the system of thylakoid membranes of chloroplasts, namely, the expansion of the luminal space, may be associated with the slowing down of the conversion of bicarbonate into the form of a carbonic acid and  $\text{CO}_2$  and the accumulation of hydrated  $\text{HCO}_3^-$  ions in the aqueous intrathylakoid space [5]. Few (2-4 per chloroplast section) starch grains were spindle-shaped with a central zone filled with starch and an electron-transparent halo surrounding it. Plastoglobules of rounded or oval shape, which occur in moderate quantities (8-10 per chloroplast section), reached sizes of 50-60 nm.

In plants that were under a layer of a snow in winter, the ultrastructure of the chloroplasts changed radically. In most cases, their shape became round or bumpy. Starch grains practically disappeared in them. This phenomenon was revealed earlier in the evergreen plant species [2, 6] and obviously indicated an active metabolism of the starch [3].

Another feature of chloroplast ultrastructure was the presence of a large number of almost electron-transparent oval structures that formed groups of a casual shape or chains consisting of even 70 or more globules. They were similar in its form and size to such plastoglobules in the chloroplasts presented in the leaves of summer plants. These data agree well with the results of investigations on *Globularia punctata* Lapeyr. (Plantaginaceae) belonging to plants of the wintergreen type [1].

Changes in the thylakoid system involved a decrease in the number of lamelles from an average of 11 in summer to 8 in winter. It should be noted that the luminal spaces of thylakoids, both granal and stromal, were filled with a substance that was similar in electron density to such of the plastoglobules from the chloroplasts in the cells of summer plants.

Therefore, in periwinkle plants that were under a layer of snow in winter, a number of changes in the ultrastructure of chloroplasts were revealed compared to that of summer plants: a change in the shape of organelles, the disappearance of starch, an increase in the population of plastoglobules with changed content, the appearance of electron-dense staining in the intrathylakoid space of stromal and granal thylakoids.

### *Лінепамыпа*

1. Bogdanova, E., Ivanova, L., Yudina, P., Semenova, G., Nesterov, V., Rozentsvet, O. Seasonal dynamics of functional parameters of wintergreen steppe relict *Globularia punctata* Lapeyr. *Flora*. 2022. Vol. 289, No 152037.

2. Ge X.-X., Fang K.-F., Hao Q., Yu J.-J., Guan X.-L. The mesophyll cell ultrastructural variations of four species in *Euonymus* with evergreen broad-leaf planted in northern China in winter. *J. Chinese Electron Microscopy Soc.* 2010, No 2. P. 167–172.

3. Maslova, T.G., Mamushina, N.S., Sherstneva, O.A., Bubolo, L.S., Zubkova, E.K. Seasonal structural and functional changes in the photosynthetic apparatus of evergreen conifers. *Russ. J. Plant Physiol.* 2009. Vol. 56. P. 607–615.

4. Ochirova, K. S., Ovanova, E. A., & Dordzhieva, V. I. *Vinca minor* L. leaf anatomical structure. *J. Pharmac. Sci. Res.* 2018. Vol. 10, No 10. P. 2528–2530.

5. Polishchuk, O. V., Vodka, M. V., Belyavskaya, N. A., Khomochkin, A. P., Zolotareva, E. K. The effect of acid rain on ultrastructure and functional parameters of photosynthetic apparatus in pea leaves. *Cell Tissue Biol.* 2016. Vol. 10, No 3. P. 250–57.

6. Zhang Y., Chen Y., Zhang M., Chen T., An L. Seasonal changes in foliar micro-and ultra structure of two *Sabina* species and their relationships with cold tolerance. *Chinese J. Applied Ecol.* 2006. Vol. 17, No 8. P. 1393–1397.

УДК 633.34:58.035.2:631.461.52:581.14

### **INFLUENCE OF *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* ON THE BIOMASS ACCUMULATION RATE OF SOYBEAN ISOGENIC LINES BY *E*-GENES UNDER DIFFERENT PHOTOPERIOD**

**D. Hlushach, O. Avksentyeva**

V. N. Karazin Kharkiv National University, Sq. Svoboda, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine

It is known that the biomass of plants is a key indicator of the development of the plant [2]. The accumulation of biomass occurs due to photosynthetic processes, as well as due to mineral nutrition. The faster a plant accumulates biomass, the more carbon is available for root, shoot and leaf growth. This, in turn, affects the further growth of the plant for its greater access to light and nutrients in the soil [2]. That is, biomass is a resource for implementing a plant development strategy. Thus, by regulating the intensity of mineral nutrition and photosynthetic processes, it is possible to influence on the biomass accumulation rate, thereby determining the further growth and development of the plant. An indicator by which the rate of biomass accumulation can be determined is the relative growth rate (RGR), which determines the rate of accumulation of newly formed dry biomass per unit of already formed over a certain period of time [2].

It is known that one of the factors that influence on the growth and development of plants is the photoperiod. For soybean (*Glycine max* (L.) Merr) have been identified E-series that determine plant sensitive to photoperiod. Indirectly, by

changing the phytohormonal and metabolic status, they can affect the growth, development and productivity of plants [5]. Another factor affecting the growth, development and productivity of plants is their interaction with microorganisms. The most active influence is observed when soybean interacts with symbiotic diazotrophs capable of nitrogen fixation, thereby regulating the supply of nitrogen to the plant [3]. In addition, bacteria are able to influence the metabolic status of plants, providing phosphorus, potassium, iron and releasing phytohormones into the environment - auxins, abscisins, gibberellins, etc. [3].

Thus, the aim of the work was to study the influence of bacterization by a symbiotic diazotroph on the biomass accumulation rate of soybean isogenic lines by the E-genes under the different photoperiod in the field.

We used near-isogenic lines (NILs) of soybean by photoperiodic response control genes, which differ from each other only by the state of separate loci: the short-day lines are Clark and L 80-5879 (genotype, respectively, *e1E2E3E4e5E7* and *E1e2E3E4e5E7*); the photoperiod insensitive lines are L 63-3117 and L 71-920 (genotype, respectively, *e1e2E3E4e5E7* and *e1e2E3E4e5E7*). The plants were bacterized with a specific symbiotic diazotroph of soybean - strain *Bradyrhizobium japonicum 634b*. The sterilized seeds were treated with *Bradyrhizobium japonicum 634b* and cultivated in the experimental plot of the Plant and microorganisms physiology and biochemistry Department of V. N. Karazin Kharkiv National University. In the control variant, the seeds were treated with distilled water. After germination and until the formation of the third true leaf, all plants were grown under a long natural day (16 hours at the latitude of Kharkiv – 50° N). At the third true leaf (V3) stage, half of the plants were exposed to a short 9h photoperiod, and the other half continued to be grown under a long 16h photoperiod. The short photoperiod was artificially created by darkening the plants with opaque black films from 5:00 pm to 9:00 am for a fortnight. Formed 2 and 3 leaves were selected during the vegetation phase V3 (before exposure to short day) and V5 (after exposure). The relative growth rate (RGR) was calculated using the formula:

$$RGR \left( \frac{g}{g \cdot day} \right) = \frac{\ln \ln (W_2) - \ln(W_1)}{t_2 - t_1}$$

where W2 and W1 are the mass of the plant dry matter at the moment of time t2 (in V5 stage) and t1 (in V3 stage) [1].

The obtained data checked on normality test and analyzed using two-way ANOVA with the calculation of the factor strength of the influence of bacterization and genotype factors and their interaction (h<sup>2</sup>). To determine the relationship between the bacterization factor and RGR, a biserial correlation coefficient (between a qualitative and quantitative trait) was calculated [4].

The photoperiod sensitive Clark variety exposed to a short photoperiod had a significantly higher relative growth rate under bacterization compared to the control (Fig.1). However, under long day conditions, bacterization leads to a significant decrease in the relative growth rate compared to the control. It should be noted that the calculated correlation coefficient (r=0.65; p<0.05) indicates a direct moderate

correlation between bacterization and RGR on a short day, in contrast to a negative strong correlation on a long day ( $r=-0.99$ ;  $p<0.05$ ).

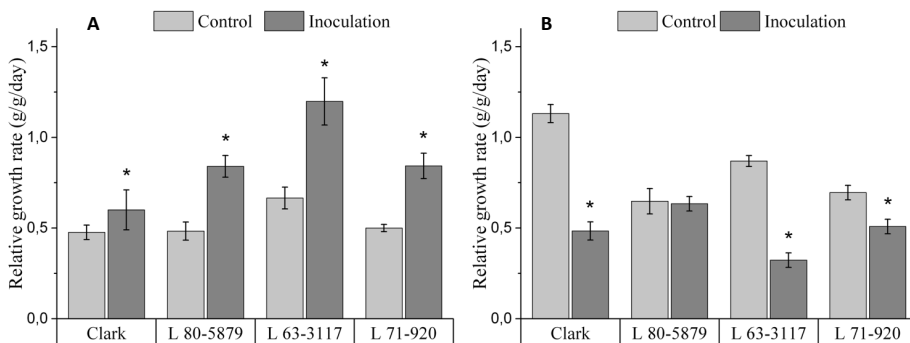


Fig. 1. Relative growth rate of soybean (*Glycine max* (L.) Merr) isogenic lines by genes of photoperiodic sensitivity under the condition of bacterization with *Bradyrhizobium japonicum* 634b strain: A – short day (9 h), B – long day (16 h).

\* - the difference between the variants is significant at  $p<0.05$

In the photoperiod sensitive isoline L 80-5879 under short day conditions during bacterization, the relative growth rate significantly increases compared to the control, but no significant changes are observed under long day conditions. This was confirmed by a strong direct correlation between bacterization and RGR on a short day ( $r=0.96$ ;  $p<0.05$ ) and no such correlation on a long day.

We observe the same trends in the photoperiod insensitive isolines L 63-3117 and L 71-920: under the short day condition, the relative growth rate under treatment with the strain *Bradyrhizobium japonicum* 634b increases significantly, but under the long day condition we observe a significant decrease in RGR compared to controls. In both lines, there are a strong direct correlation between inoculation and RGR under short day conditions and a negative strong correlation under long day conditions: for L 63-3117 ( $r=0.95$  and  $r=-0.99$ , respectively, at  $p<0.05$ ) and for L 71-920 ( $r=0.96$  and  $r=-0.92$  respectively at  $p<0.05$ ).

The decrease or absence of changes in the relative growth rate under the condition of long day and bacterization can be explained by a more active interaction with bacteria of the PGPR group, which includes *Bradyrhizobium japonicum* 634b. It is known that bacterization of plants can influence on the distribution of soybean assimilates in favor of the root part [5] Therefore, it is possible that the assimilates formed during a long day are distributed not for the accumulation of biomass, but for interaction with microorganisms in the soil, for the synthesis and release of root exudates. We assume that the level of such distribution is controlled by the E-genes.

Given the differences in the results and trends in different lines, we believe that the presence of the bacterization factor is not the only thing that affects the accumulation of biomass. Therefore, it is advisable to determine the factors strength of the influence of the bacterization presence, the isogenic lines genotype, and their interaction. Our calculations show that on a short day, the bacterization presence has

the greatest influence on the accumulation of biomass – 48.6%. The genotype factor has a somewhat lesser influence – 34.9%. And only 8.9% is determined by the interaction of these factors. On a long day, we observe other trends: the factor of the bacterization presence has the greatest influence – 54.2%, the genotype – 13.1%, and the interaction of these factors – 29.6%.

The work was done as part of the fundamental research project of the Ministry of Education and Science of Ukraine "Methodology for studying the biological nature of plants photoperiodic sensitivity using a complex system of genetic, physiological and biochemical parameters", state registration number 0121U111506.

#### *References*

1. Hunt R. Growth Analysis, Individual Plants. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. Elsevier, 2017. P. 421–429.

2. Lowry C. J., Smith R. G. Weed Control Through Crop Plant Manipulations. *Non-Chemical Weed Control*. Elsevier, 2018. P. 73–96.

3. Maheshwari D. K., Dheeman S., Agarwal M. Bacterial Metabolites in Sustainable Agroecosystem. ed. D. K. Maheshwari. *Cham: Springer International Publishing*, 2015. P. 159–182.

4. Атраментова Л. О., Утєвська О. М. Статистичні методи в біології : підручник. Горлівка : «Видавництво Ліхтар», 2008. 248 с.

5. Попова Ю. В., Жмурко В. В. Влияние продолжительности фотопериода на азотфиксирующую активность изогенных по генам *E* линий сои *Glucine max* (L.) Merr. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. Харків. 2014, №1129, Вип. 23. С. 21

## СЕКЦІЯ 2. ГЕНЕТИКА ТА СЕЛЕКЦІЯ РОСЛИН

УДК 581.1:58.02

### МЕТАБОЛІЧНІ РЕАКЦІЇ КЛІТИННИХ КУЛЬТУР ГЕНОТИПІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ДІЮ ТРИВАЛОГО ЗАСОЛЕННЯ

*Л. І. Броннікова, М. О. Дикун*

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

Серед злаків у світі значне місце відводиться пшениці, яка займає друге місце серед сільськогосподарських культур за обсягом продукції, а для України пшениця озима взагалі вважається стратегічною культурою. Тому отримання форм пшениці із поліпшеним генетичним базисом є вкрай актуальним завданням. Використання новітніх біотехнологій *in vitro* може значно пришвидшити селекційний процес [2]. Серед таких методологій вирізняється клітинна селекція. Культури клітин пшениці, які піддають дії заздалегідь обраних чинників, можуть бути мінімізовані до одиничних клітин із наступним виділенням генетично змінених варіантів. При цьому створюються передумови для аналізу реакцій клітинного рівня в об'єктах, котрі можуть перебувати на різних стадіях розвитку та мати різноманітний спектр метаболічних реакцій. Тому особливого значення набувають показники, які свідчать на користь активної життєдіяльності. За сталих умов або на фоні регулярних змін зовнішніх впливів (норма → стрес) створюється можливість визначення адаптаційного потенціалу як генотипу взагалі, так і конкретного представника. Це в першу чергу стосується високопродуктивних сортів пшениці озимої [3, 4].

Метою проведеного дослідження була оцінка реакцій калусних культур пшениці озимої на дію різного типу засолення.

Для дослідження були обрані сорти пшениці озимої селекції Інституту фізіології рослин і генетики НАН України Смуглянка, Золотоколоса. Зрілі зернівки стерилізували та пророщували. Із проростків рослин був індукований калус, який протягом декількох пасажів нарощували для отримання необхідної кількості біомаси на середовищі B5 Гамборга [7].

В експерименті повністю сформований калус піддавали дії сульфатно-хлоридного (солі морської води) і сульфатного ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) засолень; токсиканти додавали в концентрації 20,0г/л. Варіанти витримували при засоленні протягом стандартного пасажу (30 діб). В середині (15-та доба) та кінці (30-та доба) пасажу в клітинах визначали вміст вільного проліну та білковий спектр [1, 5, 8]. Під тиском такого стресу мали виявитися як фізіологічні, так і генетичні відповіді досліджуваної форми. Це уможливило розділити загальні та специфічні характеристики організму.

Клітинна культура, яка розвивається за нормальних умов, на 15-ту добу перебуває у стадії елонгації. Маса калусу зростає за рахунок сукупного збільшення параметрів клітин, що є наслідком максимального різноманіття

синтетичних реакцій. За умов засолення рівень і спектр загального метаболізму буде очікувано обмеженим. В той же час існують встановлені індикатори функціонування. Ними є особливі речовини – сумісні осмоліти, а саме вільний пролін (*pro*).

Вміст вільного *pro* у клітинах калюсних культур обох генотипів пшениці озимої при культивуванні за нормальних умов був аналогічним на 15-ту добу, складав  $35,9 \pm 2,4$  мг%/сиру речовину та синхронно несуттєво знижувався в кінці пасажування. Такі події незаперечно вказують на нормальний розвиток культури.

За дії засолення вміст вільного *pro* істотно зростає. На 15-ту добу вирощування на середовищі із солями морської води у генотипу Золотоколоса він склав  $150,8 \pm 6,6$  мг%/сиру речовину, а у генотипу Смуглянка  $95,4 \pm 4,2$  мг%/сиру речовину. За дії сульфатного засолення рівень амінокислоти був нижчим, відповідно  $98,1 \pm 3,7$  і  $75,4 \pm 7,3$  мг%/сиру речовину у різних генотипів. У кінці пасажу (30-та доба) відбувалось синхронне зменшення вмісту амінокислоти; при дії солей морської води у генотипів Золотоколоса та Смуглянка склало, відповідно  $18,3 \pm 3,4$  мг%/сиру речовину і  $21,4 \pm 4,6$  мг%/сиру речовину; вплив  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  викликав менше зниження.

Аналогія у динаміці акумуляції вільного *pro* може свідчити на користь загального неспецифічного характеру реакцій.

Високий рівень клітинного *pro*, як такий, не може свідчити на користь механізмів його утворення, оскільки його акумуляція може виникати не тільки внаслідок активізації синтезу, але і в результаті деградації збагачених проліном білків. Про існування та метаболізм таких протеїнів повідомлялось [6].

Існує тісний зв'язок між вмістом вільного *pro* та білковим пулом. З огляду на це встановлювали електрофоретичний спектр загального білкового пулу калюсних тканин генотипів пшениці озимої на 30-ту добу досліді.

У загальному випадку білковий спектр калюсних клітин злаків досить обмежений у порівнянні зі спектром протеїнів інтактної рослини, а особливо зерен, оскільки переважну кількість в останньому випадку складають запасні білки. В той же час протеїновий пул клітинних культур формується у переважній більшості із білків функціональних. Тому його характер, може вказувати на спрямованість метаболізму.

На 30-ту добу спостерігалось істотне виснаження протеїнового пулу, незалежне від типу засолення. Таким чином, можливо припустити, що значне зростання вмісту вільного *pro*, відмічене на 15-ту добу виникло у наслідок деградації клітинних білків. Подовження строку дії засолення (15 – 30 доби досліді) викликало подальший стресовий тиск на культури. Зниження (ймовірно припинення) синтетичних процесів було причиною зниження рівня *pro*.

На нашу думку, такий перебіг реакцій був спрямований на адаптацію культур пшениці до засолення. Про це свідчило відновлення зростання калюсу при перенесенні в нормальні умови в наступному пасажі.

В цілому, тестування клітинних культур пшениці, отриманих з різних сортів, в умовах тривалого засолення показало повну аналогію в їх реакціях.

При цьому виявлялися як фізіологічні, так і генетичні характеристики. Це робить культуру клітин пшениці надійним об'єктом для біотехнологічних маніпуляцій.

#### *Література*

1. Модификация метода определения пролина для выявления засухоустойчивых форм рода *Lycopersicon Tourn* / В. К. Андрющенко, В. В. Саянова, А. А. Жученко и др. *Известия Академии наук Молдавской ССР*, 1981. № 4. С. 55–60.
2. Бычкова О. В. Создание стрессоустойчивого материала твердой пшеницы методом клеточной селекции. Автореф. дис. ... к.б.н. Барнаул, 2018. 180 с.
3. Сергеева Л. Е. Изменения культуры клеток под действием стресса. Киев : ЛОГОС, 2001. 100с.
4. Сергеева Л. Е., Михальская С. И., Комисаренко А. Г. Современные биотехнологии повышения устойчивости растений к осмотическим стрессам. Киев : Кондор, 2019. 160 с.
5. Попереля Ф. А., Асыка Ю. А. Методические указания по электрофорезам глеаина зерна кукурузы для определения процента гибридности. 1988. С.4–8.
6. Battaglia M., Solorzano R. M., Hernandez M et al. Proline-rich cell wall proteins accumulate in growind regions and phloem tissue in response to water deficit in common bean seedlings. *Planta*. 2007. 225. P. 1121–1133.
7. Gamborg J. L. Miller R. A., Ojima K. Nutrient requirement of suspension cultures of soybean rootsю. *Exp. Cell Res*. 1968. 509. P. 151–158.
8. Laemmli V. K. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*. 1970. 227, 52–59 P. 680.

УДК 582.926.2:577.1

### **КОРИСНІ ТА НЕБЕЗПЕЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КАРТОПЛІ**

***С. Л. Гуторчук, Ю. М. Павлюк, А. Е. Шевчук***

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

Картопля – багаторічна трав'яниста рослина, бульбоплід, з царства Рослин (Plantae), порядок Пасльоноцвіті (Solanales), рід Паслін (*Solanum*), вид Картопля (*Solanum tuberosum*). Бульби картоплі є важливим продуктом харчування, продовольчих, технічних і кормових культур (рис. 1, А) [10].

Рослина має надземне трав'янисте стебло і підземні пагони – столони, які на кільцях потовщуються і утворюють бульби. Бульби занурені в ґрунт. Надземних стебел кілька, вони прямостоячі або висхідні, заввишки 30 – 150 см, у поперечному розрізі ребристі, 3-4 гранні, інколи округлі та опущені донизу. Листки картоплі мають темно-зелений колір, в деяких сортів яскраво-зелений. Листки складні – переривчасто-непарнопірчасто розсічені. Складаються з



черешка, кількох пар листків черешка, верхівкової непарної частини, між якими розташовані невеликі за розміром частини і зовсім малі часточки. Квітки білі, рожеві і фіолетові, зібрані щитком на верхівці стебла, чашка і віночок п'яти роздільні, правильні. Віночок зростопелюстковий. З пазух зародкових листків в підземній частині стебла відрастають підземні пагони – столони, які, потовщені на вершинах, дають початок нових бульб (видозміненим паросткам). На кінцях столонів розвиваються бульби, які, по суті, не що інше, як роздуті бруньки, вся маса яких складається з тонкостінних гранованих клітин, наповнених крохмалем, а зовнішня частина складається з тонкошарової коркової тканини. Бульби дозрівають в серпні – вересні (рис. 1, Б) [3, 6, 10].



А



Б

Рис. 1. Загальний вид Картопля (*Solanum tuberosum*) (А – різновиди бульб картоплі; Б – анатомо-морфологічна будова картоплі).

Картопля – це одна з найцінніших сільськогосподарських культур, використовувана в різних галузях господарства [11]. Походить з Південної Америки, де до цього часу можна її зустріти в дикому стані [11].

Поживна цінність картоплі визначається оптимальним співвідношенням органічних та мінеральних речовин, необхідних для людини. Залежно від сорту в бульбах міститься від 15 до 35% сухої речовини, здебільшого у вигляді крохмалю та білка. Кожна сільськогосподарська культура має свою цінність, але картопля є джерелом різних вітамінів. Особливо багато в бульбах мікроелементів та макроелементів. Також велика кількість мінеральних солей, заліза, йоду, калію, сірки, фосфору, магнію, кальцію тощо. Провідними позиціями є: калій (568 мг/100 г продукту), фосфор (58 г/100 г продукту), магній (23 мг/100 г продукту), кальцій (17 мг/100 г продукту) [9].

В 100 г бульби міститься такі важливі вітаміни як: С (19,7 мг), А (3 мг), В<sub>3</sub> (1,054 мг), В<sub>4</sub> (21,1 мг), В<sub>5</sub> (0,296 мг), В<sub>6</sub> (0,295 мг), В<sub>1</sub> (0,08 мг), В<sub>2</sub> (0,032 мг), В<sub>9</sub> (16 мг), К (1,9 мг), Е (0,01 мг). Добре відомо, що картопля відзначається підвищеним вмістом вуглеводів, а її калорійність становить 80 кКал на 100 г сирого продукту (таб.). У 100 г відвареної картоплі – 82 кКал, а в 100 г смаженої – 192 кКал. Енергетична цінність сушеної картоплі – 298 кКал/100 г. Надмірне вживання даного продукту може стати причиною ожиріння [8].

**Харчова цінність картоплі в 100 грамах**

Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Зола, г	Вода, г	Калорійність, кКал
2	0,4	16,3	1,1	78,8	80

Бульби картоплі широко застосовуються як високо дієтичний продукт при лікуванні хвороб нирок, печінки, шлунково-кишкового тракту та ін. Свіжий картопляний сік використовують як лікувальний засіб при виразці шлунка, гастритах, запорах і гіпертонії. Кашкою із бульб картоплі лікують екзему, опіки та інші захворювання шкіри. Сік із бульб картоплі має антацидні, протизапальні, ранозагоювальні, спазмолітичні й сечогінні властивості; він сприяє зниженню артеріального тиску, завдяки дії ацетилхоліну (хімічна речовина, естер оцтової кислоти та холіну, нейромедіатор, як у периферичній так і центральній нервовій системі всіх живих організмів), головною функцією є нормалізація роботи кишечника [1, 4].

Застосування картопляного соку показане і дає добрий терапевтичний ефект при гастритах і виразковій хворобі, які спричиняють підвищення секреції шлункового соку, при спастичних запорах і диспепсії та при стійких головних болях. Побічних явищ при лікуванні сирим соком картоплі не відмічено [1].

Живання соку картоплі є одним із способів нормалізації кислотності шлункового соку при лікуванні виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки. У народній медицині використовують сік червоних бульб картоплі для лікування виразкової хвороби з підвищеною секрецією шлунка. У бульбах картоплі з червоною шкіркою міститься багато антиоксидантів, які здатні захищати організм від ультрафіолету та сприятливо впливають на кровоносну систему, роблячи стінки судин більш еластичними. Сік червоних сортів картоплі нормалізує водно-сольовий баланс і покращує роботу серця і нирок. Завдяки наявності речовин, що беруть участь в кровотворенні, він сприяє підтриманню нормального рівня гемоглобіну в крові [4].

Фітонциди картоплі здавна використовують для лікування неспецифічних захворювань верхніх дихальних шляхів (для інгаляції носоглотки та горла). Перетерту сиру картоплю широко застосовують у дерматології й косметичці: лікують екзему, піодермію, дерматити, опіки, гнійні рани, виразку гомілки та інші виразкові хвороби шкіри [1, 4].

В косметичній практиці перетерту сиру або зварену «в мундирі» картоплю вводять до складу живильних масок (при сухій шкірі, сонячних опіках тощо). Картопля є сировиною для одержання крохмалю, глюкози, спирту і молочної кислоти, які широко використовуються в лікувальній практиці [2, 4].

Останнім часом увагу дослідників привертає і надземна частина рослини як джерело для одержання алкалоїду соланіну. Він за хімічною будовою близький до кортикостероїдів і серцевих глікозидів. У великих дозах соланін спричиняє тяжкі отруєння, а в малих зумовлює стійке й тривале зниження артеріального тиску, збільшує амплітуду і зменшує частоту серцевих скорочень, виявляє протизапальну, болезаспокійливу і протиалергічну дію. Це

свідчить про те, що не випадково настій квіток картоплі використовують у народній медицині як засіб, що має гіпотензивні властивості і збуджує дихання [5].

Захворювання, при яких рекомендується включати сиру картоплю в раціон: швидка стомлюваність, нервозність, синдром хронічної втоми, ослаблений імунітет, запори, набрякність, порушення обміну речовин, печія, мігрень, запальні процеси в суглобах, гіпертонія, захворювання шлунково-кишкового тракту (крім гастриту зі зниженням кислотності), випадіння волосся, передчасне старіння, вугровий висип, парадантоз та інші захворювання ясен, онкологічні захворювання [1, 4, 12].

Слід бути обережними з вживанням в їжу зеленої картоплі, бо саме вона небезпечна для здоров'я. Під дією світла в бульбах накопичується отруйна речовина – соланін. Соланін – це отруйний глікоалкалоїд, що виробляється в рослинах родини Пасльонових. Він може бути знайдений в будь-якій частині рослини – в листках, плодах, стеблах, бульбах тощо. Для людини соланін є дуже токсичним навіть у невеликих дозах. Потрібно враховувати, що саме соланін виявляє фунгіцидні та пестицидні властивості та відіграє роль природного захисту для рослини. Отже, якщо людини вживає дуже багато картоплі, що містить соланін, то спочатку в неї шкіра набуває сірого кольору, а потім може наступити смерть [1, 7, 12].

Картоплю вважають цілющим продуктом. За результатами наукових описів, можна зробити висновок, що у всьому світі високо цінують промислові, харчові та корисні властивості картоплі. Завдяки великому вмісту калію в картопляних бульбах, відбувається виведення зайвої рідини та солей з організму. Це, природно, покращує в цілому обмін речовин. Картопля – це чи не основний продукт в раціоні кожної людини. Завдяки вуглеводному складу дана культура є висококалорійною. Доведено, що картопля в три рази калорійніша, ніж інші овочі. Але слід пам'ятати, що крохмаль не засвоюється в організмі, тому тим, хто страждає на зайву вагу, краще обмежити себе у надмірному споживанні картоплі.

#### *Література*

1. Картоплярство: Методика дослідної справи. / за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. 652 с.
2. Вітенко В. А., Куценко М. С., Власенко М. Ю. Картопля. Київ : Урожай, 1990. 256 с.
3. Завірюха П. Д. Підбір та використання генофонду картоплі для виведення сортів з підвищеною крохмалистістю бульб. *Вісник Львів. держ. аграр. ун-ту: агрономія*. 1999. № 4. С. 232–238.
4. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування. Київ : «Центр учбової літератури», 2010. 331 с.
5. Кононученко В. В. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / за ред. В. В. Кононученка. Немішаєве : ІК УААН, 2002. 183 с.
6. Куценко В. С. Картопля. Хвороби і шкідники. Київ : Аграрна наука, 2003. 240 с.

7. Кучерявий В. П. Екологія : підручник. Львів : Світ, 2000. 500 с.
8. Кучко А. А. Фізіологія та біохімія картоплі. Київ : Довіра, 1998. 335 с.
9. Кучко А. А., Власенко М. Ю., Мицько В. М. Фізіологія і біохімія картоплі. Київ : Довіра, 1998. 335 с.
10. Положенець В. М. Захист картоплі від хвороб, шкідників та бур'янів. Житомир : Рута, 2013. 175 с.
11. Федорченко М. О., Белова Т. О. Історія культури картоплі. *Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва* : матеріали II наук.-практ. інтернет-конф. Полтава, 2014 С. 177–180.
12. Ходаківський С. І. Виробництво та споживання картоплі. *Економіка АПК*. 2006. № 7. С. 109–111.

UDK 581.143.6

## HEAVY METAL IONS FOR OBTAINING OSMOTOLERANT PLANT CELL VARIANTS

***L. I. Bronnikova<sup>1</sup>, I. A. Zaitseva<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Osmotic stresses (salinity and drought) are increasing harmful obstacles that limit plant production over the world. A lot of cultivars are considered sensitive genotypes with regard to salt and water stresses. At the same time many of them are major agricultural crops. In order to obtain more tolerant variants, it is necessary to clear up the underlying mechanisms of plant stress tolerance.

The organism growth and development under stress pressure are based mainly on the cellular characteristics. At the same time there are differences in mechanisms of osmotic adjustment between cells/tissues of intact plants and cell cultures *in vitro*. At the former case peculiar events are realized in specific tissues of the entire plant. The cooperative strategy of viability maintenance is created. At the latter case any component of the cell culture develops individual strategy of proliferation based on the tolerance level. Cell selection is the appropriate biotechnology to pick variants with particular features. We propose a modification of this method as a tool for improvement the plant osmotic stress tolerance [1, 6].

The success of any experiment is based on fruitful idea, advanced general method and creation the appropriate experimental system. General idea is declared that breeding for resistance to osmotic stresses cannot be divorced from breeding for various other traits of mineral metabolism. Heavy metal ions (HMI) are the perspective objects of investigations [1, 3].

HMI are the major part of the elements in the periodic table. Because they can form complex compounds some of them at low concentrations are essential elements. Another HMI are toxic at trace concentrations.

We created selective systems with lethal doses of heavy HMI for obtaining plant forms with higher levels of stress tolerance. There are several HMI harmful at trace concentrations. Cadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ) and barium ( $\text{Ba}^{2+}$ ) ions are among them. It is known that  $\text{Ba}^{2+}$  ions destroy  $\text{K}^+$  fluxes in the cells and  $\text{Cd}^{2+}$  disorganized the water status of the organism. Salt and water stresses make those damages too. So, we used  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Ba}^{2+}$  ions in cell selection for obtaining plant cell lines that tolerate combined stresses. We elaborated simulating systems with lethal to wild type plant cell cultures doses of  $\text{Ba}^{2+}$  or  $\text{Cd}^{2+}$  cations. By lethal doses is meant the minimum cations concentrations that eliminate wild type cell population [2, 4].

From different primary explants calli and suspension cultures were initiated. Cell suspensions were plated on agar cultural B5 medium with the addition of lethal doses of HMI. Ion-resistant single colonies were obtained. (The frequency of the appearance was  $10^{-6}$ ).

After increasing of calli biomass those lines were exposed the alternative stresses: salinity, water deficit, ion stresses. Those variants were also cultivated under normal conditions. Cultural media rotations were always arbitrary. The marker of the cell culture viability is a relative fresh (RFW) biomass growth,  $\Delta m$ . It means:  $\Delta m = (m_f - m_i) / m_i$ ;  $m_i$  – initial calli weight at the beginning of passage;  $m_f$  – final biomass weight at the end of passage. In our case this tissue growth index was positive during calli cultivation on any type of nutrition media. But the decrease of cell fresh weight occurs during cultivation under stress pressure. All cation-resistant cell lines challenged osmotic stresses.

Cell lines of tobacco, soybean, winter wheat with combined stress resistance were obtained via cell selection with  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Ba}^{2+}$  cations. The growth under osmotic stress pressure was cooperated with free proline accumulation [5, 7].

Cell selection with heavy metal ions is the perspective approach for obtaining genetically modified plant forms.  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Ba}^{2+}$  cations are appropriate agents for selection variants with higher tolerance to water stress and salinity. Tobacco and soybean are classic glycophyte. From such tissues tobacco plant forms (cell lines → regenerants → progeny) that survive under lethal salinity were obtained.

#### References

1. Nies D. H. Microbial heavy-metal resistance. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 1999. Vol. 51. P. 730–750. URL: <https://doi.org/10.1007/s002530051457>.
2. Sergeeva L. E., Bronnikova L. I. Cadmium ions in cell selection for obtaining wheat cell forms tolerant to water stress. *Visn. Cherkassy Univ. Ser. Biology*. 2019, 2 P. 74–80. DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-74-80
3. Singh S., Parihar P., Singh R., Singh V. P., Prasad S.M. (2015) Heavy metal tolerance in plants: role of transcriptomics, proteomics, metabolomics and ionomics *Frontiers in Plant Science*. URL: <https://doi.org/103389/fpls.201501143>.
4. Dziubinska H., Filek M., Krol E., Trebacz K. Cadmium and selenium modulate slow vacuolar channels in rape (*Brassica napus*) vacuoles. *Journal of Plant Physiology*. 2010. Vol. 167 P. 1566–1570. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2010.06.016>.
5. Venkatachalam P., Srivastava A.K., Raghobhava K.G., Sahi S.V. (2009) Genes induced in response to mercury-ion-exposure in heavy metal

hyperaccumulator *Sesbania drummondii* *Envir. Sci. and Technol.* 43 P.843–850.  
URL: <https://doi.org/10.1021/es801304n>.

6. Dracup M. Why does in vitro cell selection not improve the salt tolerance of plants? *Genetic aspects of plant mineral nutrition.* / eds. Randall P. J. et al. Kluwer Academic Publishers, 1993. P. 137–142.

7. Sergeeva L. E., Bronnikova L. I. Cell selection with barium ions for obtaining genetically modified salt tolerant tobacco forms. *Bulletin of the Cherkasy University, Series Biological Science.* 2020. 1. P. 71–78. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-1-71-78.

### СЕКЦІЯ 3. ЛАНДШАФТНИЙ ДИЗАЙН ТА ДЕКОРАТИВНЕ РОСЛИННИЦТВО

УДК 582.573.81

#### ДЕКОРАТИВНІ ІНТРОДУЦЕНТИ ПІДРОДИНИ SCILLOIDEAE (ASPARAGACEAE) В НБС ІМ. М. М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ

*А. І. Жила, О. Д. Тимченко, Н. Б. Тарасюк*

Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України,  
вул. Тімірязєвська, 1, Київ, 01014, Україна

Підродина Scilloideae (родина Asparagaceae) (у минулому родина Hyacinthaceae) охоплює до 900 видів рослин з близько 70 родів [3]. Колекція рослин підродина Scilloideae НБС нараховує 90 таксонів з 18 родів (видів, різновидів, сортів): *Albuca* – 6, *Bowiea* – 2, *Brimeura* – 1, *Camassia* – 3, *Drimia* – 1, *Drimiopsis* – 2, *Eucomis* – 9, *Galtonia* – 1, *Hyacinthoides* – 4, *Hyacinthus* – 42, *Ledebouria* – 1, *Leopoldia* – 1, *Muscari* – 3, *Ornithogalum* – 3, *Puschkinia* – 1, *Resnova* – 1, *Scilla* – 8, *Veltheimia* – 1.

Представлені в колекції рослини походять переважно з Південної Африки та Центральної Азії, лише усі види *Camassia* – з Північної Америки. Значна частина колекції є вихідцями з гірських систем світу. Так, *Puschkinia scilloides* Adam. зустрічається на висотах до 3500 м н.р.м.; на висотах до 2300 м н.р.м. – *Bowiea volubilis* Harv. ssp. *volubilis*, *Camassia quamash* (Pursh) Greene; *Ornithogalum candicans* (Baker) J. C. Manning & Goldblatt – до 2150 м н.р.м.

Представники рослин підродина Scilloideae – цибулинні геофіти. Найбільшого розміру мають цибулини у *Scilla peruviana* L., діаметр яких може досягати 18 см, у *Drimia maritima* (L.) Stearn і *Bowiea volubilis* – близько 15 см, а найдрібніші, до 2 см, у *Scilla bifolia* f. *rosea* (Lehm.) Nyman, *S. siberica* Haw., *S. luciliae* (Boiss.) Speta. Бульбоцибулинне кореневище мають представники роду *Eucomis*. Цибулини можуть розташовуватись майже на поверхні ґрунту (*Ledebouria socialis* (Baker) Jessop, *Drimiopsis maculata* Lindl. et Paxton, *Drimia maritima*, *Albuca bracteata* (Thunb.) J. C. Manning & Goldblatt), до половини занурені – у *Bowiea volubilis*, у решти цибулини повністю занурені в ґрунт.

У *Ledebouria socialis* луски фіолетового кольору; у *Scilla peruviana*, *Drimiopsis maculata*, *Hyacinthoides hispanica* (Mill.) Rothm – білі; у *Drimia maritima* у залежності від різновиду цибулини можуть бути білими або червоними; у різних сортів *Hyacinthus* колір лусок корелює з кольором оцвітини. До складу цибулин може входити різне число соковитих лусок. Так, у *Bowiea volubilis* цибулина складається з близько 10 лусок, а у *Brimeura amethystina* (L.) Phouard. лише з однієї.

Рослини колекції розрізняються за висотою: низькорослими (до 20 см заввишки) є представники родів *Muscari*, *Puschkinia*, *Scilla*; високорослими (100–150 см) є деякі види родів *Albuca*, *Camassia*, *Eucomis*. Листки ременеподібні, лінійні, еліптичні, ланцетоподібні. У *Drimiopsis maculata* листки

мають черешок завдовжки до 15 см. Листки, як правило, зелені, плямисті у *Drimiopsis botryoides* ssp. *botryoides*, *D. maculata*, *Eucomis*. У *Ledebouria socialis* верхня поверхня листка срібляста з поперечними темно-зеленими смугами, нижня – фіолетова. Строкати листки дозволяють зливатися з довкіллям. У *Drimiopsis maculata* характерною особливістю листків є їх здатність міняти колір – у теплий час року вони покриваються темними плямами, з похолоданням ці плями зникають. У *Scilla siberica* листки з ковпачкоподібною верхівкою, що допомагає подолати мерзлий ґрунт при проростанні.

Протягом вегетаційного сезону у *Scilla peruviana* може утворюватися до 15 листків, у той час, коли у *Muscari latifolium* T.Kirk лише 1, а у *Bowiea volubilis* листки мають лише молоді рослини.

Рослини дуже різняться за тривалістю вегетаційного періоду – серед них є ефемероїди, надземні частини яких живуть 2-4 місяці навесні (*Hyacinthoides*, *Muscari*, *Puschkinia*, *Scilla* та інші); рослини, які вегетують 5-7 місяців – влітку, восени (*Eucomis*). Вічнозелені види, що вегетують протягом всього року – *Ledebouria socialis*, *Resnova humifusa* (Baker) U.Müll.-Doblies & D.Müll.-Doblies. Навіть у межах одного роду у колекції зустрічаються як вічнозелені рослини (*Albuca bracteata*), так і напіввічнозелені (*A. nelsonii* N.E.Br.), решта – листопадні.

Рослини підродини Scilloideae мають безлисті квітконоси. У *Bowiea volubilis* фотосинтез здійснюється за рахунок модифікованого, дуже галузистого суцвіття завдовжки до 4 м. У *Drimia maritima* та *Galtonia viridiflora* Verdc., *Ornithogalum candicans* квітконос досягає 150 см завдовжки. Колекційні рослини мають суцвіття просту китицю, або колос. Малокувіткові суцвіття мають: *Scilla luciliae* (2-3 квітки), *Albuca polyphylla* Baker, *Scilla siberica* (3-5). Багатоквіткові суцвіття у *Scilla peruviana*, *Camassia cusickii*, *Hyacinthoides italica* (L.) Rothm, (до 100), у *Albuca abyssinica*, *A. bracteata* (до 110).

За типами розвитку суцвіття колекційні рослини відносять до синантного типу (*Puschkinia scilloides*), протерантного (*Drimia maritima*) та гістерантного (*Veltheimia bracteata* Harv. ex Baker). Квітки тричленні, листочки оцвіттини вільні, або зростаються при основі. У *Albuca nelsonii* зовнішні і внутрішні члени оцвіттини утворюють трубчасту структуру. Квітки актиноморфні, у *Camassia cusickii* – дещо зигоморфні.

Забарвлення квіток різноманітне. Квітки жовтого кольору мають *Albuca rupestris* Hilliard & B.L.Burt, жовто-зелені – *Albuca abyssinica* та *A. canadensis*, з різним відтінком зеленого – *Ledebouria socialis*, *Galtonia viridiflora*, *Albuca bracteata*, *Ornithogalum nutans*, білі – *Drimia maritima*, *Resnova humifusa*, *Ornithogalum candicans*, *Albuca nelsonii*, від блакитного до фіолетового – *Scilla peruviana*, *Camassia leichtlinii*, *C. quamash*, *Hyacinthoides hispanica*, *H. italica*, *Puschkinia scilloides*, *Scilla sardensis* (Whittall ex Barr & Sayden) Speta., *S. siberica*, рожеві – *S. bifolia* f. *rosea* Nyman, *S. luciliae*, блідо-блакитні з рожевим відтінком у зрілості – *Brimeura amethystina*. Сорти *Hyacinthus orientalis* L. мають квітки білого, рожевого, червоного, синього, блакитного, фіолетового, бузкового, малинового, жовтого та помаранчевого кольорів.



Двоколірні суцвіття у природі трапляється рідко. У *Leopoldia comosa* (L.) Parl. верхні, стерильні, квітки синьо-фіолетового кольору на довгих, дугоподібно загнутих квітконіжках, у 3-4 рази довших за оцвітину; нижні, плідні, квітки невеликі, коричнево-зелені, на коротких ніжках. У *Muscari armeniacum* Vak та *M. latifolium* нижні квітки більш темного кольору, плідні, а верхні, стерильні, мають світліше забарвлення.

Колекційні рослини, як правило, запашні. Виражений аромат мигдалю мають квітки *Albuca nelsonii*, мускусний – у *Muscari latifolium*. У *Hyacinthoides hispanica* (Mill.) Rothm квітки з ароматом, який посилюється надвечір. У *Leopoldia comosa* квітки мають затхлий, не дуже приємний запах. У *Resnova humifusa* квітки без запаху, а *Hiacinthus* найзапашніший серед усіх цибулинних.

Усі еукоміси схожі за будовою квіток, але значно відрізняються за запахом, що і зумовлює різні запилювальні синдроми. Більшість колекційних рослин є ентомофілами, проте *Veltheimia* – орнітофільна рослина, а *Drimia maritima* – анемофіл. Тичинкові нитки стрічкоподібні або тригранної форми. У *Ornithogalum nutans* широкі, пелюсткоподібні тичинкові нитки з 2 зубцями, у *Scilla bifolia* f. *rosea* характерною особливістю є щільно згруповані і сплюснені біля основи тичинкові нитки.

За строками та тривалістю цвітіння колекційні рослини також значно відрізняються. Так, окрім вищезазначених ефемероїдів, цвітіння яких припадає на ранньовесняний період, ряд рослин цвітуть у весняно-літній та літній період: *Drimiopsis botryoides* ssp. *botryoides* (з березня по вересень), *Drimiopsis maculata* (з квітня по липень), *Albuca bracteata* (з травня по серпень), *A. abyssinica* (липень-жовтень), *Drimia maritima*, *Ledebouria socialis* (липень-серпень), *Ornithogalum candicans* зацвітають наприкінці літа. Восени цвітуть *Galtonia viridiflora* (серпень-вересень), *Resnova humifusa* (з жовтня по листопад), *Albuca nelsonii* (вересень-грудень). На зимовий період припадає цвітіння *Veltheimia bracteata* (грудень-січень), пік цвітіння припадає на лютий, закінчує цвісти у березні. В умовах Києва двічі на рік цвіте *Bowiea volubilis* – у травні-квітні та жовтні-листопаді [1]. Найбільш довготривале цвітіння спостерігається у еукомісів, у яких від появи квітконоса до в'янення останньої квітки може пройти 2-3 місяці.

Колекційні рослини широко поширені у квітникарстві як зрізні і горщикові рослини при вирощуванні у відкритому і захищеному ґрунті. *Albuca ripensis* та *Bowiea volubilis* ssp. *volubilis* мають природоохоронний статус і занесені до Червоної Книги рослин Південної Африки [4]. Під охороною в Україні перебуває *Scilla siberica* [2].

#### *Література*

1. Нікітіна В. В., Гайдаржи М. М., Баглай К. М. Корисні сукулентні рослини в колекції ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна. *Сохранение биоразнообразия и интродукция растений*: матеріали міжнародної наукової конференції (Харьков, 8-11 сентября 2014 г.). Харьков : ФЛП Тарасенко В. П., 2014. С. 133–137.

2. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання) / укладачі: Т. Л. Андрієнко, М. М. Перегрим. Київ : Альтерпрес, 2012. 148 с.

3. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 2016. Vol. 181, № 1. P. 1–20.

4. Threatened species programme. SANBI red list of south african plants. Threatened Species Programme. SANBI Red List of South African Plants. URL: <http://redlist.sanbi.org>

УДК 582.462:581.44

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ СПОКОЮ РОСЛИН *GINKGO BILOBA* L. В УМОВАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ДЕНДРОЛОГІЧНОГО ПАРКУ «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ

**Н. В. Цибровська, Л. І. Марно**

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, вул. Київська, 12 а, Умань, 20301, Україна

*Ginkgo biloba* L., як єдиний представник своєї генерації, є рослиною цінного виду, перспективного для збагачення біорізноманіття міських пейзажів і для захисту насаджень проти потенційних хвороб та ушкоджень шкідниками [2]. Нараховано понад 500 найменувань сортів цих рослин. Крім того, *G. biloba* відзначається високою газостійкістю, стійкістю до грибкових і вірусних інфекцій, комах-шкідників, вітростійкістю та довговічністю, з тривалістю життя до 2000 років [8]. Тому, з метою визначення успішності культивування *G. biloba* в умовах Правобережного Лісостепу України, було проведено дослідження перебігу періодів спокою цієї цінної рослини в умовах Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. Тривалість періоду вегетації, сезонного розвитку та осінньо-зимового спокою деревних рослин впливають на таку їх фізіологічну властивість як морозостійкість [1; 6]. Рослини володіють максимальною морозостійкістю під час проходження фази органічного (глибокого) спокою, в яку вони вступають в кінці осені і яку завершують протягом зими. У цій фазі спокою бруньки не можна спровокувати до росту будь-якими зовнішніми подразниками. На зміну глибокому спокою приходить вимушений, під час якого бруньки уже здатні до росту, але в природних умовах через нестачу тепла не розпускаються [1]. В помірній зоні рослини переходять в стан спокою задовго до настання низьких температур та інших несприятливих факторів осінньо-зимового періоду [7]. Основною передумовою переходу рослин до стану спокою є припинення росту пагонів [6].

Встановлення зв'язку періоду спокою з таким сезонним явищем у житті багаторічних деревних рослин як листопад, викликає багато труднощів, тому що строки завершення листопада в природних умовах зазвичай визначаються не набуттям листками фізіологічної зрілості, а приморозками. Тому не вірно

вважати початком періоду спокою рослин таку фенофазу як листопад. Зазвичай, деревні рослини вступають у стан спокою задовго до початку листопада. Тривалість та глибина періоду спокою залежать від походження рослин і кліматичних умов: у рослин, що походять з регіонів, де панує теплий клімат спостерігається тенденція в холодні зими подовжувати фазу глибокого спокою, а в м'які – фазу вимушеного спокою [7].

За даними Гулісашвілі (1954), *G. biloba* за тривалістю періоду спокою, займає проміжне положення, серед гірських деревних рослин, що ростуть в різних кліматичних зонах. Автор робить висновок, що підтверджує погляди інших дослідників (Пояркова, 1924; Генкель і Ситникова, 1953; Проценко і Поліщук, 1948), про те, що для більш морозостійких деревних порід характерний більш глибокий спокій [7]. За даними Гурського (1957), листопад і період спокою у деревних порід в країнах з періодичними похолоданнями та засухами виникли, як процес сезонної фіксації тих ритмів у рості та вегетації, які були характерними для вологих тропічних країн. В результаті цього корінні далекосхідні та деякі китайські деревні породи, в тому числі *G. biloba*, відрізняються не тільки раннім початком вегетації, але й раннім листопадом, який є пристосуванням до відносно сухої та холодної зими мусонного клімату [7]. Дослідження строків початку та тривалості періодів спокою *G. biloba* проводились протягом 2020–2022 рр. шляхом фенологічних спостережень за вегетацією рослин *G. biloba* та за методом зрізаних пагонів [4; 5; 7], які було перенесено, в осінньо-зимовий період, з природних умов в кімнатні, з температурою 15–20°C, через певні проміжки часу (кожні 10 діб). Завершення глибокого спокою визначали за розпусканням бруньок на пагонах рослин, внесених взимку в тепле приміщення з природним освітленням [6]. Початком вегетації рослин *G. biloba* ми вважали початок бубнявіння бруньок, який зафіксовано в кінці першої декади квітня, в цей період відбувається послаблення щільності покривних лусочок бруньок, через проsvіти яких помітні зелені ділянки прилистників. Розпускання вегетативних бруньок починається з другої декади квітня, характеризується розходженням покривних лусочок, появою трьох прилистників, а далі, в першій декаді травня, спостерігається поява двох-трьох згорнутих листків, які в процесі росту розгортаються та збільшуються у розмірах. За результатами досліджень встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу України листки *G. biloba* набувають осіннього забарвлення у другій декаді жовтня. Початок опадання листків *G. biloba* спостерігається в третій декаді жовтня (26.10±4). Масове опадання листків (близько 70%) зазвичай спостерігається після перших осінніх заморозків у першій–другій декадах листопада. Тривалість періоду вегетації *G. biloba* становить 190–200 діб, подібно до аборигенних рослин Правобережного Лісостепу України, вегетація яких триває 200–212 діб [3], це свідчить про успішність проходження ритмів розвитку рослин *G. biloba* протягом сезону та відповідність погодно-кліматичним умовам Правобережного Лісостепу України. З'ясовано, що вегетативні бруньки *G. biloba* вступають в період органічного спокою в третій декаді жовтня

(табл. 1). У період глибокого спокою ми спостерігали відсутність пробудження бруньок пагонів в сприятливих лабораторних умовах навіть при +20°C.

Таблиця 1

Тривалість періоду спокою вегетативних бруньок *Ginkgo biloba* L. в умовах інтродукції у Правобережному Лісостепу України

Вегетація		Дата входу в стан спокою	Дата виходу зі стану спокою		Тривалість періоду спокою, діб
			органічного	вимушеного	
початок (дата)	кінець (дата)				
10.04	26.10	27.10±8	25.01±5	10.04±4	167±11

Середня дата виходу бруньок *G. biloba* із глибокого спокою та входження їх у вимушений спокій охоплює третю декаду січня з тривалістю 91 добу. Тривалість періоду вимушеного спокою *G. biloba* становила 76 діб.

На основі аналізу багаторічних даних результатів фенологічних спостережень виявлено, що погодно-кліматичні умови Правобережного Лісостепу України є цілком сприятливими для перебігу сезонних ритмів розвитку рослин *G. biloba* з періодом вегетації 190–200 діб. При визначенні строків початку входження в стан спокою *G. biloba* було встановлено, що він настає із закінченням вегетації і триває в середньому 167 діб. Більшу частину періоду спокою рослин досліджуваного виду займає глибокий спокій, який становить 91 добу. Далі *G. biloba* вступає в період вимушеного спокою, який в умовах Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України триває 76 діб. В умовах Правобережного Лісостепу України, завершення глибокого спокою пагонів рослин *G. biloba* у третій декаді січня, потрібно розглядати як позитивне явище, яке сприяє підвищенню їх зимо- та морозостійкості.

#### Література

1. Булыгин Н. Е. Дендрология. Ленинград : Агропромиздат, 1991. 352 с.
2. Гузь М. М., Гречаник Р. М., Остудімов А. О. Особливості розмноження гінкго дволопатевого in vitro. *Науковий вісник*. 2008. Вип. 18.7. С. 7–16.
3. Природа Черкащини: стан, проблеми раціонального природокористування та охорони в контексті виживання /Мороз П. І., Лук'янець В. Л., Косенко І. С., Мороз О. К. / за ред. П. І. Мороз. Миколаїв : АТ «СІМАО», Одеса : ОКФА, 1996. 400 с.
4. Нестеров Я. С. Период покоя плодовых культур. Москва : Сельхозиздат, 1962. 152 с.
5. Нестеров Я. С., Тихонов В. А. Методика определения сроков прохождения периода покоя плодовых культур. *Научные достижения – в практику* (краткие тезисы докладов научной конференции). 1972. № 2. С. 149–151.

6. Черный И. Б. Покой у растений. 2-е изд., перераб. и доп. Киев : Урожай, 1980. 72 с.

7. Ученые записки Тартуского государственного университета. *Труды по физиологии и биохимии растений*. Тарту. Вып. 151. 1964. С. 16–90.

8. Kosenko I. S., Tsybrovska N. V., Balabak O. A., Hrabovyi V. M., Muzyka H. I., Shvets T. A., Oksantiuk V. M. Introduction of *Ginkgo biloba* L. and its cultivars by vegetative propagation. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(7). P. 65–76. DOI: 10.15421/2021\_243. URL: <https://www.ujecology.com/articles/introduction-of-ginkgo-biloba-l-and-its-cultivars-by-vegetative-propagation.pdf> (Accessed 16 September 2021).

## СЕКЦІЯ 4. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

УДК 594.3

### ПРІСНОВОДНІ МОЛЛОСКИ ВОДОЙМ ТА ВОДОТОКІВ ЖИТОМИРА ТА ЇХ РОЛЬ У БІОІНДИКАЦІЇ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

*І. С. Азарков<sup>1</sup>, М. А. Мошківська<sup>2</sup>, Р. К. Романюк<sup>3</sup>, Л. М. Шевчук<sup>4</sup>*

<sup>1,3,4</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська 40, Житомир, 10008, Україна

<sup>2</sup>Науковий ліцей Житомирського державного університету імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська 40, Житомир, 10008, Україна

Однією із найбільш гострих проблем сьогодення є якість питної води. Проведення складних хімічних аналізів, відбір проб води часто є тривалим і вартісним процесом, тому для визначення стану прісноводних екосистем, а отже, і чистоти води, дедалі частіше застосовують методи біологічної індикації [2]. Доцільність використання моллюсків для здійснення біомоніторингових досліджень стану водних екосистем сьогодні не викликає сумніву. Ці тварини добре помітні, легко доступні для спостереження, вони є досить довго живучими і здатні накопичувати у своєму тілі різні речовини.

У ряді країн уже втіленими є програми з використанням двостулкових моллюсків для біоіндикації стану гідроекосистем. Це, наприклад, національна програма США «Mussel Watch», яка діє з 1986 року і дозволила виявити понад 140 видів поліутантів водойм [7]. У європейських моніторингових програмах використання моллюсків також стає все популярнішим [6; 8; 10; 11]. При цьому науковці вважають, що навіть присутність у гідротопії видів, що вибагливі до умов довкілля, вже може слугувати показником води доброї якості [11]. Члени Житомирської малакологічної школи професора Агнеси Стадниченко також неодноразово своїми дослідженнями доводили перспективність даного напрямку біологічної індикації природних вод [3 – 5; 9].

Особливої актуальності біоіндикація якості води з використанням моллюсків набула тепер, коли, опиняючись в екстремальних умовах воєнного стану, люди повинні швидко визначити придатність води для використання. Після війни гостро постає питання визначення рівня забруднення чи здоров'я екосистеми, а використовуватися можуть не лише традиційні показники [1], а й стан гідробіонтів, у тому числі моллюсків. Для цього необхідні актуальні польові збори у природі.

Метою нашого дослідження є визначення видового складу, вікової структури та щільності поселення популяцій прісноводних моллюсків водойм та водотоків Житомира та його околиць.

Матеріалом дослідження послужили власні збори прісноводних червоногих і двостулкових моллюсків, які було здійснено протягом червня – серпня 2022 року вручну з водойм зазначеного регіону. Під час польових досліджень нами було встановлено деякі екологічні особливості водойми

(характер донних відкладів, наявність чи відсутність течії, каламутність води, запах), видовий склад молосків, щільність їх поселення, вікова структура популяцій (для перлівницевих, за допомогою річних кілець приросту на черепащі). Усіх тварин після фотографування і вимірювання було випущено у водойму.

Результати дослідження узагальнено у таблиці 1.

Таблиця 1

**Прісноводні молоски водойм і водотоків Житомира та околиць**

Точка збору, водойма	Характеристика умов оселища	Видовий склад молосків	Щільність поселення молосків	Вікова структура популяції перлівницевих
с. Слобода-Селецька, Силікатний кар'єр	Штучна водойма, піщане дно, прозора вода, без течії	<i>Planorbarius corneus</i> , <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>L. ovata</i> , <i>Unio tumidus</i> , <i>Anodonta anatina</i>	0,1 ос/м <sup>2</sup>	Від 4 до 6 років, переважно п'яти- і шестирічні особини
Житомир, паперова фабрика, р. Тетерів	Кам'янисте дно, вода прозора, швидка течія	Мертві черепашки <i>Viviparus viviparus</i>	-	-
с. Станишівка, р. Тетерів	Мулисте дно, повільна течія, неприємний запах	Не виявлено	-	-
Житомир, Гідропарк, р. Тетерів	Піщано-мулисте дно, повільна течія, вода зеленувата	<i>U. tumidus</i> , <i>U. pictorum</i> , <i>A. anatina</i>	Домінують мертві тварини, 2-20 ос/м <sup>2</sup>	Від 3 до 7 років, переважають п'ятирічні особини
с. Тетерівка, р. Тетерів	Піщано-мулисте дно, повільна течія, вода зеленувата	<i>U. pictorum</i> , <i>A. anatina</i> , <i>Dreissena polymorpha</i>	1-3 ос/м <sup>2</sup>	Від 3 до 6 років, переважають трирічні особини
Дачний масив поблизу смт. Новогуївинськ р. Гуйва	Піщане дно, середня течія, вода прозора	<i>P. corneus</i> , <i>V. viviparus</i> , <i>L. stagnalis</i> , <i>U. tumidus</i> , <i>U. pictorum</i> , <i>A. anatina</i>	2-16 ос/м <sup>2</sup>	Від 1 до 6 років, переважають чотири-п'ятирічні особини
с. Пряжево, р. Гуйва	Піщано-кам'янисте дно, швидка течія, вода прозора	<i>V. viviparus</i> , <i>U. tumidus</i> , <i>U. pictorum</i> , <i>A. anatina</i>	5-10 ос/м <sup>2</sup>	Від 2 до 12 років, переважають шести- і восьмирічні особини
с. Пряжево, природне озеро	Піщано-мулисте дно, є підземні джерела, прозора вода	<i>L. stagnalis</i> , <i>A. anatina</i> , <i>A. cygnea</i>	0,1 ос/м <sup>2</sup>	Від 4 до 6 років, переважають п'ятирічні особини

Отже, найбільш сприятливий стан має екосистема р. Гуйва. В обох пунктах збору виявлено високу щільність поселення молосків, найбільшу

видову різноманітність, різноманітну вікову структуру і найбільшу максимальну тривалість життя тварин. Найгірший стан має екосистема р. Тетерів, у якій зафіксовано домінування мертвих тварин і бідну малакофауну. Стоячі водойми мають невисоку щільність поселення моллюсків, хоча мають у своєму складі види-індикатори, притаманні водоймам з водою відносно високого класу якості.

#### Література

1. Екологія відновлення. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологія\\_відновлення](https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологія_відновлення) (дата звернення: 10.09.2022).
2. Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації : науково-методичний посібник. Київ : НЦ екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. 112 с.
3. Стадниченко А. П. Перлівниці. Кулькові. Київ: Наук. думка, 1984. 384 с.
4. Янович Л. М. Перлівниці Unionidae Rafinesque, 1820 (Bivalvia) в сучасних екологічних умовах України (стан популяцій, особливості статевої структури і розмноження, біоценотичні зв'язки та фауна: дис. ... д-ра біол.наук: 03.00.08. Київ, 2013. 389 с.
5. Шевчук Л. М., Васильєва Л. А., Пампура М. М., Межжерін С. В. Перлівниці (Unionidae) України: ресурсна оцінка (чисельність, динаміка ареалів, особливості репродукції). *Vestnik Zoologii*. 2019. № 37. 92 с.
6. Manuel Lopes-Lima and other. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges / URL: [https://www.researchgate.net/publication/284899646\\_Conservation\\_status\\_of\\_freshwater\\_mussels\\_in\\_Europe\\_State\\_of\\_the\\_art\\_and\\_future\\_challenges](https://www.researchgate.net/publication/284899646_Conservation_status_of_freshwater_mussels_in_Europe_State_of_the_art_and_future_challenges) (дата звернення: 10.09.2022).
7. Mussel Watch Program. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mussel\\_Watch\\_Program](https://en.wikipedia.org/wiki/Mussel_Watch_Program) (дата звернення: 10.09.2022).
8. Mutvei H., Dunca E., Timm H., Slepukhina T. Structure and growth rates of bivalve shells as indicators of environmental changes and pollution. *Bull. Mus. Oceanograph. Monaco, Num. Spec.* 1996. Vol. 14. P. 65–72.
9. Shevchuk L., Vasilieva L., Romaniuk R., Pavliuchenko O. Species diversity of unionid mussels (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) as a bioindicator of the state water environment of river basins of Ukraine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 915. Issue 1. DOI:10.1088/1755-1315/915/1/012006
10. Weber E. Population size and structure of three mussel species (Bivalvia: Unionidae) in a northeastern German river with special regard to influences of environmental factors. *Hydrobiologia*. 2005. Vol. 537. P. 169–183.
11. Zettler M. L., Jueg U. The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca*. 2007. Vol. 25. P. 165–174.



## ВПЛИВ КАЛІЙ СУЛЬФАТУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ДЕЯКІ ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ АЛОВИДІВ *PLANORBARIUS CORNEUS S. LATO* (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, PLANORBIDAE)

*І. С. Бабарчук, Ю. В. Бабич*

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

З кожним роком внаслідок порушення правил сільськогосподарської діяльності у поверхневих водах України збільшується концентрація різних мінеральних добрив. У середньому лише 5–10% цих речовин поглинається рослинами, а решта 90–95% здувається вітрами, змивається дощами й талими водами, потрапляючи у водойми і завдаючи шкоди різним гідробіонтам. Це є результатом надмірного і непропорційного застосування цих полотантів, а також порушень умов їх зберігання й транспортування [5, 7].

Одними із найпоширеніших добрив, які використовуються задля підвищення родючості ґрунтів, є добрива калійні. Надмірна кількість цих поживних речовин у гідроекосистемах спричиняється до негативних наслідків у них, а саме: в їх водах спостерігається низький рівень кисню, розчиненого у воді; нагромадження великої кількості недоокиснених отруйних для гідробіонтів метаболітів; несприятливі зміни просторового розподілу різних водних мешканців; порушення окисно-відновлювальних процесів та інтенсивний ріст водоростей та фітопланктону [8, 9]. Це, у свою чергу, порушує розвиток та умови існування гідробіонтів і навіть призводить до загибелі тваринне населення різних систематичних груп.

Для оцінювання вмісту вищезгаданих токсикантів у водних екосистемах України останнім часом поширюється застосування видів-біоіндикаторів. До числа таких належать молоски родини витушкових – одні з численних водяних тварин, які є резистентними до цих токсичних речовин та входять до ланцюгів живлення в екосистемах. У гідромережі України витушка рогова є надвидовим комплексом *Planorbarius corneus s. lato*, який представлений двома генетичними аловидами-вікаріантами – «західним» і «східним». Вони просторово розмежовані між собою неширокою (до 100 км) зоною інтрогресивної гібридизації та надійно різняться між собою конхіологічними, анатомічними, екологічними і хорологічними особливостями [4, 6]. Наразі немає відомостей про дію калійних добрив на фізико-хімічні особливості гемолімфи аловидів витушки рогової.

Мета дослідження – з'ясування особливостей впливу калій сульфату водного середовища на значення гематологічних показників аловидів *P. corneus s. lato*.

Матеріал – 198 екз. одновікових особин *P. corneus s. lato*, зібраних уручню у серпні–вересні 2021 року: з них 100 екз. аловиду «західного» із р. Тетерів (с. Перлявка Житомирської обл.) і 98 екз. аловиду «східного» із р. Сула (м. Ромни Сумської обл.). Токсикологічний експеримент поставлено згідно

методики Алексєєва [1]. Його умови: температура води – 21–22° С, рН – 7,6–8,0, окисенізація – 7,8–8,4 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Як токсикант використано К<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> у концентраціях 0,5 ГДК, ГДК, 2 ГДК, 3 ГДК. Розчини їх готували на попередньо відстояній протягом двох діб воді із водогінної мережі м. Житомира. Тривалість токсикологічного досліджу – 7 діб.

Піддослідних молюсків зважували на електронних вагах WPS 1200/С і штангенциркулем вимірювали розміри їх черепашок. Шляхом повного знекровлення тварин отримували їх гемолімфу і за допомогою інсулінового шприца вимірювали її об'єм. Вміст у ній гемоглобіну визначали Нб-гемометром ГС-3 за методом Салі у модифікації Алякринської [2], а рН її – індикаторними смужками «рН-TEST» (виробник КНР).

Отримані результати дослідження опрацьовано методами базової варіаційної статистики [3].

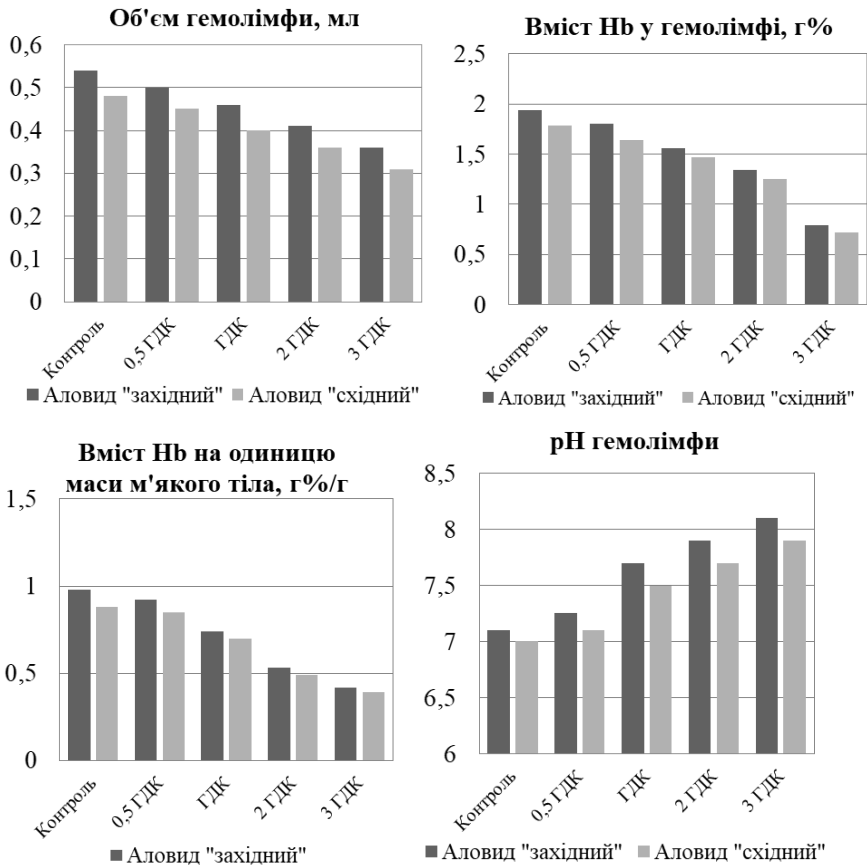


Рис. 1. Вплив різних концентрацій калій сульфату водного середовища на фізико-хімічні показники гемолімфи аловидів *P. corneus s. lato*.

Отримані результати дослідження свідчать про те, що калій сульфат водного середовища за дії використаних концентрацій ушкоджуюче впливає на обидва аловиди *P. corneus* s. lato, порушуючи у них стабільність показників їх внутрішнього середовища – гемолімфи. З'ясовано, що з підвищенням кількості ужитого токсиканта її об'єм зменшувався в обох аловидів витушок. За збільшення концентрації калійного добрива (у межах 0,5 ГДК–3 ГДК) вміст гемоглобіну у гемолімфі та вміст його щодо маси м'якого тіла у піддослідних м'якунів статистично вірогідно зменшувався, тоді як активна реакція гемолімфи зазнала підлужнення ( $p \leq 0,05-0,001$ ) (рис. 1). У аловидів *P. corneus* s. lato за впливу різних концентрацій калій сульфату розвивався фазний патологічний процес – отруєння.

Встановлено, що токсикорезистентність аловиду «східного» щодо впливу різних концентрацій використаного щодо м'якунів міндобрива явно була нижчою порівняно з аловидом «західним». Перший із них виявився менш пристосованим до дії ужитого щодо нього токсиканта і тому у нього спостерігалася вища смертність у порівнянні з аловидом «західним». Летальність піддослідних м'якунів виникала внаслідок асфіксії через руйнацію миготливого епітелію легень, шкірних покривів та їх адаптивної зябри. Тому крайньою межею вмісту цих поліютантів у гідромережі має бути концентрація, яка не перевищує рівень 0,5 ГДК.

#### Література

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента. *Гидробиологический журнал*. 1981. Т. 17, № 3. С. 92–100.
2. Алякринская И. О. Количественная характеристика гемолимфы и гемоглобина роговой катушки *Planorbis corneus* (Gastropoda, Pulmonata). *Зоологический журнал*. 1970. Т. 49, Вып. 3. С. 349–354.
3. Боровиков В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTIPА. Москва : Горячая линия – Телеком, 2013. 291 с.
4. Гарбар Д. А. Молюски роду *Planorbarius* (Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae) фауны України: анализ морфологических, каріологических та генетических признаков : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.08. Київ, 2006. 21 с.
5. Дудник С. В., Євтушенко М. Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їх практичне застосування : монографія. Київ : Вид-во Укр. фітосоціологічного центру, 2013. 297 с.
6. Межжерин С. В., Гарбар Д. А., Гарбар А. В. Систематическая структура комплекса *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758) s. lato: анализ аллозимных маркеров и морфометрических признаков. *Вестник зоологии*. 2005. Т. 39. № 6. С. 11–17.
7. Романенко В. Д. Основы гидроекологии : підручник. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
8. Kremser U., Schnug E. Impact of fertilizers on aquatic ecosystems and protection of water bodies from mineral nutrients. *Landbauforschung Völkenrode*. 2002. Vol. 52, № 2. P. 81–90.
9. Savci S. Investigation of Effect of Chemical Fertilizers on Environment. *APCBEE Procedia*. 2012. Vol. 1. P. 287–292.

**ВПЛИВ УМОВ ОБСИХАННЯ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ДЕЯКИХ  
ПОКАЗНИКІВ ГЕМОЛІМФИ АЛОВИДІВ *PLANORBARIUS CORNEUS*  
S. LATO (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, PLANORBIDAE)**

**Ю. В. Бабич, Л. В. Лях**

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

У сьогодення глобальною екологічною проблемою для існування багатьох видів рослин і тварин стала зміна клімату Землі. В Україні у XX столітті простежувалася тенденція до збільшення кількості атмосферних опадів і різких перепадів температури повітря до 10–12° С за добу [1]. Наразі прогнозують підвищення температури на 2–5° С. Така швидкість глобального потепління призведе до серйозних кліматичних змін і негативно вплине на гідросферу та її звичайних мешканців [5]. Обсихання як стоячих, так і невеликих проточних водойм загрожує розвитком у них депресивних сукцесійних процесів, викликаних погіршенням їх гідрологічного і гідрохімічного режимів, зумовлених підвищенням середньорічних температур і зростанням сухості клімату.

У наш час основною причиною зміни клімату є використання викопного палива та неефективне споживання виробленої енергії. Парникові гази, які виділяються внаслідок діяльності ТЕЦ, транспорту, сільського господарства, промислових підприємств і за лісових пожеж, посилюють парниковий ефект, утримуючи сонячне тепло у нижніх шарах атмосфери і не даючи йому повертатись до космічного простору [4].

Підвищення середньорічних температур в атмосфері призвело до скорочення популяцій багатьох видів молюсків. Ці бionти ведуть сидячий або переважно малорухливий спосіб життя і не мають змоги мігрувати при виникненні несприятливих умов для їх існування. Тому ці тварини повинні адаптуватися до незвичних для них умов або загинути. До числа таких м'якунів належить родина витушкови (*Planorbidae*), представники якої населяють прибережну зону гідромережі України і у разі її обсихання занурюються у донні відкладення, впадаючи у стан анабіозу [6, 8].

Об'єктом нашого дослідження є надвидовий комплекс *Planorbarius corneus* s. lato, який у гідромережі України представлений двома генетичними аловидами-вікаріантами – «західним» і «східним». Наразі немає відомостей щодо впливу умов десикації на фізіологічний стан цих м'якунів.

Мета дослідження – з'ясування впливу умов обсихання на стабільність фізико-хімічних показників гемолімфи аловидів *P. corneus* s. lato.

Матеріал – 200 екз. *P. corneus* s. lato: з них 100 екз. аловиду «західного» і 100 екз. аловиду «східного», зібраних уручну у серпні-вересні 2021 року у заплавах річок Гуйва (с. Пряжів Житомирської обл.) і Сула (м. Ромни Сумської обл.) відповідно. Піддослідних тварин уміщали у кювети із зволженим піском

на дні товщиною 5–6 см. Експозиція – 30 діб. Результати експерименту знімали на 10, 20 і 30-у добу від початку експерименту.

У піддослідних аловидів витушок за допомогою штангенциркуля вимірювали діаметр черепашок і зважували їх масу тіла на електронних вагах WPS 1200/С. Гемолімфу отримували шляхом повного знекровлення моллюсків, використовуючи інсуліновий шприц для виміру її об'єму. Вміст у ній гемоглобіну визначали за методом Салі у модифікації Алякринської [2], застосовуючи Нь-гемометр ГС-3. Активну реакцію середовища гемолімфи встановлювали індикаторними смужками «рН-TEST» (виробник – КНР).

Результати дослідження опрацьовано методами базової варіаційної статистики [3].

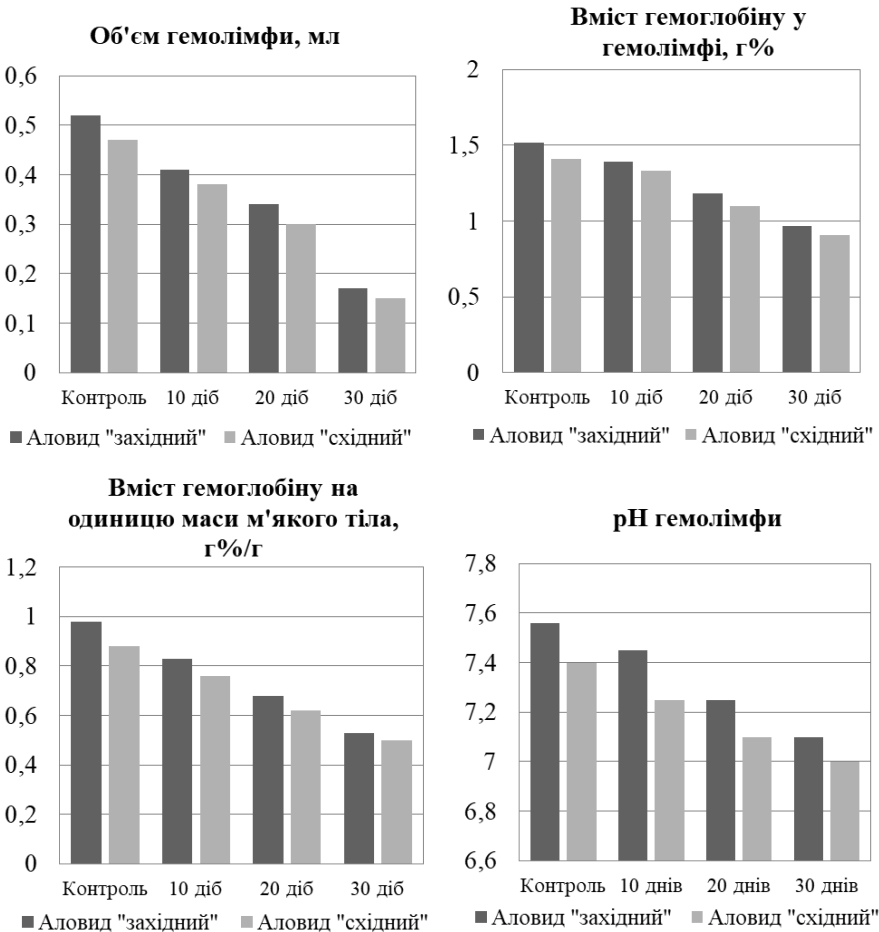


Рис. 1. Вплив умов десикації на фізико-хімічні показники гемолімфи аловидів *P. corneus s. lato*.

З'ясовано, що за впливу умов обсихання у аловидів витушки рогової відбулося порушення стабільності гомеостазу їх внутрішнього середовища, передставленого гемолімфою яскравочервоного кольору. Зі збільшенням тривалості умов десикації її об'єм зменшувався в обох досліджуваних аловидів. Вміст гемоглобіну у гемолімфі аловидів *P. corneus* s. lato статистично вірогідно впав на 10 добу в 1,1 рази, на 20 – 1,3, а на 30 добу – в 1,6 рази порівняно з контролем ( $p \leq 0,05-0,001$ ) (рис. 1). Це спричиняє у піддослідних витушок суттєві порушення у системі «гемоглобін-оксигемоглобін». У такий спосіб вони протиставляють шкідливим умовам існування підвищенням рівня їх загального обміну, збільшуючи при цьому тим самим свої захисно-приспосувальні можливості [7].

Вміст гемоглобіну у розрахунку на одиницю маси м'якого тіла у піддослідних м'якунів також зазнає зменшення на 10 добу в 1,2 рази, на 20 – 1,4, а на 30 добу – в 1,8 рази проти норми ( $p \leq 0,05-0,001$ ). За умов десикації тривалістю 30 днів в обох аловидів відзначено зсув активної реакції гемолімфи у слабкокислий бік.

#### Література

1. Бойченко С. Г., Волощук В. М., Дорошенко І. А. Глобальне потепління та його наслідки на території України. *Український географічний журнал*. 2000. № 3. С. 59–68.
2. Алякринская И. О. Количественная характеристика гемолимфы и гемоглобина роговой катушки *Planorbis corneus* (Gastropoda, Pulmonata). *Зоологический журнал*. 1970. Т. 49, Вып. 3. С. 349–354.
3. Боровиков В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Москва: Горячая линия – Телеком, 2013. 291 с.
4. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии : підручник. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
5. Стадниченко А. П., Вискушенко Д. А., Гирин В. К. Комплексний вплив десикації і гельмінтів на трофологічні показники *Planorbarius corneus* (Mollusca, Gastropoda, Vulinidae). *Природничий альманах*. 2018. Вип. 25. С. 75–87.
6. Стадниченко А. П., Киричук Г. Є., Гирин В. К. Вплив умов обсихання на стабільність деяких показників гомеостазу витушки рогової (Mollusca, Pulmonata, Vulinidae). *Актуальні питання біологічної науки : Збірник статей*. Ніжин : НДУ імені Миколи Гоголя, 2019. С. 93–95.
7. Стадниченко А. П., Иваненко Л. Д., Бургомистренко Л. Г. Изменение физико-химических свойств гемолимфы *Planorbarius corneus* (Gastropoda, Pulmonata). *Паразитология*. 1980. Т. 14, Вып. 1. С. 66–70.
8. Шумкова Т. С., Стадниченко А. П. Вплив десикації на фізико-хімічні показники in vitro гемолімфи витушки рогової (Mollusca, Gastropoda, Vulinidae). *Біологічні дослідження – 2020 : Збірник наукових праць*. Житомир : О. О. Євенок, 2020. С. 134–137.

**ВПЛИВ ФОСФАТНОГО МІЮЧОГО ЗАСОБУ «SAVEX» НА ПОКАЗНИКИ ЛЕГЕНЕВОГО ДИХАННЯ АЛОВИДІВ *PLANORBARIUS CORNEUS* S. LATO (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, PLANORBIDAE) ГІДРОМЕРЕЖІ УКРАЇНИ**

**Ю. В. Бабич, А. П. Стадниченко**

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

У сучасній промисловості та комунальних підприємствах використовується велика кількість токсичних речовин, які вкупі з відходами, викидами, стічними водами цих виробництв потрапляють у навколишнє середовище, а згодом і в поверхневі води України. Серед них чільне місце посідають різні синтетичні миючі засоби (СМЗ). У своєму складі ці детергенти містять від 15 до 25% синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) та характеризуються емульгуючими, диспергуючими та освітлюючими властивостями [6]. Потрапляючи до водойм, ці токсиканти включаються у колообіг речовин водних екосистем, зазнаючи при цьому біохімічного окиснення, сорбуючись зависями і донними субстратами, що сприяє зменшенню їх концентрацій у воді. На сьогодні рівень забруднення СПАР гідромережі України перевищує гранично допустимі концентрації (0,5 мг/л – для аніоноактивних і 0,1 мг/л – для неіоногенних) [5].

Широке застосування фосфатних миючих засобів призводить до збільшення кількості фосфору у стічних водах України, який може накопичуватися у донних відкладах та гідробіонтах, викликаючи при цьому евтрофікацію водойм. Фосфатні детергенти до того ж є дуже їдкими і спричиняють надмірне утворення піни, зменшуючи вміст розчиненого кисню у воді і порушуючи природні харчові ланцюги [7, 9]. Це створює екологічну небезпеку для існування гідробіонтів, а насамперед молюсків – звичайних мешканців гідроекосистем. Відомо, що за перевищення припустимих рівнів використання СМЗ у прісноводних м'якунів порушуються їх фізіологічні показники – фільтраційні, гематологічні, серцеві, трофологічні [3, 6, 7].

Об'єктами нашого дослідження слугували генетичні аловиди витушки рогової *Planorbarius corneus* s. lato («західний» і «східний»), у яких дотепер не досліджувалося дія СПАР на показники їх дихання.

Мета дослідження – з'ясувати вплив різних концентрацій миючого засобу «Savex» на показники легеневого дихання аловидів *P. corneus* s. lato.

Матеріал – однікові особини аловидів витушки рогової, зібрані вручну у серпні 2021 року: 120 екз. «західного» аловиду із р. Случ (смт Миропіль, Житомирська обл.) і 118 екз. «східного» аловиду із р. Сула (м. Ромни, Сумська обл.). Аловидову належність молюсків встановлювали за їх конхіологічними особливостями. У лабораторії тварин було піддано обов'язковій 15-добовій аклімації [8]. Її умови: об'єм акваріумів – 10 л, щільність посадки особин – 4

екз./л, температура води – 20–22° С, рН – 7,6–8,5, окиснення – 8,5–9,0 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Оновлення середовища щодобове.

Основний та орієнтовний досліді поставлено за методикою Алексеева [1]. Як токсикант використано фосфатний СМЗ «Savex» (виробник – «Фикосота» ООД, Болгарія) у концентраціях 10, 20, 30, 40, 50 мг/л. Експозиція – 7 діб. Значення показників легеневого дихання піддослідних м'якунів отримано спостереженнями за їх етологічними і фізіологічними реакціями на дію ужитого щодо них детергенту [4]. Обробку результатів виконано за допомогою базової варіаційної статистики [2].

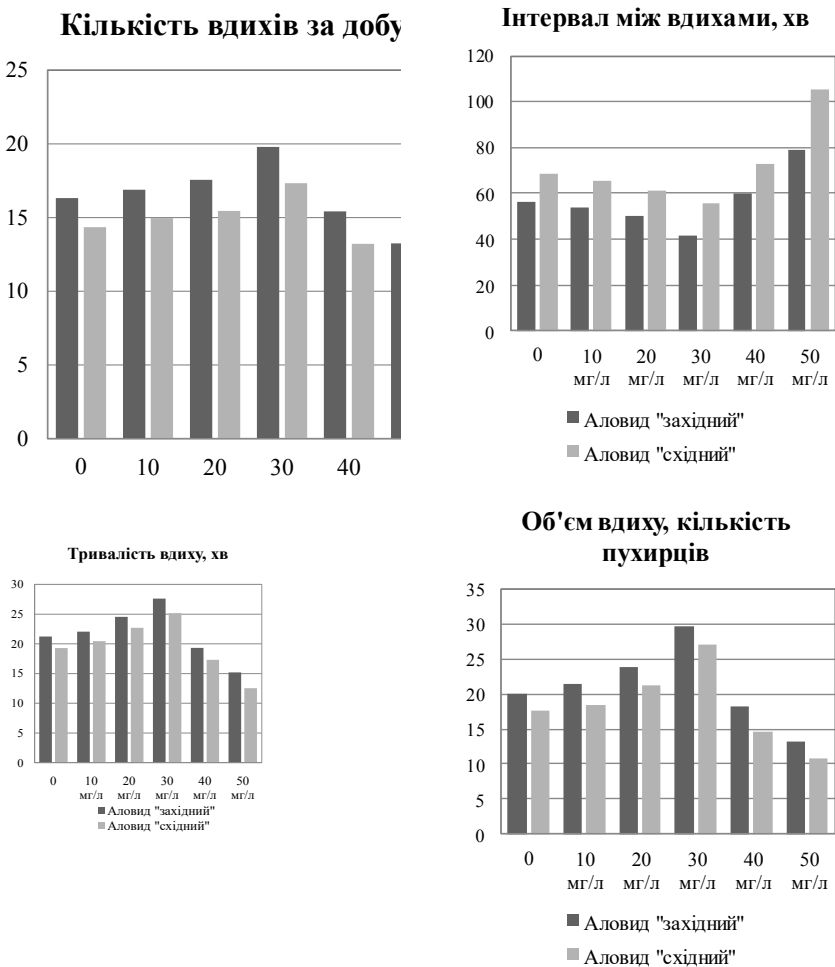


Рис. 1. Вплив різних концентрацій фосфатного миючого засобу «Savex» на показники легеневого дихання аловидів *P. cornutus s. lato*



Встановлено, що з підвищенням концентрацій фосфатного миючого засобу «Savex» від рівня 10 мг/л до 30 мг/л включно супроводжувалося піднесенням значень показників кількості, тривалості й об'єму вдихів у аловидів витушки рогової за добу за зменшення інтервалів між ними ( $p \leq 0,05-0,001$ ) (Рис. 1). За концентрацій ужитого токсиканта від 40 до 50 мг/л спостерігалось різке падіння значень усіх зазначених вище показників їх легеневого дихання за піднесення тривалості інтервалів між вдихами ( $p \leq 0,05-0,001$ ). Утримання піддослідних моллюсків у токсичних розчинах викликало у них розвиток фазного патологічного процесу – отруєння. За 10 мг/л найпершою і найтривалішою з його фаз була фаза латентна, за якої не відбувалося ніяких зрушень у поведінці м'якунів. За дії на аловиди *P. corneus* s. lato детергенту у концентраціях 20 і 30 мг/л спостерігалось підвищення рівня респіративних можливостей м'якунів, що відповідає фазі стимуляції. За 40 і 50 мг/л СМЗ «Savex» у піддослідних тварин розвивалася депресивна фаза отруєння, яка швидко змінювалася сублетальною (часткове відмирання особин) і летальною фазами. У моллюсків відбувалися структурні й функціональні ураження легеневого епітелію, які викликали у них прогресуючу асфіксію і їх загибель.

#### Література

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента. *Гидробиологический журнал*. 1981. Т. 17, № 3. С.92–100.
2. Боровиков В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Москва : Горячая линия – Телеком, 2013. 291 с.
3. Влияние высоких концентраций детергента "SARMA" на активность in vitro респираторного мерцательного эпителия *Sinanadonta woadiana* / А.П. Стадниченко и др. *Наукові записки Тернопільського національного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія Біологія*. 2020. Т. 79, № 1–2. С. 73–83.
4. Влияние трематодной инвазии и азотнокислого свинца на легочное и кожное дыхание *Lymnaea stagnalis* (Mollusca, Lymnaeidae) / А. П. Стадниченко и др. *Паразитология*. 1996. Т. 30. С. 76–80.
5. Дудник С. В., Євтушенко М. Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їх практичне застосування : монографія. Київ : Вид-во Укр. фітосоціологічного центру, 2013. 297 с.
6. Стадниченко А. П. Вплив поверхнево-активних речовин і трематодної інвазії на живлення і травлення рогової витушки (Mollusca: Pulmonata: Vulinidae). *Вісник Державного агроєкологічного університету. Біологія*. 2005. № 2. С. 120–125.
7. Фосфор мийних засобів та його вплив на водяні організми / М. О. Савлущинська та ін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія*. 2013. Т. 56, № 3. С. 119–125.
8. Хлебович В. В. Акклимация водных организмов. Л. : Наука, 1981. 136с.
9. Mathew E., Sunitha P. T., Thomas P. L. Effect of different concentration of detergent (Surf) on dissolved oxygen consumption in *Anabas testudineus*. *IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*. 2013. Vol. 5, №3. P. 1–3.

**ДВОСТУЛКОВІ МОЛЮСКИ РОДИНИ PISIDIIDAE (MOLLUSCA, BIVALVIA) У ВОДОЙМАХ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ****Л. В. Билина, Л. М. Шевчук**

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

Українське Полісся – це територія, що має густу гідрографічну мережу, сильно змінену діяльністю людини через меліоративні роботи та створення водосховищ. Відповідно до фізико-географічного районування України у межах Поліської провінції виділяють фізико-географічну область Волинське Полісся як найбільш зволожену, заболочену та залісену територію. Волинське Полісся характеризується густою річковою мережею, що включає у себе верхів'я Прип'яті та її допливи (Турію, Стир, Горинь та інші) [2]. Важливість дослідження цієї території обумовлена тим, що саме в межах Волинського Полісся значна частина територій охороняється, що передбачає зменшення антропогенного впливу на природні ландшафти та рослинний і тваринний світ. Саме тут розташовується Шацький національний природний парк та ряд заказників, що мають державне значення, частина цієї території входить до створюваної Смарагдової мережі. Саме тому дослідження у водоймах та водотоках цієї території моллюсків родини Pisidiidae вбачається край важливим, оскільки їх видовий склад, популяційні характеристики, а від так і можлива потреба в охороні в останні десятиліття не з'ясувались.

Матеріалом дослідження слугували двостулкові моллюски родини Pisidiidae (Mollusca, Bivalvia), які були зібрані влітку 2022 року у річках та струмках Волинського Полісся. Загалом нами обстежено 31 гідротоп, при цьому даних представників було виявлено у 23 з них (74% від загальної кількості обстежених), де було зібрано та проаналізовано 187 екземплярів моллюсків. М'якунів збирали вручну, використовуючи біологічне сито, що обумовлено переважно дрібними розмірами тварин. В місцях збору визначали щільність поселення, характер донних відкладів та глибину, на якій виявлено тварин. Для видової ідентифікації моллюсків використовувалися праці українських та закордонних малакологів [3-5].

За результатами проведеного дослідження у даному регіоні було виявлено 10 видів пізидіід: *Musculium lacustre* Müller, 1774, *Sphaerium rivicola* Lamarck, 1818, *S. nucleus* Studer, 1820, *Pisidium amnicum* Muller, 1774, *P. supinum* Schmidt, 1851, *P. pseudosphaerium* Falve, 1927, *P. subtruncatum* Malm, 1855, *P. tenuilineatum* Stelfox, 1918, *P. obtusale* Lamarck, 1818, *P. henslowanum* Sheppard, 1823.

Найбільш поширенішими видами були *S. rivicola*, *S. nucleus*, *Ms. lacustre* та *P. amnicum*. Вид *S. rivicola* було виявлено у 11 пунктах (частота трапляння 47%), *S. nucleus* – у 9 пунктах (частота трапляння 39%), *P. amnicum* та *Ms. lacustre* – у 4 пунктах (частота трапляння кожного 17%). Вони існували у річках (Прип'ять, Стир, Турія, Вижівка, Кизівка) та струмках на глибині від 10

до 50 см. Тварини зустрічалися на ділянках з піщаним, піщано-кам'янистим або піщано-мулистим дном. Види *S. rivicola*, *S. nucleus* та *Ms. lacustre* окрім того було виявлено у заростях макрофітів на глибині до 20 см, а *P. amnicum* надавав перевагу ділянкам з проточною водою. Щільність поселень молюсків коливалась від 3 до 45 екз./м<sup>2</sup>. Вона була максимальною для виду *S. rivicola* – 45 екз./м<sup>2</sup>, а мінімальною (3 екз./м<sup>2</sup>) для *Ms. lacustre*.

Менш поширеними були види *P. supinum*, *P. pseudosphaerium*, *P. subtruncatum*, *P. tenuilineatum*, *P. obtusale*, *P. henslowanum*. Види *P. supinum*, *P. pseudosphaerium*, *P. subtruncatum*, *P. tenuilineatum* та *P. henslowanum* було виявлено лише у 1 пункті (частота травляння 4%), а *P. obtusale* було виявлено у 3 пунктах (частота трапляння 13%). Дані представники оселялися переважно на ґрунтах піщаних або піщано-мулистих, їх було виявлено на глибині 10–15 см, на ділянках без макрофітів. Щільність поселення становила від 1 до 12 екз./м<sup>2</sup>.

Порівняння результатів збору пізидід у Житомирському та Волинському Поліссі показало [1], що частота трапляння цих тварин у Волинському Поліссі є вищою (74%), ніж у Житомирському (39%). Це ж стосується і частоти трапляння кожного з видів. Однак, у Житомирському Поліссі виявлено 13 видів цих тварин, а у Волинському – 10. Отримані результати підтверджують необхідність продовження дослідження.

#### Література

1. Билина Л. В., Шевчук Л. М. Біологічне різноманіття двостулкових молюсків родини Кулькові (Mollusca: Bivalvia: Pisidiidae) річок Житомирщини. Біологічні дослідження – 2021 : зб. наук. пр. Житомир : “Євро-Волинь”, 2021. С. 123-125

2. Волинська область. Енциклопедія Сучасної України. URL: [https://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=27573](https://esu.com.ua/search_articles.php?id=27573) (Дата звернення 25.09.2022р.)

3. Стадниченко А. П. Фауна України. Перлівницеві. Кулькові (Unionidae, Puzosidae). Київ : Наук. думка, 1984. Т. 29. Вип. 9. 384с.

4. Korniushev A. V., Yanovich L. N., Melnichenko R. K. Artenliste der Süßwassermuscheln der Ukraine. Mit Bemerkungen über taxonomischen Status, Verbreitung und Gefährdungskategorien einiger Arten und Formen. ConchBooks : Friedrich Held Gesellschaft, 2002. S. 463–478.

5. Piechocki A. Dyduch-Falniowska A. Mięczaki (Mollusca), małże (Bivalvia). Fauna słodkowodna Polski, z. 7A – Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1993. 202 p.

**ЗАГИБЕЛЬ НА ДОРОГАХ УКРАЇНИ ДИКИХ ТВАРИН****В. С. Басюк, Л. М. Шевчук**

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

Загибель тварин від зіткнень з автотранспортом, звичайно, є наслідком зростаючої інтенсивності автомобільного руху, а зіткнення з автомобілем – одна із найпоширеніших причин вимушеної смерті багатьох видів диких тварин. Розбудова доріг, яка зростає у всіх країнах, зокрема і в Україні, створює вагомий ризик для виживання багатьох ссавців, птахів, рептилій і земноводних. Страждає величезна кількість диких тварин, що призводить до скорочення чисельності популяцій. Особливо це стосується видів, які повільно розмножуються або у яких низька щільність проживання, таких як рисі, борсуки, черепахи та сови [2].

Більшість водіїв (майже 80 відсотків опитаних) повідомили, що мали подібну ситуацію з твариною на дорозі [1]. Це означає, що багато хто з нас хоча б раз стикався з жахливим досвідом, розриваючись між чотирма-п'ятьма різними реакціями, маючи лише частку секунди, щоб прийняти рішення. Багато хто з людей вважають, що найбезпечнішим способом уникнути нещасного випадку є збити маленьку тварину. Це не ідеальна ситуація, адже наслідками аварії можуть бути травмування пішоходів чи інших автомобілістів, або ще гірше – людські жертви.

Убиті на дорозі їжаки є дуже знайомим видовищем по всій Україні та часто є основними ссавцями, які загинули на дорогах, зареєстровані у громадських наукових проєктах та експертних опитуваннях щодо вбивств на дорогах багатьох видів диких тварин [3]. Гарячі точки загибелі їжаків пов'язані з приміськими районами та луками, а також із сезоном розмноження наприкінці весни та на початку літа. ГО «Дунайсько-Карпатська Програма» станом на 25 червня 2020 року з'ясувала, що така висока смертність їжаків на дорогах України насамперед пов'язана з тим, що ці малі тварини, коли бачать небезпеку, скручуються в клубок. Також показано, що на другому місці після їжаків жертвами водіїв стають лисиці [3].

Амфібії та рептилії є також тваринами, схильними до загибелі на дорогах, особливо поблизу ставків і болотистих угідь. Шосе з міста Олевськ до села Покровське Коростенського району Житомирської області нараховує близько 16 кілометрів. Через невеликі проміжки шляху, з лівої чи правої сторони знаходяться водні об'єкти та незліченна кількість придорожніх рослин. За результатами власних спостережень у період червень-вересень 2022 року найбільшу кількість жертв склали саме плазуни та земноводні. Вуж звичайний (*Natrix natrix*) ставав жертвою 14 разів. Гадюку звичайну (*Vipera berus*) часто можна було побачити ще живою обабіч шосе. П'ять разів особини цього виду ставали жертвами. Ці тварини затримуються на дорозі, бо люблять грітись на

асфальті, так само шанси на їхню смерть збільшуються через їх повільний характер руху.



Рис. 1. Випадок загибелі вужа звичайного *Natrix natrix* на дорозі (власне фото)

Серед земноводних жертвами у цей період були: жаба озерна *Pelophylax ridibundus* – 50% від загальної кількості загиблих амфібій, ропуха звичайна *Bufo bufo* – 25% та кумка червоночерева *Bombina bombina* – 25%. На щастя, вбитих козуль, диких свиней, куниць, видр та інших потенційних видів великих тварин на дорозі не було зафіксовано. З птахів відмічено 6 випадків загибелі горобця польового *Passer montanus*, з гризунів – 4 випадки польової миші *Apodemus agrarius*. Ймовірно, що кількість вбитих видів може бути більшою, адже їхні тіла досить швидко зникають з шляху, особливо це стосується комах.

Оскільки будівництво доріг і обсяги руху продовжують зростати, пристосування до зростання людської діяльності без шкоди для життєздатності диких популяцій залишається серйозною проблемою. Поєднання огорож із дорожніми тунелями чи наддорожніми мостами, такими як шляхопроводи, широко підтримується для багатьох видів у європейських країнах. Ці методи спрямовані на зменшення впливу діяльності людини, забезпечуючи як зниження смертності на дорогах, так і збереження придорожного ландшафту.

#### Література

1. Aaris-Sorensen J. Road-kills of badgers (*Melesmeles*) in Denmark. *Ann. Zool. Fenn.* 1995. № 32. P. 31–36.
2. Jaren V., Andersen R., Ulleberg M., Pedersen P.-H. and Wiseth B. Moose-train collisions: the effects of vegetation removal with a costbenefit analysis. *Alces.* 1991. № 27. P. 93–99.
3. Главач В., Андель П., Матушова Ї., Достал І., Стрнад М., Башта А-Т., Проць Б., Ямелинець Т., Павелко А., Матус С., Томенчук Д., Іммерова Б., Кадлечік Я., Фінка М., Галікова К., Гузар М., Меєр Х., Мот Р. Сірані А., Томпсон Т., Вайперт А., Ган Е., Георгіадіс Л. Вплив транспортної інфраструктури на біорізноманіття: практичний посібник для країн Карпатського регіону. Дрогобич : Коло, 2019. 228 с.

## ПОПУЛЯЦІЯ МОЛОСКІВ РОДИНИ СТАВКОВИКОВИХ РІЧКИ ТЕТЕРІВ У МЕЖАХ МІСТА ЖИТОМИР

**О. М. Василенко, П. О. Казьміна**

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

Тетерів – середня річка Житомирського Полісся, що починається на Подільсько-Волинській височині, довжиною 385 км та проходить на території Українського кристалічного щита.

Тетерів – рівнинна річка, що має скелясті береги, на її поверхню виходять гнейси, граніти, що утворюють водоспади та переكاتи. Русло має багато протоків і рукавів. Живлення відбувається в основному за рахунок дощових і ґрунтових вод, а також танення снігів. Басейн Тетерева має середню мінералізацію води, що знижується вниз за течією. Вода є помірно жорсткою та має гідрокарбонатно-кальцієвий склад, містить велику кількість органічних сполук та заліза. Взимку живлення річки відбувається за рахунок підземних вод, тому в ній спостерігається низка каламутність, яка зростає навесні з припливом поверхневих вод.

На початку ХХ ст. розпочалося зарегулювання, що значно вплинуло на екосистему річки [1].

Важливим компонентом гідробіоценозів Тетерева є легеневі молоски. Вивчення видового складу, структури популяцій має велике наукове значення, адже ставковики можуть бути об'єктом біологічного моніторингу. Також легеневі молоски нерідко мають високу зараженість трематодами (85 – 98%), для яких вони є додатковими та проміжними живителями. Саме тому систематичний моніторинг стану їх популяцій є край необхідним [2].

Метою роботи було з'ясувати видовий склад малакоценозів річки Тетерів у межах міста Житомир та щільність їх поселення. Матеріалом для роботи є збори лімнеїд виконані у вересні 2021 року із трьох пунктів. Молосків збирали методом трансекти та визначали за допомогою визначників [3].

У досліджених пунктах збору були виявлені такі види: *Lymnaea stagnalis* (Linné, 1758), *L. corvus* Gmelin, 1791, *L. palustris* (O. F. Müller, 1774), *L. balthica* (Linné, 1758).

Найбільшу щільність поселення відмічена *L. stagnalis* та *L. palustris* (табл.). Ці види домінують у стоячих водоймах з багатою рослинністю.

Таблиця

Видовий склад та щільність поселення ставковиків річки Тетерів у межах міста Житомир

Пункт збору	Видовий склад	Щільність поселення (екз./м <sup>2</sup> )
1	2	3
1	<i>L. stagnalis</i>	29
	<i>L. palustris</i>	26

Продовження табл.

1	2	3
	<i>L.corvus</i>	10
	<i>L.balthica</i>	5
2	<i>L. stagnalis</i>	30
	<i>L.palustris</i>	26
	<i>L.corvus</i>	6
	<i>L.balthica</i>	3
3	<i>L. stagnalis</i>	27
	<i>L.palustris</i>	27
	<i>L.corvus</i>	7
	<i>L.balthica</i>	2

### *Limepatуpa*

1. Горев Л. Н., Пелешенко В. И., Хильчевский В. К. Гидрохимия Украины : підруч. для студ. географ., геол., гідрометеоролог. і біол. спец. Київ : Вища школа, 1995. 307 с.

2. Киричук Г. Е., Стадниченко А. П. Влияние трематодной инвазии и ионов цинка водной среды на гемоциты и некоторые гематологические показатели *Planorbarius purpura* (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae). *Гидробиол. журн.* 2010. Т. 46, № 5. С. 111–120.

3. Стадниченко А. П. Прудовикообразные (пузырчиковые, витушковыые, катушковыые). Фауна Украины в 40 томах. Моллюски. Киев : Наукова думка, 1990. 29(4). 292 с.

УДК 594.38+504.453

## **ЯКІСНИЙ СКЛАД КОРМОВОЇ ГРУДОЧКИ СТАВКОВИКІВ РІЧКИ ГУЙВА**

***О. М. Василенко, С. Й. Царан***

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

Гуйва – річка, що починається у с. Садки Козятинського району, має довжину 97 км, площу басейну 1505 км<sup>2</sup>, є правою притокою річки Тетерів. Вона має змішане живлення та місцями заболочену заплаву [1, 2].

Моллюски родини Lymnaeidae є звичайним компонентом біоценозів Гуйви. Також моллюски цієї родини є надзвичайно зручними для проведення біомоніторингу стану прісноводних водойм, адже мають високу чисельність популяцій та ведуть прикріплений спосіб життя. Тому дослідження всіх сторін їхньої життєдіяльності є надзвичайно важливим.

У дослідженому місці збору (неподалік с. Пряжів Житомирського району) виявлені такі види моллюсків родини ставковикових: *Lymnaea stagnalis* (Linné,

1758) *Lymnaea corvus* Gmelin, 1791, *Lymnaea palustris* (O. F. Müller, 1774) *Lymnaea balthica* (Linné, 1758).

Якісний склад кормової грудочки визначали за методикою М. М. Данилової [3].

З'ясовано, що досліджені види роду *Lymnaea* мають багатокомпонентні кормові грудочки, що містять у своєму складі: алохтонний матеріал (пилки і насіння квіткових рослин, листовий опад), тканини вищих квіткових рослин, бактерії, детрит (рослинний і тваринний), діатомові водорості (*Pinnularia*, *Cyclotella*, *Scenedesmus*), нитчасті водорості (*Ulotrix*, *Cladophora*, *Spirogyra*) та одноклітинні зелені (*Chlamydomonas*, *Zygnema*, *Closterium*, *Cosmarium*).

Складність у визначення систематичної належності спожитих організмів ставковиками полягає у тому, що частина з них знаходиться у шлунку у напівперетравленому деструктованому стані. Адже спожитий корм подрібнюється терткою моллюсків, а також через певний час перетравлюється ферментами їх травної системи.

Більша ступінь подрібнення корму характерна для менших за розміром моллюсків, що належать до видів *L. palustris* та *L. balthica*. Корм у їх шлунках є найбільш деструктованим, його консистенція зазвичай кашкоподібна. Це пов'язано з тим, що у дрібніших моллюсків менші за розмірами зуби, що формують паралельно-поперечні ряди тертки, розміщуються більш компактно, мають дрібніші та гостріші зубці, якими оснащені зуби.

У більших за розміром видів ставковиків, *L. stagnalis*, *L. corvus* кормова грудочка містить доволі багато великих шматків кормових об'єктів.

Таку ж залежність можна відмітити у представників одного виду різних вікових груп. У дрібних (молодих) моллюсків корм більш подрібнений порівняно із крупнішими (старшими) за розмірами особинами, що також пов'язано з особливостями будови їх тертки.

Проаналізувавши якісний склад вмісту шлунку ставковиків, можна дійти висновку, що найбільше досліджені моллюски споживають тканини вищих квіткових рослин, нитчасті водорості, детрит. Алохтонний матеріал потрапляє до їх шлунку зрідка. А діатомові і одноклітинні водорості та бактерії, які містить перифітон, заковтуються ними вимушено, разом із тканинами звичайних для них вищезгаданих кормових об'єктів.

Кормова грудочка у досліджених ставковиків містить їстівні (переважно тканини вищих квіткових рослин і водорості) та неїстівні компоненти (мул та пісок).

#### *Література*

1. Собченко Л. В. Екологічний стан басейну річки Гнилоп'ять. *Сталий соціально-економічний та екологічний розвиток: від теорії до практики* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 13-14 листоп. 2014 р. Дніпропетровськ, 2014. С. 104–105.

2. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України : довідковий посібник. 2. вид., доп. Київ : Ніка-Центр, 2006. 320 с.



3. Данилова М. М. Соотношение растительных и животных объектов в пищеварительном тракте мидий Чёрного моря. *Вісн. Житомирського пед. ун-ту*. 2002. №10. С. 144–147.

УДК 599.742.1:591.18:591.571(073.2)

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОМУНІКАТИВНИХ СИГНАЛІВ У ПСА СВІЙСЬКОГО (*CANIS FAMILIARIS L.*)

**О. І. Кормиш, Л. М. Шевчук**

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

Пес свійський (*Canis familiaris L.*) – найближчий супутник людини у міському середовищі та сільській місцевості. Традиційно цей вид тварин є об'єктом досліджень у епізоотичному, епідеміологічному, етологічному, іноді й соціальному аспектах. Основи класичної етологічної теорії комунікацій заклав Карл Лоренц, щоб окреслити «характері реакції, що проявляються у представників даного виду тварин, що активують існуючі пускові механізми у особин цього виду і викликають у них певні послідовності комплексів інстинктивної поведінки», і застосував термін «релізер» [2, 5]. При вивченні соціальних взаємовідносин використовують термін «соціальні релізери» [6], тобто специфічні вербальні стимули, які визначають напрямок і характер формування суб'єктивного відношення до природного об'єкта, дія яких обумовлена замкненими в них соціально виробленими емоційно маркованими значеннями. У псів добре розвинуті мімічні м'язи, саме через наявність складної міміки вони можуть виражати відтінки емоцій і демонструвати свої наміри [3].

Об'єктом дослідження слугував Пес свійський (*Canis familiaris L.*), предметом дослідження – комунікації та «мова» псів, форми соціальної поведінки.

Мета роботи – за допомогою експерименту та візуального спостереження дослідити спілкування та групову видову поведінку собаки, їх мовну гнучкість, здатність до передачі інформації у звичному розумінні. А також розпізнати та описати комунікативні сигнали пса, що проживає у вольєрі та періодично піддається вихову для соціалізації з іншими особинами.

Відомі нариси К. Лоренца міміки собак при різних співвідношеннях рівнів агресії та страху [4]. Комунікація видів, що проживають на одній або відокремленій території та здійснюють соціальні, психо-емоціональні контакти, являють собою безсумнівний інтерес. Тим більше, що нерозуміння релізерів як домашніх, так і бездомних тварин може стати причиною трагедії.

Для демонстрації сигналів комунікації тварини використовують досить великий арсенал засобів:

1. Периферичні частини тіла (положення у просторі, положення щодо тулуба, голови): вушні раковини, хвіст, кінцівки.

2. Положення тіла у просторі: сидячи, стоячи, лежачи.
3. Стан шерстяного покриву: піднята шерсть на загривку, по хребту, на хвості.
4. Зміна відстані до об'єкта: зближення, віддалення.
5. Зміна положення тіла (кута до об'єкта): перпендикулярно, боком, спиною.
6. Зміна положення голови: опущена голова, поворот убік, високо піднята голова.
7. Мімічна мускулатура: зажмурювання, рух брів, відведення та приведення комісур, зморщування губ, оголення зубів.
8. Рух очей: убік, вниз, кругле око, погляд скоса, спідлоба, прямий погляд.
9. Відкрита паща, демонстрація зубів, язика, позіхання.
10. Зміна швидкості руху (переміщення тіла у просторі): уповільнення, прискорення, призупинення, завмирання.
11. Зміна траєкторії руху: прямо вперед, кидок, поворот.
12. Візуальне зменшення або збільшення розмірів: вкладання, зігнута спина, піднімання на пальцях (на котурнах).
13. Дії: обнюхування, облизування носа, морди, взаємний, односторонній або спільний грумінг, чухання, струшування.
14. Фізіологічні зміни: збільшення частоти дихання, завмирання дихання.
15. Звукові сигнали: гарчання, скиглення, писк, гавкіт, нявкання, пирхання, шипіння [1].

Дія дослідження, розпізнавання та структурування цих сигналів був проведений власний експеримент. На вільну знайому територію був виведений пес (самець, вік – 1 рік та 3 місяці). Тварина одразу почала обнюхувати стовпи, траву, дерева та кущі, на яких, імовірно, були виділення інших особин цього виду для мічення території та маяків, що тут хтось був. Через деякий зграя псів помітила піддослідного пса на відстані близько 200 метрів і, відповідно, вони почали видавати звукові сигнали. Піддослідний швидко розпізнав сигнали та стрімко рушив у бік зграї. При наближенні пес прийняв позу підкорення: хвіст розслаблений, голова трохи опущена, тіло наближене до землі, вуха розслаблені, погляд з-під лоба. Зграя зробила невеликий обхід навколо нової особини та повільно наблизилась ззаду. У піддослідного голова опустилася, були напруженими вуха та зігнуті передні кінцівки. Піддослідний оживився та направився до тварин. За цим відбулося обнюхування між двома самцями, спочатку морди та шиї, а потім задньої частини тіла. Член зграї ледь помітно виляв хвостом, на відміну від піддослідного, що створював активні рухи та намагався грайливо стрибнути на самця. Той розпізнав це як загрозу та виконував стрибкоподібні рухи, почав гарчати та намагався вкусити пса за загривок та спину. За цим послідував зоровий контакт протягом декількох секунд. Член зграї міцно стояв на ногах, хвіст напружений та піднятий до верху, вуха напружені, шерсть ледь помітно піднята на спині, брови нажмурені. Піддослідний відійшов на відстань та проявив підкорення: опущена голова, зігнуте тіло, погляд з-під лоба, після цього швидко пішов. Самиці цієї зграї

трималися на відстані та спокійно спостерігали. Після декількох гучних вигуків згряя відійшла на своє місце перебування, це відбулось тоді, коли піддослідний відійшов на достатню відстань від них.

Отже, не виникає сумнівів у тому, що Пес свійський наділений досить інформативними способами обміну інформацією між особинами одного виду. Ці сигнали легко та швидко розпізнаються та піддаються чіткому аналізу людиною. Завдяки такому способу тварини можуть безперешкодно спілкуватися та заявляти про свої потреби, почуття та наміри. Завдяки детальному дослідженню можна укріпити зв'язок між людиною та домашніми улюбленцями шляхом розуміння мови пса, уникнути міжвидових та видових конфліктних ситуацій.

#### *Література*

1. Березина Е. С. Популяционная структура, особенности морфологии и поведения и роль домашних собак и кошек в распространении природно-очаговых инфекций в России, диссертация. Омск : ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет», 2015. 452 с. URL: [https://omgpu.ru/sites/default/files/files/dissert/4264/dissertaciya\\_berezina\\_e\\_s.pdf](https://omgpu.ru/sites/default/files/files/dissert/4264/dissertaciya_berezina_e_s.pdf)
2. Мак-Фарленд Д. Поведение животных: Психобиология, этология и эволюция : пер. с англ. монография. Москва : Мир, 1988. 520 с. URL: [http://evolution.powernet.ru/library/animal\\_behaviour.html](http://evolution.powernet.ru/library/animal_behaviour.html)
3. Ругос Т. Диалог с собаками: сигналы примирения. Wien, Austria, 2008. 51 с. URL: <https://avidreaders.ru/read-book/dialog-s-sobakami-signalny-primireniya.html>
4. Лоренц К. Агрессия (так называемое «зло»). Москва : Прогресс, универс., 1994. 62 с. URL: <https://booksonline.com.ua/view.php?book=173629>
5. Lorenz K. Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. *J. Ornithol.* 1935. 137–213 s.
6. Tinbergen N. The study of Instinct. New York : Oxford University. Press, 1951. 228 p.

УДК 561.24

### **ПАТОГЕННІ ПРОТИСТИ ТА ЇХ БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА**

***П. А. Лісовська, С. Ю. Шевчук***

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

Відсоток патогенних представників серед протистів незначний. Частина з них є облигатними паразитами, оскільки це обов'язковий та єдиний спосіб їх існування (наприклад, трихомонади та лямблії), інші ж – є вільноживучими і можуть викликати захворювання за певних обставин та при потраплянні в організм людини чи тварини; при цьому дана фаза їх життєвого циклу не є обов'язковою.

За сучасними уявленнями патогенні організми виникли від вільноживучих предків. Доказом цього є існування, так званих, амфізойних видів, які можуть перетворюватися з вільноживучих форм у небезпечні паразити людини. Прикладом слугує гетеролобозна амеба роду *Naegleria* та голі амеби роду *Acanthamoeba*. Науці відомі вільноживучі види, які морфологічно та екологічно можна розглядати як перехідні до паразитичних форм. Деякі умовно-патогенні протисти-паразити, такі як *Cryptosporidium parvum*, *Pneumocystis* при вродженому чи набутому імунodefіциті у людини стають патогенними [3].

На даний час не існує антипротистних вакцин. Це пов'язано зі складним життєвим циклом зі зміною хазяїв та локалізацією в організмі, через це відбувається і зміна антигенних властивостей, що дозволяє уникати імунної відповіді хазяїв. Патогенні протисти уражують різні системи та органи. За цією ознакою вони поділяються на порожнинні та тканинні. Їх представники відносяться до різних систематичних груп: саркодові та джгутикові, споровики, війчасті, мікроспоридії.

Так, до патогенних саркодових належить *Entamoeba histolytica*, якою в світі інфіковано 480 млн людей та представники родів *Acanthamoeba*, *Naegleria*, *Balamuthia*, що викликають поодинокі випадки захворювань, але при ураженні ЦНС майже всі завершуються летально.

До джгутикових відносяться збудники лейшманіозів. Дане захворювання є трансмісивним, поширене у 85 країнах світу, де щорічно реєструється 40-60 млн хворих. Із 30 видів лейшманій патогенними для людини є 21. Захворювання супроводжується утворенням вузлів, лейшманіом, можуть уражуватися клітини селезінки, печінки, червоного кісткового мозку.

Також до джгутикових відносяться і збудники трипаносомозів, їх нараховується 3 види. Зокрема, сонну хворобу можуть викликати *Trypanosoma brucei gambiense* та *Trypanosoma brucei rhodesiense*, переносниками є мухи роду *Glossina*. До трипаносомозів відноситься і хвороба Шагаса, що спричинюється *Trypanosoma cruzi* [2].

Представником паразитичних джгутикових форм є збудник лямбліозу *Giardia intestinalis*. Щорічно у світі лямбліями інвазується близько 200 млн чоловік, поширеність лямбліозу серед дітей складає 350 випадків на 100 тис. дитячого населення. Наукові дослідження показали, що на цю інвазію страждають 10–20% мешканців США, 18% – Бразилії, 5% – Італії, близько 6% – Франції, більше 10% – Іспанії, 8% – Польщі.

За результатами досліджень, у м. Києві в 2000–2002 рр. інвазованість лямбліями серед дорослих осіб з патологією травного каналу становила 1,4%, дітей віком до 14 років – 2,2%. Зараженість ВІЛ-позитивних пацієнтів зазначеним паразитом становила в середньому 6%, у тому числі ін'єкційних наркоманів – 3%; хворих, інфікованих ВІЛ статевим шляхом, – 11%; на стадії первинних проявів ВІЛ-інфекції – 3%; на стадії клінічного СНІДу – 11% [4].

Збудники трихомонозу також мають джгутик. На даний час відомо три види патогенних трихомонад, що уражують сечостатеві органи, ротову порожнину, бронхи, легені, шлунково-кишковий тракт. Щорічно у світі

реєструється 170 млн випадків сечостатевого трихомонозу. Рівень поширеності якого серед жінок складає 5-20%, а чоловіків – 5%.

Серед споровиків представники 7 родів є патогенними для людини: *Plasmodium*, *Toxoplasma*, *Sarcocystis*, *Isospora*, *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Babesia*. Щорічно на планеті реєструється 300-500 млн випадків малярії, із них – 90% на Африканському континенті. Токсоплазмоз поширений по всій планеті, рівень інвазованості населення може складати 2,9-80%.

Серед війчастих патогенним представником є збудник балантидіазу *Balantidium coli*, що уражує тонкий та товстий кишечник людини. Даний вид має повсюдне поширення, хоча сприйнятливість до нього низька і захворюваність має спорадичний характер.

Патогенні мікроспоридії відносяться до 8 родів, їх частіше асоціюють з опортуністичними інфекціями (інвазіями). Аналіз їх геномів та протеїнів вказує на спорідненість з грибами.

Необхідно вказати, що специфічної імунопрофілактики задля запобігання зараження патогенними протистами не існує. Для лікування інвазій використовуються хіміопрепарати [2].

#### *Література*

1. Зоологія безхребетних : підручник : У трьох книгах. Книга 1 / Г. Й. Щербак, Д. Б. Царичкова, Ю. Г. Вервес. Київ : Либідь, 1995. 320 с.

2. Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія : підручник для студ. вищ. мед. навч. заклад / за редакцією В. П. Широбокова / Видання 2-е. Вінниця : Нова книга, 2011. 952с.

3. Хаусман К., Хюльсман Н., Радек Р. Протистологія : Руководство под ред. С. А. Корсуна. Пер. с англ. С. А. Карпова. Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.

4. Малий В. П. Лямбліоз. *Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія*. 2014. № 3 (72) С. 35–42.  
URL: [https://kiai.com.ua/uploads/issues/2014/3\(72\)/11752942.pdf](https://kiai.com.ua/uploads/issues/2014/3(72)/11752942.pdf) (дата звернення: 30.09.2022).

УДК 561.24(285.33)

## **ПРОТИСТИ ЯК ІНДИКАТОРИ СТАНУ ПРІСНИХ ВОДОЙМ**

***С. О. Марченко, С. Ю. Шевчук***

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

В другій половині 20 століття науковцями для визначення стану водойм стали запроваджуватися біологічні методи оцінки якості води, що ґрунтуються на показниках структури угруповань біоти та біологічних особливостях видів. На сьогодні даний напрямок набув поширення та розвитку. Головними методами оцінки якості води є біотестування, біоіндикація та біомоніторинг.

Біоіндикація може здійснюватися за системою сапробності, тобто рівнем забруднення органічними відходами та продуктами їх розпаду, а також за рівнем трофічного статусу водойми, її продуктивністю, потенційною можливістю екосистеми виробляти біологічну продукцію [2].

Зокрема, при біоіндикації саме вивчення складу живих організмів дозволяє швидко визначити ступінь та характер забруднення, шляхи його поширення та спрогнозувати інтенсивність процесів природного очищення [1].

Види-біоіндикатори реагують на зміну комплексу чинників навколишнього середовища своєю наявністю або відсутністю, зміною зовнішнього вигляду, чисельністю, біомасою, хімічним складом, поведінкою, особливостями індивідуального розвитку.

Наразі список організмів, які використовують для оцінки сапробності складається більш ніж двох тисяч мікро- та макроорганізмів, для яких встановленні індекси сапробності виду та валентність сапробності.

Різні види живих організмів вказують на те, чим забруднено навколишнє середовище. Об'єктами-індикаторами можуть бути фіто- та зоопланктон, бентос, макрофіти, риби та протисти, серед яких інфузорії, джгутикові та амеби [2].

Протисти – це переважно одноклітинні, мікроскопічні організми, зустрічаються синцитіальні, ценобіальні та багатоклітинні форми; рухаються за допомогою джгутиків, війок, псевдоподій, поверхневих структур клітини; живлення автотрофне, гетеротрофне, міксотрофне; форми мейозу – всі варіанти; кристи в мітохондріях різної форми [3].

Широке використання протистів у якості індикаторів ґрунтується на їх космополітності, високій чутливості до хімічного складу води та можливості експрес-аналізу. При польових умовах можна використовувати метод прямого мікроскопування нефікованих проб, тому що більшість з найпростіших при застосуванні фіксатора змінюють свою форму, втрачають джгутики та руйнуються [4].

Згідно робіт Кольквітца і Марсона [5] полісапробна зона характеризується високим вмістом органічних речовин та продуктів їх розпаду, низьким – кисню, або взагалі його відсутністю, малим видовим різноманіттям, але з високою чисельністю певних видів. Види-індикатори протистів, що населяють полісапробні води – це інфузорії *Vorticella microstoma*, *Carchesium polypinum*, *Tetrahymena pyriformis*, *Colpidium campilum*, гетеротрофні джгутикові, саркодові *Amoeba guttula*, *Pelomyxa palustris*, *Vahlkamphia limax* та черепашкові амеби.

В альфа-мезосапробній зоні починаються процеси самоочищення, є невелика кількість кисню; в результаті розкладу органічних сполук накопичуються аміак та амінокислоти, бідний видовий склад, масово розмножуються організми з гетеротрофним та міксотрофним типом живлення. Протисти представлені сидячими інфузоріями *Epistilys plicatilis*, *Carchesium polypinum*, *Vorticella microstoma*, *Spirostomum ambiguum*, *Aspidisca lineus*, гетеротрофними джгутиковими *Bodo*, *Cercomonas*, *Petalomonas*, евгленовими, зокрема такими як *Euglena caudate*, *Astasia longa*.

Бета-мезосапробна зона має меншу кількість органічних речовин у порівнянні з альфа зоною. Відбувається добові коливання вмісту кисню у воді: вдень – достатня кількість для процесів окиснення, вночі – мало.

Із протистів наявні саркодові, сонцевики, джгутикові та інфузорії.

В олігосапробній зоні високий вміст кисню, показники органічних речовин не більше 1 мг/л. Серед представників протистів цієї зони саркодові *Diffugia limnetica*, *Lesquresia spiralis*, *Nebela colaris*, *Gromia fluviatilis*, джгутикові *Gymnodinium* і *Peridinium*, інфузорії *Vorticella convallaria*, *Spathidium depressum*, *Nassula dracilis* та *Spirostomum filum*.

Отже, при погіршенні якості води видове різноманіття гідробіонтів стає біднішим, а чисельність їх у водоймі збільшується і в полісапробних водах може сягати колосальних позначок [6].

#### Література

1. Держанская А. В., Сыса, А. Г. Организмы-индикаторы антропогенного эвтрофирования некоторых водоемов Могилевской области. *Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века: материалы 19-й международной научной конференции, 23-24 мая 2019 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 3 ч. / МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ; редкол. : А. Н. Батян [и др.]; под ред. С.А. Маскевича, С. С. Позняка. Минск : ИВЦ Минфина, 2019. Ч. 2. С. 76-79.*

2. Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. Київ : Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. 112 с.

3. Протисты: Руководство по зоологии. Санкт-Петербург : Наука, 2000. Ч.1. 679 с.

5. Шевчук С. Ю. Еколого-біологічні особливості та систематичне положення гетеротрофних джгутикових водойм Центрального Полісся : моногр. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2020. 112 с.

6. Kolkwitz R., Marsson M. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 1908. Bd. 26a. S. 505–519

7. Sládeček V. System of Water Quality from the Biological Point of View. *Arch. Hydrobiol., Beih. Ergebn. Limnol.* Stuttgart. 1973. Bd. 7. S. 1-218.

УДК 502:591.9:594.141(85.477)

### ФАУНА ТА ЕКОЛОГІЯ ПЕРЛІВНИЦЕВИХ Р. УБОРТЬ

**Р. В. Михайленко, О. В. Павлюченко**

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

Молоски родини Unionidae у прісноводних екосистемах відіграють велику роль і становлять значну частину біомаси бентосу. Важливим є значення

цих гідробіонтів і як індикаторів рівня забруднення водного середовища різними поліюгантами та радіонуклідами [1].

В наш час чисельність перлівницевих поступово скорочується, а в окремих водоймах деякі види взагалі зникають. Часто це обумовлено незадовільним екологічним станом водойм і водотоків України [3].

Метою нашого дослідження є вивчення фауни та екології перлівницевої річки Уборть. Матеріалом слугували молюски родини Unionidae, зібрані автором протягом 2021-2022 р. на території Житомирської області у басейні р. Уборть та її приток. Всього знайдено і досліджено 120 екз. молюсків, що належать до родів *Unio* і *Anodonta*. В місцях збору м'якунів визначали щільність поселення тварин та їх зустрічальність.

Уборть – типова поліська річка, права притока Прип'яті. Площа її басейну – 3220 км<sup>2</sup>, довжина – 262 км. Басейн Уборті займає північну частину Придніпровської низовини. Русло глибиною 0,5-1 м, завширшки від 5 до 15-20 м. На дні річки переважає пісок, інколи каміння і щєбінь. Швидкість течії 0,5-1,0 м/с, вода темно-коричнева [2].

Нами в басейні р. Уборть виявлено 4 види молюсків родини Unionidae – *A. anatina* (Linnaeus, 1758), *U. crassus* (Philipsson, 1788), *U. pictorum* (Rossmassler, 1844), *U. tumidus* (Drouet, 1881).

З'ясовано зустрічальність знайдених видів перлівницевих у дослідженому регіоні. У всіх наших зборах виявлено *U. crassus*, *U. pictorum*, *U. tumidus*. Їх зустрічальність становить 100%. Деяко рідше зустрічається *A. anatina*. Цей вид м'якунів нами виявлено у 33,30% досліджених проб.

У басейні р. Уборть найбільш поширеним видом є *U. tumidus*. За нашими даними, частка цього виду у зборах становить 40% (рис. 1). Деяко рідше трапляються *U. crassus* і *U. pictorum*. Частка цих м'якунів становить 33 і 25% відповідно. Беззубка качина в досліджуваному регіоні трапляється рідко і була знайдена у кількості лише 2 екз.

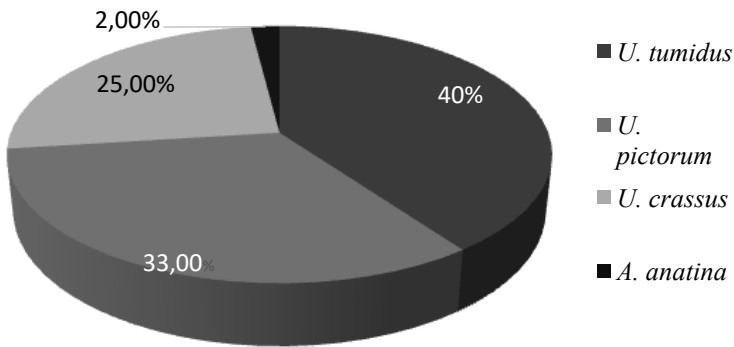


Рис. 1. Частка окремих видів перлівницевих у басейні р. Уборть.



Проаналізовано вікову структуру популяцій перлівницевиx. У наших зборах переважають особини середнього віку, у той час як кількість перлівниць молодшого віку незначна. Мінімальний і максимальний вік знайдених перлівниць становить 3 та 11 років відповідно.

Отже, в басейні річки Уборть виявлено 4 види моллюсків родини Unionidae – *U. pictorum*, *U. crassus*, *U. tumidus*, *A. anatina*.

Висока зустрічальність м'якунів у річці Уборть свідчить про сприятливі умови їхнього існування. На це впливає якість води, швидкість течії та глибина. Варто зазначити, що середній вік представників родини Unionidae коливається в межах від 3 до 8 років. Однак низьке значення рН (6,3-6,9), невисокий вміст кальцію, органічні і мінеральні сполуки заліза і сполуки кремнію мають негативний вплив на моллюсків Unionidae.

#### *Література*

1. Мельниченко Р. К. Особливості каріотипів перлівницевиx (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) фауни України. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. 2002. №10. С. 33–36.

2. Стадниченко А. П., Киричук Г. Є., Янович Л. М., Король В. В. Стан гідромережі Житомирського Полісся. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. 2000. №5. С. 85–94.

3. Шевчук Л. М., Васільєва Л. А., Тарадайник М. М., Межжерін С. В. Обґрунтування необхідності внесення до червоної книги України перлівниці *Unio crassus* (Mollusca, Bivalvia, Unionidae). *Біологія та екологія*. 2019. Том 5, №2. С. 24–31.

УДК 595.14:591.139:551.525(292.485)(477.42)

## **ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО ЧИННИКА НА ГЛИБИНУ ЗНАХОДЖЕННЯ ДОЩОВИХ ЧЕРВІВ У ГРУНТОВОМУ ПРОФІЛІ**

***В. В. Мороз***

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

Життєздатність та поширення дощових черв'яків по ґрунтовому профілю обумовлюються комплексним впливом на них різних екологічних чинників навколишнього середовища, у тому числі температурного. Основою життєздатності дощових черв'яків є певний рівень метаболізму, інтенсивність обміну якого визначається температурою [2, 6, 7].

Дощові черви родини Lumbricidae посідають важливе місце у природних угрупованнях та трапляються в усіх ландшафтних зонах Землі. Вони населяють фактично всі придатні для життя ділянки, а поширення їх у ґрунті залежить від абіотичних чинників та типу ґрунту. Це є свідченням їх екологічної валентності, у межах якої кожен із видів може комфортно існувати [3, 5, 8].

Мета дослідження – визначення впливу температурного чинника на глибину знаходження дощових черв'яків родини Lumbricidae у ґрунтовому профілі агробіоценозу Лісостепової природно-географічної зони Житомирщини.

Матеріалом для дослідження слугували збори дощових черв'яків родини Lumbricidae, здобуті навесні 2021 р. за загальноприйнятою методикою [4]. Розкопування здійснено у агробіоценозі поля (с. Романівка, Житомирська обл.). Ґрунт досліджуваного біотопу – пухкий грудкувато-зернистий чорнозем. Відібрано та опрацьовано 35 ґрунтових проб. Розмір досліджуваних ділянок – 0,5×0,5 м, глибина розкопування – 0,1-0,55 м. Для визначення температури ґрунтового профілю використано ртутний термометр для визначення температури ґрунту (ТМ-3). Встановлення видової належності здійснено за [5, 6], гранулометричного складу ґрунту за [1].

За результатами аналізу у досліджуваному агробіоценозі Лісостепової природно-географічної зони Житомирщини виявлено 5 видів дощових черв'яків родини Lumbricidae: *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), *A. caliginosa* (Savigny, 1826), *Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1758), *L. rubellus* (Hoffmeister, 1843) та *L. castaneus* (Savigny, 1826). Серед виявлених видів були підстилочники, ґрунтово-підстилочники та нірники, чисельність яких залежить від температури ґрунту та глибини знаходження.

Температура різних шарів ґрунтового горизонту перебувала у межах 14,6-17,5°С. Найнижчу температуру ґрунту (14,6°С) було відмічено на глибинах 0,4-0,55 м, де були виявлені нірники. Найвищими показниками температури (17,6°С) характеризувалися шари ґрунту 0,1-0,25 м, де були відмічені підстилочники, ґрунтово-підстилочники та нірники, проте найчисельнішими виявилися ґрунтово-підстилочники. Найбільшою кількістю особин черв'яків, порівняно з іншими шарами, був представлений шар ґрунту глибиною 0,25-0,4 м і температурою 16,2°С, де найчастіше траплялися нірники. У теплі періоди року підстилка прогрівається швидше за мінеральні ґрунтові горизонти, що створює сприятливі умови для активної життєдіяльності черв'яків. Мінеральні ґрунтові горизонти прогріваються пізніше підстилки та довше зберігають оптимальний рівень вологості, тому нірники та ґрунтово-підстилочники триваліший період підтримують вищий рівень фізіологічної активності до початку зимового спокою, порівняно з підстилочниками.

Кожна життєва форма по-різному реагує на зміни температури ґрунту. Нірники починають активно жити за температури +3-5°С, підстилочники – +7-8°С. Для підстилочників і нірників характерний циркадний ритм активності, для ґрунтово-підстилочників – деяка зміна глибини активності протягом доби. У нічний час доби – активність зміщується до поверхні ґрунту, вдень – у глибокі ґрунтові горизонти. Температура ґрунту впливає і на трофологічні особливості люмбрицид, оскільки влітку черви переробляють у 2-3 рази більше рослинного опаду, ніж взимку [3, 6].

#### Література

1. Аріон О. В., Купач Т. Г., Дем'яненко С. О. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства : навчально-методичний посібник. Київ, 2017. 226 с.

2. Бородіна К. І., Товстика О. В. Залежність чисельності *Lumbricus terrestris* у різних шарах ґрунту від його температури і вологості. *Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science»*. Харків, 2016. №1(1). С. 47–51.

3. Всеволодова-Перель Т. С. Распространение дождевых червей на севере Палеарктики. *Биология почв Северной Европы*. Москва : Наука, 1988. С. 84–103.

4. Гиляров М. С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауна). *Методы почвенно-зоологических исследований*. Москва : Наука, 1975. С. 12–29.

5. Жуков О. В., Пахомов О. Є., Кунах О. М. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дошові черв'яки (*Lumbricidae*) : моногр. / за заг. ред. проф. О. Є. Пахомова. Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2007. 371 с.

6. Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. Москва : Наука, 1979. 272 с.

7. Стернік В. М., Мельник В. Й. Актуальність досліджень дошових черв'яків в біоіндикації стану урбодифотопів міста Рівне. *Зб. наук. праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди*. Харків, 2016. Вип. 18. С. 169–180.

8. Чекановская О. В. Дождевые черви и почвообразование / за ред. Е. Н. Павловский, А. А. Стрелков. Москва. Ленинград : Изд-во Акад. наук СССР, 1960. 206 с.

УДК 594.1

## **ЧЕРЕВОНОГІ МОЛЮСКИ БАСЕЙНУ РІЧКИ ТЕТЕРІВ**

***А. М. Павловська, О. В. Павлюченко***

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

Однією з найчисельніших груп водних безхребетних тварин є прісноводні червоногі молюски. Їх значна екологічна пластичність надає їм змогу пристосовуватися до будь-яких умов, тим самим сприяючи швидкому розповсюдженню у спектрах водойм [1]. Червоногі м'якуни беруть участь у кругообігу речовин і трансформації енергії. Є проміжними хазяями різних трематод, що викликають хвороби у свійських, промислово-мисливських тварин та людини [2]. Також приймають участь в процесах фільтрації води, накопичують та акумулюють в своїх тканинах пестициди та радіонукліди.

За нашими спостереженнями екологічні умови басейну річки Тетерів задовільні для проживання гідробіонтів. Створення водосховищ, зарегулювання течії, скидання різних хімікатів та високе природокористування впливають на їх якісний та кількісний склад. Тому метою даної роботи було дослідити видове різноманіття та поширення прісноводних червоногих молюсків у дослідженому регіоні.

Матеріалом даного дослідження слугували власні збори, які здійснювалися в період з червня по серпень 2022 року у басейні річки Тетерів. Збір, транспортування та обробка матеріалу виконані з урахуванням загальноприйнятих методик [1]. У пунктах, де проводився збір визначалася частота потрапляння молюсків, характер донних відкладень, глибина та швидкість течії.

Нами виявлено шість видів прісноводних червоногих молюсків: *Viviparus viviparus*, *Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia*, *Planorbis planorbis*, *Planorbarius corneus*, *Theodoxus fluviatilis*. Дослідження проводилося у чотирьох пунктах збору. Найрізноманітніший видовий склад був зареєстрований у р. Мика, де було знайдено п'ять видів м'якунів. Найбільшу кількість червоногих зареєстровано поблизу труб, де відбувається скидання хімікатів. Папірянський став нараховує найнижчий кількісний склад молюсків. Оскільки екологічні умови задовільні для проживання гідробіонтів. З'ясовано, що стан водойми Чисті води найбільш підходить для існування червоногих. Про це свідчить велика кількість зареєстрованих молюсків. Екологічні умови річки Тетерів є задовільними, оскільки рівень води не дозволяє повноцінно існувати м'якунам.

З'ясовано частоту потрапляння червоногих у досліджену регіоні. Встановлено, що масовим видом є *V. viviparus*. Зустрічальність цього м'якуна становить 71,2%. Види з середньою частотою потрапляння у басейні р. Тетерів: *L. stagnalis* та *P. corneus* – 26,4%. Дуже рідкісними екземплярами є *L. auricularia*, *P. planorbis*, *T. fluviatilis*. Для цих видів зареєстровано найнижчу зустрічальність – 2,4%.

Нами встановлено щільність поселення гастропод. Живородка річкова поширена на невеликих глибинах до 1 м з мулистим дном. Щільність становить 4-9 екз./м<sup>2</sup>. Досліджено, що ставковик звичайний мешкає на мулистому дні, глибина оселення сягає 0,5-1 м. У місцях збору щільність поселення цього виду становить 1-2 екз./м<sup>2</sup>. Нами було виявлено поодинокі види (ставковик вухатий, лунка річкова, катушка звичайна), які поширені на мілководді з мулистим дном. Щільність поселення видів 0,2 екз./м<sup>2</sup>. Витушка рогова поширена у мулистих донних відкладеннях, на глибинах 0,5-1 м. З'ясовано, що щільність поселення цього виду становить 1-4 екз./м<sup>2</sup>.

На початку літа (червень) нами було встановлено стрімке скорочення якісного складу червоногих у басейні р. Тетерів. Причина – скидання хімікатів та зменшення рівня води, що спричинило масову загибель. Було зареєстровано велику кількість мертвих особин. Тому чисельність прісноводних червоногих молюсків басейну р. Тетерів зазнають стрімкого скорочення.

#### Література

1. Жадин В. И. Моллюски пресных и солоноватых вод. Определители по фауне СССР. Ленинград : Изд-во АН СССР, 1952. Т. 46. 376 с.
2. Стадниченко А. П. Прудовикообразные (пузырчиковые, витушковые, катушковые). Фауна Украины в 40 томах. Моллюски. Киев : Наукова думка, 1990. 29(4). 292 с.

**ЕКОЛОГІЧНІ ТА МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЙ  
ЧЕРВОНОКЛОПА БЕЗКРИЛОГО  
*RYRRHOCORIS APTERUS* (LINNAEUS, 1758) НА ТЕРИТОРІЇ  
ЖИТОМИРА**

***I. P. Пасічник, Ю.В. Максименко***

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

У зв'язку зі зростаючим природним і антропогенним впливом на природні комплекси найважливішим завданням сучасних екологічних досліджень стає розробка фундаментальних основ методів контролю за реакціями у відповідь живих організмів на динамічні процеси в екосистемах в умовах прогресивно збільшується антропогенного впливу [1, 4].

Серед численних сучасних методів оцінки впливу антропогенних факторів на різні біологічні та геологічні об'єкти останнім часом визнання та все більшого поширення набувають експрес-методи біоіндикації якості навколишнього середовища, засновані на отриманні об'єктивних даних про комплексний вплив екологічних факторів на основі використання біоіндикаторних властивостей певних видів [2, 3, 6].

За змінами візуально виражених морфофункціональних, екологічних та етологічних особливостей живих організмів можна швидко оцінити рівень антропогенного пресу.

Численність популяцій багатьох видів комах, швидка зміна їх генерацій, високий темп перебігу метаболічних процесів забезпечують високу швидкість реакцій у відповідь на вплив різних факторів середовища, з яких у сучасних умовах найбільш суттєвими є антропогенні [5].

Метою данного дослідження є охарактеризувати екологічні та морфологічні особливості популяцій червоноклопа безкрилого *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758) на території Житомира.

Предметом дослідження є екологічні та морфологічні особливості популяцій червоноклопа безкрилого *P. apterus*. Об'єктом дослідження є популяція червоноклопа безкрилого *P. apterus* на території Житомира.

Червоноклоп є зручним об'єктом вивчення еколого-морфологічної структури популяцій, так як є масовим поліморфним видом, добре помітним, внаслідок колоніального способу життя, легкодоступним для спостережень. Його можна утримувати в лабораторії та проводити експерименти етолого-фізіологічного характеру. У червоноклопа безкрилого малюнок, що сформувався при метаморфозі, залишається незмінним протягом усього життя. Як і у більшості комах будь-яких вікових змін малюнка і ступеня меланізації не відбувається.

Під час досліджень встановлено, що сама наявність або відсутність клопів вже може свідчити про стан довкілля. Клоп активний з початку квітня до кінця жовтня. Він утворює масові скупчення (колоніальний спосіб життя),

особливо ранньою весною, у пнів та інших теплих місцях. Червоноклоп має застережливе забарвлення, ефект якого в скупченнях збільшується. Живиться переважно опалим насінням дерев, мертвими комахами та різноманітними органічними залишками, іноді висмоктує сік ягід. Розмножуються червоноклопи дуже швидко і інтенсивно. Якщо на землі з'явилося одна комах, висока ймовірність, що найближчим часом кількість особин зросте в кілька десятків разів. В одній кладці жука може перебувати приблизно три десятка яєць, які дуже схожі на рисові зерна. Через десять днів з них виходять личинки, які дуже сильно схожі на дорослих комах. Зимують комах під листям, біля стовбурів та під корою дерев. Часто зустрічається у населених пунктах, зазнаючи процесу синантропізації.

Аналіз досліджених ділянок за характером фенотипного розмаїття варіацій меланізованого малюнка червоноклопа безкрилого показав найбільшу схожість між локалітетами, розташованими на відстані від жвавих транспортних автомагістралей, що доводить існування прямої залежності відхилення в розвитку досліджених популяцій клопів.

#### *Література*

1. Клоп-солдатик. URL: [http://heteroptera/klop\\_soldatik](http://heteroptera/klop_soldatik) (дата звернення: 10.09.2022)
2. Корж О. П. *Pyrrhocoris apterus* як біоіндикатор стану довкілля. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. Серія: Біологія. 2013. 17. С. 117–121.
3. Лавренко С. О. Напрями та перспективи використання комах-запилювачів для біоіндикації стану екосистем та змін клімату в умовах півдня України. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. The series: Agronomy and Biology. 2022. 47.1. С. 80–90.
4. Ditrich Tomáš et al. Plimatic variation of supercooling point in the Linden Bug *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae). *Insects*. 2018. 9.4. P. 144.
5. Gyuris Enikő et al. Individual behaviour in firebugs (*Pyrrhocoris apterus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2011. Vol. 278. 1705. P. 628–633.
6. Hejnikova Marketa et al. Sexual dimorphism of diapause regulation in the hemipteran bug *Pyrrhocoris apterus*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2022. 142. 103721.

## ПОПУЛЯЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОМАХ РІЧКИ ВИЖІВКА

**О. Г. Рудь<sup>1</sup>, С. В. Жигалюк<sup>2</sup>, О. О. Кирильчук<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Ст. Бандери 12, Рівне, 33000, Україна

<sup>2,3</sup>Рівненський ліцей «Гармонія» Рівненської міської ради, вул. Генерала Безручка, 22, Рівне, 33022, Україна

**Актуальність.** Вода важливий ресурс для усього живого на планеті, але особливого значення вона набуває як середовище мешкання для водної ентомофауни. Екологія комах-гідробіонтів вивчена не достатньо. Проте, представники цієї групи на різних стадіях свого розвитку, утворюють важливий компонент біоценозів літоралі, субліторалі та профундалі закритих та слабопроточних прісних водойм різного походження й можуть широко використовуватись як індикатори якості води в цих водоймах [4, 6].

**Матеріали та методи досліджень.** Вивчення видового складу і біо-екологічних особливостей ентомоценозу враховували фізико-географічні особливості регіону, базувалися на власних польових дослідженнях біотопів річки Вижівка, поблизу селища Стара Вижівка і аналізі літературних джерел [2].

Для збору матеріалу проведено 16 відборів проб на різних ділянках русла, шляхом косіння гідробіологічним сачком по 20 помахів. Щільність преімагінальних фаз визначали шляхом підрахунку личинок і лялечок на природному субстраті. Збір, фіксацію та систематичну обробку матеріалу здійснювали за загальноприйнятими методиками. Забір матеріалу проводили протягом 2022 р. [3, 5]. Для статистичного аналізу обраховували коефіцієнти зустрічності (ІЗ), щільності (ІЩ) та домінування (ІД) за стандартними методиками [1].

**Власні дослідження.** У відібраних пробах з обстежених біотопів виявлено 23 види, що належать до 14 родин чотирьох рядів комах, з наступним відсотковим розподілом: ряд Двокрилі (14,3%), ряд Напівтвердокрилі (28,5%), ряд Бабки (17,9%), ряд Твердокрилі (39,3%). Якісні і кількісні показники обстеженого ентомоценозу наведені в таблиці 1. Опрацювавши матеріал, можна зробити певні узагальнення.

Таблиця 1

Видовий склад і біо-екологічні характеристики представників водної ентомофауни річки Вижівка

№	Вид	Щільність	Зустрічність	Домінування
1	2	3	4	5
1	Мошка прикрашена <i>Simulium ornatum Meigen</i>	3,69	44	22
2	Мошка <i>Simulium rostratum Lundstr.</i>	2,25	38	13
3	Комар звичайний <i>Culex pipiens L.</i>	1,75	44	10

1	2	3	4	5
4	Комар довгоніг великий <i>Tipula maxima</i> Poda	0,69	31	4,1
5	Водомірка озерна <i>Gerris lacustris</i> L.	1,12	38	6,7
6	Водомірка велика <i>Limnopus rufoscutellatus</i> Lat.	0,38	19	2,2
7	Водомірка паличка <i>Hydrometra gracilentata</i> Horváth	0,25	19	1,5
8	Хребтоплав звичайний <i>Notonecta glauca</i> L.	0,50	31	2,9
9	Ранатра звичайна <i>Ranatra linearis</i> L.	0,31	25	1,9
10	Плавт звичайний <i>Ilyocoris cimicoides</i> L.	1,06	19	6,4
11	Гребляк крапчастий <i>Corixa punctata</i> L.	0,25	25	1,5
12	Водяний скорпіон <i>Nepa cinerea</i> L.	0,44	44	2,6
13	Тонкочеревець звичайний <i>Sympetrum vulgatum</i> L.	0,38	31	2,2
14	Коромисло голубе <i>Aeshna cyanea</i> Müller	0,50	31	2,9
15	Коромисло велике <i>Aeshna grandis</i> L.	0,25	19	1,5
16	Лютка дріада <i>Lestes dryas</i> Kirby	0,19	19	1,1
17	Стрілка чудова <i>Coenagrion pulchellum</i> Linden	0,31	19	1,9
18	Полоскун жолобчастий <i>Acilus conalliculatus</i> Nis	0,25	25	1,5
19	Полоскун борозенчастий <i>Acilus sulcatus</i> L.	0,44	38	2,6
20	Плавунець облямований <i>Dytiscus marginalis</i> L.	0,31	25	1,9
21	Вертячка темнонога <i>Gyrinus morinus</i> Gyllh	0,63	25	3,7
22	Вертячка поплавок <i>Gyrinus notator</i> L.	0,56	25	3,4
23	Водолюб малий жулицеподібний <i>Hy. drophilus caraboides</i> L.	0,19	12	1,1



Виявлена ентомофауна характерна для регіону. Серед виявлених видів найвищий коефіцієнти зустрічності (ІЗ-44) і домінування у представників двокрилих – у Мошки прикрашеної (родина Мошки Simuliidae) (ІД-22) та Комара-звичайного (родина Комарі справжні Culicidae) (ІД-22). Інші представники ряду також мають високі кількісні показники. Наявність преімагінальних фаз симулід є свідченням відносного екологічного благополуччя водойми [7].

Найбільше видове різноманіття у клопів – 8 видів, а частота зустрічності Водяних скорпіонів одна з найвищих (ІЗ-44). Жуки, що представлені шістьма видами, займають наступну позицію за різноманіттям, відстаючи у відносних величинах, виявляючи середні значення коефіцієнту домінування – ІД 1,1-3,7. Бабки, що представлені виключно ювенільними формами, є найменш чисельними у обстеженому біотопі

За винятком Двокрилих, усі виявлені комахи є активними хижаками, що свідчить про наявність достатніх харчових ресурсів у біотопі – дрібних членистоногих, гельмінтів, риб.

**Висновки.** Виявлена фауна комах-гідробіонтів різноманітна і чисельна, що є свідченням сталості біоценозу. Типовими еврибіонтними видами даної місцевості являються полоस्कун борозенчастий та полоस्कун жолобчастий, яких було виявлено у більшості досліджуваних мікростаціях. Основна маса визначених видів належить до стагнофілів, тобто приурочені до стоячих водойм, проте є і види, що полюбують швидку течію, а саме представники родини Мошки (Simuliidae) та Комарі справжні (Culicidae). До реобіонтів відноситься вертячка поплавко. Реофілами, представниками повільно текучих водойм, є водолуб малий жужелецеподібний. Дослідження буде продовжено у наступному польовому сезоні.

#### *Література*

1. Акімов І. А., Небогаткін І. В. Динаміка чисельності і деякі екологічні особливості іксодових кліщів урбанізованих ландшафтів м. Києва з початку ХХІ століття. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. Серія 20 : Біологія. 2011. Вип. 3. С. 98–109.

2. Вишневецький В. І. Річки і водойми України. Стан і використання : монографія. Київ : Віпол, 2000. 376 с.

3. Геоекологія Львівської області / Андрейчук Ю. та ін.; за ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.

4. Загальна гідрологія / за ред. С. М. Лисогора. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 264 с.

5. Раціональне використання та відновлення водних ресурсів. Монографія за заг. ред. В. П. Фещенка, Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. 250 с.

6. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.

7. Шевченко А. К., Сало З. Т. Кровососущі мошки (Diptera, Simuliidae) Полесья України. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. Киев, 1969. № 1. С. 16–21.

## ЗИМУЮЧІ ПТАХИ ЖИТОМИРЩИНИ

*А. В. Солощук, Ю. В. Максименко*

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

За останні сто років умови зимування птахів в Україні змінені суттєво. Останнім часом зими стали менш суворішими, одна з причин – зміна клімату, а конкретно зараз періодичність суттєвих похолодань з частими відлигами. У всякому разі за останнє століття зростання кількості великих міст та розвиток господарських підприємств створили доволі багато нових специфічних умов для існування птахів. Поодинокі види з плином часу змінюють власний спосіб проживання, пристосовуючись до таких умов.

Тому зі зміною клімату, змінилося власне і життя птахів. Деяким видам птахів притаманний клімат для їхнього існування більш суворіший, іншим навпаки – помірний, але до інших чинників можна віднести те, що зменшилася в разі кількість різноманітних кормів для птахів (комахи, ягоди, насіння та інше) [1]. Використання людьми інсектицидів для власної користі впливає на природу, значно зменшує популяції комах, тому для птахів набагато складніше знайти собі поживу. Коли дорослі птахи не в змозі прогодувати потомство, то відбувається природний відбір – пташенята просто не вистачає корму. Також до суттєвих факторів можна віднести і зміни клімату, адже саме вони істотно впливають на зміну поведінки птахів.

Крім цього, водоймища пересихають, кількість видів фауни та флори значно зменшується. Тому власне це також можна віднести до однієї з проблем відносно нормального існування птахів. Винити у цій проблемі потрібно лише антропогенний чинник, урбанізація та промислова діяльність людини не стоїть на місці.

Розробка таких важливих проблем сучасної біології як популяційна екологія, просторове орієнтування, керування поведінкою, сигналізація та комунікація, пристосування до антропогенно-трансформованих територій вирішується в процесі аналізу на різних видах птахів. Широке поселення на різні території і акліматизація до різних умов існування, пластичність кормодобувної поведінки сприяють синантропізації птахів.

Одним із прикладів є крячок білокрилий (*Chlidonias leucopterus*). Це один із найбільш гніздових птахів на нашій території, але взимку його важко побачити через його рідкість. Після періоду розмноження птахи з чужих місць гніздування збираються в зграї і починають мігрувати в пошуках рясного корму.

Зимуючі птахи Житомирщини полюбляють затишні і добре захищені від природних противників місця для гніздувань. До таких птахів можна віднести: дятел великий строкатий (*Dendrocopos major*), сова сіра (*Strix aluco*), чайка чубата (*Vanellus vanellus*).

При суворих умовах наших зим та специфічного клімату цим птахам притаманне густе оперення. Також допомагає пережити холоди зміна способу життя, таким чином відбувається адаптація до кліматичних змін та умов навколишнього середовища.

З настанням зими видовий склад птахів в навколишньому середовищі суттєво змінюється. До сезонних міграцій птахів спонукає у першу чергу доступність їжі, а температура та погодні фактори є другорядними чинниками: при достатньому харчуванні птахи витримують морози та сніг.

Нашу територію однозначно вимушені на зиму покидати птахи, в живленні яких комахи є принциповою складовою. Наприклад, такі досить спеціалізовані птахи, як серпокрильці (*Apus*), ластівки (*Hirundo*) та мухоловка сіра (*Muscicapa striata*) із зникненням літаючих комах однозначно вимушені покидати територію Полісся та мігрувати у напрямку тропічних регіонів [2].

У фауні птахів хвойних лісів Полісся наявно немало видів і підвидів гірських й лісових птахів, таких як тетерук євразійський (*Tetrao tetrix*), рябчик (*Tetrastes bonasia*), трипалій дятел (*Picoides tridactylus*), білоспинний дятел (*Dendrocopos leucotos*) та інші представники, характерні різним географічним формуванням [3].

На території Житомирщини також зустрічається багато птахів, які витривалі до низьких температур та не мають великих проблем з пошуком їжі: горобець хатній (*Passer domesticus*), крук звичайний (*Corvus corax*), припутень (*Columba palumbus*), синиця велика (*Parus major*), снігур звичайний (*Pyrrhula pyrrhula*), оملюх звичайний (*Bombycilla garrulus*) та багато інших видів.

#### *Література*

1. Чаплигіна А. Б., Савинська Н. О., Зарицька Ю. П. Особливості формування фауни дуплогніздників у нагірних дібровах Північно-Східної України. *Біологія та валеологія*: зб. наук. пр. 2009. Вип. 11. С. 109–115.
2. Серебряков В. В. Атлас птахів України (поширення та характер перебування). Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 240 с.
3. Червона книга України. Тваринний світ. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 624 с.

УДК 502:591.9:594.141(211:477)

### **ФАУНА ТА ЕКОЛОГІЯ ПЕРЛІВНИЦЕВИХ РІЧКИ ЗДВИЖ**

***Г. С. Федорович, О. В. Павлюченко***

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

Свій початок р. Здвиж бере поблизу с. Озера Брусилівського району Житомирської області [3]. Протікає ріка здебільшого на північний схід, у пониззі та пригирлової частині – на північ. Є правою притокою Тетерева і

впадає в нього поміж селами Любидва і Прибірськ. Загальна довжина річки сягає 145 км., а площа її басейну – 1775 км. Долина має трапецієподібну форму, шириною до 4 км і глибиною 25 м, з болотом на вершині, тобто у верхів'ї, і шириною 1 км. Русло помірно звивисте, шириною до 20 м, із крайньою глибиною 1-2 м (у межінь). Має ухил 0,59 м/км [4]. Дно ріки переважно піщано-мулисте, проте трапляються місця, де дно або більш мулисте, або більш піщане.

Двостулкові молюски родини Unionidae відіграють дуже велике значення у біоценозах. Ці м'якуни беруть активну роль в очищенні води від гранул мінерального і органічного походження. Вони є біофільтраторами, оскільки мають фільтраційний тип живлення. Проте перлівницеви можуть бути вразливими по відношенню до антропогенного забруднення водойм. Двостулкові молюски здатні накопичувати у різних органах (черепашка, гепатопанкреас, зябра, мантия, нога) йони важких металів, тому можливе використання цих тварин в системі екологічного моніторингу [2]. У прісноводних екологічних системах Unionidae мають різні топічні та трофічні зв'язки з іншими біонтами.

Метою дослідження є з'ясування фауни перлівницевих (Mollusca: Bivalvia: Unioniidae) річки Здвиж. Матеріалом для роботи слугували власні збори, здійснені улітку 2021 р. Перлівницевих зібрано в двох пунктах збору (біля дамби в смт Брусилів та с. Покришів Житомирської обл.). Всього знайдено 50 екз. молюсків (*Anodonta cygnea* Linne, 1791, *Anodonta anatina* Rafinesque, 1820, *Unio tumidus* falcatus Drouet, 1881, *Unio pictorum* Rafinesque, 1820). Збір, транспортування та утримання двохстулкових молюсків здійснювали згідно загальноприйнятих методик [5]. При визначення перлівницевих враховували рекомендації українських вчених-малакологів [1, 5]. Вік молюсків визначали підрахунком кількості темних кілець призупинення росту черепашки [5]. М'якунів виявлено на глибинах від 0,5 до 2 м (*U. pictorum* – 0,5 -1,5 м, *U. tumidus* – 1-1,5, *A. cygnea* – 0,5-2, *A. anatina* – 0,5-1,5 м).

Під час досліджень було знайдено чотири види молюсків, що належать до родів *Unio* (2 види) і *Anodonta* (2 види), а саме: *A. cygnea*, *A. anatina*, *U. tumidus*, *U. pictorum* (табл.).

Таблиця

Перлівницеві р. Здвиж

Вид	Місце збору	Кількість екземплярів
<i>Unio pictorum</i>	р. Здвиж (сmt Брусилів)	9
	р. Здвиж (с. Покришів)	7
<i>Unio tumidus</i>	р. Здвиж (сmt Брусилів)	17
	р. Здвиж (с. Покришів)	12
<i>Anodonta cygnea</i>	р. Здвиж (сmt Брусилів)	1
	р. Здвиж (с. Покришів)	1
<i>Anodonta anatina</i>	р. Здвиж (сmt Брусилів)	1
	р. Здвиж (с. Покришів)	2

За результатами наших досліджень з'ясовано, що найбільш поширеним видом у р. Здвиж є *U. tumidus*. Його частка у зборах становить 58% (рис. 1). У місяцях збору щільність поселення становить від 3 (р. Здвиж, с. Покришів) до 4 екз./м<sup>2</sup> (р. Здвиж, смт Брусилів). Дещо рідше трапляється *U. pictorum*. Молюски цього виду становлять 32% усіх зборів. Щільність поселення цього виду від 2 (р. Здвиж, с. Покришів) до 3 екз./м<sup>2</sup> (р. Здвиж, смт Брусилів). Найменш поширеними є *A. cygnea* (4%) та *A. anatina* (6%). Щільність поселення молюсків роду *Anodonta* низька і не перевищує 2 екз./м<sup>2</sup> (р. Здвиж, с. Покришів).

Більшість виявлених перлівницевих мали блискучі черепашки насиченого кольору, на них добре проглядалися річні кільця приросту. Це може свідчити про більш-менш сприятливі умови для росту і розвитку цих тварин.

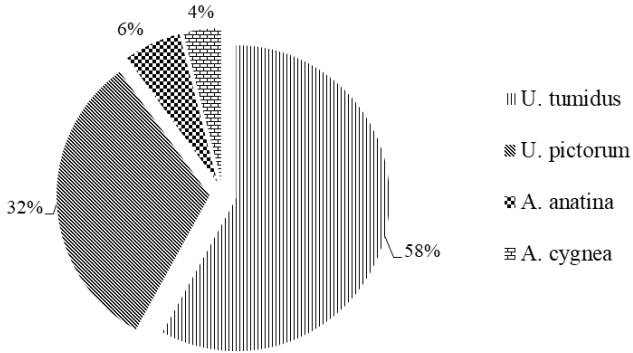


Рис. 1. Поширення перлівницевих у р. Здвиж.

З'ясовано вікову структуру перлівницевих р. Здвиж (рис. 2).

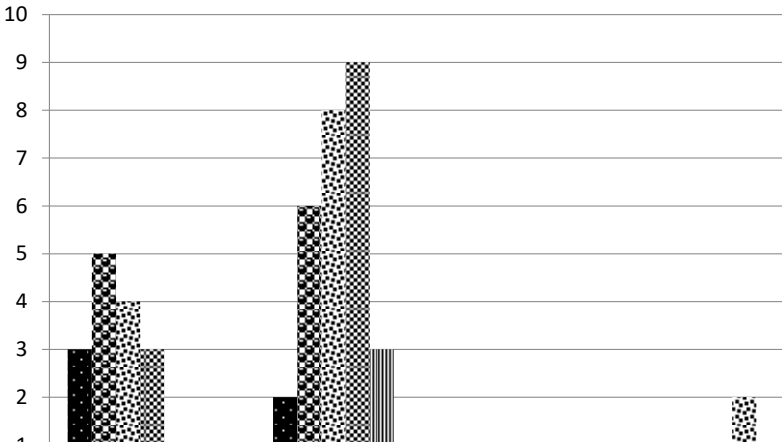


Рис. 2. Вікова структура популяцій перлівницевих.

Серед *U. pictorum* трапляються молюски 2-6 річного віку. За кількістю екземплярів переважають 5-річні особини. Виявлено 2-8 річні екземпляри *U. tumidus*. Найбільш чисельними є 4 – 5-річні особини цього виду. Вік поодиноких екземплярів *A. cygnea* становив 5 і 7, а *A. anatina* – 4 та 6 років.

Отже, у басейні р. Здвиж виявлено лише 4 види родини Unioniodae. Найбільш поширеними є *U. tumidus* і *U. pictorum*, значно рідше трапляються *A. cygnea* та *A. anatina*.

#### Література

1. Зінченко М. О. Молюски, методичні рекомендації до проведення польової практики з природознавства. Луцьк, 2016. 9–11 с.

2. Киричук Г. Е. Стадниченко А. П. Трёматодная инвазия и накопление тяжелых металов моллюсками *Polletopterum ponderosum* (Mollusca, Bivalvia, Unionidae). *Паразитология*. 2004. 359–365 с.

3. Костиця М. Ю. Здвиж. Енциклопедія Сучасної України: електронна версія. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2010. URL: [https://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=16721](https://esu.com.ua/search_articles.php?id=16721)

4. Маринич О. М. Географічна енциклопедія України. Київ : Українська Радянська Енциклопедія, 1989–1993. Т. 1. 416 с.

5. Стадниченко А. П. Фауна України. Перлівниці. Кулькові. Наукова думка. Київ. 1984. 384 с.

УДК 57.017.8:574.1:593.16

### БІОРІЗНОМАНІТТЯ ГЕТЕРОТРОФНИХ ДЖГУТИКОВИХ

***А. О. Шама, А. О. Косовець, А. О. Матвійчук, К. М. Розводовська***

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

Загальноприйнятого визначення поняття «гетеротрофні джгутикові» не існує. Загалом, це протисти, що рухають за допомогою джгутиків, у деяких видів є псевдоподії, живляться осмотрофно або фаготрофно. Раніше до них відносили представників класу Zoomastigophorea. Однак, відомо, що таксони цього класу можуть бути більш пов'язані з Phytomastigophorea, ніж один з одним.

Із розвитком та поширенням молекулярно-філогенетичних методів в протистологічних дослідженнях виявилось, що дану групу джгутикових можна віднести до всіх, так званих, супергруп доменів Amorphea та Diaphoretickes [2, 3]. Це підтверджує, що гетеротрофні джгутикові не мають єдиного таксономічного статусу, а відносяться до різних систематичних груп.

Біорізноманіття цієї групи протистів представлене хоанофлагелятами, кінетопластидами, бікосоесидами, церкомонадидами, дипломонадидами, апузомонадидами, хризмонадами та іншими.

Так, зокрема, хоанофлагеляти – це поодинокі або колоніальні організми, в будиночках або без них, клітина переважно має овальну або грушоподібну форму. Мають один джгутик, який оточений комірцем та виходить із апікальної

частини клітини. Будиночки хоанофлагелят прозорі, різної форми, зі стебельцем або без нього. Описано близько 150 видів. Хоанофлагелят вважають найближчими родичами багатоклітинних тварин.

Бікосоеіди характеризуються різноманіттям будиночків, їх форм, архітекτονіки та типів колоній. При цьому клітина побудована однаково, переважно овальної форми, має два гетеродинамічних джгутики. Серед бікосоеід є поодинокі та колоніальні форми, вільноплаваючі та прикріплені, з прозорими або ж з чіткими кільцевими структурами будиночками.

Кінетопластиди – повзаючі або плаваючі організми. Клітини мають два гетеродинамічних джгутики, що відходять від передньої частини клітинного тіла. Наявний кінепласт – сукупність молекул кільцевих ДНК, що містяться в гігантських мітохондріях. На передньому кінці клітини є ротовий отвір – цитостом.

Церкомонади – поодинокі амебоподібні протисти, з 2 гетеродинамічними джгутиками, що відходять від переднього кінця клітини. Плавальний джгутик направлений вперед, рульовий – назад. Живлення відбувається за допомогою псевдоподій. Відсутній кінетопласт. Живляться бактеріями та дрібними водоростями. Церкомонади важко класифікувати через підвищену метаболію клітини та здатність утворювати псевдоподії.

Тауамонади схожі з церкомонадами, здатністю утворювати псевдоподії та з хризофітовими водоростями через наявність кремнієвих лусочок та цист з корочками. Крім того, у життєвому циклі у них присутня джгутикова та амебоїдна стадія, що наближує їх до міксоміцетів.

Апузомонади – гетероконтні джгутикові з хоботком на передньому кінці клітини. На нижній поверхні клітини є вентральна борозна, що обмежена краєвими складками.

Криптомонади є типовими водоростями, але серед них зустрічаються безхлоропластні (гетеротрофні) представники. Клітини у них зі скошеним переднім кінцем та глибокою глотковою виямкою в апікальній частині. Мають два невеликих джгутики, що спрямовані вперед. Клітини не змінюють своєї форми, так як вкриті товстою пелікулою.

Більшість представників хризомонад також водорості, однак і серед них є гетеротрофні форми. Це поодинокі або колоніальні джгутикові, в будиночках або ж без них. Мають переважно два (рідше один), гетеродинамічних або гомодинамічних джгутики. Деякі види мають стигму – світлочутливу органелу [1].

Загалом, нараховується біля 120 000 видів вільноживучих протистів, серед яких не більше ніж 3 000 складають гетеротрофні джгутикові.

#### *Література*

1. Жуков Б.Ф. Атлас пресноводних гетеротрофних жгутиконосцев (біологія, екологія і систематика). Рыбинск : ИБВВ РАН, 1993. 160 с.

2. Омельчук М. О., Шевчук С. Ю. Протисти та їх положення у сучасній системі еукаріот. Реалізація наступності в природничій освіті : реалії та перспективи : зб. наук.-метод. пр. Житомир, 2018. С. 33–35.

УДК 594.38

## СЛИМАКИ АГРОЦЕНОЗІВ ЖИТОМИРЩИНИ

**К. П. Ярошинська, Ю. В. Максименко, Д. А. Вискушенко**

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

Слимаки відносяться до групи наземних легеневих моллюсків класу Черевонігі (*Gastropoda*). Характерною їх ознакою є повна відсутність мушлі або її часткова редукція. Вони привертають значну увагу науковців як з наукових так і практичних міркувань. По-перше, слимаки відзначаються унікальним, властивим тільки їм різноманіттям будови та функціонування статевої системи, аналогів якій не існує більше в природі в жодній таксономічній групі тварин [1]. По-друге, вони здатні швидко адаптуватись в нових для себе умовах середовища існування і поширюватись на значних територіях. Так, з розвитком міжнародного туризму і великою популярністю серед громадян подорожей до Балканських країн, Європейських держав, на територію України завезено слимаків з Туреччини, Іспанії та інших південних країн, які швидко пристосувались до життя в географічних та кліматичних умовах Львівщини, Волині, Житомирщини та ін., незважаючи на суттєві відмінності екологічних факторів, рельєфу місцевості, джерел живлення. Крім того, багато слимаків є шкідниками культурних і декоративних рослин, тому здатні завдавати значних збитків сільському господарству. Існуючи на сьогодні препарати лімациди, призначені для боротьби зі слимаками-шкідниками, не забезпечують надійного захисту рослин від уражень цими тваринами. В той же час, наша країна поступово переймає досвід деяких країн Європи та Азії стосовно промислового культивування окремих видів слимаків, які мають певну харчову цінність і можуть бути використані в кулінарії.

Перелічені особливості слимаків зумовлюють необхідність їх подальшого вивчення та систематизації. Однак, вже досить тривалий час ця робота суттєво стримується в нашій країні та не є популярною серед зоологів. Зокрема, на сьогодні практично відсутні визначники наземних моллюсків України. До 2005 року не існувало сучасної системи українських наукових назв цих тварин. Окремі довідники та публікації другої половини ХХ – початку ХХІ століття стосувались малакофауни лише окремих регіонів країн колишнього Радянського Союзу та СНД. Завдяки вітчизняним вченим (Гураль-Сверлова Н.В., Гураль Р.І.) в Україні у 2000-х роках започатковані системні дослідження наземної малакофауни України, в тому числі слимаків, отримано дані щодо таксономії слимаків, їх фізіологічних та анатомічних особливостей, способу життя та взаємодії з довкіллям. Актуальною задачею є подальше дослідження біології слимаків на території різних областей України для отримання



достовірних даних стосовно їх поширення, адаптацій і розробки науково-практичних рекомендацій з регулювання чисельності та зниження негативного впливу на сільськогосподарські культури.

На території України налічується близько ста видів слимаків. Серед них особливо небезпечним є іспанський слимак *Arion lusitanicus*, який вперше виявлено в нашій країні близько п'ятнадцяти років тому і швидкими темпами заповнив різноманітні біотопи в різних областях України [2]. Більшість слимаків мешкають у вологих, затінених та прохолодних ділянках біотопів, тому їх життя пов'язане переважно з лісами, садами, парками. В той же час, перелічені види біотопів не відрізняються кількісним та якісним багатством видів.

Як відомо, Житомирська область розташована у зонах Лісостепу і Полісся (20 та 80% площі території відповідно). Зазначені природно-кліматичні зони істотно відрізняються за ландшафтом, складом ґрунтів, листистістю, рівнем розвитку сільського господарства.

Для вивчення видового складу слимаків на території Житомирщини, проводили малакологічні дослідження згідно з рекомендаціями, наведеними в літературних джерелах [1, 2]. Зокрема, під час збору слимаків визначали форму їх тіла, рельєф шкіри та колір окремих ділянок, після чого проводили фіксацію екземплярів у 70% розчині етилового спирту. Особливу увагу звертали на колір слизу. За результатами проведених досліджень на території Житомирської області виявлено та ідентифіковано представників наступних родин слимаків *Agriolimacidae*, *Arionidae*, *Boettgerillidae* та *Limacidae*.

Виявлені види живляться переважно рослинністю, зокрема, зеленими частинами рослин, тому можуть спричинювати шкоду лісовим та сільськогосподарським угіддям. Зокрема, слимаки є шкідниками більшості овочевих та плодово-ягідних культур. Вони вражають насадження капусти, картоплі, огірків, томатів, суниці, практично повністю з'їдаючи листову пластинку. Разом з тим, слимаки мають важливе значення у трофічних ланцюгах живлення. В умовах агроценозів вони мінералізують листяну підстилку, переробляють органічні рештки, мають чисельні біогеноценотичні зв'язки з птахами, виділений ними слиз сприяє процесам ґрунтоутворення і слугує джерелом живлення ґрунтових мікроорганізмів. Отримані в роботі дані можуть слугувати для розробки карти поширення слимаків на території українського Полісся.

#### *Література*

1. Алієва Ф. А., Урсал В. В. Слимаки: біологія, шкода чинність та контроль чисельності. «Перспектива»: збірник наукових праць агрономічного факультету ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». 2018. Вип. 31. С. 3–4.

2. Паламаренко О. В. Нові дані про поширення іспанського слимака (*Arion lusitanicus*) у лісах Львівщини. *Ліс, наука, молодь*: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Житомир), 2018. С. 308–309.

**INFLUENCE OF COPPER IONS TO THE PULMONARY RESPIRATION OF THE GREAT RAMSHORN *PLANORBARIUS CORNEUS* (LINNAEUS, 1758) ALLOSPECIES (MOLLUSCA: GASTROPODA: PLANORBIDAE) FROM THE UKRAINIAN RIVER NETWORK**

**Yu. V. Babych<sup>1</sup>, A. P. Stadnychenko<sup>2</sup>, O. O. Ignatenko<sup>3</sup>, O. I. Uvayeva<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Zhytomyr Ivan Franko State University, Velyka Berdychivska Str., 40, Zhytomyr, 10008, Ukraine

<sup>4</sup>Zhytomyr Polytechnic State University, Chudnovska Str., 103, Zhytomyr, 10005, Ukraine

Soon after XX century the antropogenic pollution of natural water bodies of the middle Europe has become significant [3, 5, 8]. In Ukraine, these pollutants, which are highly dangerous for many species of water animal bionts, include ions of various heavy metals, entering water bodies as part of manufactural sewage [1, 6, 7, 11]. These are very dangerous toxic agents for the freshwater aerobic animals, including molluscs in particular Pulmonata. Heavy metal ions including copper ions are soluble in water endogenic, highly poisonous toxicants, which locally effects on integumental superficial epithelium and pulmonary respiratorium epithelium of all Pulmonata [9, 10], including *Planorbarius corneus* s. lato allospecies – “western” and “eastern”. It is necessary to note that this great ramshorn is one from the widely spread and numerous from Gastropod molluscs in Ukraine river system.

The purpose of our investigation was to note the resemblance and distinction in effects of various concentrations of copper ions of water medium on the activity of pulmonary respiration of *P. corneus* s. lato allospecies.

Samples were taken (June 2021) in two localities – “western” allospecies in Sluch River (Gorodnica, Zhytomyr region): 50°48'21.74"N; 27°18'37.36"E and “eastern” allospecies in Sula River (Markovca, Sumy region): 50°52'08.44"N; 34°23'27.01"E. The total number of samples per first locality was 55 and per second locality – 61 specimens, respectively. The main method used was hand-collecting from river bottom and the surface of water plants. The collected material was identified conchologically [3, 4]. The duration of molluscs to laboratory conditions was 14 days: the volume of aquarium was 20 L, with planting density of 5 specimens L<sup>-1</sup>, water temperature 21–23° C, pH 7,2–7,8, oxygenation 7,8–8,6 mg O<sub>2</sub>·L<sup>-1</sup>. The environment was replaced across two days. The molluscs were fed by soft vegetation from places of their sampling (*Myriophyllum spicatum* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Cladophora* sp.).

Toxicological study is performed to laboratory analyze *in vivo* the effect of CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O in water medium in concentrations 0,5 MPC, MPC, 2 MPC, 3 MPC (in count on Cu<sup>2+</sup>) by [2].

The obtained results of the research were processed by the methods of basic variation statistics using the computer program "Statistica 6.0" and are presented in Tables (1 and 2).

Table 1

The influence of  $\text{Cu}^{2+}$  on the pulmonary respiration of *P. corneus* s. lato allospecies

Toxicant's concentration	n	Quantitative of "inhalations" per 24 hours	Interval between of "inhalations", min	Duration of "inhalations", min	Volume of "inhalations", quantitative of bubbles
		$M \pm m_x$	$M \pm m_x$	$M \pm m_x$	$M \pm m_x$
"Western" allospecies					
0 MPC	10	16,19±1,17	55,21±1,18	21,98±1,13	21,24±1,12
0,5 MPC	13	17,07±1,20	53,19±1,19	22,57±1,25	20,99±1,19
MPC	13	18,33±1,14	39,20±1,22	23,99±1,34	23,38±1,31
2 MPC	10	20,49±1,33	49,15±1,23	26,85±1,28	28,75±1,30
3 MPC	9	13,80±1,21	78,49±1,38	12,12±1,07	10,14±1,01
"Eastern" allospecies					
0 MPC	10	15,03±1,09	56,59±1,19	19,68±1,17	16,81±1,13
0,5 MPC	12	15,90±1,18	60,10±1,23	20,91±1,34	18,01±1,22
MPC	17	16,16±1,23	56,57±1,26	22,41±1,23	21,37±1,23
2 MPC	15	18,37±1,51	48,48±1,35	26,03±1,08	26,11±1,31
3 MPC	7	11,13±1,29	101,15±1,42	11,12±1,15	8,23±1,25

At 0,5 MPC  $\text{Cu}^{2+}$  in water medium containing experimental molluscs, there were no statistically significant changes in parameters of their pulmonary respiration compared to control (Table 1). It is latent phase of poisoning of these hydrobionts. Increasing the concentration of this toxicant to MPC and to 2 MPC was accompanied by sharp growth all respiration parameters except intervals between of "inhalations" ( $p \leq 0,05-0,001$ ). At 3 MPC copper ions there were the sharp fall of all respiration parameters on background of increase the intervals between in "inhalations" ( $p \leq 0,001$ ). The main reason of these changes in respiratory function of great ramshorn allospecies is damage inflicted by copper ions on the pulmonary respiratory epithelium. These effects highly intensified production of mucus and formation of thick layer of coagulation mucus which completely blocks oxygen induces into cells of pulmonary epithelium.

Table 2

The mortality (%) of *P. corneus* s. lato allospecies in various stages of poisoning by copper ions

Toxicant's concentration	Phase of poisoning	Mortality, %	
		"Western" allospecies	"Eastern" allospecies
0,5 MPC	indifferental	0	0
MPC	stimulate	0	0
2 MPC			
3 MPC	depressive	0	1
	submortal	7	19,5
	mortal	100	100

Results represented in Table 2 testify that “eastern” allospecies is more sensitive and less steady than “western” allospecies in the case of influence to them of equally concentrations of toxicant. This may be due to their existence in different climatic conditions. In the “eastern” allospecies they are more unfavorable due to the higher aridity of the climate within its range.

#### References

1. A dynamics over of quality of surface-water of Ukraine at the beginning of XXI century / V. A. Giryi et al. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 2011. Vol. 4, № 25. P. 129–136.
2. Alekseev V. A. Fundamental principles of comparative toxicological experiments. *Hydrobiological Journal*. 1981. Vol. 13, № 3. P. 92–100.
3. Babych Yu., Pinkina T. Influence of heavy metal ions on ecotoxicological indicators of *Planorbarius corneus* (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae). *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*. 2021. Vol. 84. P. 76–83.
4. Babych Yu., Uvayeva O., Stadnychenko A. Food preferences of the great ramshorn *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758) allospecies (Mollusca: Gastropoda: Planorbidae) from the Ukrainian river system. *Folia Malacologica*. 2021. Vol. 29, № 4. P. 204–211.
5. Davydova S. L., Tagasov V. I. Heavy metals as supertoxicants of the XXI century. Moscow : RUDN, 2002. 140 p.
6. Dudnik I. V., Evtushenko M. Yu. Hydrobiotoxicology: principal theoretical theses and their application. Kyiv : Ukrphytosociological centre, 2013. 297 p.
7. Ecotoxicological responses of two *Planorbarius corneus s. lato* (Mollusca, Gastropoda) allospecies to exposure of heavy metals / O. Harbar et al. *International Journal of Aquatic Biology*. 2021. Vol. 9, № 6. P. 423–431.
8. Kutsenko S. A. Fundamentals of toxicology. Saint-Petersburg : Foliant, 2004. 355 p.
9. Kyrychuk G. E. The features of heavy metal ions accumulation in the organisms of freshwater molluscs. *Hydrobiological Journal*. 2006. Vol. 44, № 4. P. 89–110.
10. The influence of trematode invasion and exposure to lead nitrate on the lung and skin respiration in *Lymnaea stagnalis* (Mollusca: Lymnaeidae) / A. P. Stadnychenko et al. *Parazitologiya*. 1996. Vol. 30, № 1. P. 76–80.
11. Vyshnevsky V. I. Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use. Kyiv : Vipol, 2000. 176 p.

## СЕКЦІЯ 5. ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 57.044

### ВПЛИВ ХЛОРИДУ ЗАЛІЗА НА ДЕЯКИХ ВОДНИХ МОЛЛОСКІВ

**О. І. Антонова, О. О. Шугуров**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, проспект Гагаріна, 72, Дніпро, 49050, Україна

На початку III тисячоліття в забрудненні природних та штучних водойм України одне з перших місць (серед інших) посідають хлориди та йони важких металів. Відомо, що для більшості гідробіонтів (як і для людей) вони є вкрай небезпечними, бо здатні проводити перерозподіл у різних ланках водних систем, без розкладання у часі, з постійною здатністю до токсичного впливу [1].

Залізо потрапляє в природні води (частіше у вигляді розчинних високотоксичних хлоридів або сульфатів) у результаті природних процесів руйнування та розчинення гірських порід та мінералів, а також зі стічними водами рудозбагачувальних фабрик, металургійних комбінатів; заводів машинобудівних, металообробних, плавильних, приладобудівних, хімічних, хіміко-фармацевтичних, деревообробних, паперових [2]. Переходячи в організм тварин дифузійним чином, та накопичуючись там (так звана матеріальна кумуляція), такі забруднювачі негативно впливають на важливі біохімічні та фізіологічні процеси організму. Багато солей – хлоридів, що містяться у водоймах та потрапляють в організм гідробіонтів, чинять канцерогенний, мутагенний та тератогенний вплив [3].

На цей час, праць про вплив цих токсикантів на організм водних безхребетних є небагато, мало даних щодо впливу хлориду заліза прісноводних червононогих моллюсків. Досліди впливу хлориду заліза на гідробіонтів актуальні з огляду на те, що у водах рибогосподарського призначення граничнодопустимі концентрації іонів цього металу (ГДК 0,05 мг/дм<sup>3</sup> [1]) досить часто у декілька разів перевищені (особливо у Дніпропетровській області, де містяться значні поклади залізних руд) [4]. Для усунення прогалини у водній токсикології що існує, було досліджено вплив різних концентрацій хлориду заліза на організм гідробіонтів (моллюсків) виду *Planorbarius corneus*.

В процесі роботи використовували дорослих моллюсків з масою більш ніж 0,4 г, та з діаметром раковини 0,8 см та більше. Всіх тварин поміщали у місткості по 3 літри кожний (10 об'єктів на одну місткість), також у посудини додавали по 3 гілки (довжиною у 15 см) рослин – куширу зануреного (*Ceratophyllum demersum*). Для дослідження використали чистий хлорид натрія, який додавали у місткості у дозах 0,1 мг/л, 0,5 мг/л та 1 мг/л (тобто у 2, 10 та 20 разів більше, ніж вказаний вище ГДК). Одна з місткостей була використана у якості контролю. Годування моллюсків проводили додаванням свіжого листя

капусти білокачанної у масі 5 гр на день та спеціального корму – гранул Tetra Discus у дозі 1 гр/добу.

Протягом 20-добового досліді проводили щодобові вимірювання маси молосків на вагах з точністю 0,01 г, та штангенциркулем – діаметр раковини. Для рівномірності життєдіяльності температуру в місткостях підтримували на рівні 22°C (додаткову аерацію води не проводили). В процесі досліді було проведено 3 повтори для кожної групи молосків. Результати експериментів обробляли на певність з використанням спеціалізованої програми аналізу – Statistica v.5.0.

В досліді виявлено, що вказані концентрації досить токсичної речовини не дає на молосків дуже значного вкладу (табл. 1). Виявлено, що відносно малі концентрації (0,1 мг/л) в підсумковому значенні не давали вірогідних змін щодо розмірів та маси тварин.

Таблиця 1

Зміна середньої маси молосків в процесі досліді з різною концентрацією хлориду заліза у місткостях

№ з/п	Варіант досліді	Концентрація хлориду заліза мг/л	Дні спостережень / маса молосків (г)				
			1	5	10	15	20
1	Контроль	0	0,45±0,0 14	0,46±0,0 14	0,47±0,0 15	0,49±0,0 15	0,50±0,0 17
2	FeCl <sub>3</sub>	0,1	0,45±0,0 15	0,47±0,0 14	0,48±0,0 16	0,50±0,0 15	0,50±0,0 16
3	FeCl <sub>3</sub>	0,5	0,46±0,0 11	0,46±0,0 22	0,47±0,0 17	0,48±0,0 15	0,48±0,0 44
4	FeCl <sub>3</sub>	1,0	0,45±0,0 18	0,45±0,0 17	0,46±0,0 14	0,47±0,0 13	0,47±0,0 15

З даних можна бачити, що лише концентрації токсиканта, які у 10 та 20 разів більше за стандартні ГДК (для людини), здатні проявляти такі зміни (гальмування темпів зростання на фоні невеликого підвищення досліджуваних параметрів), які можна вважати вірогідними – від 4 % для дози у 0,5 мг/л, до 6 % – для дози 1,0 мг/л. Одночасно, фізичні розміри молосків коливалися в аналогічному діапазоні змін.

Можна відмітити, що токсична речовина (незважаючи на рівень щодо ГДК) була введена лише на разово – на початку досліді. Як правило, при антропогенних забрудненнях в умовах контролю відповідними організаціями в Україні викиди рідко бувають регулярними. Наші дані показують, що одноразові впливи поллютантів (солей хлору) хоча і дають певну негативну дію на водну біоту, але за рахунок розкладання речовини та формування неактивних комплексів їх вплив на молосків як правило – незначний.

## Література

1. ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» від 01.07.1999 (наказ № 29).

2. Линник П. Н., Васильчук Т. А. Сосуществующие формы тяжелых металлов в поверхностных водах Украины и роль органических веществ в их миграции. *Методы и объекты химического анализа*. 2008. Т. 2, № 2. С. 130–145.

3. Линник П. Н., Зубко А. В. Адсорбция тяжелых металлов донными отложениями в присутствии гумусовых веществ. *Гидробиологический журнал*. 2005. Т. 41, № 3. С. 104–119.

4. Екологічний стан біоценозів Запорізького водосховища в сучасних умовах / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, Т. С. Шарамок та ін. Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2008. 232 с.

УДК 576.895.121

### **ОЦІНКА ВПЛИВУ ХЛОРИДУ МІДІ НА ВИЖИВАННЯ ВІЛЬНОЖИВУЧОЇ СТАДІЇ *DIPHYLLOBOTHRIMUM LATUM* CORACIDIA**

*А. А. Зимарова, Т. В. Пінкіна, А. А. Пінкін*

Поліський національний університет, Старий бульвар, 7, Житомир, 10002, Україна

У водних безхребетних важкі метали (мідь, цинк, ртуть і кадмій), змінюють морфологічні [1, 6] і фізіологічні параметри, такі як ріст, рух, споживання їжі, швидкість дихання, плідність, виживання і життєві цикли [4]. Мідь у водоймах України здебільшого має антропогенне походження і частіше всього це сільськогосподарські стоки і прямі викиди промислових процесів. Мідь в невеликій кількості нетоксична і необхідна живому організму для біологічних функцій, у тому числі для метаболічного процесу. Її можна визначити як токсичну для організму тільки якщо значення концентрацій міді були вищими, ніж об'єм фізіологічних процесів детоксикації [2].

Мідь може впливати на фізіологію і виживання водних організмів через токсичні ефекти [1] і може впливати на поширеність і патогенність паразитів. Багато захворювань у водних популяціях залежать від складних взаємодій між живителями, патогенними організмами і факторами навколишнього середовища [7]. Забруднення води міддю може вплинути на частоту і характер паразитизму багатьма способами, наприклад, шляхом зміни сприйняття живителя через зміну захисних механізмів живителя, змінюючи досяжність популяцій відповідних проміжних чи остаточних живителів або виживання заражених живителів [3, 5]. Такі ефекти можуть бути особливо виражені у паразитів, у яких різні життєві стадії живуть у різних середовищах, включаючи як зовнішнє так і внутрішнє середовище (тобто всередині живителя).

У дослідженнях прагнули дати відповідь на запитання, чи зможе підвищена концентрація міді вплинути на виживання вільноживучих личинок *Diphyllobothrium latum*.

Маточні розчини міді (200 мг/дм<sup>3</sup>) готували розчиненням у воді відповідних концентрацій хлориду міді. Тестові розчини мали діапазон концентрацій від 0,2 до 20 мг/дм<sup>3</sup> і були отримані шляхом розведення токсиканту у відстояній воді. Вихідні розчини готувались щоденно.

У лабораторії корацидіїв отримували після тритижневого утримання яєць *D. latum* в інкубаторі при температурі 20°C. В експерименті лунки планшета для мікротитрування були заповнені розчинами хлориду міді в концентраціях 0,2, 2 і 20 мг/дм<sup>3</sup>. Туди уміщалися корацидії після вилуплення. Кожен корацидій був досліджений на предмет виживання з одногодинним інтервалом. Смерть була підтверджена, коли упродовж 2 хвилин не було помітно плавальних рухів (спостереження повторювали три рази) і відбувалася зміна кольору з білого на непрозорий.

Щоб визначити різницю в часі виживання корацидіїв в різних концентраціях міді застосовували тести Каплана-Мейера. Концентрація міді впливала на середній час виживання досліджуваних личинок (рис. 1, логарифмічний тест:  $\chi^2_2 = 31,164$ ,  $p = 0,0001$ ).

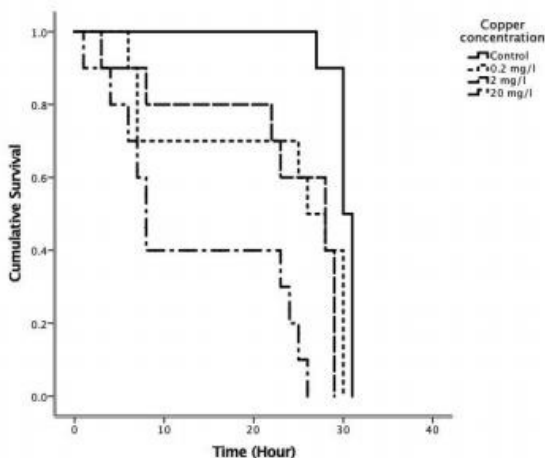


Рис. 1. Порівняння кумулятивного виживання *D. latum coracidia*, за впливу хлориду міді 0, 0,2, 2 та 20 мг/дм<sup>3</sup>.

Застосовано також тести Вілкоксона (Гехана) (парні порівняння) для порівняння розподілу виживання серед різних концентрацій міді зі статистикою тесту, що базується на різниці цих концентрацій.

Розподіл виживання корацидіїв в контрольній групі (0 мг/дм<sup>3</sup>) значно відрізнявся від усіх інших груп: (0,2 мг/дм<sup>3</sup>,  $\chi^2_2 = 8,493$ ,  $P < 0,004$ , 2 мг/дм<sup>3</sup>,  $\chi^2_2 = 11,415$ ,  $p < 0,0001$  і 20 мг/дм<sup>3</sup>,  $\chi^2_2 = 14,627$ ,  $P < 0,0001$ ). Середній час виживання у



контролі – 30 годин. У розчинах з токсикантом він змінювався з наступною закономірністю: 0,2 мг/дм<sup>3</sup> (21 година); 2 мг/дм<sup>3</sup> (22 години) і 20 мг/дм<sup>3</sup> (13 годин). Розподіл виживання корацидів за впливу міді у концентрації 0,2 мг/дм<sup>3</sup> також відрізнявся від 20 мг/дм<sup>3</sup> ( $\chi^2_2 = 4,381$ ,  $P < 0,036$ ). Задокументована різниця у розподілі виживання личинок і у порівнянні концентрацій 2 мг/дм<sup>3</sup> і 20 мг/дм<sup>3</sup> ( $\chi^2_2 = 4,698$ ,  $P < 0,030$ ). Суттєвої різниці не виявлено у розподілі означеного показника за доз 0,2 і 2 мг/дм<sup>3</sup> міді ( $\chi^2_2 = 0,210$ ,  $P < 0,647$ ). Загалом слід зазначити, що у чистій воді (контроль) корацидії жили значно довше, ніж за самої низької концентрації токсиканту.

Встановлено, що *D. latum coracidia* чутливі до розчинів з іонами міді, оскільки середній час виживання корацидів зменшився зі збільшенням концентрації токсиканту. Необхідними є подальші дослідження для оцінки накопичення міді в різних органах і тканинах личинок, щоб знайти механізми, які лежать в основі смертності корацидів.

#### Література

1. Беспалова Л. Е., Оліфіренко В. В., Рачковський А. В. Водна токсикологія. Херсон : ВЦ «Колос», 2011. 131 с.
2. Давыдова С. Л., Тагасов В. И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века. Москва : Изд-во РУДН, 2002. 140 с.
3. Інвазійні хвороби риб : навч. посібник / В. В. Стибель, А. В. Березовський, Ю. Ю. Довгій та ін. Житомир : Полісся, 2016. 144 с.
4. Labreche T. M., Dietrich A. M., Gallagher D. L., Shepherd N. Copper toxicity to larval *Mercenaria mercenaria* (hard clam). *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2002. 21. P. 760–766.
5. Lafferty K. D., Kuris A. M. How environmental stress affects the impacts of parasites. *Limnology and Oceanography*. 1999. 44. P. 925–931.
6. Martinez E., Moore B., Schaumlöffel J., Dasgupta N. The potential association between menta deformities and trace elements in Chironomidae (Diptera) taken from a heavy metal contaminated river. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2002. 42. P. 286–291.
7. Möller Z. Pollution and parasitism in the aquatic environment. *International Journal for Parasitology*. 1987. 17. P. 353–361.

УДК (574.24:574.522)(574.63+579.68)

### МІКРОБІОЛОГІЧНІ ІНДИКАТОРИ КОМПЛЕКСНОЇ ГІДРОБІОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ВОДОСХОВИЩА РІВНИННОЇ РІЧКИ (ОГЛЯД)

**Є. В. Старосила, Ю. М. Волюков, Т. С. Рибка**

Інститут гідробіології Національної Академії Наук України, проспект Героїв  
Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

Відомо чимало великих річних систем які перетворені у каскади водосховищ. За географічним положенням розрізняють водосховища рівнин,

які характеризуються значною територією водного дзеркала та затоплених земель на одиницю об'єму, невеликою максимальною (в основному до 25 м) та середніми (5-9 м) глибинами, значним осушенням площі дзеркала та підтопленням земель при коливаннях рівня, комплексним використанням берегів тощо. Гідрологічний, гідрохімічний та гідробіологічний режими водосховищ формуються під впливом процесів, що відбуваються на водозбірній площі, у прибережній зоні та самій водоймі. Аналіз особливостей режимів водосховищ показує, що це принципово інший, чим озеро чи річка, тип водного об'єкта з суттєво просторовою неоднорідною структурою абіотичних умов, таких, що різняться чисельністю та продуктивністю основних екологічних компонентів [1].

Моніторинг стану гідроекосистем, у тому числі і водосховищ, є обов'язковою складовою комплексу природоохоронних заходів. Для того, щоб встановити критерії стійкості та гнучкості екосистеми, визначити критичне антропогене навантаження та стійкість функціонування, потрібна оцінка змін, що відбулися у ній під дією антропогенних факторів. Мікробна складова планктону та бентосу відіграє важливу роль у цьому, оскільки виконує всі найважливіші біогеохімічні процеси у водному середовищі. Структурні та функціональні параметри бактеріопланктону і бактеріобентосу тісно пов'язані з фізико-хімічними, гідрологічними та біологічними умовами у водоймах екосистемах. Інформацію про різні аспекти екологічних змін у водосховищах можна отримати вивчаючи: кількість бактерій, чисельність окремих еколого-фізіологічних груп, динаміку їх розвитку, метаболічну активність, продукціо-деструкційні процеси, зв'язок між цими показниками і різними біотичними та абіотичними чинниками тощо [4-6, 13, 17-20].

Важливим аспектом в системі мікробіологічного моніторингу водосховищ є комплексне вивчення їх екологічного і санітарного стану. На сьогодні, вже накопичено багато даних, які свідчать про те, що активне забруднення відкритих водойм призводить до порушення побудованих еволюцією водних біоценозів. Мікроорганізми на відміну від гідрохімічних і деяких біологічних маркерів швидше інформують про стан екосистеми в умовах впливу різних антропогенних факторів [3, 7, 9, 10, 13, 18].

Екологічні зв'язки мікроорганізмів досить різноманітні. Найбільш значущими є зв'язки з первинними продуцентами, здатними використовувати біогени і розчинену органічну речовину. Важливими є зв'язки з хижакками (консументами) першого порядку, що споживають бактеріальну біомасу, а також з вірусами, які є також своєрідними хижакками (паразитами) першого порядку. Віруси і бактеріофаги, через «вірусний шунт» (лізис клітин бактерій), відіграють істотну роль в мікробіальній «петлі» і круговороті органічного вуглецю у водних об'єктах [2, 12-16].

Один з мікробіологічних тестів еколого-санітарного стану гідроекосистеми та придатності водного середовища до комплексного використання — це присутність у воді патогенної і потенційно патогенної мікрофлори. Відомо, про збільшення частки таких мікроорганізмів у місцях найбільшого антропогенного впливу на водні об'єкти, а саме населені пункти,

берегова лінія, місця скиду стічних вод, урбанізовані території, місця для рекреації тощо [8, 11, 19, 20].

Отже, аналіз фахової літератури показав, що розвиток бактеріального населення водосховищ визначається ступенем трофності водойми, яка обумовлена характером та ступенем антропогенного впливу, гідрологічними та гідрохімічними параметрами, кількістю та якістю органічної речовини, складом та структурою донних відкладів, тиском хижаків та вірусів тощо.

#### *Література*

1. Актуальные проблемы водохранилищ : Всерос. конф. с участием специалистов со стран ближнего и дальнего зарубежья, 29 октября – 3 ноября 2002, Борок. Ярославль : ЯГТУ, 2002. 360 с.

2. Головки Т. В., Жданова Г. А. Особенности бактериального питания некоторых планктонных ракообразных в Киевском водохранилище. *Гидробиол. журн.* 1990. Т. 26, № 1. С. 14–19.

3. Дзюбан А. Н., Косолапов Д. Б., Кузнецова И. А. Микробиологические процессы в донных отложениях Рыбинского водохранилища и озера Плещеево как факторы формирования качества водной среды. *Гидробиол. журн.* 2005. Т. 41, № 4. С. 82–88.

4. Копылов А. И., Косолапов Д. Б., Рыбакова И. В. Оценка численности, биомассы и продукции гетеротрофных бактерий в водохранилищах Верхней Волги. *Водные ресурсы.* 2019. Т. 46, № 1. С. 35–42.

5. Оксийук О. П., Тимченко В. М., Якушин В. М., Линник П. Н. Кислородный баланс Киевского водохранилища в зимний период. *Гидробиол. журн.* 2001. Т.37, № 3. С. 10–22.

6. Олейник Г. Н., Белоконь В. Н., Кабакова Т. Н. Бактериобентос и содержание тяжелых металлов в донных отложениях Сасыкского водохранилища. *Гидробиол. журн.* 1996. Т. 32, № 6. С. 21–31.

7. Старосила Е. В. Структурные и функциональные характеристики бактериопланктона и бактериобентоса водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки. *Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы* : VII Междунар. конф. по водной токсикологии, 16-20 сентября 2020 г., Борок. Ярославль : Филигрань, С. 185–188.

8. Старосила Е. В., Юришинець В. І. Вміст умовно-патогенних бактерій у різнотипних водних об'єктах. *Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти*: VI Міжнар. науково-практична конф., 14-15 листопада, 2019 р., Київ. С. 189–192.

9. Старосила Е. В. Мікробіоценоз лентичних екосистем модельних водойм в умовах урболандшафту. *Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті проблем довкілля та соціальних викликів* : VIII з'їзд Гідроекологічного товариства України, 6–8 листопада 2019 р., Київ. С. 85–88.

10. Шерышева Н. Г., Дзюбан А. Н., Ракитина Т. А. Оценка экологического состояния водохранилищ Камского каскада на основе показателей бактериобентоса. *Вода: химия и экология.* 2016. №.8. С. 45–50.

11. Li L., Mendis N., Trigui H., Oliver J. D., Faucher S. P. The importance of the viable but non-culturable state in human bacterial pathogens. *Front Microbiol. Microbial Physiology and Metabolism*. 2014. Volume 5. P. 1–19.

12. Lorenzo-Morales J., Coronado-Alvarez N., Martínez-Carretero E., Maciver S.K., Valladares B. Detection of four adenovirus serotypes within water-isolated strains of *Acanthamoeba* in the Canary Islands, Spain. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2007. Vol. 77, N 4. P. 753–756.

13. Oleynik G. N., Yurishinets V. I., Starosila Ye. V. Bacterioplankton and bacteriobenthos as biological indicators of aquatic ecosystem state. *Hydrobiol. J.* 2011. Vol. 47, N 2. P. 37–48.

14. Oleynik G. N., Yurishinets V. I., Starosila Ye. V. Viruses in aquatic ecosystems: distribution and ecological role (a review). *Hydrobiol. J.* 2012. Vol. 48, N 5. P. 69–75.

15. Sherr E. B., Sherr B. F. Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2002. Vol. 81, N 1–4. P. 293–308.

16. Starosila Ye. V., Oleynik G. N., Golovko T. V., Yurishinets V. I. Viruses in microbial “loop” in the aquatic ecosystems (a review). *Hydrobiol. J.* 2013. Vol. 49, N 6. P. 55–63.

17. Starosyla Ye. V. Catalase activity in bottom sediments of the water bodies of different types in the urbanized territory. *Hydrobiol. J.* 2020. Vol. 56, N 1. P. 70–80.

18. Starosyla Ye. V. Microbiological processes of organic matter decomposition in the water of some lakes of Kyiv. *Hydrobiol. J.* 2021. Vol. 57, N 2. P. 54–61.

19. Starosyla Ye. V. Conditionally pathogenic and pathogenic microorganisms in hydroecosystems and their role in water quality assessment (a review). *Hydrobiol. J.* 2021. Vol. 57, N 4. P. 27–35.

20. Starosyla Yev. Microbiological monitoring of potentially pathogenic microorganisms in different types of water bodies. *Innovation in science: global trends and regional aspect*: International scientific conf., March 12–13, 2021, Riga, Latvia. 2021. P. 13–16.

УДК 574.22: 597.5

## УТРИМАННЯ ТА РОЗВЕДЕННЯ ДАНІО РЕРІО GLO FISH ТА ЇЇ ВИХІДНОЇ ФОРМИ

**Д. А. Ткаченко, Д. А. Вискушенко, Ю. В. Максименко**

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

Акваріумістика з кожним роком стає все більш популярною серед широкого кола поціновувачів утримання тварин вдома. Вважається, що акваріумні гідробіонти не вимагають особливого та складного догляду. Як наслідок, акваріуми різної форми та розмірів все частіше можна побачити у

офісах, закладах освіти та й просто вдома у відповідних аматорів. Звичайно, акваріумісти-початківці намагаються знайти гідробіонтів для утримання, які б з одного боку були красивими і ефектно виглядали у акваріумі, а з другого – були відносно невибагливими до гідрохімічних параметрів водного середовища та інших умов утримання. Одними із улюбленців вважають Данію реріо (*Danio rerio*). Ця популярна акваріумна рибка може легко і швидко адаптуватися до змін середовища, в якому перебуває. Саме це і приваблює як досвідчених акваріумістів, так і початківців. Крім того, свою популярність ці невеликі рибки завойовують такими характерними ознаками як спритність, яскраве забарвлення тіла та невибагливість до умов утримання. Саме завдяки цим рисам і привертається увага людей та їх бажання отримати такого ж улюбленця.

Якщо коротко описувати вигляд вихідної форми Данію реріо, то можна сказати, що цей представник має вузьке, сплющене по боках тіло, до 4-5 сантиметрів в довжину. Щодо забарвлення тіла, то воно зазвичай у всіх однакове і є смугастим, з чередуванням жовтуватих та синіх смужок. Вони досить ефектно заповнюють верхні шари води в акваріумі, де й проводять більшу частину свого життя [1]. Але існують генно модифіковані види, які відрізняються від вихідної форми. Найбільш відомими серед таких представників є Glo Fish, що з'явилися в 2003 році. Вони можуть мати такі відмінності як вуалеві плавники та зелене, синє або рожеве забарвлення. Ще однією особливою ознакою цього виду є здатність до світіння, завдяки вбудованим у генотип біоломінісцентним генам, взятим у медузи.

Є також гібридна форма Данію реріо, що має напівпрозоре забарвлення та була утворена завдяки мутагенезу. Таким чином забарвлення майже відсутнє через неможливість вироблення меланіну. Не менш відомою модифікованою формою цих мешканців є Данію реріо з жовтуватими плавниками, які на кінці оточені помаранчевою смужкою.

Щодо утримання вихідної форми Данію реріо та Glo Fish, то можна помітити деякі, хоч і зовсім не принципи, відмінності. Наприклад, температура води, за нашими спостереженнями, для модифікованої форми може бути дещо теплішою і сягати навіть 26°C. Хоча ці гідробіонти досить комфортно себе почувають при температурі водного середовища від 18 до 25°C. В той час як жорсткість води слід тримати в межах до 10°, а кислотність має становити 6-7,5. Воду у акваріумі слід підмінювати щонайменше один раз в тиждень приблизно на чверть його об'єму. В облаштуванні акваріуму особливих труднощів також не виникає. Він має бути середніх розмірів, з рослинністю та невеликою кількістю декорацій. Важливим є те, що акваріум обов'язково має бути накритий кришкою, так як представники цього виду можуть іноді навіть вистрибувати з води.

Харчуються ці гідробіонти, як і більшість інших подібних невеликих акваріумних рибок, двічі на день. Зазвичай в їх раціон входить сухий корм різних виробників, що чергується з різноманітними мороженими кормами. Але варто ще раз наголосити, що харчування має бути різноманітним. Також корм має бути не великих розмірів, щоб данію реріо Glo Fish могли з легкістю

його проковтнути. Ще однією важливою особливістю є те, що ці представники їдять те, що знаходиться у верхніх шарах води. Тобто корм, який впав на дно акваріуму лишається недоторканим, тому потрібно відразу правильно розраховувати пропорції аби риба було достатньо їжі.

Розведення Данію реріо Glo Fish не вимагає особливих складнощів. Основними пунктами, яких слід дотримуватись є:

- Тимчасове переселення самця від самки в інший акваріум;
- Облаштування дна акваріума сіткою;
- Підтримка сталої температури та гідрохімічних параметрів води.

Майбутніх плідників протягом 10-12 днів інтенсивно годують різноманітними і якісними кормами, після чого поміщають у нерестовий акваріум. Може також бути одночасний нерест декількох самців та самок. По завершенню нересту плідників переносять до іншої ємності, і вже через декілька днів з'являються личинки, а потім і мальки. Якщо ж дорослих особин не видалити з нерестового акваріуму, то через деякий час вони можуть з'їсти своє потомство.

В підсумку можна сказати, що данію реріо Glo Fish та вихідна форма суттєвих відмінностей по утриманню та розведенню не мають. Тому не буде дуже великою помилкою для аматорів користуватись довідковою літературою щодо утримання вихідної форми данію реріо під час утримання її генетичної модифікації Glo Fish.

#### *Література*

1. Буднік С. В., Колосок А. М. Акваріуміст-початківець : навч. посіб. 2-ге вид. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 156 с.

УДК 567:547

### **ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ ХЛОРШРИФОСУ НА ЛИЧИНОК КОРОПА ЗА УМОВ МОДЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ І БІОТЕСТУВАННЯ**

***Ю. М. Худіяш, М. В. Причепя, К. Кофонов, Ю. О. Коваленко, І. М. Коновець, О. С. Потрохов, О. Г. Зіньковський***

Інститут гідробіології НАН України, проспект Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

Однією з головних причин порушення екологічної рівноваги між середовищем і біотою є забруднення водних екосистем токсичними сполуками. Незадовільна якість води, викликана надходженням токсикантів різної хімічної природи у водне середовище, може стати причиною істотних змін у біорізноманітті та продуктивності водойм. Забруднення вод відбувається в результаті потрапляння до водойми зі стічними водами та атмосферними опадами різноманітних речовин як природного, так і антропогенного походження.

Токсикологічний метод встановлення меж отруйності речовин є найбільш традиційним. Однак, у більшості випадків, він не дає повної картини наслідків

короткочасного та тривалого впливу токсиканту. Біотестування, в такому випадку, є більш доцільним методом визначення екологічного стану водойм і виявлення особливостей її токсичності. На відміну від визначення токсичності хімічних речовин шляхом встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК), біотестування вод різноманітного походження – як природного, так і штучного, проводиться без врахування детального гідрохімічного складу. Результати біотестування будуть залежати від комбінованого впливу всіх наявних забруднюючих речовин, з урахуванням їх хімічної трансформації, загального гідрохімічного режиму. Встановлення ГДК токсикантів класичним шляхом проведенням низки модельних експериментів можуть відрізнятися від концентрацій, які можуть спричинити певні порушення у водних екосистемах.

Метою наших досліджень було порівняння токсичного ефекту хлорпірифосу на личинок коропа за умов модельного експерименту і біотестування.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводилося на Білоцерківській експериментальній гідробіологічній станції Інституту гідробіології НАН України. Як токсикант використовувався хлорпірифос (О,О-Диетил-О-3,5,6-трихлор-2-піридилфосфотіоат,  $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$ ). Він є часто використовуваним фосфотіоатним інсектицидом широкого спектру дії, який проявляє активність проти широкого спектру комах і кліщів [1].

Об'єктами дослідження були личинки коропа звичайного (*Cyprinus carpio* L.), отримані заводським методом відтворення. Риби на ранньому постембріональному етапі онтогенезу найбільш чутливі до впливу токсикантів. Це дає змогу точніше визначати токсичність хлорпірифосу для біологічних об'єктів.

Для встановлення токсичного ефекту хлорпірифосу було проведено серію модельних експериментів із концентраціями токсиканту 0,0005; 0,005; 0,05 і 0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Термін експозиції становив 72 год.

Зразки води для біотестування було відібрано з природних водойм, які близько розміщені відносно сільськогосподарських угідь: з ділянки р. Протока (біля с. Піщане), руслова ділянка р. Рось (поблизу с. Городище та с. Пилипча), Білоцерківське середнє водосховище (ділянка, що розташована вище за течією від м. Біла Церква). Дослідження проводили аналогічним чином як і в модельному експерименті.

Вміст хлорпірифосу визначали методом хромато-мас-спектрометрії [5].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Модельні експерименти з визначенню токсичного ефекту хлорпірифосу на личинках коропа показали, що на 72 год експерименту LC50 хлорпірифосу становило 0,008 мг/дм<sup>3</sup>. Згідно з Узгодженою на глобальному рівні системою класифікації та маркування хімічних речовин (УГС) [4] сполуки з подібним ступенем токсичності відносяться з класами небезпеки "гостра токсичність 1" та "хронічна токсичність 1".

Токсичність фосфорорганічних пестицидів, в тому числі і хлорпірифосу, для риб пов'язана з антихолінестеразним ефектом. Хлорпірифос, насамперед, через активовані метаболіти, викликає стійке пригнічення активності

ацетилхолінестерази (АХЕ) у головному мозку та периферичній нервовій системі. АХЕ є компонентом постсинаптичної мембрани центральних і периферичних холінергічних синапсів. Таке пригнічення ферменту призводить до зниження деградації нейромедіатора (ацетилхоліну) і, як наслідок, надмірної стимуляції пов'язаних синаптичних систем.

При взаємодії пестициду з естеразами відбувається пригнічення їхньої активності в результаті конкурентного гальмування і призводить до порушення проходження нервових імпульсів [3].

Також встановлено, що хлорпірифос може впливати й на інші нейромедіатори та ферменти за концентрацій, нижчих за ті, що викликають гальмування ацетилхолінестеразної активності. Окрім холінестеразних ензимів при дії хлорпірифосу, були виявлені інші потенційні мішені, зокрема, деякі автори вказують вплив на АТФ-азну та пероксидазну активність [2].

Проте слід відмітити, що токсичний ефект хлорпірифосу на біоту в природних умовах часто не відповідає встановленим в модельних експериментах летальним концентраціям. Це пов'язано із комплексом інших чинників, які потенційно можуть впливати як на біоту, так і на активність самого токсиканту.

Вода з ділянок р. Протока (біля с. Піщана), руслової ділянки р. Рось (біля с. Городище та с. Пилипча) та Білоцерківського середнього водосховища (ділянка, що розташована вище за течією від м. Біла Церква) містила наступні концентрації хлорпірифосу: 0,0032; 0,0113; 0,0065 та сліди ( $<0,0001$ ) мг/дм<sup>3</sup> відповідно.

Результати біотестування якості води природних водойм на личинках коропа, показали значно нижчу токсичність хлорпірифосу.  $LC_{50}$  для личинок коропа становила 0,255 мг/дм<sup>3</sup>, що в 30 разів нижче, ніж в токсикологічних експериментах.

Очевидно, зниження токсичності хлорпірифосу може бути пов'язано з багатьма факторами. Токсикант може хімічно зв'язуватися або адсорбуватися колоїдними частками, бактеріями тощо. Також на токсичність хлорпірифосу може впливати гідрохімічний склад води, зокрема мінералізація, рН природної води з різних ділянок водойм. Крім того, він може активно поглинатися фіто- та зоопланктоном [1].

Отже, результати наших досліджень свідчать про те, що загальноприйнятий токсикологічний метод визначення гранично допустимих концентрацій та  $LC$  токсиканту дещо не відповідає методу біотестування якості води. ГДК показники, отримані при класичному методі серій лабораторних досліджень можуть бути завищеними а отже при надходженні токсиканту у природну водойму його потрібна більша кількість для шкодочинного впливу на біоту. Очевидно, це пов'язано з тим, що класичний токсикологічний метод об'єктивно не відображає комплексну дію всіх факторів, наявних у водних екосистемах. Відповідно, на тлі цих фактів, метод біотестування є більш доцільним. Він є зручним критерієм встановлення токсичності середовища на основі вивчення особливостей реакції організмів на діючі чинники. Цей метод визначає загальний екологічний стан водойми незалежно від забруднюючих



речовини та їх співвідношенні у водоймі. Слід відмітити, що під час проведення біотестування якості води можна визначати відхилення тест-об'єкту від норми за морфологічними, фізіологічними та біохімічними показниками. Застосування комплексу різних методів надає можливість спрогнозувати подальший розвиток екологічної ситуації на досліджуваній водоймі.

#### *Література*

2. Barron M. G., Woodburn K. B. Ecotoxicology of chlorpyrifos. *Reviews of environmental contamination and toxicology*. 1995. P. 1–93.

3. Čolović M., Lazarević-Pašti T., Vasić V. Toxic effects of chlorpyrifos and its metabolites on some physiologically important enzymes: Atp-ases, cholinesterases, peroxidases. *Toxicological Properties, Uses And Effects On Human Health*. 2015. P. 87.

4. Lessenger J. E., Reese B. E. The pathophysiology of acetylcholinesterase inhibiting pesticides. *Journal of Agromedicine*. 2001. Vol. 7(2). P. 5–19.

5. Узгоджена на глобальному рівні система класифікації та маркування хімічних речовин (УГС) (The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS)). URL : [https://unece.org/sites/default/files/2021-09/GHS\\_Rev9E\\_0.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2021-09/GHS_Rev9E_0.pdf)

6. Управління транскордонним басейном Дністра: встановлення референційних показників та оцінка екологічного стану масивів поверхневих вод : монографія / С. О. Афанасьєв та ін. Київ : Кафедра, 2019. С. 87.

## СЕКЦІЯ 6. МІКРОБІОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ

УДК 619:616.9:579:842.11:636.2

### МІКРОБІОТА КИШКІВНИКА СОБАК ЗА ВІРУСНОГО ЕНТЕРИТУ

*Л. П. Горальський<sup>1</sup>, М. Л. Радзиховський<sup>2</sup>, Р. М. Сачук<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна

<sup>3</sup>Рівненський державний гуманітарний університет, вул. С. Бандери, 12, Рівне, 33000, Україна

Кишкові інфекції залишаються однією із найважливіших проблем охорони здоров'я. За даними ВООЗ, найбільш поширеними у світі серед інфекційних хвороб є бактеріальні та вірусні діареї. Подібна ситуація реєструється і серед хвороб собак, де ентерити заразної етіології посідають провідне місце [1-3].

Нормальна (індигенна) мікрофлора не може однозначно сприйматися, як абсолютно безпечна, не шкідлива для макроорганізму. На сьогодні описано багато випадків коли представники нормобіоти спричинюють розвиток в організмі хазяїна патологічного процесу. Нормальна мікрофлора може бути лише тоді, коли вона не тільки відповідає нормам за якісним і кількісним складом, але й перебуває у відведених їй природою місцях макроорганізму, за умови нормального функціонування імунної системи [4-6].

Мікробіота ШКТ відіграє важливу роль у здоров'ї собак, стимулюючи імунну систему, впливаючи на структуру кишечника, сприяючи захисту від патогенних мікроорганізмів і забезпечуючи умови для повноцінного існування тварини [7, 8].

Матеріалом дослідження був патологічний матеріал, відібраний під час патологоанатомічного розтину, а саме: проби тонкого та товстого відділу кишечника з вмістом від п'яти собак інфікованих вірусним антигеном.

В умовах лабораторії кафедри проводилися засіви 10%-ої суспензії кишечника з вмістом, на відповідні для кожного збудника живильні середовища.

За вірусного ентериту у собак, в кишечнику були виявлені в значній кількості лактобактерії, основна роль яких це антагоністи росту патогенної мікрофлори. У інфікованих собак відмічали розвиток дисбактеріозу, що пов'язано із зниженням кількості біфідобактерій, найбільшої групи нормобіотів мікрофлори кишечника собак. Також у дослідних тварин виявляли ще одного представника умовно патогенної мікрофлори кишечника, а саме колонії *Escherichiacoli* кількість яких не перевищила допустимий рівень.

Використовуючи МПА з додаванням 10% сироватки крові великої рогатої худоби і жовтково-сольовий агар для стафілококів, виділяли кокові форми

мікроорганізмів, а саме малочисельну групу, що входить в склад природної мікрофлори кишечника собак – ентерококи.

За вірусного ентериту, у всіх дослідних собак, з кишечника висівали одну із малочисельних груп мікроорганізмів – клостридії. Ідентифікацію проводили шляхом фарбування ізолятів за Грамом, після чого було встановлено непатогенний вплив культивованих клостридій. До цього ж виявляли представників умовно патогенної мікрофлори – гриби роду *Candida*, які завжди присутні в організмі і не тільки у кишечнику. У всіх дослідних пробах від собак інфікованих коронавірусом в незначній кількості відмічали бактерії роду *Proteus*.

Висновки. За вірусної інфекції до складу асоціацій входила більшість представників індигенної мікрофлори. За ознаками таксономічної належності мікроорганізмів, більшість асоціацій представлені ~ 90% бактеріальною і біля 10% – бактеріально-грибковою асоціацією. У жодній пробі не виділено сальмонел або інших патогенних мікроорганізмів. Виявлені мікроорганізми є фізіологічними симбіонтами кишечника собак, тому їх існування не впливає на тяжкість вірусного ентериту.

#### Література

1. Фасоля В. П. Структура внутрішніх хвороб собак у м. Житомирі. *Вісник БДАУ*. 2001. Вип. 18. С. 158–163.
2. Радзиховський М.Л. Нозологічний профіль ентеритів у собак. *Біологія тварин. Актуальні проблеми сучасної біології тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали міжнар. наук.-прак. конф., 29-30 вер. 2016 р. Львів. 2016. Т. 18, № 3. С. 176.
3. Guard B. C., Barr J. W., Reddivari L., Klemashevich C., Jayaraman A., Steiner J. M., Vanamala J., Suchodolski J. S. Characterization of Microbial Dysbiosis and Metabolomic Changes in Dogs with Acute Diarrhea. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10 (5). P. 1–24. DOI: 10.1371/journal.pone.0127259.
4. Wang J., Cheng S., Cheng Y. Evidence for natural recombination between mink enteritis virus and canine parvovirus. *Journal of Virology*. 2012. Vol. 9. P. 252–569. DOI: 10.1186/1743-422X-9-252.
5. Licitra B. N., Whittaker G. R., Dubovi E. J., Duhamel G. E. Genotypic Characterization of Canine Coronaviruses Associated with Fatal Canine Neonatal Enteritis in the United States. *Journal of Clinical Microbiology*. 2014. Vol. 12 (52). P. 4230–4238. DOI: 10.1128/JCM.02158-14.
6. Greene C. E., Decaro N. Canine Viral Enteritis. *Veterian Key*. URL: <https://veteriankey.com/canine-viral-enteritis/>.
7. Bell J. A., Kopper J. J., Turnbull J. A., Barbu N. I., Murphy A. J., Mansfield L. S. Ecological characterization of the colonic microbiota of normal and diarrhetic dogs. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*. 2008. DOI: 10.1155/2008/149694/.
- Hooda S., Minamoto Y., Suchodolski J. S., Swanson K. S. Current state of knowledge: the canine gastrointestinal microbiome. *Journal Animal Health Research Reviews*. 2012. Vol. 13(1). P. 78–88. DOI: 10.1017/S1466252312000059.

## ПОШИРЕННЯ *PECTOBACTERIUM ATROSEPTICUM* ТА *CLAVIBACTER MICHIGANENSIS* SUBSP. *SEPEDONICUS* В УРОЖАЇ КАРТОПЛІ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ У 2021 РОЦІ

Н. Г. Грицева<sup>1,2</sup>, Л. М. Сківка<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини», вул. Володимирська, 60/13, Київ, 01601, Україна

<sup>2</sup>ТОВ «Сингента», вул. Козацька, 120/4, Київ, 03680, Україна

Картопля є однією з найпоширеніших культур універсального використання: основною продовольчою, кормовою і технічною культурою [3, 4]. Картопля – одна з сільськогосподарських культур з високою сприйнятливістю до ураження фітопатогенними організмами [1]. Фітосанітарні заходи, які включають всебічний аналіз як майбутнього садивного матеріалу так і отриманого врожаю, є важливим аспектом мінімізації втрат останнього та високої ефективності вирощування цієї важливої овочевої культури. Одним з обмежень, що впливає на виробництво картоплі, є хвороби бактеріальної етіології [5]. *Pectobacterium atrosepticum* належить до комплексу збудників мокрої гнилі та чорної ніжки картоплі, що викликають важкі ураження як при вегетації так і при зберіганні бульб [6]. *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* (Cms) – збудник бактеріальної кільцевої гнилі, що є серйозною загрозою для посівів. Основним джерелом Cms є уражені бульби картоплі, після інфікування яких бактерії розмножуються і через судинну систему поширюються у тканинах рослини [7]. За даними Державної служби статистики України у 2021 році було зареєстровано близько 1283,1 тис га земельних угідь під посів картоплі. При цьому на південь країни припало більше 40% посівних площ під картоплю від зареєстрованих угідь під овочеві та баштанні продовольчі культури на даній території [2]. Через відсутність протягом тривалого часу високоінформативних та специфічних методів діагностики збудників бактеріозів картоплі, дані про поширення цих мікроорганізмів здебільшого фрагментарні та не систематизовані.

Метою нашого дослідження було дослідити поширення *Pectobacterium atrosepticum* та *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* в урожаї картоплі 2021 року на півдні України.

Об'єктами досліджень слугували 280 бульб картоплі, відібрані відповідно ДСТУ 4014-2001 з Одеської, Миколаївської та Херсонської областей.

Наявність збудників бактеріальних інфекцій визначали імунохімічним методом (Sandwich-варіант) DAS ELISA з використанням комерційних тест-систем LEOWE® Standard Complete Kit (Німеччина) відповідно до інструкції виробника.

Розрахунок відсоткового поширення інфекції проводили за формулою:

$$\frac{n}{N} \times 100\%$$

де n – кількість уражених бульб, N – загальна кількість бульб [8].

За результатами проведених досліджень було встановлено, що найвищий відсоток присутності *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* спостерігався в Одеській області і склав 7,5%. У Херсонській та Миколаївській областях показник поширеності збудника кільцевої гнилі становив 2,5% та 0,8% відповідно.

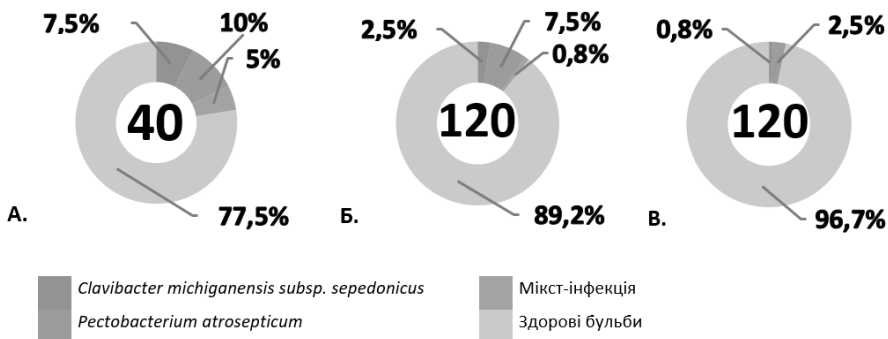


Рис. Поширення моноінфекції, викликаной *Pectobacterium atrosepticum*, *Clavibacter michiganensis subsp. Sepedonicus*, та змішаної інфекції у досліджуваних бульбах картоплі Одеської області (А), Херсонської області (Б), Миколаївської області (В).

Найвищий відсоток ураження досліджуваних бульб збудником мокрої гнилі також був виявлений в Одеській області і сягав 10,0%. У Херсонській області показник поширення *Pectobacterium atrosepticum* становив 7,5%, у Миколаївській області – 2,5%.

Також слід зазначити, що змішана інфекція була виявлена лише в Одеській та Херсонській областях і становила 5,0% та 0,8% відповідно. У дослідних бульбах з Миколаївської області змішана інфекція не виявлялася.

Таким чином, за результатами проведених досліджень отримано дані стосовно поширеності збудників кільцевої *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* та мокрої гнилей *Pectobacterium atrosepticum* картоплі у південних областях України, які можуть бути використані для планування фітосанітарних заходів, спрямованих на запобігання поширення інфекції у місцях зберігання врожаю.

#### Література

1. Гвоздяк Р. І. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин. / Р. І. Гвоздяк та ін. Київ : ТОВ «НВП «Інтерсервіс»», 2011. 444 с.
2. Державна служба статистики України [Інтернет]. Державна служба статистики України; [цитовано 19 верес. 2022]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
3. Пінчук Н. В., Вергелес П. М., Коваленко Т. М. Вплив технологічних прийомів вирощування картоплі на якість продукції. *Сільське господарство та лісівництво* : зб. наук. пр. Вінниця : ВНАУ. 2020. № 18. С. 91–103.

4. Поліщук І. С., Мазур В. А., Поліщук М. І., Дячук В. В. Картопля – високоенергетична культура Вінниччини і сировина для виробництва біоетанолу. *Відновлювані джерела енергії* : зб. наук. пр. Вінниця : ВНАУ. 2011. №8(48). С. 9–13

5. Charkowski, A. Bacterial diseases of potato / A. Charkowski et al. The potato crop. Cham, 2020. P. 351–388. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_10) (date of access: 08.09.2022).

6. Padilla-Gálvez, N.. Antagonistic activity of endophytic actinobacteria from native potatoes (*Solanum tuberosum subsp. tuberosum* L.) against *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum* and *Pectobacterium atrosepticum* / N. Padilla-Gálvez et al. BMC microbiology. 2021. Vol. 21, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s12866-021-02393-x> (date of access: 08.09.2022).

7. Sagcan H., Turgut Kara N. Detection of Potato ring rot Pathogen *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* by Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay. Scientific Reports. 2019. Vol. 9, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56680-9> (date of access: 19.09.2022).

8. Tri Joko, I. Hartono, S. Survey and Detection of *Pectobacterium atrosepticum* in Major Potato-Growing Areas in Central Java Province, Indonesia. Ilmu Pertanian (Agricultural Science). 2016. Vol. 1, No. 1. DOI: [doi.org/10.22146/ipas.11654](https://doi.org/10.22146/ipas.11654).

УДК 579.887

## ВПЛИВ ШТУЧНО ЗМІНЕНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ НА ФІТОПЛАЗМОВЕ УРАЖЕННЯ ЛЮЦЕРНИ

**К. С. Коробкова**

Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України, вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, 03143, Україна

Згідно з прогнозуванням Всесвітньої метеорологічної організації ООН (ВМО), найближчими роками ситуація зі зміною клімату на планеті може різко погіршитись, і до 2026 року середня річна температура на Землі вперше перевищити доіндустріальний рівень понад 1,5 градусів. У посушливих та напівзасушливих районах знаходиться більшість ґрунтів, де засоленість залежить від регулярних змін вологості клімату. Ґрунти посушливих регіонів характеризуються відсутністю органічних речовин та низьким вмістом доступної вологи. За даними ФАО, площа засолених ґрунтів оцінюється в 400 мільйонів гектарів і становить понад 6% загальної площі сільськогосподарських земель. На форумах з проблем опустелювання з метою протидії зміні клімату вчені закликають до розширення масштабів відновлення земель та застосування рішень, заснованих на природних факторах.

Надмірна кількість солей негативно впливає не тільки на фізико-хімічні властивості ґрунту, а й насамперед, на фізіологію рослин і процеси рослинно–мікробної взаємодії. За умов сольового стресу пригнічується коренева система,

а саме, змінюється довжина і діаметр кореня, кількість кореневих волосків, діаметр судин ксилеми, ширина кореневої кори та відкладення суберину. Сольовий стрес запобігає зростанню коренів, пригнічує поділ і подовження клітин. В таких умовах спостерігається відсутність типової апікальної організації тканини, клітини епідермісу та паренхіми кори та серцевини «ущільнюються». Мінеральне харчування рослин різко погіршується, що зменшує їх здатність адаптуватися до стресу.

Оскільки дисбаланс між елементами живлення, нестача або навіть надмірна кількість добрив негативно позначається на всьому метаболізмі рослин, роблячи їх більш сприйнятливими до ушкодження фітопатогенними організмами, доцільно застосовувати збалансоване підживлення рослин, яке сприяє збільшенню стійкості рослин до хвороб та пошкодження паразитами. Крім того, все частіше застосовують технології, спрямовані на збільшення кількості мікроорганізмів у ризосфері рослин, здатних утворювати з ними симбіотичні комплекси і покращувати фізіологічний стан культурних рослин.

Метою дослідження було встановлення впливу хімічного навантаження – сполук марганцю, цинку, калію і молібдену на симбіотичну систему *Medicago sativa*–*Rhizobium meliloti* 425a і зараження люцерни фітоплазмою – *Acholeplasma laidlawii* var.*granulum* 118 у мікровегетаційному досліді, а також за умов додаткового засолення середовища NaCl.

Встановлено, що додаткове внесення у середовище мікровегетаційного досліді сульфату марганцю у концентрації 15мкМ помірно стимулює рослини люцерни у симбіозі з ризобіями (приблизно, на 7-10% підвищується маса рослин, довжина кореня, кількість і площа листків, стимулюється бульбочкоутворення), при цьому відбувається зменшення прояву фітоплазмозу – симптомів пожовтіння листків люцерни. Подальше збільшення концентрації MnSO<sub>4</sub> до 30, 60 і 90 мкМ прогресивно погіршують ці показники, відбувається пришвидшення проявів хвороби і загибель рослин.

Показано, що внесення у середовище мікровегетації ZnSO<sub>4</sub> x 7H<sub>2</sub>O у концентрації 100 мкМ сприяє утворенню симбіозу люцерни з *R. meliloti* 425a – кількість бульбочок підвищується на 10-13%, розвиток рослин покращується. У варіантах із ураженням *A. laidlawii* var.*granulum* 118 додавання сульфату цинку сприяє долаванню згубного впливу патогену і відновленню зеленого забарвлення листків рослин. Подальше збільшення дози внесення сполук цинку зменшує цей ефект, і при концентрації 300 мкМ розвиток рослини пригнічується, проте симптоми ураження ахолеплазмою проявляються більш чітко.

Встановлено, що внесення KCl (65 мкМ) у середовище вирощування рослин активізує процеси росту люцерни у симбіозі з ризобіями (15%), а при ураженні *A. laidlawii* var.*granulum* 118 відбувається зменшення прояву фітоплазмозу. Помітний інгібуючий вплив на рослини ця сполука виявляє лише від 5-разового збільшення концентрації у середовищі вирощування. Перевищення дози також анулює протекторний вплив цієї речовини відносно ураження люцерни.

Встановлено, що (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> у концентрації 250 мкМ стимулював утворення бобово-ризобійного симбіозу: за рахунок більш інтенсивного (на

20%) бульбочкоутворення відбувалось підвищення маси рослин (22%), збільшення росту рослин (14-16%), кількості листків (18%), довжини кореня. У поєднанні з інфікуванням рослин *A.laidlawii* var.*granulum* 118  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  ще більше стимулював розвиток рослин без підсилення симптомів фітоплазму. Проте, збільшення концентрації сполуки у понад 2 рази призводило до уповільнення ростових процесів і сприяло прояву фітопатогенних властивостей ахолеплазми.

Отже, в умовах засолення середовища 50мМ NaCl окреме внесення сполук марганцю, цинку, калію і молібдену у мікровегетаційному досліді у зазначених дозах призводило, з одного боку, до підвищення витривалості неінфікованих рослин до умов засолення (крім KCl), а з іншого – відбувалося підсилення розвитку фітоплазму. Підтверджено, що внесення в середовище мікровегетації *Rhizobium meliloti* 425a призводить до утворення бобово-ризобійного симбіозу, що сприяє покращенню порівняно з безризобійним контролем фізіологічного стану рослин і підвищенню стійкості до проявів фітоплазму люцерни в умовах штучного засолення.



## СЕКЦІЯ 7. СТІЙКІСТЬ ТА РОЗВИТОК ЕКОСИСТЕМ

УДК 630.443

### ДИНАМІКА І ПЕРСПЕКТИВИ ЯСЕНЕВИХ НАСАДЖЕНЬ В ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ

**Н. С. Бойко, Н. В. Драган, Н. М. Дойко, Ю. В. Пидорич**

Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України, Біла Церква – 13, 09113, Україна

В останні роки ясеню звичайному (*Fraxinus excelsior* L.), одній з найцінніших деревних порід України, присвячена увага багатьох дослідників через його масовий відпад від ураження халаровим некрозом.

В дендропарку «Олександрія» з 2011 року відбувається збільшений відпад ясеня, з формуванням осередків відпаду. Дана обставина стала підставою для вивчення структурної організації і закономірностей розвитку ценопопуляції ясеня звичайного по ектопам парку, виявлення причин відпаду, прогнозування наслідків для фітоценозів масового відпаду ясеня.

На даний час в ландшафтах дендропарку зростає 3876 екз. ясеня звичайного віком від 5 до 200 років. Основна доля ясеневих насаджень – 1540 екз. (39,7 %) зростає в східній частині парку (приблизно 20 % території парку), на ділянках природних насаджень недібровного типу. В центральній частині парку, на площі біля 25 % території парку, в складі природної вікової діброви зростає 951 екз. (24,5 %). Ще менше, 613 екз. (15,8 %) знаходиться в північній частині (біля 10 % території парку), на ділянках недібровного типу, в окремих ектопах з декоративними композиціями. Найменша кількість ясеневих насаджень зростає в західній частині парку (20 % території) – 124 екз. (3,2 %), у складі вікової діброви. В південно-західній частині, на незначній площі (2 % території парку) локально зростає Perezagushene насадження ясеня звичайного – 536 екз. (13,8%).

Важливою характеристикою популяції є вікові спектри, оскільки відображають її сучасний стан і намічають перспективи розвитку [1].

В природних місцезростаннях, з найбільшою кількістю ясеневих насаджень спостерігається повночленна вікова структура – присутні майже всі вікові групи. Основна доля припадає на жердняки (20-40 років) і середньовікові насадження 40-60 років: східна частина парку – 78-90 %, північна – 78-97 %, центральна – 61-75 %, північно-західна частина – 21 -55 %. Кількість ясеневих насаджень пристигаючого віку невелика – 247 екз., або 6,4 %, від 0 до 16% в різних місцезростаннях. Найбільша кількість в східній частині 168 екз, або 4,4 %, найменше – в південно-західній. Насадження стиглого і перестиглого віку включають лише 68 екз., або 1,8 %. З них 48 екз. (1,2 %) знаходиться в східній частині парку.

Таким чином, основна доля ясеневих насаджень зосереджена в східній частині парку, і це було основним місцезростанням ясеня в парку здавна, про

що свідчить велика кількість тут насаджень пристигаючого і стиглого віку. Західна частина парку почала заселятися ясенем пізніше. На окремих ділянках зростають рослини лише молодого віку, тобто формуються інвазійні популяції, тут є місцезростання, де абсолютно домінують молоді рослини. Невелика кількість рослин пристигаючого віку в даному районі – 6 екз. (до 30 % території) свідчить, що заселення території було поступовим, довгим. Відсутність відпаду ясеня на цих територіях за довгий період свідчить, що переважання рослин молодших вікових груп є доказом, що ясен за рахунок цих територій розширює в парку свої місцезростання.

Донедавна відпад ясеня був незначним. Починаючи з 2011 року почав відмічатися відпад ясеня, як тепер виявилось, з ознаками халарового некрозу. Осередки відпаду почали формуватися в східній частині парку тільки з 2015 року, з 2017 року поширюватися в північному і південному напрямках. Епіцентр халарового некрозу виник саме в місцях з найбільшою кількістю, густотою ясеневих насаджень. На швидкість всихання ясеня впливає ураження дерев ясеня кореневими гнилями. Кількість уражених кореневими гнилями дерев корелює з ураженням дерев халаровим некрозом і зменшується від епіцентру (де відбувається масовий вивал дерев ясеня при вітровалах) по ходу поширення халарового некрозу. В загальній кількості, з 2019 відбувся вивал біля 50 різновікових дерев ясеня.

За час спостережень з 2011 по 2021 роком випало 195 дерев ясеня. Найбільше в епіцентрі ураження – 149 дерев (76 % від загальної кількості загиблих). Наймасовішим був відпад в 2017-2019 роках – 139 екз. (71 %). Після певного зниження відпаду в 2020 році з 2021 року знову почав зростати. Очевидно, пояснюється тим, що в епіцентрі основна маса дерев без імунітету до халарового некрозу була знищена, а надалі зараження і відпад переміщуються в нові райони, де осередки тільки формуються.

Ще одним наслідком всихання ясенів в «Олександрії» ми виявили помітне зменшення їх сходів та підросту на недібровних ділянках парку та в віковій діброві. Значна частина ясенів заввишки 1-2 м всихає – на них чорніє листя і відмирають пагініці.

Масовий відпад ясенів матиме суттєві наслідки для фітоценозів парку. Уже зараз стало помітним руйнування декоративних ландшафтних композицій. Тільки в 2021 році на Ясеневій алеї загинули всі старовікові ясеня, що повністю знищило алею.

Масова загибель ясенів приведе до зміни насаджень. Особливо небезпечно випадання ясеня у віковій діброві, адже там ясен входить до 1 деревного ярусу і виступає як співдомінантний вид. Випадання ясеня приведе до зміни структури насаджень, зміни домінантних видів.

Відомо, що одним з головних елементів стійкого стану фітоценозів є структурна організацій деревостану. Самими оптимальними з точки зору стійкості є багатовидові угруповання. Будучи виведеними із стану рівноваги, вони можуть швидко перебудовуватися.

На даний час немає можливостей ні у нас, як і в цілому світі зупинити халаровий некроз. Проте, розрахунок потрібно робити на 5 % генетично

стійких до халарового некрозу ясенів. Очевидно, що полігоном для таких досліджень стане західна частина, де в екотонах зростає величезна кількість підросту і молодих дерев ясена.

*Література:*

1. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники / ред. О. В. Смирнова. Москва : «Прометей» МГПИ им. В. И. Ленина, 1989. 102 с.

УДК 628.194:628.11

**АЛЬГОЛОГІЗАЦІЯ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА  
ХЛОРЕЛОЮ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПОДОЛАННЯ «ЦВІТІННЯ»**

***В. В. Грубінко, О. І. Боднар, Н. М. Ткач***

Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка,  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46013, Україна

Одним з трендів екологізації водойм є необхідність запровадження адаптаційних заходів для зменшення негативного впливу змін клімату та ефективного пристосування до нових умов. Глобальне потепління змінює водну флору і фауну, і технологічні процеси в аквакультурі потребують корегування. Зокрема, підвищення температурного режиму, потребує перегляду практик оптимізації водних ресурсів. Однією з основних 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 мікродоростей. 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 на заключному етапі вегетації – при масовому відмиранні водоростей. Найбільше значення в розвитку фітопланктону до рівня «цвітіння» води мають синьо-зелені водорості. Період домінування синьо-зелених водоростей пов'язаний із пригніченням усіх інших компонентів фітопланктону унаслідок затемнення, перехоплення біогенних елементів і впливу токсичних виділень на інші планктонні види. Під час «цвітіння» води у водоймах поряд з продуктами розкладання синьо-зелених водоростей відбувається активний розвиток патогенних бактерій, що призводить до посилення загальної токсичності водного середовища та загострення епідеміологічної ситуації у водоймі. Вирішення проблеми збереження та відновлення природних ресурсів України можливе шляхом розробки і подальшої реалізації науково обґрунтованих планів водного та екологічного менеджменту із застосуванням біологічних способів боротьби зі шкідливими видами, в яких застосовують інші організми, що є їхніми природними ворогами. Ці способи повинні враховувати

не тільки сучасні умови формування гідроекологічного режиму природних водойм, але й їх зміни, що очікуються унаслідок впливу антропогенної діяльності та впливу кліматичних чинників [1].

Застосування хлорели відбувається успішно. В екоаквакультурі ця водорість може з успіхом застосовуватися як біологічний меліоратор, що очищує водойми і покращує якість води. Розвиток хлорели у водоймі пригнічує розвиток синьо-зелених водоростей, особливо в умовах підвищеної температури води, і це зберігає необхідний для вирощування гідробіонтів кисень у воді та забезпечує її належну кислотність.

На сучасному етапі інноваційним підходом, який значно дозволяє знизити рівень забруднення водойм та покращити органолептичні властивості води, є біоремедіація водойм суспензією хлорели, яка основана на альголізації водойм планктонними штамами зеленої мікроводорості *Chlorella vulgaris*. Технологія заснована на біологічних властивостях живої планктонної хлорели пригнічувати розвиток синьо-зелених водоростей (ціанобактерій). Хлорела проявляє природну конкуренцію та здатна витіснити синьо-зелені водорості з водойм, ліквідує наслідки «цвітіння»: очищує воду, насичує її киснем, відновлює популяцію фіто- та зоо- планктону забезпечуючи рибу природною кормовою базою.

Очищуючи водне середовище від біогенних елементів (N і P), водні рослини стримують «цвітіння» води синьо-зеленими водоростями. Перспективним напрямком зниження евтрофікації вод і захисту їх від забруднення може бути фітомеліорація, тобто культивування вищої водної рослинності в прибережних зонах для затримки біогенних елементів, що надходять із полів, тваринницьких ферм і населених пунктів. Альголізація водойм хлорелою вже кілька років поспіль з успіхом використовується рибоводними господарствами. Водорість має здатність «вільного» і рівномірного розподілу в середовищі. Потрапляючи у водойму, планктонна Хлорела не осідає на дно і не прилипає до вищої рослинності, а знаходиться і розвивається у верхньому (до 40–100 сантиметрів) шарі води, інтенсивно фотосинтезує та поділяється. За кілька днів хлорела стає домінуючою мікроводорістю в шарі води, насичуючи його киснем і видаляючи з нього надлишки вуглекислого газу, органічних і неорганічних речовин. При цьому знищується вся патогенна мікрофлора. Оскільки хлорела є найкращим кормом для зоопланктону, то чисельність його у водоймі збільшується в рази.

Метод внесення до водойми зеленої водорості хлорели крім вирішення основного поставленого завдання – припинення «цвітіння» синьо-зелених водоростей, забезпечує значне поліпшення якості води; істотне зниження бактеріального забруднення води патогенною мікрофлорою; збільшення кількості розчиненого кисню у воді до норми протягом всього вегетативного періоду; збільшення кормових ресурсів фауни водойм; запобігання від застосування вапнування рибоводних ставків і інших способів пригнічення фіто- і зоопланктону. У результаті біологічної меліорації забруднених водойм і стічних вод поліпшуються гідробіологічні умови, створюються сприятливі умови для проживання риби. Вселені штами хлорели, на відміну від

аборигенних, постійно присутніх в водоймі, володіють добре вираженими планктонними властивостями і пригнічують розвиток синьо-зелених водоростей, тим самим запобігаючи «цвітінню» води.

В Тернопільському водосховищі на основі реалізації “Комплексної програми розвитку водосховища «Тернопільський став» на 2017-2019 роки” на площі 311 га (середня глибина) близько 10 м на початку травня 2021 р. було внесено хлорелу у вигляді «хлорелової пасти».

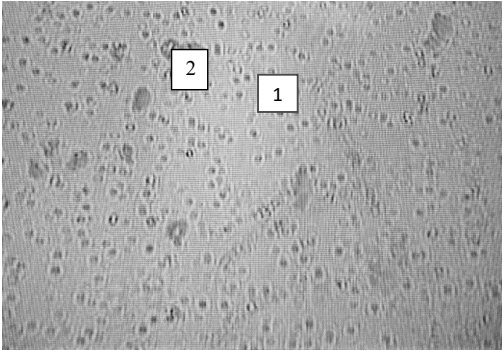


Рис. Фото клітин водоростей (х 400) (1 – клітини Хлорели, 2 – угруповання синьо-зелених водоростей)

Забруднення водойми було суттєвим, насамперед важкими металами, нафтопродуктами, ПАР, тощо. У попередні роки відмічали розвиток синьо-зелених водоростей, активне “цвітіння” води, її залужнення унаслідок амонізації решток гниючих рослин та відмерлих водоростей [2]. Температура внесення мікроборостей в воду становили 14°C. В процесі самокультивування упродовж 1-3 місяців спостерігали значне (майже повне) пригнічення розвитку синьо-зелених водоростей, частка яких зменшилася до 10% у альгопробах, натомість частка клітин хлорели становила до 80% від загальної кількості клітин водоростей (рис.), а їх біомаса зростає у 5 разів.

Призупинився процес евтрофікації водойми, відбувалося пригнічення розвитку заростання вищою рослинністю, суттєво знизилися показники вмісту сполук азоту та фосфору у воді. Альгологізація вплинула на рН води (показник знизився до рівня 7,13) проти забруднення амонієм у квітні – 7,34. Впроваджений штам хлорели, володіє добре вираженими планктонними властивостями і пригнічує розвиток синьо-зелених водоростей, тим самим запобігаючи «цвітінню» води.

#### *Література*

1. Гандзюра В. П., Грубінко В. В. Концепція шкодочинності в екології. Київ-Тернопіль : Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. 144 с.

2. Грубінко В. В., Гуменюк Г. Б., Волік О. В., Свинко Й. М., Маккарті Ф. М. Г. Екосистема зарегульованої водойми в умовах урбанавантаження: на прикладі Тернопільського водосховища / за ред. В. В. Грубінка. Тернопіль : Вектор, 2013. 201 с.

## **РОЗВИТОК ІСТОТНО ЗМІНЕНОЇ ВОДНОЇ ЕКОСИСТЕМИ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОЇ УРБАНІЗАЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ ОЗЕРА ВИРЛИЦЯ)**

*Н. О. Іванова, С. С. Дубняк, С. В. Батог*

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

Інтенсивний розвиток міст має особливий вплив на гідроекосистеми, що повністю або частково знаходяться в їх межах. Міський простір, як і природний ландшафт, є неоднорідним, тому локально відрізняється характером впливу на прилеглу водну екосистему. Наприклад, водний об'єкт може знаходитись в природоохоронній, парковій, селітебній зоні, або в зоні впливу промислового підприємства. Щільність забудови, густина населення, наявність доріг і підземних комунікацій та багато іншого – це все параметри, які варто враховувати при оцінці стійкості гідроекосистеми. Окрім антропогенного впливу, важливо ще зважати на природні особливості ландшафту, гідрологічний зв'язок водних об'єктів з водною мережею, гідрогеологічні особливості території. Тому оцінюючи стан водних об'єктів навіть в межах однієї міської конгломерації необхідно брати до уваги контрастність факторів впливу.

Все більше науковців досліджують наслідки інтенсивної урбанізації для гідроекосистем, розглядаючи та оцінюючи їх за різними інтегральними показниками [4, 5]. З іншого боку, важливим завданням є запровадження способів зменшення можливості погіршення екологічного стану водних об'єктів. Тому в практиці сталого управління та міському дизайні дедалі частіше враховують наявність водних екосистем і сприяють їх розвитку, імітуючи динаміку «до забудови» та водночас забезпечуючи зручності для містян.

В 1980-х роках при інтенсивній забудові Лівобережного масиву м. Києва невелике заплавне озеро Вирлиця зазнало значного антропогенного навантаження. В результаті видобутку піску для гідронамиву площа водойми збільшилася з 490 до 980 тис. м<sup>2</sup>, а середня глибина з 2-4 м до 15-16 м з максимумом в 28 м. На сьогодні довжина озера з північного заходу на південний схід становить 1320 м, ширина – 900 м, об'єм води – 15,4 млн. м<sup>3</sup> [1].

В природному стані основними елементами водного балансу водойми було надходження води з опадами на водне дзеркало, поверхневий стік з водозабору, дренажний ґрунтовий стік з прилеглої території, підземні води. Видатковими елементами балансу, в свою чергу, були випаровування води з водної поверхні, поверхневий та ґрунтовий стік в найближчі озера Тягле і Небреж. Після антропогенного перетворення складові водного балансу змінилися, що вплинуло на зовнішній водообмін, період якого для озера на сьогодні становить близько 15 років (детальніше розглянуто в [1]).

Основними факторами впливу на гідрологічний режим та загальний стан екосистеми водойми стали щільна високоповерхова забудова прилеглих

житлових масивів (Осокорки, Позняки, Харківський), прокладання лінії метрополітену вздовж північного берега водойми та автошляхи міжнародного значення, прокладання дороги та колекторів вздовж західного берегу, функціонування промислових підприємств, сміттєспалювального заводу «Енергія» та Бортницької станції аерації, розташованих вздовж східного та південного берегів водойми. При цьому наразі продовжується активне перетворення території навколо. Зокрема, з 2013 року підготовлено до будівництва ділянку у північно-східній частині водойми площею біля 12 тис м<sup>2</sup>. Також заплановано «упорядкування» ділянки вздовж північного берега водойми. Таким чином антропогенний вплив на екосистему посилюється.

Метою роботи є аналіз динаміки деяких гідрохімічних показників як індикаторів стану гідроекосистеми за архівними матеріалами досліджень Інституту гідробіології за 2006-2007 рр. та моніторинговими даними КП «Плесо» за 2019-2021 рр. Результати є співставними з використанням стандартних методик гідрохімічних досліджень.

За моніторинговими даними зразки води поверхневого шару озера Вирлиця за органолептичними, фізико-хімічними та токсикологічними показниками переважно відповідають встановленим нормам. Підвищені часто лише вміст фенолів, показник біологічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), рН. Але аналіз динаміки показників по сезонах в останні роки та порівняння результатів з попередніми даними виявили певні особливості, зокрема, кисневого режиму.

Так, навесні 2007 р. вміст розчиненого у воді кисню на різних станціях спостереження по акваторії водойми коливався в межах 11,8-13,3 мг/дм<sup>3</sup> (в середньому 12,6 мг/дм<sup>3</sup>) у поверхневому горизонті, зменшуючись до 11,2-12,8 мг/дм<sup>3</sup> (в середньому 11,9 мг/дм<sup>3</sup>) в придонному шарі на глибині 10-16 м. Влітку цього ж року концентрація O<sub>2</sub> у воді склала вже 8,34-8,99 мг/дм<sup>3</sup> (в середньому 8,6 мг/дм<sup>3</sup>) у поверхневому горизонті, зменшуючись до 1,95 мг/дм<sup>3</sup> в придонному. Тобто якщо навесні різниця вмісту кисню між шарами води по акваторії становила 0,3-1,3 мг/дм<sup>3</sup>, то влітку – в середньому 6,7 мг/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про доволі сильну стратифікацію шарів, недостатню аерацію та перемішування. Дефіцит розчиненого кисню у придонному горизонті влітку може бути результатом активної витрати O<sub>2</sub> на процеси окиснення речовин та дихання організмів. Цікаво також, що на мілководних станціях влітку вміст розчиненого кисню був меншим, ніж у поверхневому горизонті глибоководних.

В 2019-2021 рр. влітку вміст розчиненого кисню у воді поверхневого шару складав лише 4,0-5,2 мг/дм<sup>3</sup> (в середньому 4,6 мг/дм<sup>3</sup>), дуже мало підвищуючись восени до 4,8-5,4 мг/дм<sup>3</sup> (в середньому 5,1 мг/дм<sup>3</sup>). Взимку концентрація O<sub>2</sub> складала 6,0-6,8 мг/дм<sup>3</sup> (в середньому 6,4 мг/дм<sup>3</sup>), а максимально зафіксовані значення були навесні – 7,3-7,4 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст розчиненого кисню в придонному шарі не визначався, але аналіз попередніх років показує, що навіть при мінімальній різниці між горизонтами, тут буде спостерігатися значний дефіцит кисню.

Антропогенне походження забруднення водойми підтверджується і високим біологічним споживанням кисню (БСК<sub>5</sub>), значення якого в останні роки коливалось в межах 4,8-28,2 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Найвищим показник був навесні

2019 року, найнижчим – влітку 2020 р. Різкі коливання значення показника та майже постійне його перевищення є індикатором забруднення гідроекосистеми органічними речовинами.

Значення рН води оз. Вирлиця змінюється в доволі широкому діапазоні 7,6-9,1. Якщо до 2007 року в середньому по акваторії водойми воно було 8,0, то в останні роки зросло до 8,4. Коливання по сезонах залишилось таким, як і раніше – нижче взимку, а найвище влітку, коли стають активними процеси фотосинтезу. Саме це може зумовлювати лужну реакцію води.

Привертає увагу також показник загальної мінералізації води. В літературі [2, 5] зазначається, що збільшення мінералізації води у водоймах може бути наслідком антропогенної діяльності та вже має глобальний характер. Окрім іншого, є дані щодо підвищення значення даного показника в інших водоймах м. Києва, зокрема в озерах системи Опечень [2]. В озері Вирлиця на початку 2000-х років мінералізація води становила 448,8-518,9 мг/дм<sup>3</sup>, зростаючи у період літньої межени інколи до 754,0 мг/дм<sup>3</sup> [3]. В 2019-2021 рр. мінералізація води коливалась в межах 247-556,0 мг/дм<sup>3</sup>, при чому максимальним значення показника було взимку 2021 р. Скоріш за все, коливання мінералізації води у водоймі пов'язані також з антропогенним впливом. По-перше, на неї впливає ґрунтовий притік вод (вони завжди більш мінералізовані), а по-друге – надходження солей взимку та навесні з поверхневим стоком, так як відбувається змив солей, що використовуються у міському господарстві для боротьби з обледенінням доріг. Антропогенне походження змін мінералізації підтверджує і динаміки іонного складу, де підвищення концентрації іонів Cl<sup>-</sup> відбувається також взимку та навесні.

Отже, зміни деяких гідрохімічних показників та гідрологічного режиму озера Вирлиця наразі в більшій мірі є результатом антропогенного навантаження через інтенсивну урбанізацію навколишньої території. Певна динаміка окремих показників також може бути спричинена глобальними кліматичними змінами. Даний водний об'єкт потребує постійного моніторингу стану екосистеми з огляду на його важливість, зокрема, як частини системи природного дренажу території та міської екологічної мережі.

#### *Література*

1. Дубняк С. С. Еколого-гідроморфологічний аналіз умов та наслідків підвищення рівня ґрунтових і поверхневих вод в районі оз. Вирлиця в м. Києві. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2009. Т. 17. С. 62–76.

2. Линник П. М., Жежеря В.А. Особливості динаміки окремих елементів гідрохімічного режиму малих водойм урбанізованої території: кисневий режим та мінералізація води. *Гідробіол. журнал*. 2022. Т. 58. №2. С. 99–116.

3. Хільчевський В. К., Бойко О. В. Гідролого-гідрохімічна характеристика озер і ставків території м. Києва. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2001. Т.2. С. 529–535.

4. McGrane S. J. Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review. *Hydrological Scie. Journal*. 2016. 61:13. P. 2295–2311.



5. Williams D.D., Williams N.E., Cao Y. Road salt contamination of groundwater in a major metropolitan area and development of a biological index to monitor its impact. *Water Res.* 2000. Vol. 34. P. 127–138.

УДК 633.85+638.19

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАПИЛЕННЯ СОНЯШНИКА МЕДОНОСНИМИ БДЖОЛАМИ

**Я. В. Шпак, К. С. Сосновський, А. В. Жук, М. М. Федоряк**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Лесі Українки, 25, Чернівці, 58002, Україна

Соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.) є однією з найважливіших олійних культур у світі. Його олія популярна завдяки приємному смаку, температурній стабільності в процесі смаження чи випікання їжі, відсутності холестерину, високому вмісту ненасичених жирних кислот і вітаміну Е [5, 8]. Більшість сортів і гібридів культурного соняшника потребує комах для перехресного запилення. Медоносна бджола (*Apis mellifera* L., 1758) є найчисельнішим і найбільш ефективним його запилювачем [4, 18] (рис. 1).



Рис. 1. Медоносні бджоли на суцвітті соняшника.

Соняшниковий мед корисний, смачний, естетично привабливий та поширений внаслідок великих площ посівів соняшнику та їх тривалого цвітіння [2, 6, 9]. Враховуючи, що Україна один з найбільших у світі експортерів меду й соняшникової олії [1, 11, 17], актуально узагальнити сучасні відомості щодо особливостей запилення соняшника медоносними бджолами.

Суцвіття соняшника має два типи квіток: показні зігоморфні несправжньозячичкові одноставеві безплідні квітки на краях кошика, які мають тільки маточки, та актиноморфні двоставеві трубчасті плідні квітки, що займають основну площу диску кошика й мають маточки з тичинками [14, 15]. Диск суцвіття соняшника умовно поділяють на зони, які займають по 1/3 його

радіусу [5, 8]. Для зручності та уникнення термінологічної плутанини українською їх можна назвати "зовнішньою", "проміжною" та "внутрішньою". Цвітіння одного кошика триває 5-10 днів. Воно починається в зовнішній зоні, а закінчується у внутрішній. В його процесі ряди трубчастих квіток поступово переходять з чоловічої тичинкової стадії в жіночу маточкову стадію. За нормального запилення цвітіння окремої квітки суцвіття займає 2 доби, але за відсутності запилювачів може тривати навіть до 2 тижнів, однак тривале очікування запилення значно погіршує якість насіння [7, 15, 16].

В природі соняшник однорічний є перехреснозапилною рослиною, що потребує комахозапилення й тому має ряд пристосувань для їхнього приваблення й "подяки" за їх працю [18]. Зокрема, нектарники, які розташовані при основі стовпчика над зав'яззю [13]. Вони виділяють нектар з високою енергетичною цінністю завдяки наявності фруктози, глюкози, рафінози й сахарози в його складі [9]. Пиляки тичинок у великих кількостях продукують пилок з високою енергетичною цінністю, який містить велику кількість ліпідів, однак має відносно низький вміст білків. Крім того, в пилку соняшнику для бджіл недостатньо таких амінокислот, як метіонін і триптофан, що може негативно вплинути на розвиток їх колоній при недостатній кількості інших пилкодаїв [10]. Медоносні бджоли збирають пилок здебільшого зранку і в надвечір'я. Одні з них спеціально зішкрябують його з пиляків та накопичують в ніжкових кошиках, а інші збирають попутно при зборі нектару, випадково обсіпаються й перевантажуються ним чи навіть викидають зі своїх кошиків [4]. Суцвіття соняшника має ультрафіолетовий цільовий рисунок, видимий для фасеткових очей бджіл. Він складається зі світловідбивальних і світлопоглинальних компонентів на кшталт освітлення злітно-посадкових смуг аеропортів. Цей візерунок веде бджіл з країв до центру суцвіття [18].

В наш час дедалі більше площ займають високопродуктивні сучасні самозапилні гібриди соняшника, що майже незалежні від комахозапилення. Однак, доведено, що бджолозапилення значно підвищує кількісні та якісні показники їх врожаю. Пасічники мають підозру, що самозапилні гібриди менш медодайні, ніж традиційні перехреснозапилні сорти, але досі не опубліковано авторитетних досліджень, що її підтверджують [2, 3, 6, 9, 12].

Отже, поступове рядкове цвітіння кошиків соняшників з переходом квіток із чоловічої стадії в жіночу сприяє перехресному комахозапиленню. Великі яскраві пелюстки несправжньоязичкових квіток, ультрафіолетовий цільовий візерунок суцвіття і нектарники ефективно приваблюють бджіл. Соняшник дає бджолам нектар, з якого продукується якісний мед і велику кількість високоенергетичного, але збідненого на поживні речовини пилку. Також слід відмітити, що бджолозапилення значно підвищує врожайність посівів соняшника.

#### *Література*

1. Adaptability of F1 sunflower hybrids, created according to an integrated system of line selection for economically valuable traits in various agroclimatic zones / Babych V. et al. *Plant Varieties Studying and protection*. 2017. Vol. 17, No 4. P. 290–304.

2. Bee Pollination Highly Improves Oil Quality in Sunflower / Silva C. A. S. et al. *Sociobiology*. 2018. Vol. 65, No. 4. P. 583–590.
3. Factors Controlling Self-Fertility in Sunflower: The Role of GCA/SCA Effects, S Alleles, and Floret Characteristics / Sun Y. et al. *Crop science*. 2012. Vol. 52, No. 1. P.128-135.
4. Free J. B. The Behaviour of Honeybees on Sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Applied Ecology*. 1964. Vol. 1, No. 1. P. 19–27.
5. Hassan F. U., Kaleem S., Ahmad M. Oil and fatty acid distribution in different circles of sunflower head. *Food Chemistry*. 2011. No. 128. P. 590–595.
6. Honey bees-potential pollinators in hybrid seed production of sunflower / Rajasri M. et al. *IJABPT*. 2012. Vol. 3, No. 2. P. 216–221.
7. McGregor S. E. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington: U.S. Gov. Print. Office, 1976. 411 p.
8. Mirzabe A. H., Chegini G. R. Measuring picking force of sunflower seeds and prediction of reasonable range of air-jet parameters to remove sunflower seeds from the head. *Agricultural Engineering International: The CIGR e-journal*. 2015. Vol. 17, No. 3. P. 415–429.
9. Nectar Dynamics and Pollinators Preference in Sunflower / Bergonzoli S. et al. *Insects*. 2022. Vol. 717, No. 13. P. 1–13.
10. Nicolson S., Human H. Chemical composition of the ‘low quality’ pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie*. 2013, Vol. 44, No. 2. P. 144–152.
11. Polevoy V., Lukashchuk L., Peskovski G. Sunflower Cultivation in Ukraine: Role of Fertilizers in Sunflower Seed Production. *Electronic International Fertilizer Correspondent*. 2013. No. 36. P. 3–7.
12. Results concerning the meliferous characteristics of the sunflower hybrids cultivated in Romania / Ion N. et al. *Zootehnice si Biotehnologii*. Vol. 40, No. 2. 2007. P. 80–90.
13. Sammataro D., Erickson E. H., Garment M. B. Ultrastructure of the sunflower nectary. *J Apic Res*. 1985. Vol. 24, No. 3. P. 150–160.
14. Sammataro D., Garment M. B., Erickson E. H. Anatomical features of the sunflower floret. *Helia*. 1985. Vol. 8. P. 25–31.
15. Schneiter A. A., Miller J. F. Description of Sunflower Growth Stages. *Crop Science*. 1981. Vol. 21, No. 6. P. 901–903.
16. Sunflower Technology and Production / edited by Schneiter A. A. Madison: American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publishers, 1997. 834 p.
17. Ukraine is Moving Forward from “Undiscovered Honey Land” to Active Participation in International Monitoring of Honey Bee Colony Losses / Fedoriak M. et al. *Bee World*. 2019. Vol. 96, Is. 2. P. 50–54.
18. Wojtaszek J. W., Maier C. A. A Microscopic Review of the Sunflower and Honeybee Mutualistic Relationship. *International Journal of AgriScience*. 2014. Vol. 4, No. 5. P. 272–282.

## СЕКЦІЯ 8. АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

УДК 612.1:616-092

### ПОКАЗНИКИ ЗАГАЛЬНОГО АНАЛІЗУ КРОВІ ДІТЕЙ: РЕФЕРЕНТНІ ЗНАЧЕННЯ ТА ВІДХИЛЕННЯ

*А. Г. Войтенко*

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

Загальний аналіз крові є найпоширенішим видом лабораторної діагностики, який дає змогу зробити перші висновки про стан пацієнта. Показники загального аналізу крові у дітей відрізняються від таких у дорослих, адже в організмі, що росте, інакше функціонують імунітет і кровотворні органи [1, 2].

Загальний аналіз периферичної крові включає вивчення кількісного та якісного складу формених елементів крові: визначення концентрації гемоглобіну, кількості еритроцитів, ретикулоцитів, обчислення колірного показника, визначення кількості лейкоцитів та тромбоцитів, підрахунок лейкоцитарної формули, визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ), опис можливих морфологічних змін периферичної крові. Розгорнутий загальний аналіз крові дає більш повну картину, що включає підрахунок кількості всіх різновидів формених елементів крові, а також деякі додаткові показники [1, 3].

Важливим інструментом для правильної інтерпретації результатів клінічної лабораторії є використання референтних інтервалів, які служать основою лабораторних досліджень. Референтний інтервал за своєю природою є двостороннім – занадто високі або низькі значення вважаються відхиленнями від норми. За [5] встановлення референтного інтервалу залежить від розміру набору даних і методу оцінки. Чинниками впливу також є помилки запису, лабораторні помилки та помилкове включення групи в тестову групу.

Відомо, що ріст та розвиток дитини супроводжується кількісними змінами кількісного складу формених елементів крові, у зв'язку з чим виокремлюють сім вікових категорій дітей, на референтні значення загально-клінічного аналізу крові яких слід орієнтуватися при інтерпретації результатів аналізу [4]:

- 1 день;
- 1 місяць;
- півроку;
- один рік;
- 1-6 років;
- 7-12 років;
- 13-15 років.

Одним із важливих показників загального аналізу крові є гемоглобін, референтні інтервали якого для новонароджених дітей становлять 160–230 г/л, а для дітей старших одного року знаходяться на рівні 110–152 г/л [4].

Зниження рівня гемоглобіну у загальному аналізі крові у дитини є підозрою на розвиток анемії, внутрішню кровотечу чи наявність злоякісної пухлини. Виражене підвищення цього показника є ознакою деяких захворювань, зневоднення чи інтенсивних фізичних навантажень [2].

Референтні інтервали гематокритного числа також значно варіюють залежно від вікового періоду життя дитини та становлять 40-60%, 30-41% та 34-43% відповідно для новонароджених дітей, дітей від двох місяців до чотирьох років та дітей від чотирьох років [3, 4].

Одним із основних показників аналізу крові є вміст еритроцитів, який у нормі для дітей віком до дванадцяти років становить 3,5-5,0 Т/л. Референтний інтервал вмісту лейкоцитів у дітей різного віку становить 4,9-20,0\*10<sup>9</sup>/л [4].

Зниження рівня еритроцитів (еритропенія) – ознака анемії, крововтрати та хронічного запалення. Підвищення кількості червоних кров'яних тілець (еритроцитоз) відзначається при зневодненні, вроджених проблемах із кровотворенням та деяких пухлинах [1].

Показники еозинофілів у нормі для дітей будь-якої вікової категорії становлять 1-5%, базофілів – 0-5%, моноцитів – до 8%. Нормальний вміст нейтрофілів у дітей має інтервал 30-70% [4].

Референтними показниками тромбоцитів у дітей є 150-390 тис/мм<sup>3</sup>. Нестача тромбоцитів (тромбоцитопенія) може говорити про порушення у системі згортання крові при гемофілії та інших спадкових захворюваннях. Іноді дефіцит кров'яних пластинок спостерігається при інфекціях, деяких видах анемії та при злоякісних захворюваннях, а також прийому певних ліків [1, 4].

ШОЕ у нормі в дітей становить 2-15 мм/год. Коли підвищення цього показника пов'язано з інфекцією, зміна показників, зазвичай, відбувається з наступної доби після підвищення температури. Зниження цього показника у новонароджених є звичайним фізіологічним явищем [2, 4].

З метою вчасного виявлення походження патологій та захворювань, а також у межах профілактики проведення загального аналізу крові є обов'язковим.

#### *Література*

1. Діагностика та лікування захворювань системи крові / А. С. Свінціцький та ін. Київ : Медкнига, 2011. 336 с.
2. Клінічна лабораторна діагностика : підручник / Л. Є. Лаповець та ін. ; за ред. Л. Є. Лаповець. 2-е вид., стер. Київ : ВСВ «Медицина», 2021. 472 с.
3. Лея Ю. Я. Оцінки клінічних результатів аналізу крові та сечі. Київ : Медпрес-інформ, 2002. 156 с.
4. Нейко Є. М., Боцюрко В. І., Мізюк М. І. Норми основних клінічних, лабораторних та інструментальних показників у медицині. Вінниця : Нова книга, 2002. 112 с.
5. Paul S. Horn, Amadeo J. Pesce. Reference intervals: an update. *Clinica Chimica Acta* 334 (1-2). 2003. P. 5–23. DOI: 10.1016/s0009-8981(03)00133-5.

## **ВПЛИВ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ЗМІНИ ФІЗИЧНОГО ТА ПСИХІЧНОГО СТАНУ ЛЮДЕЙ**

***О. С. Масловська, І. П. Онищук***

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

Вплив кліматичних умов і погоди на фізичний і психічний стан людей відмічали ще з давна. Про зміну самопочуття відзначали як індійські племена 4000 років назад, так і Гіппократ, що регулярно проводив метеорологічні спостереження. Гіппократ же і засвідчив вперше, що загострення різних захворювань є сезонними і напряму залежать від метеопоказників. В його працях до опису кожної хвороби додаються можливі причини її виникнення, серед яких і погодні умови. Згадки залежності стану здоров'я від погодних умов також є в Тибетських письменах, монахи розглядали хворобу, як попередження про зміну погоди, наприклад біль в суглобах пов'язували з підвищенням вологості, приближенням дощу та вітру [2].

З сучасних досліджень цього питання випливає, що людина належить до тваринного світу за багатьма показниками, в тому числі і через свою залежність від зовнішніх процесів і умов існування. Як і всі живі організми, людина – відкрита біологічна система, а отже бере участь у двосторонньому обміні речовин, енергії і інформації. Від стану навколишнього середовища, в тому числі погодно-кліматичних умов, залежить як психологічне так і фізичне здоров'я людини. Саме тому, зміна звичних умовах існування (зменшення або збільшення температури повітря, опади або їх відсутність, рух повітряних мас, сонячна активність, зміни магнітного поля Землі тощо) порушують комфортне існування і впливають на ефективність функціонування цілих систем та окремих органів людини. Коливання значень кліматоформуєчих факторів може вплинути на перебіг фізіологічних процесів та механізмів як в кращу сторону (що призводить до покращення самопочуття), так і в гіршу (хворобливий стан, стрес, депресія) [4].

Кожен організм є унікальним, як і його адаптація та реакції на природні стрес-фактори. Дослідження цього питання може допомогти у визначенні симптоматики, розробки особливостей лікування певних хронічних захворювань, застосування нових методів і прийомів, та сформуванню у людини фізіологічну стійкість до зміни умов навколишнього середовища. Дані отримані при дослідженні метеочутливості і метеозалежності людей можуть використовуватися для розвитку медицини, біоритмології, екофізіології, філософії, біології тощо [3].

Дослідження впливу кліматичних умов, зокрема циклонів та антициклонів, на фізичний стан жителів Поліського регіону стали свідченнями того, що дуже чутливими до частих коливань вологості повітря є досліджувані, які мають схильність до гіпертонії: при відносній вологості повітря 85–100% фіксувалося підвищення артеріального тиску та симптоми загальної слабкості

(зниження м'язового тону). При різких коливаннях температури повітря (підвищенні або зниженні на 8–9 °С) у досліджуваних спостерігалися головні болі та незначні зміни показників артеріального тиску. Значні коливання АТ і ЧСС можна пояснити досить різною функціональною активністю піддослідних протягом доби. Слід враховувати, що всі досліджувані мають різний стан здоров'я, спосіб життя, певні шкідливі звички, займаються різною професійною діяльністю, а отже характеризуються різним рівнем рухової та розумової активності, стомленості, стресостійкості [1].

На прикладі групи досліджуваних було визначено фактори впливу змін клімату на організм людини з фізіологічної та психічної точок зору та досягнуто певних висновків. Три фактори сприяють вразливості: чутливість (ступінь впливу на людей або груп стресового фактора), опромінення (фізичний контакт між людиною і стресором) та адаптаційна здатність (здатність пристосовуватися до потенційних небезпек або уникати їх). Також слід зазначити, що підвищення рівня середньорічної температури повітря впливає на кожен орган людського організму. В свою чергу, це може призвести до теплового виснаження, теплового удару, занепокоєння, порушення когнітивних функцій і навіть серцево-судинних і респіраторних захворювань. Все вище зазначене, призводить до проблем не лише фізичного здоров'я, але несе також негативний вплив на психологічний стан людини [2, 5].

Отже, фізіологічна адаптація людей до впливу погодно-кліматичних факторів характеризується значною індивідуальністю та проявляється різними функціональними станами, що вслід враховувати для більш точних результатів.

#### *Література*

1. Загальна фізіотерапія : навч. посіб. / Федорів Я.-Е. М., Філіпюк А. Л., Грицько Е. Ю. Київ : Здоров'я, 2004. 224 с.

2. Оцінка впливу клімату на здоров'я людини Руденко О. В., Богута Ю. Г., Мялюк О. П., Марущак М. І.  
URL: [https://www.researchgate.net/publication/315596216\\_OCINKA\\_VPLIVU\\_KLIMATU\\_NA\\_ZDOROV'A\\_LUDINI](https://www.researchgate.net/publication/315596216_OCINKA_VPLIVU_KLIMATU_NA_ZDOROV'A_LUDINI)

3. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003 / J. M. Robine, S. L. Cheung, S. Le Roy et al. *C. R. Biol.* 2008. Vol. 331 (2). P. 171–178.

4. IPCC. Summary for Policymakers. In: Edenhofer O, Pichs-Madruga R., Sokona Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K., Adler A., Baum I., Brunner S., Eickemeier P., Kriemann J. S., Schlömer S., von Stechow C., Zwickel T. and Minx J. C. editors. *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. : Cambridge University Press; 2014.

5. Як погода впливає на наш організм? – BBC News Україна.  
URL: [https://www.bbc.com/ukrainian/vert\\_fut/2015/07/150721\\_vert\\_fut\\_weather\\_influence\\_health\\_vp](https://www.bbc.com/ukrainian/vert_fut/2015/07/150721_vert_fut_weather_influence_health_vp)

## ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТЕОЧУТЛИВОСТІ У ЛЮДЕЙ РІЗНОГО ВІКУ

*І. П. Онищук, Н. О. Луцький*

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

В умовах глобального потепління та зміни клімату всі метеорологічні параметри (підвищення середньорічної температури, підвищення денної температури, коливання атмосферного тиску тощо) суттєво змінилися, спричинивши досить сильні зміни стану здоров'я метеозалежних людей [3].

Вчені встановили, що організм людини добре адаптується до впливу навколишнього середовища. Однак здатність переносити коливання його параметрів індивідуальна і залежить від віку, статі, стану здоров'я, підготовки та професійної діяльності. Важливими для формування самопочуття є кліматоформуючі фактори: температура, вологість, повітря, атмосферний тиск, рух повітряних мас, кількість ультрафіолетового світла, ландшафт тощо.

Аналіз літературних джерел показує, що питанню впливу погоднокліматичних умов на стан здоров'я людини присвячено багато наукових праць. Однак, незважаючи на це, дана проблема, через свою значимість, залишається досить актуальною на сьогоднішній день, особливо для великих міст, що обумовлюється великими темпами росту урбанізації.

Метою роботи є аналіз особливостей дослідження метеочутливості у людей різного віку.

Підвищена метеочутливість – це зниження стійкості організму до змін метеорологічних умов, що супроводжується розвитком патологічної метеорологічної (метеорологічної) реакції. Здатність реагувати на погоду проявляється від народження як еволюційно обов'язкова програма функціонування організму, яка пов'язана із адаптацією до факторів середовища. Проте навіть у науковій літературі під метеочутливістю прийнято розуміти ті реакції організму, які призводять до значної негативної динаміки показників здоров'я, що провокує загострення хронічних захворювань.

На сьогоднішній день накопичені результати в оцінці впливу геомагнітної, сонячної активності та метеорологічних показників залишаються суперечливими, але їх вивчення необхідне для покращення і ефективності надання домедичної та первинної медичної допомоги [2].

Розрізняють ознаки погіршення фізичного і психологічного стану людини, що пов'язані з впливом погодних факторів: додаткові об'єктивні та суб'єктивні клінічні симптоми при суворих погодних умовах. Середній термін спостереження, за який можна отримати об'єктивну інформацію про метеочутливість людей, в середньому становить 45-60 днів і не повинен бути менше 3-4 тижнів. У період спостережень необхідно фіксувати різкі зміни погоди протягом 3-4 днів. Важливою є відсутність анізотропних реакцій, які не пов'язані з погодою.



Важливим принципом у клінічному та метеорологічному моніторингу є застосування методу сумування короткоперіодичних епох, аналогічного методу сумування епох А. Л. Чижевського для дослідження стану сонця. Метод стека короткочасних епох передбачає одночасне спостереження за групою хворих або здорових дітей протягом 30-45-60 днів, що дозволяє оцінити їх метеочутливість та визначити тип їх метеорологічної реакції [1].

Інструменти дослідження метеочутливості та лабораторні засоби контролю пов'язані з обстеженням наявних патологій органів чи систем. Крім того, вивчаються показники імунної карти особи досліджуваного, визначається метеорологічний індекс здоров'я, пропонується скринінг-система «Метеомед» та інші методи об'єктивного контролю.

Перевірка вербальної комунікації на визначення шкідливих звичок і несприятливих умов життя включає анкетування. Анкета дозволяє оцінити наявність таких несприятливих факторів: куріння; зловживання алкогольними напоями; відсутність мотивації; надмірні фізичні навантаження; нерегулярне харчування; часті конфлікти в сім'ї та побуті; підвищений обсяг інформації, професії, пов'язані з повсякденністю. трудова діяльність наявність шкідливих факторів.

Ще один спосіб дослідження метеочутливості в різних вікових групах – оцінка психологічного стану. Для визначення наявності психоемоційного стресу та оцінки факторів ризику розвитку стрес-індукованих розладів проводять психологічні тести, у тому числі на диференційну самооцінку «САН» («самопочуття», «активність», «настрій»), тобто тест Спілберга – Ханена. Цей тест є надійним, інформативним і підтвердженим методом оцінки рівня тривожності людини. За результатами разом із вербальним та комунікативним обстеженнями можна визначити рівень психоемоційного напруження та ризик розвитку стресових розладів. Для оцінки реактивності та особистісної тривожності в дослідженнях метеочутливості в різних вікових групах використовували шкалу реактивної тривожності та кольоровий тест Люшера.

При аналізі фізіологічних і психологічних параметрів необхідно враховувати чутливість досліджуваної особи до фізичного та психо-емоційного навантаження. При значній силі маломіцні навантаження збільшують індекс напруги в 1,4-2,2. Встановлено, що вплив несприятливих метеорологічних умов і сонячно-геофізичних факторів на організм метеочутливих осіб може підвищувати індекс стресу в 4-8 разів.

Вчені неодноразово встановлювали, що середній показник метеочутливості у віковій групі старше 60 років ( $41,90 \pm 2,88\%$ ) вірогідно відрізняється від середнього показника для інших вікових груп ( $p < 0,05$ ): до 20 років –  $28,20 \pm 2,22\%$ ; вік 21-40 років -  $30,00 \pm 1,92\%$ ; вік 41-60 років -  $34,30 \pm 2,23\%$ . Підвищення метеочутливості з віком можна пояснити загальним зниженням функціональних властивостей організму. У віковій групі до 20 років вчені достовірно визначили ( $p < 0,05$ ) різницю між індексом метеочутливості чоловіків ( $20,00 \pm 3,03\%$ ) і жінок ( $29,71 \pm 2,78\%$ ). Підвищена метеочутливість у

жінок може бути пов'язана з нижчими антропометричними і фізіологічними показниками [2].

Наш організм влаштований таким чином, що здатний реагувати на будь-які зміни погоди. Чутливою ланкою формування реакції на зміни погоди рецептори органів чуття, які вловлюють зміни температури, вологості, атмосферного тиску рівня соляції тощо. Еферентною ланкою є органи і системи, що під впливом цих факторів тимчасово переходять на роботу в «підвищеній бойовій готовності» (стресу).

#### *Література*

1. Колесніков І. Р., Семесенко Н. О. Дослідження особистісного адаптаційного потенціалу у осіб молодого віку із різним ступенем метеочутливості. Фізіологія – медицині, фармації та педагогіці: актуальні проблеми та сучасні досягнення. Харків, 2018. С. 54.

2. Нагорна А. А. Вплив регулярності фізичної активності на рівень інтелектуальної працездатності. Фізіологія – медицині, фармації та педагогіці: актуальні проблеми та сучасні досягнення. Харків, 2018. С. 68.

3. Chmura H.E., Glass T.W., Williams C.T. Biologging Physiological and Ecological Responses to Climatic Variation: New Tools for the Climate Change Era. Ecology and Evolution. 2018. Vol. 6. Article 92. DOI: 10.3389/fevo.2018.00092.

УДК 612.66:613

### **ВІК ЯК КОМПЛЕКСНИЙ ІНДИКАТОР ВИМІРЮВАННЯ ЗДОРОВ'Я**

*І. А. Чудовська<sup>1</sup>, Р. К. Романюк<sup>2</sup>, В. І. Гульчевський<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

<sup>2</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна

<sup>3</sup>Житомирський медичний інститут Житомирської обласної ради, вул. Велика Бердичівська, 46/15, Житомир, 10008, Україна

Інтерес до вимірювання здоров'я має тривалу історію. Протягом багатьох століть використовувалися різні методи та типи його вимірювань, проте найважливішою метою використання цих показників завжди було покращення здоров'я. Ми не можемо спланувати чи здійснити будь-яку дію, не визначивши заздалегідь, що саме слід покращити та який стан здоров'я населення та окремих людей. Для цього необхідні складні, комплексні, прозорі та стандартизовані методи вимірювання здоров'я.

Звичайно, сама категорія здоров'я є «явищем багатовимірним, що охоплює взаємозалежні фізичні, психічні, соціальні аспекти» [6]. Протягом багатьох років використовувалися методи та показники вимірювання здоров'я зазнавали серйозних трансформацій. Вони залежали, насамперед, від змін у сприйнятті поняття «здоров'я». У дослідженнях вчених неодноразово робилася спроба визначити чинники, що впливають на напрямок розвитку показників

здоров'я в історичному контексті, хоча ми маємо досить широкі площину засобів його дослідження.

Методи вимірювання здоров'я все ще потребують удосконалення, і кожна спроба систематизувати знання або показники здоров'я можуть стати кроком до їх покращення. Дуже важливим є встановлення показників індивідуального здоров'я, індикаторів, що можуть надавати інформацію про здоров'я окремої людини або здоров'я населення. Деякі з них можна використовувати в обох випадках, а інші стосуються лише одного з них. Індивідуальні показники здоров'я можуть, після відповідного об'єднання, надати інформацію про здоров'я більшої групи людей (від невеликих громад до населення країни), але показники здоров'я населення у багатьох випадках не можуть використовуватися для визначення індивідуального здоров'я (наприклад, показники, пов'язані зі смертністю).

Показники здоров'я можна розділити за способом отримання даних на об'єктивні та суб'єктивні. У більшості випадків сьогодні експерти сходяться на думці, що для вимірювання здоров'я слід використовувати обидві групи. Здоров'я можна виміряти в різній часовій перспективі, визначити його стан у певний момент часу, протягом життєвого циклу або у поєднанні з минулим і майбутнім здоров'ям. Конструктивно найпростіша перспектива – це момент часу. Одним із таких показників, який тісно пов'язаний з часовим простором, є вік організму, який розглядають як процес від народження до смерті або до будь-якого визначеного моменту. Не дивлячись на відносну простоту, ця категорія містить цілий ланцюг латентних чинників, які варто брати до уваги, коли ми ведемо мову про ту чи іншу вікову групу. Звичайно, генетичні, соціальні, психологічні, екологічні характеристики є ключовими, які в тій чи іншій мірі впливають на віковий стан людини.

Ми маємо справу з категорією віку, що знаходиться в площині впливу багатьох чинників. Для нашої предметної сфери базовими є поняття календарного віку, а також біологічного. У цьому напрямку вже є певні усталені підходи, які сформувалися у 30–40-их ХХ століття. Саме в цей період активно входить у науковий вжиток поняття «біологічний вік». Серед вітчизняних дослідників, які активно працювали над проблемою визначення біологічного віку та виокремлення чинників впливу на нього (харчування, фізична активність тощо) були Г. Коробейніков [1], С. Присяжнюк [2], А. Решетюк [3], В. Романенко [4] та інші. Польські дослідники, крім календарного і біологічного, виокремлюють ще й вік функціональний та суспільний [5; 6].

Думки авторів, котрі досліджують проблему розбіжностей між «календарним» і «біологічним» віком синхронізуються щодо характеристики його як стану загально психофізичної дієздатності і життєздатності організму, що визначається на підставі біологічних тестів, через порівняння з визначеними параметрами, властивими для цього віку. Те, наскільки біологічно старими ми можемо бути в певному календарному віці, залежить, передусім, від генетичних, психічних чинників, способу життя, а також від умов зовнішнього середовища. Контроль за темпами розвитку окремих систем організму, пошук

співвідношень між ними і визначення тих з них, які ми рахуємо за нормальні і є полем дослідницьких розвідок.

Матеріалом для дослідження послужили фізіологічні показники і анкетні дані здобувачів освіти ННІ високих технологій і факультету соціології Київського національного університету імені Тараса Шевченка (n=40) та Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради (n=25). Було апробовано наступні методики визначення фізіологічного стану організму: індекс Купера, індекс Кетле, комплексна методика Войтенка, проба Руф'є, оцінка соматичного здоров'я за Г. Л. Апанасенко.

Проаналізувавши ряд методик, які дозволяють встановити індивідуальний фізіологічний стан, а отже, і опосередковано стан біологічного віку, для використання і здійснення емпіричного пілотного дослідження на початковому етапі у фокус-групах було обрано методику В. Войтенка. Застосування даної методики дозволяє продемонструвати інтеграцію як об'єктивних так і суб'єктивних показників, а також комплексний підхід до розуміння біологічного віку індивіда. Отримані результати в процесі дослідження на студентських групах, дозволяють формувати гіпотезу для подальших досліджень, які мають бути спрямовані на врахування психосоматичного спектру стану здоров'я окремого індивіда. Зазначені результати можна застосовувати в перспективі при організації освітнього процесу, пропагування рухової активності, здорового способу життя серед молоді.

#### *Література*

1. Біологічний вік та фізична активність / Г. Коробейніков та ін. *Теорія і практика фізичного виховання і спорту*. 2007. №1. С.60–63.
2. Присяжнюк С. І. Зміна показників біологічного віку студентів першого курсу залежно від обсягу фізичного навантаження. *Теорія і практика фізичного виховання і спорт*. 2006. №1– 2. С. 299–305.
3. Решетюк А. Л. Визначення функціонального віку та темпів старіння: методичні рекомендації. Київ : Видавничий центр ІГ АМНУ, 1996. 9 с.
7. Романенко В. Оцінка рівня соматичного здоров'я студентів ВЗО гуманітарного профілю. *Молода спортивна наука України*: зб. наук, праць у галузі фізичної культури і спорту. Вип. 7: у 3 т. Львів: НВФ «Українські технології», 2003. С. 234.
8. Maszak T. Zdrowie jako wartość universalna, *Roczniki naukowe w AWF Poznaniu*. 2005. № 54. P. 80.
9. Worczak - Kardas G. Wiek a pełnienie ról społecznych. Warszawa, 1985. 220 с.

## СЕКЦІЯ 9. БІОХІМІЯ ТА МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

УДК 577.29

### ДИНАМІКА ВИВІЛЬНЕННЯ ГЕМОГЛОБІНУ ТА КАТАЛАЗИ З КАПСУЛ КРІОГЕЛІВ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ

**Ю. С. Говорова, Є. Й. Науменко**

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

Ферменти та білки широко застосовуються у багатьох біотехнологічних процесах. Велика увага приділяється успішній іммобілізації ферментів з точки зору стійкості до витоку, збереження активності ферменту при тривалому зберіганні, робочій стабільності в несприятливих умовах навколишнього середовища, доступності до субстратів, швидкого каталізу та ін. [1]. Серед різних методів іммобілізації особливий інтерес представляє інкапсуляція ферменту у сітчасту матрицю полімерних матеріалів у вигляді частинок [2]. Одним з таких перспективних матеріалів, який широко застосовується для іммобілізації білків та ферментів, є полівініловий спирт (ПВС). ПВС є одним з найбільш популярних синтетичних полімерів, які виробляються в усьому світі протягом майже століття. Це пояснюється його винятковими властивостями, які зумовили його широке використання у багатьох сферах, особливо у медичній та фармацевтичній [3]. Гемоглобін та каталазу відносять до гемопротейдів, які захищають клітини тканин від ушкоджуючого впливу перекису водню. Каталаза – один з найактивніших ферментів, його максимальна активність проявляється в еритроцитах крові, саме тому для методу інкапсуляції ми обрали саме ці 2 білки.

Метою роботи було отримання капсул з кріогелю полівінілового спирту (КГПВС) та оцінка динаміки вивільнення гемоглобіну та каталази з капсул.

У роботі ми використовували ПВС 17-99 (із середньою молекулярною масою 72,600-81,400 кДа). Капсули отримували за методикою [4]. Для цього 500 мг ПВС розчиняли у 3 мл 0,02 М фосфатного буферного розчину, рН=7,4, при 100°C, 15 хв. Охолоджували до кімнатної температури, додавали 2 мл досліджуваного білка і ретельно перемішували. До отриманого розчину доливали 100 мл силіконової олії та гомогенізували 10000 об/хв протягом 5 хв. Отриману емульсію повільно заморожували до -20°C. Після 20 годин витримання відігрівали зразок протягом 4 годин. Цикл повторювали 3 рази. Таким чином, утворилися гідрогелеві частки ПВС у силіконовому маслі. Далі їх центрифугували при 6000 об/хв. протягом 10 хв. Осад промили ацетоном 1:1, повторили центрифугування, одержаний осад ресуспендували в буферному розчині. Концентрацію та активність білків вимірювали спектрофотометрично. Структура капсул кріогелю досліджувалася на конфокальному мікроскопі Axio Observer Z1 (Carl Zeiss, Germany).

Аналіз мікрофотографій капсул гідрогелів ПВС показав, що капсули для обох зразків мають сферичну форму з чітким контуром, не схильні до агрегації та не утворюють конгломератів.

Розмір капсул (n=5) становив приблизно 15-23 мкм. Метод інкапсуляції білків у капсули ПВС, показав наступні результати виходу білка: вихід гемоглобіну склав 78%, каталази – 20%. Молекулярна маса каталази близько 240 кДа, гемоглобіну – 64,5 кДа, що однозначно пояснює більш швидкий її вихід з капсул КГПВС.

У результаті проведеного дослідження також було виявлено, що вбудовування білків у КГПВС та їх динаміка вивільнення залежить від характеристик отриманого КГПВС (на які впливають молекулярна маса ПВС, температури заморожування та відігрівання, а також кількості цих циклів), а також від структури та молекулярної маси дослідженого білка.

#### *Література*

1. Zhan F., Jiang S. T., Pan L. J. Immobilization of phospholipase a1 using a polyvinyl alcohol-alginate matrix and evaluation of the effects of immobilization. *Braz. J. Chem. Eng.* 2013. Vol. 30 (4). P. 721–728.

2. Piacentini Emma, Yan Mengying, Giorno Lidietta. Development of enzyme-loaded PVA microspheres by membrane emulsification. *Journal of Membrane Science.* 2017. Vol. 524. P.79–6.

3. Malone A. J., Cournane S., Naydenova I. G. Polyvinyl alcohol cryogel based vessel mimicking material for modelling the progression of atherosclerosis. *Physica Medica.* 2020. Vol. 69. P. 1–8.

4. Li J. K., Wang N., Wu X. S. Poly(vinyl alcohol) nanoparticles prepared by freezing-thawing process for protein drug delivery. *J.Contr.Rel.* 1998. Vol. 56. P. 117–126.

УДК 594.38: 577.115

### **ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ ФОСФОЛІПІДІВ В ОРГАНІЗМІ *PLANORBARIUS PURPURA***

***Р. С. Горелка***

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

Фосфоліпіди (ФЛ) гідробіонтів є важливим структурним компонентом біологічних мембран, регулюють їх проникність та плинність, беруть участь в підтриманні активності іонного транспорту та мембранних ферментів, створюють міжклітинні контакти, і тим самим слугують одним із важливих елементів біохімічної адаптації водних тварин до дії несприятливих чинників водного середовища [3].

Вивченню вмісту ФЛ в організмі прісноводних риб присвячено ряд досліджень, саме тоді для малакофауни обговорюваний показник є мало

вивченим та дискусійним, що обумовило необхідність проведення дослідження в даному напрямку.

Метою роботи є з'ясування кількісного вмісту ФЛ у тканинах і органах *Planorbarius purpura* в нормі та за дії біотичного чинника (трематодна інвазія).

Матеріалом для дослідження слугували 40 екз. *Planorbarius purpura* (O. F. Müller, 1774), зібрані в липні 2022 р. в р. Гуйва (с. Лука, Житомирський район, Житомирська обл.). Для дослідження у моллюсків препарували гепатопанкреас, мантию та ногу, а також відбирали гемолімфу методом прямого знекровлення. Масу тіла та окремих органів вимірювали на електронних вагах (WPS1200/C) з точністю до 0,01 г.

Ліпіди екстрагували за методом Фолча [1]. Для розділення загальних ліпідів на окремі класи використовували метод одномірної тонкошарової хроматографії на пластинках «Sorbfil». Як рухома фаза використовувалась суміш гексан-диетиловий ефір-льодяна оцтова кислота (співвідношення 70:30:1). Хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду. Кількість полярних ФЛ визначали за кількістю неорганічного фосфору методом Васьковського [4]. Цифрові матеріали опрацьовані методами варіаційної статистики з використанням t-критерію Ст'юдента в програмі Microsoft Excel.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що вміст ФЛ у неінвазованих *P. purpura* становив 1,89–6,27 мг/г сирової тканини (рис. 1). При цьому, найвищі показники отримано для гепатопанкреасу, який слугує органом депонування та перерозподілу поживних речовин в організмі моллюска. Вміст ФЛ у гепатопанкреасі перевищував такий у гемолімфі (у 3,3 рази) та мантиї (на 11,1 %) та знаходився в одному діапазоні значень з показниками ноги. Найменші показники вмісту ФЛ зафіксовано у гемолімфі *P. purpura*.

Щодо інвазованих моллюсків, то вміст ФЛ у їх організмі знаходився на рівні 1,42–8,05 мг/г сирової тканини (органу). Метаболічний ряд досліджуваних органів (тканин) (в порядку зростання показника) наступний: гемолімфа→нога→гепатопанкреас→мантия.

Досліджено вплив трематодної інвазії на вміст ФЛ в організмі *P. purpura*, на основі чого показано зниження показників на 25,43 % у гемолімфі тварин.

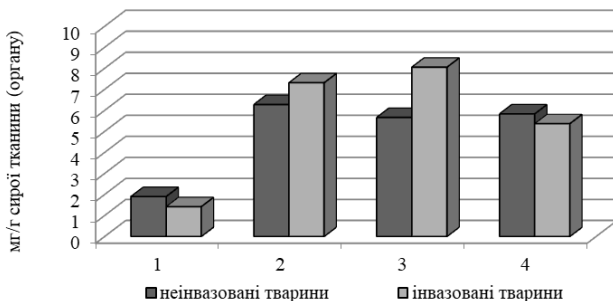


Рис. 1. Вміст ФЛ організмі *P. purpura*: 1 – гемолімфа, 2 – гепатопанкреас, 3 – мантия, 4 – нога.

Поряд з цим, у гепатопанкреасі та мантиї *P. purpura* обговорюваний чинник обумовлював збільшення вмісту ФЛ на 16,48–42,20 %, що, імовірно, свідчить про участь цих ліпідних фракцій у розвитку компенсаторної реакції тварини, направленої на повернення стану біологічної мембрани до дії трематодної інвазії [3]. Окрім цього, така динаміка може свідчити про участь ФЛ у підтримці гомеостазу моллюсків, які уражені трематодною інвазією.

Щодо ноги, то в даному органі показники дослідної та контрольної груп були величинами одного порядку.

Отже, вміст ФЛ в організмі *P. purpura* має певну органну специфічність та змінюється залежно від дії біотичного чинника (трематодна інвазія), що є компенсаторною реакцією, покликаною підтримувати гомеостаз інвазованих тварин.

#### *Література*

1. Folch J. Lees M., Stanley Sloane GH. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem.* 1957. 226 (1). P. 497–509.

2. Leslie J. M., Buckley J. T. Phospholipid composition of goldfish (*Carassius auratus* L.) liver and brain and temperature-dependence of phosphatidyl choline synthesis. *Comp. biochem. Physiol.* 1976. V. 53. B. P. 335–337.

3. McManus, D. P.; Marshall I., James B. L. Lipids in digestive gland of *Littorina saxatilis rudis* (Maton) and in daughter sporocysts of *Microphallus similis* (Jäg. 1900). *Exp Parasitol.* 1975. 37 (2). P. 157–163.

4. Vaskovsky V. E., Kastetsky E. V., Vasedin, I. M. A universal reagent for phospholipids analysis. *J. Chromatogr.* 1985. 114 (1). P. 129–141.

УДК 594.38: 577.115

### **ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ ТРИАЦИЛГЛЦЕРОЛІВ В ОРГАНІЗМІ *PLANORBARIUS PURPURA* ЗА ДІЇ ТРЕМАТОДНОЇ ІНВАЗІЇ**

***О. О. Кулініченко***

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

У зв'язку із зростанням антропологічного забруднення водного середовища, виникає необхідність вивчення адаптаційних механізмів гідробіонтів, важливу роль серед яких відіграють показники ліпідного профілю, які беруть участь у фізіолого-біохімічних процесах водних тварин та виконують в їх організмі енергетичну, транспортну, захисну та структурну функції [1, 3]. Відомо, що стійкість гідробіонтів значною мірою визначається вмістом в їх тканинах та органах запасних ліпідів – триацилгліцеролів (ТАГ), які є важливим джерелом метаболічної енергії, беруть участь у стабілізації клітинних мембран та за дії несприятливих чинників водного середовища можуть перетворюватися у диацилгліцероли та неестерифіковані жирні кислоти [5].



Однак, незважаючи на актуальність проблеми, робіт, присвячених вивченню вмісту та адаптивного значення ТАГ в організмі моллюсків, які є постійним компонентом прісноводних екосистем, є небагато, а наявні в літературі дані є досить суперечливі.

Об'єктом дослідження слугували 40 екз. *Planorbarius purpura* (O. F. Müller, 1774), зібраних в липні 2022 р. в р. Гуївка (с. Лука, Житомирська обл., Житомирський район). Видову належність тварин визначали загальноприйнятим методом [2]. Перед дослідженням у кожного моллюска вимірювали морфометричні параметри та визначали масу тіла й органів з точністю до 0,01 г. Для аналізу відбирали гемолімфу, гепатопанкреас, мантию та ногу. Для виявлення трематодної інвазії виготовляли тимчасові препарати з тканин гепатопанкреасу кожного досліджуваного моллюска.

Ліпіди екстрагували за методом Фолча [4]. На окремі класи ліпіди розділяли методом одномірної тонкошарової хроматографії. В якості рухомої фази використано суміш гексан-диетилловий, ефір-льодяна, оцтова кислота у співвідношенні 70:30:1. Хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду. Кількість неполярних ліпідів (ТАГ, ДАГ, НЕЖК) визначали біхроматним методом за довжини хвилі 615 нм. Експериментальні дані опрацьовані методами варіаційної статистики з використанням t-критерію Ст'юдента.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що трематодна інвазія викликає зменшення вмісту ТАГ на 45,95 % у гепатопанкреасі досліджуваних тварин, що, ймовірно, пов'язано із споживанням трематодами ліпідних резервів цих моллюсків та використання їх для власних енергетичних потреб (рис. 1). Разом з цим, у мантиї та нозі вміст обговорюваних показників зростав на 30,56 та 25,12 % відповідно, а в гемолімфі показники інвазованих та інтактних особин знаходились в одному діапазоні значень.

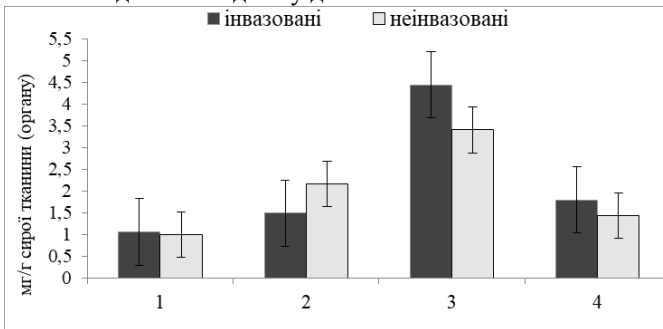


Рис. 1. Вплив трематодної інвазії на вміст ТАГ в організмі *Planorbarius purpura*: 1 – гемолімфа; 2 – гепатопанкреас; 3 – мантия; 4 – нога.

Така динаміка, очевидно, свідчить про активізацію захисних сил моллюсків на протидію трематодній інвазії.

Аналіз тканинно-специфічного розподілу показав, що незалежно від дії паразитарного чинника, найвищі показники триацилгліцеролів спостерігаються у мантиї тварин, а найнижчі – у їх гемолімфі. Так, уміст ТАГ в мантиї

перевищував такий в гемолімфі, мантиї та нозі в 2,48 – 4,18 рази для інвазованих особин та в 1,57 – 3,44 рази для неінвазованих тварин ( $p < 0,05$ ).

При цьому, досліджувані органи вибудовують наступні метаболічні ряди (в порядку збільшення показника): інвазовані моллюски: гемолімфа → гепатопанкреас → нога → мантия; неінвазовані моллюски: гемолімфа → нога → гепатопанкреас → мантия

Отже, трематодна інвазія викликає органоспецифічні зміни вмісту триацилгліцеролів в організмі *P. purpura*, що є адаптивною відповіддю цих тварин до дії паразитарного чинника.

#### *Література*

1. Попова Е. М., Кошій І. В. Ліпіди як компонент адаптації риб до екологічного стресу. *Рибогосподарська наука України*. 2007. №1. С. 49–56.

2. Стадниченко А. П. Прудовиковые (Пузырчиковые, Витушковые, Катушковые). Киев : Наукова думка, 1990. 290 с.

3. Хоменчук. В. О., Ляврін, Б. З., Рабченко, О. О., Курант В. З. Ліпідний обмін в організмі риб за дії чинників оточуючого водного середовища. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Сер. Біологія. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка. 2020. Вип. 3- 4 (80). С. 126–139.

4. Folch J., Lees M., Stanley Sloante G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol Chem.* 1957. 226 (1). P. 497–509.

5. Lewis R. N., McElhaney R. N. Surface charge markedly attenuates the nonlamellar phase-forming properties of lipid bilayer membranes: calorimetric and <sup>31</sup>P-nuclear magnetic resonance studies of mixtures of cationic, anionic, and zwitterionic lipids. *Biophysical journal*. 2000. 79 (3). P. 1455–1464.

УДК 594.381.5: 574.64

### **ВМІСТ КСАНТОФІЛІВ В ОРГАНІЗМІ *LYMNAEA STAGNALIS* ЗА ДІЇ ВИСОКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ СЕЧОВИНИ**

*Л. В. Музика, Г. Є. Киричук*

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

В умовах збільшення антропогенного навантаження на водні екосистеми все більшої актуальності набувають дослідження механізмів адаптації водних тварин до дії полютантів, особливе місце серед яких займає сечовина, яка широко використовується у сільському господарстві як азотне добриво для підвищення родючості ґрунту та в значних кількостях надходить у природні води з господарсько-побутовими стічними водами та поверхневими стоками. Окрім цього, сечовина утворюється в результаті природних біохімічних процесів у водоймі [2].

Відомо, що продукт ферментативного гідролізу сечовини – аміак здатний впливати на якість води, погіршувати кисневий режим у водоймі та викликати окислювальний стрес у гідробіонтів, обумовлений продукцією активних форм кисню ( $O_2^{\cdot-}$ ,  $H_2O_2$ ,  $ROO^{\cdot}$ ,  $^{\cdot}OH$ ), що може призвести до порушення цілісності клітинних мембран, інактивації ферментів, метаболічних дисфункцій, патологічного пошкодження та загибелі клітин [1]. Ксантофіли, як компонент неспецифічної антиоксидантної системи, беруть участь у гасінні синглетного кисню, ефективно нейтралізують вільні радикали та забезпечують імунітет гідробіонтів, у зв'язку з чим виступають одним із механізмів адаптації цих тварин до дії несприятливих екологічних чинників [3].

Тому, зважаючи на актуальність та малодослідженість теми, вивчення вмісту ксантофілів в організмі прісноводних молюсків за дії сечовини є актуальним та стало метою нашого дослідження.

Об'єкт дослідження: 120 екз. *Lymnaea stagnalis* (Linné, 1758), зібраних у жовтні–листопаді 2013 року в о. Мельком (с. Сонячне, Житомирська обл.). Для акліматії до лабораторних умов тварин утримували упродовж 14 діб в акваріумах з відстояною протягом доби аерованою водопровідною водою ( $t=18-20^{\circ}C$ ;  $pH=7,3-7,7$ ;  $O_2=8,5-8,9$  мг/дм<sup>3</sup>). Як токсикант використано сечовину в концентраціях, що відповідали 5 та 10 ГДК<sub>рибогосп.</sub> Експозиція – 2, 7, 14 та 21 доба. Контролем слугували *L. stagnalis*, яких утримували у воді з вище наведеними характеристиками без додавання токсиканту.

Для кожного екземпляра вимірювали морфометричні параметри та визначали загальну масу тіла й органів за допомогою електронних ваг (з точністю до 0,01 г). Для експерименту відібрано лише неінвазованих особин. В біохімічному дослідженні використано гепатопанкреас, мантию, ногу та гемолімфу.

Сумарний вміст ксантофілів визначали за методикою [4]. Усього виконано 480 біохімічних аналізи.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики із застосуванням t-критерію Ст'юдента в пакеті Microsoft Office Excel. Розбіжності вважали статистично вірогідними при  $p \leq 0,001-0,05$ .

У процесі виконання експерименту норми біоетики порушені не були.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що сечовина в концентрації, що відповідала 5 ГДК<sub>рибогосп.</sub> на кінець другої доби експозиції викликала зменшення вмісту ксантофілів у гемолімфі досліджуваних тварин на 46,5 % ( $p < 0,05$ ). Разом з цим, у гепатопанкресі та нозі *L. stagnalis* відмічено суттєве збільшення показників (в 2,63–2,86 рази ( $p < 0,001-0,01$ )), а в мантиї не встановлено статистично достовірних відмінностей від контролю (рис. 1).

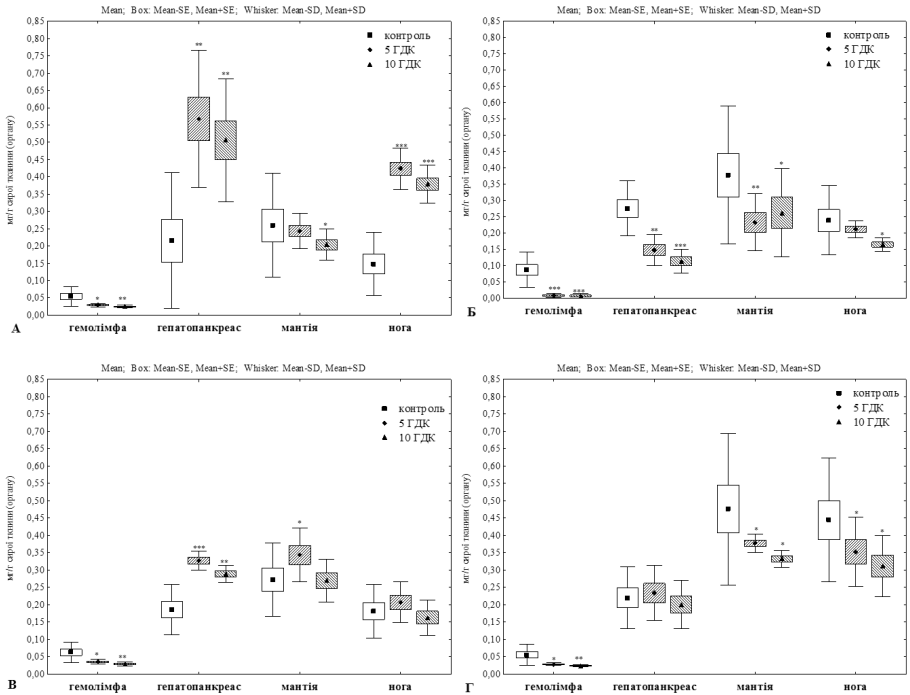


Рис. 1. Вплив сечовини (5–10 ГДК) на вміст ксантофілів ( $M \pm m_x$ ,  $n=10$ ) в організмі *L. stagnalis*: А – експозиція 2 доби; Б – експозиція 7 діб; В – експозиція 14 діб; Г – експозиція 21 доба; \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $p \leq 0,001$ .

За умови підвищення концентрації токсиканту (10 ГДК) зафіксовано зменшення вмісту ксантофілів у гемолімфі та мантиї (на 21,5–55,01 %) та його збільшення в 2,34–2,56 рази ( $p < 0,001$ –0,01) в гепатопанкреасі та нозі досліджуваних моллюсків.

Пролонгування токсичної дії до 7 діб посилило інгібуючий вплив сечовини на метаболізм *L. stagnalis*. Так, незалежно від концентрації токсиканту відмічено зменшення вмісту каротиноїдів в усьому тілі моллюсків на 11,38–90,99 % ( $p < 0,001$ –0,05). При цьому, найсуттєвіше відхилення зареєстровано у гемолімфі, а найменше – у нозі.

Зі збільшенням контакту моллюсків з токсикантом (5 та 10 ГДК) до 14 діб спостерігалось зменшення вмісту сумарних ксантофілів (на 43,54–53,89 %) у гемолімфі та їх збільшення на 55,65–76,28 % у гепатопанкреасі. Разом з тим, у нозі та мантиї дія сечовини в концентрації, що відповідала 5 ГДК обумовлювала зростання показників на 14,22 та 26,42 %, однак зі збільшенням токсичного навантаження (10 ГДК) для цих органів не встановлено статистично достовірних відмінностей від контролю. Таке збільшення вмісту ксантофілів за дії 5 ГДК токсиканту (експозиція – 14 діб) у всіх досліджених органах,

імовірно, відповідає другій фазі адаптаційного процесу, пов'язаній із активізацією захисних сил організму та мобілізацією ресурсів, необхідних для життєзабезпечення та виживання молюсків у токсичному середовищі.

Найтриваліша експозиція (21 доба) викликала однотипову реакцію досліджуваних тканин і органів на дію сечовини незалежно від її концентрації. Так, зареєстровано зменшення показників на 48,56–56,14 % у гемолімфі, на 20,74–30,17 % у мантиї та на 20,58–29,83 % у нозі. Разом з тим, у гепатопанкреасі показники контрольної та дослідної груп були величинами одного порядку.

Отже, зміни вмісту ксантофілів в організмі *L. stagnalis* у відповідь на вплив сечовини є компонентом адаптації цих тварин, напрямленої на підтримання адаптивного рівня функціонування організму. Зміни вмісту каротиноїдів за дії сечовини характеризуються дозо-та часозалежною динамікою та є органоспецифічними. Найнижчими показниками вмісту ксантофілів як в нормі, так і за дії токсичного агента (незалежно від концентрації та тривалості дії) характеризується гемолімфа тварин. Найвищі показники варіювали між органами залежно від концентрації сечовини та тривалості експозиції тварин у токсичних розчинах.

#### *Література*

1. Anti-oxidative defences are modulated differentially in three freshwater teleosts in response to ammonia-induced oxidative stress / Sinha A. K. et al. 2014. *PLoS One*. 9(4). e95319.
2. Changes in the structure of phytoplankton under the influence of urea / Klochenko P. D., Sakevich A. I., Usenko O. M., Shevchenko T. F. *Hydrobiol J*. 2000. 36. P. 62–74.
3. Maoka T. Carotenoids as natural functional pigments. *Journal of natural medicines*. 2019. 74(1). P. 1–16.
4. Taylor S. L., Lamden M. P., Tappel A. L. Sensitive fluorometric method for tissue tocopherol analysis. *Lipids*. 1976. 11(7). 530–538.

УДК 591.111.1:577.352.462

## **ТЕМПЕРАТУРА ТА ВИСНАЖЕННЯ ЗА АТФ ЯК ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ПОСТГІПЕРТОНІЧНИЙ ГЕМОЛІЗ ЕРИТРОЦИТІВ КРОЛИКА**

***О. Є. Ніпот, О. О. Шапкіна, Н. А. Єршова, Н. М. Шпакова, С. С. Єршов, Н. В. Орлова***

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

Внутрішньоклітинний АТФ відіграє важливу роль у структурі та функціях мембрани еритроцитів. Вміст АТФ визначає ступінь фосфорилування мембранних білків і ліпідів. Фосфорилування та дефосфорилування білків цитоскелету в мембрані еритроцитів опосередковують взаємодію бішарцитоцитоскелет, яка відіграє важливу роль у стабільності та деформованості

мембрани. Постгіпертонічний гемоліз є моделлю пошкодження клітин при поверненні клітин в фізіологічні умови після кріоконсервування [4]. В рамках цієї моделі, змінюючи енергетичний стан клітин, температурні умови, можливо підбирати оптимальні умови для розморожування клітин, вивчати механізми пошкодження та захисту клітин.

Для дослідження використовували еритроцити кролика. Роботу з тваринами проводили відповідно до «Загальних принципів експериментів на тваринах» (V Національний конгрес з біоетики, Київ, 2013). Після видалення плазми еритромасу двічі відмивали шляхом центрифугування при 1000 g протягом 3 хвилин у 10-кратному об'ємі фізіологічного розчину (NaCl 0,15 моль/л; Na-фосфатний буфер 0,01 моль/л, pH 7,4). Для виснаження клітин за АТФ еритроцити інкубували з 2-дезоксиглюкозою (10 ммоль/л) протягом 2 год при 37°C. Постгіпертонічний шок здійснювали перенесенням еритроцитів з 2,0 моль/л NaCl в 0,15 моль/л NaCl при 0, 10, 20, 30 та 37°C. Вміст гемоглобіну в супернатанті визначали спектрофотометрично. Статистичну обробку отриманих експериментальних результатів проводили за допомогою програми «Statistica 6.0» («StatSoft Inc.», США).

Рівень пошкодження контрольних клітин складав: за температури 0°C – 64±6%, 10°C – 47±5%, 20°C – 36±7%, 30°C – 38±6%, 37°C – 39±6%; клітин виснажених за АТФ – за температури 0°C – 53±6%, 10°C – 39±6%, 20°C – 31±6%, 30°C -32±6% - 37°C - 33±6%. Дані демонструють залежність постгіпертонічного пошкодження еритроцитів кролика як від температури, так і від виснаження клітин за АТФ. Так підвищення температури від 0°C до 37°C для контрольних клітин призводить до зменшення рівня гемолізу в 1,6 рази. Найбільш істотне зниження пошкодження спостерігається при підвищенні температури від 0°C до 10°C. Менш істотне – від 10°C до 20°C. Подальше підвищення температури не веде до зниження пошкодження клітин.

Що стосується АТФ-виснажених еритроцитів вони показують менший рівень пошкодження ніж контрольні клітини. Зниження складає біля 20 відсотків і є приблизно однаковим у всьому досліджуваному температурному діапазоні.

Відомо, що метаболічне виснаження еритроцитів призводить до сильнішої асоціації між спектрином і мембраною, оскільки виснаження за АТФ запобігає фосфорилуванню білка 4.1R, що сприяє зв'язуванню комплексу 4.1R-спектрин-актин. Внаслідок цього спостерігається збільшення модулю пружності, натягу та в'язкості мембрани, вона стає більш жорсткою та пружною [3]. Це може бути причиною деякого зниження пошкодження еритроцитів за умов постгіпертонічного шоку еритроцитів, оскільки механічна тривкість мембрани підвищується.

Існування температурної залежності постгіпертонічного пошкодження демонструє залучення до процесу фосfolіпідної компоненти мембрани еритроцита. Так відомо, що температура модулює плинність мембран і, таким чином, поділ фаз та організацію ліпідних доменів [2]. У біологічних мембранах відсутні різкі фазові переходи, порядок ліпідів змінюється лише лінійно з температурою. Латеральна організація мембран у живих клітинах проявляється

невеликими гетерогенними та високодинамічними доменами. При зміні температури змінюється склад та розмір цих доменів. При підвищенні температури у зовнішньому моношарі скорочується кількість доменів, збагачених сфінгомієліном та збільшується – збагачених фосфатидилхоліном [1]. Перерозподіл фосfolіпідів може впливати на плинність мембрани, здатність витримувати розтягнення та змінювати критичний гемолітичний об'єм. Це може слугувати поясненням зменшення пошкодження еритроцитів при підвищенні температури в умовах постгіпертонічного шоку.

Отже, як умови навколишнього середовища, так і стан клітин на момент стресового впливу мають своє значення. В реальних умовах важко окремо відслідкувати всі процеси, для цього доцільно використовувати модельні експерименти, які здатні врахувати усі умови окремо та передбачити результати реального процесу. Так, за результатами досліджень впливу температури на постгіпертонічний гемоліз можна зробити висновок, що використання більш високої температури при переведенні клітини у фізіологічні умови зменшує відсоток пошкоджених клітин.

#### *Література*

1. Conrard L., Stommen A., Cloos A.-S., Steinkühler J., Dimova R., Pollet H., Tyteca D. Spatial relationship and functional relevance of three lipid domain populations at the erythrocyte surface. *Cellular Physiology and Biochemistry*. 2018. No. 51. P. 1544–1565.

2. Färber N, Westerhausen C. Broad lipid phase transitions in mammalian cell membranes measured by Laurdan fluorescence spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta – Biomembranes*. 2022. Vol. 1864, No. 1. 183794. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2021.183794>.

3. Reinhart S. A., Schulzki T., Bonetti P. O., Reinhart W. H. Studies on metabolically depleted erythrocytes. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2014. Vol. 56, No. 2. P. 161–173.

4. Semionova E. A., Yershova N. A., Yershov S. S., Orlova N. V., Shpakova N.M. Peculiarities of posthypertonic lysis in erythrocytes of several mammals. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*. 2016. Vol. 26, No.1. P. 73–83.

УДК [502/504: 597.551]:615

### **МЕТАБОЛІЧНІ ЗМІНИ У *DANIO RERIO* ЗА ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ МАЛАТІОНУ**

***О. В. Сорока, С. М. Гриньків, Г. Б. Ковальська, О. І. Горин, О. І. Боднар***

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. Максима Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна

Необхідність підвищення продуктивності сільського господарства та захисту культур у сучасній агрономії обумовлює стрімке зростання кількості та різноманіття пестицидів, що становить суттєву загрозу навколишньому

середовищу загалом та гідроекосистемам зокрема. Доведено здатність пестицидів викликати як гострі, так і хронічні токсичні ефекти, включаючи окисний стрес, генетичні пошкодження та репродуктивні розлади, у організмів різних екологічних та еволюційних груп [4, 8]. Малатіон – селективний інгібітор ацетилхолінестерази (АХЕ), один з найбільш часто застосовуваних фосфорорганічних інсектицидів, який відноситься до речовин середнього класу токсичності [2]. Водночас, може викликати структурно-функціональні порушення як окремих клітин та їх компартментів, так і органів загалом [4, 9]. Актуальними та важливими для розуміння небезпеки їх впливу на біоту та водні екосистеми є систематичні дослідження, з метою узагальнення прогнозів токсичності окремих полютантів.

З огляду на зазначене, нами досліджено вплив інсектициду малатіону у реальній (5 мкг/л) (МН) та субтоксичній (50 мкг/л) (МВ) концентраціях на коропову рибу *Danio rerio*. Для оцінки ступеня токсичності використали маркери ендокринних розладів та нейротоксичності, апробовані у попередніх наших дослідженнях [1].

Вміст вітелогеніноподібних протеїнів (Втг-ПП) використовували як маркер ендокринних розладів і визначали за вмістом лужнолабільних фосфатів. Активність ацетилхолінестерази (АХЕ), як показника нейротоксичності, – колориметричним методом Елмана [3, 5].

Експозиція данію у присутності екологічно реальної та субтоксичної концентрації малатіону призвела до прояву ознак ендокринних порушень та нейротоксичності. Так, ступінь ендокринних ушкоджень змінювався концентраційно залежно – вміст Втг-ПП у групах МН та МВ зріс майже на 40% та 67 % відповідно. Активність АХЕ, як показника нейротоксичної дії, у групі, яка піддавалася впливу екологічно реальної концентрації малатіону, знизилася приблизно на 30 %.

Зазначимо, що малатіон, як один з інсектицидів класу органофосфатів, окиснюється цитохромами у печінці до електрофільних метаболітів (оксонів), які є високоєфективними неспецифічними інгібіторами серинових гідролаз (наприклад, АХЕ та КЕ) [5, 7]. Ацетилхолінестераза гідролізує нейромедіатор ацетилхолін в нейронних і нервово-м'язових синапсах центральної і периферичної нервової системі, відтак її інгібування призводить до надлишкового накопичення нейромедіатора у щілинах синапсів, що обумовлює порушення холінергічної передачі сигналів [3]. Вважається, що небезпека зміни активності АХЕ за дії різних хімічних чинників полягає у зміні локомоторних функцій та поведінкових реакцій водних тварин, що в результаті може порушувати внутрішньовидову та міжвидову взаємодію.

Водночас, фосфорорганічні пестициди, до яких належить малатіон, мають здатність імітувати дію статевих стероїдів, впливати на гіпоталамо-гіпофізарно-гонадну вісь та порушувати гаметогенез [6]. Тому зростання вмісту вітелогеніну у крові самців *D. rerio* за впливу малатіону підтверджує здатність останнього спричиняти ендокринні порушення навіть за низьких, екологічно реальних концентрацій, а прямопропорційна залежність між концентраціями



Втг-ПП і пошкоджуючих чинників – релевантність використання даного показника як біомаркера забруднення водного середовища пестицидами.

Відтак можна зробити висновок, що незважаючи на відносно швидкий період розпаду та номіновану помірну токсичність, малатіон вже в екологічно реальних концентраціях викликає у смугастого данію прояви ендокринних розладів та нейротоксичності. Відповідно, це може стати вихідною інформацією для розробки попереджувальних стратегій зменшення небезпечного впливу малатіону на риб та припинення скорочення їх популяцій. Робота виконана за підтримки НФДУ (№ 2020.02/0270) та МОН (№МВ-2).

#### *Література*

1. Боднар О. І. Сенько С. В., Осипенко І. О., Хатіб І. та ін. Стан систем антиоксидантного захисту та прояви цитотоксичності у смугастого данію за впливу органофосфатних гербіцидів. *Наук. зап. ТНТУ. Сер. Біол.* 2020. № 3-4. С. 34–41.

2. Colovic M. B., et al. Acetylcholinesterase inhibitors: pharmacology and toxicology. *Curr Neuropharmacol.* 2013. Vol. 11(3). P. 315–335.

3. Ellman G. I., Courtney K. D., Andres V. jr., Featherstone R.M. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol.* 1961. Vol. 7. P. 88–95.

4. Esen M., Uysal M. Protective effects of intravenous lipid emulsion on malathion-induced hepatotoxicity. *Bratisl Lek Listy.* 2018. Vol. 119. P. 373–378.

5. Geng X., Shao H., Zhang Z. Malathion-induced testicular toxicity is associated with spermatogenic apoptosis and alterations in testicular enzymes and hormone levels in male *Wistar rats*. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2015. Vol. 39. P. 659–667.

6. Guo D., Liu W., Yao T., Ma M. et al. Combined endocrine disruptive toxicity of malathion and cypermethrin to gene transcription and hormones of the HPG axis of male zebrafish (*Danio rerio*). *Chemosphere.* 2021. Vol. 267. P. 128864.

7. McAvoy T., Nairn A. C. Serine/threonine protein phosphatase assays. *Protoc Mol Biol.* 2010. Vol. 18. P. 8–15.

8. National Pesticide Information Center. URL: <http://npic.orst.edu/>.

9. Ozsoy A. Z., Nursal A. F., Karsli M. F. Protective effect of intravenous lipid emulsion treatment on malathion-induced ovarian toxicity in female rats. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2016. Vol. 20. P. 2425–2434.

## СЕКЦІЯ 10. МЕДИЧНА БІОЛОГІЯ

УДК 616-008.9-056.7

### ФЕНІЛКЕТОНУРІЯ: ПРИЧИНИ, СИМПТОМИ, ДІАГНОСТИКА, ЛІКУВАННЯ ТА НАСЛІДКИ ЗАХВОРЮВАННЯ

*В. Ю. Гречанюк, І. П. Новікова*

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

**Актуальність.** Серед проблем сучасних дитячих хвороб особливе місце займають спадкові дефекти обміну, що супроводжуються неврологічними ускладненнями і поведінковими порушеннями. Фенілкетонурія (ФКУ) є рідкісним, але потенційно серйозним спадковим захворюванням. Поширеність ФКУ різна в різних етнічних групах і географічних регіонах у всьому світі. Найчастіше захворювання зустрічається в Туреччині, адже ним хворіє кожна дитина з 2600 народжених. Хвороба також більш поширена в Італії, Китаї та серед населення Ємену. За даними неонатального скринінгу поширеність фенілкетонурії / гіперфенілаланінемії в різних регіонах України коливається від 1:6000 до 1:10000. [1]. В Україні за рік народжується від 65 до 75 дітей з ФКУ/ГФА. Більшість випадків ФКУ виявляються незабаром після народження за допомогою скринінгу немовлят, лікування розпочинається негайно. Як наслідок, серйозні ознаки та симптоми класичної ФКУ спостерігаються рідко. Завдяки ранній діагностиці та правильному лікуванню більшість дітей з фенілкетонурією можуть жити здоровим життям. Проте, якщо не виявити хворобу та вчасно не розпочати лікування, наслідки можуть бути дуже тяжкими. У зв'язку із важкістю клінічних проявів, з одного боку, та можливістю профілактики появи важких уражень центральної нервової системи з іншого боку, фенілкетонурія є надзвичайно актуальною проблемою.

**Мета.** Дослідити причини розвитку фенілкетонурії. Визначити методи діагностики та лікування хвороби. Обґрунтувати наслідки захворювання, прогнози.

**Основний зміст.** Фенілкетонурія (ФКУ) – це спадкове захворювання, при якому в крові підвищується рівень фенілаланіну. Фенілаланін надходить в організм з їжею та є будівельним блоком амінокислот. Він міститься у всіх білках і в деяких штучних підсолоджувачах. Якщо ФКУ не лікувати, фенілаланін може накопичуватися до шкідливих рівнів в організмі, викликаючи розумову недостатність та інші серйозні проблеми зі здоров'ям.

Фенілкетонурію викликають мутації в гені PAH. Цей ген контролює синтез ферменту під назвою фенілаланін гідроксилаза, перетворює амінокислоту фенілаланін в інші важливі сполуки в організмі. Якщо генні мутації знижують активність фенілаланін гідроксилази, фенілаланін не переробляється ефективно. В результаті ця амінокислота може накопичуватися до токсичного рівня в крові та інших тканинах. Оскільки нервові клітини мозку

особливо чутливі до рівня фенілаланіну, надмірна кількість цієї речовини може призвести до пошкодження мозку [2].

Класична ФКУ, найважча форма розладу, виникає, коли активність фенілаланін гідроксилази сильно знижена або відсутня. У людей, що не лікують класичну ФКУ, рівень фенілаланіну достатньо високий, щоб викликати пошкодження мозку та інші серйозні проблеми зі здоров'ям. Мутації в гені PAH, які дозволяють ферменту зберігати деяку активність, призводять до більш м'яких версій цього стану, таких як гіперфенілаланінемія без ФКУ.

Зміни в інших генах також можуть впливати на тяжкість ФКУ, але про ці додаткові генетичні фактори поки мало що відомо.

Діти, народжені від матерів з ФКУ та неконтрольованим рівнем фенілаланіну (жінки, які більше не дотримуються дієти з низьким вмістом фенілаланіну), мають значний ризик розумової недостатності, оскільки вони піддаються дуже високому вмісту фенілаланіну до народження. Ці немовлята також можуть мати низьку вагу при народженні і рости повільніше, ніж інші діти. Інші характерні медичні проблеми включають вади серця або інші проблеми з серцем, аномально малий розмір голови (мікроцефалія) та поведінкові проблеми. Жінки з ФКУ та неконтрольованим рівнем фенілаланіну також мають підвищений ризик втрати вагітності [3].

Цей стан успадковується за аутосомно-рецесивним типом, що означає, що обидві копії гена в кожній клітині мають мутації. Батьки дитини, що успадкувала хворобу, мають по одній копії мутантного гена, але зазвичай вони не мають ознак і симптомів цього захворювання.

Фактори ризику успадкування ФКУ включають:

- Наявність обох батьків із дефектним геном, який викликає ФКУ. Двоє батьків повинні передати копію дефектного гена, щоб у їхньої дитини розвинувся стан.
- Етнічне походження. Генний дефект, який викликає ФКУ, варіюється в залежності від етнічних груп, і він менш поширений серед афроамериканців, ніж в інших етнічних групах.

Новонароджені з фенілкетонурією спочатку не мають жодних симптомів. Однак без лікування у дітей зазвичай протягом кількох місяців з'являються ознаки ФКУ. Ознаки та симптоми ФКУ можуть бути легкими або важкими і можуть включати: затхлий запах з рота, неврологічні проблеми, висипання на шкірі, світла шкіра та блакитні очі, аномально маленька голова (мікроцефалія), гіперактивність, затримка розвитку, емоційні та соціальні проблеми, психічні розлади.

Основним методом лікування ФКУ є дієта, яка повністю уникає продуктів з високим вмістом білка (таких як м'ясо, яйця та молочні продукти) і контролює споживання багатьох інших продуктів, таких як картопля та злаки. Крім того, люди з ФКУ повинні приймати амінокислотну добавку, щоб отримувати всі поживні речовини, необхідні для нормального росту та міцного здоров'я. Існує також кілька варіантів поширених продуктів з низьким вмістом білка (таких як борошно, рис і макарони), спеціально розроблених для людей з ФКУ та супутніми захворюваннями, які можна включити в свій раціон. Багато з

них відпускаються за рецептом. Люди з ФКУ також повинні уникати харчових продуктів, які містять аспартам (штучний підсолоджувач), оскільки в організмі він перетворюється на фенілаланін. Рівень фенілаланіну постійно контролюється шляхом аналізу крові. Дотримання дієти з низьким вмістом білка дозволяє підтримувати рівень фенілаланіну в певних межах. Тобто у хворих не відбувається змін природного інтелекту.

Ускладнення фенілкетонурії пов'язані з ураженням ЦНС і розвитком таких психічних неврологічних порушень, як розумова відсталість (олігофренія, імбецильність); неврологічний дефіцит, який проявляється незворотними дистрофічними змінами (судоми). У разі ранньої верифікації діагнозу та призначення дієти, прогноз умовно сприятливий (повністю вилікувати захворювання не вдається, але можна попередити токсичний вплив фенілаланіну та його похідних) [4].

**Висновки.** Фенілкетонурія – рідкісне захворювання, що може призвести до серйозних ускладнень. Проте рання діагностика захворювання та початок терапії з перших років життя забезпечує нормальний ріст і розвиток таких дітей. Лікування хворих на фенілкетонурію безперервне і полягає в дотриманні суворої дієти з моменту постановки діагнозу. Повне виключення фенілаланіну з раціону, компенсація амінокислотного дефіциту за допомогою спеціальних біодобавок дозволяє підтримувати нормальний обмін речовин в організмі. Дорослі з ФКУ, яку було вчасно діагностовано, що продовжують дотримуватися дієти, можуть мати високу якість життя. Дотримання всіх сучасних рекомендацій дозволяє досягнути максимального інтелектуального потенціалу. Такі пацієнти з ФКУ живуть повноцінним життям.

#### *Література*

1. Baturina O. A., Tupikin A. E., Lukjanova T. V., Sosnitskaya S. V., Morozov I. V. PAH and QDPR Deficiency Associated Mutations in the Novosibirsk Region of the Russian Federation: Correlation of Mutation Type with Disease Manifestation and Severity. *J. Med. Biochem.* 2014. 33(4) P. 333–340.
2. Blau N., Shen N., Carducci C. Molecular genetics and diagnosis of phenylketonuria: state of the art. *Expert Rev Mol Diagn.* 2014. Jul. 14 (6). P. 655–671.
3. Baturina O. A., Bondar A. A., Tupikin A. E., Zhabin S. G., Morozov I. V. Analysis of phenylalanine hydroxylase gene mutations in phenylketonuria patients from Kemerovo oblast and the Sakha Republic. *Cytol Genet.* 2012. Jul. 46 (4). P. 227–232. DOI: 10.3103/S0095452712040032.
4. Liu N., Kong X. D., Zhao D. H., Wu Q. H., Li X. L., Guo H. F. et al. Prenatal diagnosis of Chinese families with phenylketonuria. *Genet Mol Res.* 2015. Nov 19. 14 (4). P. 14615–14628.

## **ПОКАЗНИКИ ПОВЕДІНКОВОЇ АКТИВНОСТІ ЩУРІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КОМПЛЕКСУ МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА ВІТАМІНУ D НА ТЛІ ГІПЕРТИРЕОЗУ**

*Т. В. Коломійчук, Ю. Р. Каракай, Ю. О. Фоміна*

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Шампанський провулок, 2, Одеса, 65058, Україна

Тиреοїдна патологія, яка на сьогодні є однією з найпоширеніших ендокринних дисфункцій, проявляється не тільки на метаболічному, але й на поведінковому рівні [3]. Тиреοїдні гормони у тварин зрілого віку здатні прямо впливати на метаболізм мозку через модуляцію активності його нейромедіаторних систем, а саме моноамінергічного та ГАМК-ергічного компонента [5]. Посилення катаболізму призводить до слабкості та атрофії м'язів. Хронічна тиреотоксична міопатія виникає при тривалому перебігу тиреотоксикозу, характеризується прогресуючою слабкістю, стомлюваністю і гіпотрофією в проксимальних групах м'язів кінцівок. Підвищений рівень тиреοїдних гормонів призводить до негативного мінерального балансу з втратою кальцію. У хворих на гіпертиреоз виявляються низькі рівні метаболіту вітаміну D [1].

Відомо, що дисфункція щитоподібної залози у щурів в ранньому віці в залежності від тиреοїдного стану викликає порушення емоційної та когнітивної активності [2]. Так, при гіпертиреозі тип поведінки цілком можливо забезпечується підвищенням вмісту ГАМК у неокортексі та зменшенням вмісту серотоніну в гіпокампі. Тому на сьогоднішній день пошук засобів корекції поведінкової активності організму за умов тиреοїдної дисфункції становить медико-соціальну проблему.

Мета: дослідження показників поведінкової активності щурів при застосуванні комплексу макро- і мікроелементів та вітаміну d на тлі гіпертиреозу

Методи. Дослідження було проведено на білих нелінійних щурах масою 200-260 г, розподілених на три групи по сім особин у кожній. Перша група – інтактні тварини, друга – тварини, яким моделювали гіпертиреоз: протягом 6 тижнів щоденно перорально вводили L-тироксин із розрахунку 0,1 мг/кг маси тварини. Третя група – щури, які після 4 тижнів моделювання гіпертиреозу, протягом 2 тижнів перорально отримували комплексний препарат (КП) до якого входили макро- і мікроелементи (кальцій, магній, залізо, цинк, мідь, марганець, хром, селен), а також вітамін D. Під час експерименту тварини знаходилися на постійному харчовому та питному режимі. До початку моделювання та щотижнево протягом експерименту визначали поведінкову активність щурів за допомогою тесту відкритого поля: горизонтальну і вертикальну рухову та орієнтовно-дослідницьку активність. Стан вегетативної системи щурів визначали за кількістю та тривалістю актів грумінга. Після

виведення тварин з експерименту під етаміналовим наркозом виділяли щитоподібну залозу, визначали її масу і розраховували органний індекс.

Результати. Отримані результати свідчать, що на шостому тижні моделювання гіпертиреозу виявлено суттєве зниження горизонтальної та вертикальної рухової активності на 67,6 та 68,3 % відповідно по відношенню до вихідного показника і на 59 та 67,2 % відносно контрольної групи тварин. При цьому орієнтовно-дослідницька активність щурів цієї групи вірогідно знижувалась порівняно з вихідними показниками на 50,6% і на 47,2 % відносно контрольної групи тварин. Згідно даних інших дослідників певні особливості поведінки щурів цілком можливо пов'язати з підвищенням активності ГАМК-ергічної медіаторної системи мозку [5]. Крім того, звертали увагу на роль іонів  $Ca^{2+}$  на клітинному рівні не тільки в функціонуванні вегетативних органів, а й в організації пам'яті [4].

Згідно даних наших досліджень у щурів, які отримували КП на тлі сформованого гіпертиреозу, виявлено: менш виражене зниження горизонтальної та вертикальної рухової активності і зростання дослідницької активності при порівнянні з групами тварин з гіпертиреозом і контролю. Про емоційний стан тварин свідчить кількість актів ґрумінгу. Визначено, що гіпертиреоз у дослідних тварин призвів до зменшення кількості актів ґрумінгу на 75 % у порівнянні з показником контрольної групи, а при застосування КП - лише на 43 %. Моделювання гіпертиреозу обумовило достовірне зменшення маси щурів на 19,4 %, маси щитовидної залози - на 38 % і органного індексу - на 21,6 % у порівнянні з показником контрольної групи тварин. Застосування КП при гіпертиреозі обумовило лише тенденцію до зниження маси тварин на 7,8 %, маси щитовидної залози - на 15,8 %, органного індексу на 9,8 %.

Висновок. Таким чином, застосування КП у щурів на тлі гіпертиреозу обумовило тенденцію до нормалізації рухової і дослідницької активності тварин по відношенню до тварин, що не отримували препарат.

#### *Література*

1. Булдігіна Ю. В., Соколова Л. К., Пушкар'єв В. М. та ін. Ефекти вітаміну D при автоімунних захворюваннях щитоподібної залози: огляд літератури і власні дослідження. *Міжнар. ендокрин. журнал*. 2021. Т. 17, № 5. С. 34–44.

2. Демченко О. М., Родинський О. Г., Кондратьєва О. Ю., Зайченко О. Ю. Роль тиреоїдних гормонів у формуванні просторової пам'яті щурів у ранньому онтогенезі. *Фізіол. журн*. 2021. Т. 67, № 2. С. 22–30.

3. Berbel P., Navarro D., Roman G. C. Hashimoto thyroiditis causes neuroinflammation and emotional changes in euthyroid mice. *J. Cell Physiol*. 2019. V. 24. P. 48–56.

4. Luchkova A. Yu., Strutynska H. A., Sagach V. F. Hydrogen sulfide increases the calcium accumulation in mitochondria and inhibits the opening of cyclosporine A-sensitive mitochondrial pores in the rat hearts. *Fiziol Zh*. 2017. V. 63, №3. P. 9–15.

5. Nadorova A. V., Colick L. G., Klodt P. M. et al. Ratio between the anxiolytic action of selank and the serotonin level in some brain structures in modeling alcohol withdrawal in rats. *Neurochemistry*. 2014. V. 31, №2. P. 147–153.

УДК 616-007-053.1

## ТРАНСПОЗИЦІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

**Ю. І. Лукашевич, І. О. Погоріла**

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, проспект Перемоги, 34, Київ, 01601, Україна

**Актуальність.** Проблема аномалій розташування серця відома в кардіології та ембріології. Завдяки удосконаленню методів обстеження серця, а саме електрокардіографічний та рентгенологічний методи, можливе точне дослідження прижиттєвої діагностики усіх типів патологічного розташування серця. Найпершими повідомленнями про аномальне розташування серця можна вважати – 1643 р. (Marcell, Leccius) та 1652 р. (Riolan), які описали правостороннє положення серця із зворотнім розташуванням усіх внутрішніх органів (*situs viscerum inversus totalis*). Потім було описано правостороннє розташування серця, як ізольовану аномалію (із нормальним розташуванням усіх внутрішніх органів) – 1890 р. (Grunmach) [6]. Позиція абдомінальних внутрішніх органів при декстрокардії може бути нормальною (*situs solitus*), оберненою (*situs inversus*) та проміжною – невизначеною (*situs ambiguus* або ізомеризм-isomerism) у 32–35%, 35–39% та 26–28% випадків відповідно [9]. За даними 2017 р. можна стверджувати, що «*situs inversus totalis*» є рідкісною вродженою аномалією, яка спостерігається у 0,01 % живих новонароджених (зустрічається з частотою від 1 на 8000 до 1 на 25000 пацієнтів) [7].

**Мета.** Дослідити, на якому етапі ембріогенезу відбулось порушення, що призвело до аномалії розташування серця. З'ясувати та узагальнити статистичні дані, зібрані протягом багатьох років.

**Основний зміст.** Декстрокардія – вроджена, кардіальна позиційна аномалія, при якій серце знаходиться у правій половині грудної клітки, виникає тоді, коли серцева петля закручується зліва на право, замість того, щоб закручуватись з права на ліво [2]. У більшості випадків декстрокардію супроводжує *situs inversus* – дзеркально протилежне розташування усіх внутрішніх органів. В інших випадках розташування органів може бути надто різноманітним, наприклад, одні органи розташовані з одного боку, а інші – ні (такі стани називаються – гетеротаксії) [3]. Кожен із таких пацієнтів може бути білатеральним «лівобічним» або білатеральним «правобічним». Основною відмінністю між ними слугує положення та структура селезінки. При лівобічній білатеральності діагностують поліспенію (множинність), а при правобічній білатеральності – аспленію (відсутність) селезінки.

Нижче наведені основні типи внутрішньогрудного розташування серця (за В.А. Бухаріним та В.П. Подзолковим): правосформоване праворозташоване

серце (з нормальним розташуванням органів черевної порожнини «situs solitus»), правостороннє серединнорозташоване серце (з нормальним розташуванням органів черевної порожнини «situs solitus»), правостороннє ліворозташоване серце (із дзеркальним розташуванням органів черевної порожнини «situs inversus») або абдомінальною гетеротаксією), лівостороннє праворозташоване серце (із дзеркальним розташуванням органів черевної порожнини «situs inversus»), лівостороннє ліворозташоване серце (із дзеркальним розташуванням органів черевної порожнини «situs inversus»), невизначеносформоване ліво-, право- чи серединно- розташоване серце (із абдомінальною гетеротаксією) [6].

Також завдяки дослідженням Ellis та співавторів (1966) була створена класифікація «situs inversus» та «situs solitus», що дає змогу ембріонально оцінити тип розвитку бульбовентрикулярної петлі: Situs solitus (конкордантна права бульбовентрикулярна петля, дискордантна ліва бульбовентрикулярна петля, невизначена бульбовентрикулярна петля) та Situs inversus (конкордантна ліва бульбовентрикулярна петля, дискордантна права бульбовентрикулярна петля, невизначена бульбовентрикулярна петля). Під «конкордантною» бульбовентрикулярною петлею автори зазначали нормальний тип петлі для наявного варіанта розташування внутрішніх органів, під «дискордантною» бульбовентрикулярною петлею – аномальний її тип.

Щодо походження аномалії: судинна система з'являється в першому триместрі вагітності жінки (приблизно всередині 3-го тижня), коли зародок не може задовольнити свої потреби шляхом дифузії. Декстрокардія напряму залежить від етапу утворення серцевої петлі. На 23-й день серцева трубка подовжується та згинається. Краніальна частина трубки згинається у вентральному та каудальному напрямках управо, а каудальна частина трубки зміщується у дорзокраніальному напрямку і вліво. Це згинання призводить до формування серцевої петлі. Воно завершується на 28-й день ембріонального розвитку [4].

Якщо нормально розташована первинна серцева трубка із правостороннім венозним передсердям і лівостороннім артеріальним передсердям зроблять аномальний вигин і сформуєть аномальну бульбовентрикулярну петлю з випуклістю вліво, а увігнутістю вправо (сіністобульбовентрикулярна петля), то верхівка такого серця спочатку повернута вліво і пізніше, виконуючи поворот зліва на право, формується правостороннє серце (декстрокардія) [5].

**Висновки.** До 20% пацієнтів із situs inversus можуть мати синдром Картагенера, що характеризується клінічною тріадою у вигляді situs viscerum inversus, бронхоектазії, хронічного риносинуситу або носового поліпозу. Досліджуваному пацієнту було проведено обстеження, яке не виявило синдрому декстрокардії (Картагенера) [8]. Якщо аномальне розташування не супроводжується іншими патологіями, то декстрокардія не проявляється і може виявитись зовсім випадково, при зверненнях до лікаря з іншого приводу. У конкретному клінічному випадку наведено декстрокардію, що не впливає на якість життя пацієнта, оскільки не супроводжується додатковими патологіями [10].



### Література

1. Абрикосов А. И. Частная патологическая анатомия. Вып. 2. Сердце и сосуды / при участии Н. Н. Аничкова. Москва. Ленинград : Медгиз, 1940. С. 30–31.
2. Михайлов С. С. Клиническая анатомия сердца. Москва : Медицина, 1987. С. 248–250.
3. Белоконь Н. А., Подзолков В. П. Врожденные пороки сердца. Москва Медицина, 1991. С. 307–313.
4. Пэттен Б. М. Эмбриология человека. Москва : Медгиз, 1959. 699 с.
5. Садлер В. Томас. Медична ембріологія за Лангманом. Львів : Наутіліус, 2001. С. 216–267.
6. Бухарин В. А., Подзолков В. П. Аномалии внутригрудного расположения сердца. Москва : Медицина, 1979. С. 3–22.
7. Рудіченко В. М. Декстрокардія: актуальні клінічні аспекти в діяльності лікаря загальної практики – сімейної медицини. *Ліки України плюс*. 2017. №3 (32). С. 31–35.
8. Гаврисяк В. К., Страфун О. В., Шадрин О. В., Рудиченко В. М. Декстрокардия и синдром Картагенера: клинические наблюдения. *Здоров'я України*. 2016. № 3. С. 41–42.
9. Стогова Е. В., Руденко Н. Н., Яльнская Т. А., Мотречко А. А. Место инструментальных методов исследования в диагностике анатомических вариантов врожденной корригированной транспозиции магистральных артерий и в определении показаний к различным типам хирургического лечения порока. *Сучасна педіатрія. Україна*. 2020. № 2 (106). С. 44–45.
10. Несукай Е. Г., Федькин С. В., Поленова Н. С., Даниленко А. А., Титов Е. Ю. Декстрокардия с транспозицией органов (situs inversus). *Серцева недостатність*. 2016. № 1. С. 37–47.

УДК 617.7-007.681-021.3-092:612.085.1

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕСУ В ТКАНИНАХ ОКА КРОЛІВ З АДРЕНАЛІН-ІНДУКОВАНОЮ МОДЕЛЛЮ ГЛАУКОМИ

*І. М. Михейцева, С. Г. Коломійчук, Т. І. Сіроштаненко, Хабіб Аті,  
Н. В. Сторожук, М. К. Кузнецов*

ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України», Французький бульвар, 49/51, Одеса, 65061, Україна

На сьогоднішній день питання вивчення особливостей патогенезу глаукоми, враховуючи високий процент інвалідації серед пацієнтів працездатного віку, становить важливу медичну та соціальну проблему для суспільства. Відомо, що адреналіновий стрес може сприяти розвитку регуляторно-метаболічних порушень, які з часом призводять до глаукоматозного процесу [1, 2, 5]. У тварин при офтальмогіпертензії

виявляється дисбаланс в прооксидантно-антиоксидантній системі в кришталику ока та камерній волозі [3], а при глаукомі в камерній волозі та в плазмі крові [2, 4, 5, 6, 10]. Згідно останніх досліджень первинну глаукому вважають хронічним нейродегенеративним процесом [1, 8, 9].

Тому **метою** нашої роботи було визначення рівня показників оксидативного стресу в тканинах сітківки, зорового нерву та дренажної зони ока кролів при експериментальній глаукомі.

**Методи.** Глаукому у кролів моделювали за допомогою внутрішньовенозних ін'єкцій по 0,1 мл розчину адреналіна (1:1000) через день протягом 3 місяців [7]. Тварини контрольної групи (норма) отримували інекції тільки розчинника.

Стан ока тварин контролювали до початку та протягом експерименту, використовуючи офтальмологічні та біомікроскопічні методи. Для контролю внутрішньоочного тиску у кролів використовували апланатичний тонометр Маклакова с плунжером вагою 7,5 г. В тканинах дренажної зони ока, сітківки та зорового нерву тварин через 3 місяці експерименту визначали рівень малонового діальдегіду (МДА), супероксид-радикалу та гідроксид-радикалу.

**Результати.** Дослідження рівня показників оксидативного стресу свідчить про статистично значуще підвищення інтенсивності процесів пероксидації в тканинах ока кролів з адреналіновою глаукомою: рівень МДА був підвищений в тканинах дренажної зони ока на 68,3%, сітківці на 52,7% та зорового нерву на 38,5% відносно норми. Вивчаючи швидкість генерації супероксидного та гідроксильного радикалів слід зазначити суттєве підвищення рівня супероксид-радикалу в тканинах дренажної зони ока на 92,4%, сітківці на 76,7% та зорового нерву на 63,8%, гідроксид-радикалу відповідно на 83,6%, сітківці на 68,9% та зорового нерву на 57,6% при порівнянні з контрольною групою тварин.

**Висновки.** Наявність оксидативного стресу в тканинах ока кролів з адреналіновою глаукомою можна вважати суттєвим тригером в механізмі розвитку дизрегуляторних процесів. Підвищення генерації кінцевого продукту пероксидації МДА, гідроксид-радикалу та особливо супероксид-радикалу зумовлюють пошкодження цілісності клітинних мембран дренажної зони ока та підвищення внутрішньоочного тиску як результат порушення відтоку внутрішньоочної рідини. Залучення до глаукоматозного процесу за умови адреналінового стресу сітківки та зорового нерву можна вважати доказом ролі нейродегенеративних процесів, зумовлених оксидативним пошкодженням, в патогенезі цього захворювання. Таким чином, значне зростання рівня біохімічних маркерів оксидативного стресу в тканинах дренажної зони ока, сітківки та зорового нерву можна вважати ключовою ланкою патогенезу глаукоматозного процесу

#### *Література*

1. Ельський В. Н., Михейцева И. Н. Дизрегуляторные аспекты глаукомного процесса (обзор литературы и собственных исследований). *Журн. НАМН України*. 2011. Т. 17, № 3. С. 235–244.

2. Михайцева И. Н., Ельский В. Н. Стресс-индуцированная дизрегуляция при глаукомном процессе и купирующее влияние мела тонина. *Патология*. 2011. Т. 8, №2. С. 66–68.

3. Леус Н. Ф., Альдахдух М., Журавок Ю. А. Восстановительный потенциал глутатионовой системы хрусталика у животных с экспериментальной офтальмогипертензией при световом облучении. *Офтальмол. журн.* 2016. № 1. С. 55–57.

4. Михайцева И. Н. Оксидативный стресс и эндотелиальная дисфункция как патогенетические факторы в глаукомном процессе. *Патология*. 2008. Т. 5, №3. С. 125–126.

5. Михайцева И. Н. Патогенетическое значение эндотелиальной дисфункции при первичной глаукоме. *Досягн. біолог. та медицини*. 2009. №2. С. 17–20.

6. Михайцева І. М. Механізми оксидативного стресу і можливості антиоксидантного захисту при первинній глаукомі. *Пробл. екологічн. та медичної генетики та клін. Імунології* : Зб. наук. праць. 2011. Вип. 4 (106). С. 102–110.

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

8. Ahmad S. S., Ghani S. A., Rajagopal T. H. et al. Current concepts in the biochemical mechanisms of glaucomatous neurodegeneration. *J. Current Glauc. Pract.* 2013. V. 7. P. 49–53.

9. Cordeiro M. F. Neurodegeneration of the visual pathway in glaucoma. *Acta Ophthalmol.* 2012. V. 90. P. 578–583.

10. Ferreira S. M., Lerner F. S., Brunyini R. et al. Oxidative stress markers in aqueous humor of glaucoma patients. *Am J Ophthalmol.* 2004. V. 137. P. 62–69.

УДК 6 16.36-008.52-07

## СИНДРОМ ЖИЛЬБЕРА

**Н. С. Харченко, І. П. Новікова**

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

Синдром Жильбера – це спадкове, доброякісне, хронічне захворювання, що характеризується порушенням внутрішньоклітинного транспорту білірубину в гепатоцитах до місця його з'єднання з глюкуроною кислотою. Вперше був описаний у 1900 р. французькими лікарями Августином Ніколя Жильбером та Пьером Леребулле. Більш детальний опис було зроблено в 1939 р. німецьким лікарем Йенс Мейленграхт, тому його ще іноді називають «синдромом Мейленграхта».

В даний час захворювання виявляють майже у 6-8% європейського населення, а в деяких етнічних групах Африки цей показник досягає 35%. Найчастіше виявляється у хлопчиків у підлітковому віці. Це пов'язано, в першу

чергу, з впливом чоловічих статевих гормонів на активність глюкозилтрансферази (UGT1A1), а також з тим, що дане захворювання має аутосомно-домінантний тип успадкування [1].

В основі механізму розвитку даної патології є недостатність і зниження активності фермента (UGT1A1). Відбувається зниження з'єднання білірубину з глюкуроновою кислотою в печінці, що ускладнює подальший процес його виведення з організму. В результаті порушення даного процесу рівень непрямого білірубину в крові підвищується, змінюється склад жовчі. В майбутньому – це може привести до порушення функцій органів травлення та загальної інтоксикації всього організму [2].

Виходячи із вищезазначеного можна сказати, що клінічна картина буде залежати не тільки від підвищення рівня непрямого білірубину в крові, а також від зміни складу жовчі, порушення роботи шлунково-кишкового тракту, а також від прямого впливу високого рівня білірубину на різні органи та системи органів [3].

При диспепсичному характері перебігу даного синдрому спостерігаються скарги на печію, біль в правому підребер'ї, нудоту, порушення апетиту, діарею. Спостерігається підвищення білірубину. Жовтушність склер – відсутня. При астеновегетативному варіанті спостерігається слабкість, головний біль, швидка втомлюваність, погіршення апетиту. Непрямий білірубін підвищений, але не сильно [4]. Виходячи із вище зазначеного, можна зробити висновок, що синдром Жильбера дуже легко сплутати з патологією шлунково-кишкового тракту.

Діагностика синдрому Жильбера базується на анамнестичних даних, а також ряду інструментальних та лабораторних дослідженнях. Лабораторна діагностика охоплює проведення: загальноклінічних аналізів крові та сечі, біохімічного дослідження крові, у якому обов'язково визначають рівень загального білірубину, його фракцій, а також АЛТ, АСТ, загального білку та фракцій, електролітів, ДНК-діагностика. Інструментальна діагностика полягає у проведенні: УЗД органів черевної порожнини, КТ та МРТ печінки, біопсія печінки [5].

Так як це хронічне захворювання з періодичним загостренням, основними рекомендаціями будуть дотримання режиму праці та відпочинку, уникнення стресів, голоду, перевтоми, переїдання, шкідливих звичок. В період загострення призначають жовчогінні препарати, задля попередження накопиченню жовчі в жовчному міхурі та подальшому виникненню жовчнокам'яної хвороби. Варто зазначити, що люди з даним захворюванням проживають таку ж саму кількість років, як і здорові люди [6].

Отже, синдром Жильбера можна вважати варіантом норми, тому прогноз для пацієнтів є сприятливим. Люди із синдромом Жильбера практично здорові та не потребують лікування. Хоча гіпербілірубінемія зберігається довічно, синдром Жильбера не супроводжується підвищенням смертності. Однак можливий розвиток холелітіазу, а також психосоматичних розладів.

#### *Література*

1. Ilchenko L. Yu., Drozdov V. N., Shulyat'ev I. S. et al. Gilbert's syndrome: clinical and genetic investigation. *Ter. Arkh.* 2006. 2. P. 48–52.

2. Innocenti F., Ratain M. J. Irinotecan treatment in cancer patients with UGT1A1 polymorphisms. *Oncology* (Williston Park, N.Y.). 2003. 17(5). P. 52–55.

3. Рейзис А. Р., Хохлова О. Н., Никитина Т. С. Синдром Жильбера: современные воззрения, исходы и терапия. *Доктор Ру*. 2012. 3(71). 42–45 с.

4. Lee J. S., Wang J., Martin M. et al. Genetic variation in UGT1A1 typical of Gilbert syndrome is associated with unconjugated hyperbilirubinemia in patients receiving tocilizumab. *Pharmacogenet. Genomics*. 2011. 21(7). P. 365–374. DOI: 10.1097/FPC.0b013e32834592fe.

5. Sugatani J. Function, genetic polymorphism, and transcriptional regulation of human UDP-glucuronosyltransferase (UGT) 1A1. *Drug Metab. Pharmacokinet*. 2013. 28(2). P. 83–92.

6. Герок В., Блюм Х. Е. Заболевания печени и желчевыделительной системы. Москва : «МЕДпресс-информ», 2009. 199 с.

УДК 616-056.52:612.352.2

## **ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ЗМІН ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ГЕПАТОЦИТІВ ПІД ВПЛИВОМ ВИСОКОКАЛОРИЙНОГО РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ**

**О. Г. Чака, А. С. Зінченко**

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

Кількість людей з надлишковою масою тіла та ожирінням збільшується з кожним роком. По прогнозам ВОЗ у 2025 році п'ята частина населення Землі буде мати надлишкову вагу. Розвиток ожиріння супроводжується виникненням інших хвороб: діабету, гіпертонії, гепатозу. Усі патологічні процеси, які розвиваються в печінці внаслідок ожиріння, об'єднані загальним поняттям – НАЖХП (неалкогольна жирова хвороба печінки). За даними епідеміологічних досліджень поширеність НАЖХП за останні 20 років збільшилася майже вдвічі [2, 4]. Проблеми впливу надлишкової ваги на печінку присвячено багато робіт, але вплив ожиріння на функціональний стан гепатоцитів та вираженість цих змін від віку залишається мало дослідженим питанням.

Метою проведеної роботи було дослідити та порівняти вплив споживання високо жирового раціону на розвиток жирового гепатозу та функціональний стан гепатоцитів у щурів різного віку.

Дослідження проведено на 38 самцях щурів лінії Wistar. В дослід взяли щурів віком 3 та 18 місяців. Щурів кожної вікової групи розділили на 2 підгрупи – контрольні та дослідні. Контрольні щури щоденно отримували 20 г стандартного віварного корму. Дослідних щурів протягом трьох місяців утримували на висококалорійному раціоні з вмістом 45% жиру та 31% вуглеводів. Усі тварини мали вільний доступ до води. Щурів декапітували під ефірним наркозом з дотриманням умов Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших

наукових дослідженнях» (Страсбург, 1986), а також вимог комітету по біомедицинській етиці Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця НАНУ. Видаляли печінку, зважували. Для визначення концентрації показників жирового обміну проводили екстракцію сумішшю хлороформ : метанол. Концентрацію ліпідів, холестерину, тригліцеридів в сироватці крові та в екстракті печінки визначали фотометрично стандартними тест наборами фірми Філісіт діагностика. Кінетичним методом вимірювали активність аланінаміотрасферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ) в сироватці крові за допомогою стандартних тест наборів фірми Реагент на біохімічному аналізаторі. Розраховували коефіцієнт де Рітса, як відношення активності АСТ до активності АЛТ. З печінки методом диференційного центрифугування видаляли мітохондрії. В отриманій суспензії мітохондрій фотометрично визначали активність ферментів аеробного окислення сукцинатдегідрогенази (СДГ ( за методом Кривченкова РС) та анаеробного окислення глюкозо -6-фосфатази (за методом Swanson M.) Концентрацію білку в суспензії мітохондрій визначали по методу Лоурі. Статистичний аналіз отриманих результатів проводили за методом Стьюдента. Розбіжність між групами вважали вірогідними при  $t < 0,05$ .

Маса печінки дослідних щурів обох вікових груп не відрізнялась від показників контролю. Співвідношення маси печінки до маси тіла мало незначну тенденцію до зростання. Проведені нами дослідження показали вірогідне збільшення активності АЛТ в сироватці крові 6-місячних дослідних щурів з аліментарним ожирінням на 36% порівню з контрольними показниками. Активність АСТ та коефіцієнт де Рітса навпаки мали тенденцію до зниження. У 21-місячних дослідних щурів, на відміну від 6-місячних, спостерігали тенденцію до зниження активності АЛТ, активність АСТ в сироватці крові 21-місячних дослідних щурів вірогідно знизилась на 40% відносно контрольного рівня. Коефіцієнт де Рітса також вірогідно зменшився на 23%. Клінічними дослідженнями показано що підвищення активності АСТ вказує переважно на ураження серця, а АЛТ – печінки [3]. Отримані нами дані про переважне зростання активності АЛТ під впливом аліментарного ожиріння свідчить про жирове переродження печінки у цих щурів

В сироватці крові 6-ти місячних дослідних щурів вірогідно збільшився вміст ліпідів на 47%, тригліцеридів на 32% відносно контрольного рівня. Вміст загального холестерину мав тенденцію до зростання на 12%, холестерину високої щільності – на 18%. Індекс атерогенності залишився на контрольному рівні. В сироватці крові 21-місячних дослідних щурів вірогідно зросла концентрація ліпідів на 53% відносно контролю. Концентрація загального холестерину, холестерину високої щільності та тригліцеридів залишалась на контрольному рівні, індекс атерогенності мав тенденцію до збільшення на 13%. Порівнюючи зміни показників жирового обміну у 6-ти та 21-місячних щурів, бачимо, що у молодих тварин під впливом висококалорійного харчування порушення жирового метаболізму були більш значними.

В метаболізмі ліпідів важлива роль належить печінці. В печінці відбувається гідроліз ліпідів на гліцерин та жирні кислоти. Як показали

проведені нами дослідження в печінці дослідних щурів обох вікових груп вірогідно збільшилась концентрація усіх показників жирового обміну. У 6-ти місячних щурів ці показники зростають більш суттєво ніж у 21 місячних. Так в печінці молодих тварин концентрація ліпідів зростає майже втричі, у 21 місячних – вдвічі порівняно з контролем. Концентрація загального холестерину збільшилась на 110% в печінці 6-ти місячних тварин, а у 21 – місячних на 80%. Концентрація тригліцеридів навпаки більш значно зростає в печінці 21-місячних дослідних щурів, порівняно з 6-місячними на 197% та 114% відповідно відносно контрольного рівня.

Встановлена провідна роль мітохондрій в метаболізмі клітин. Мітохондрії є найбільш реактивними структурами клітини, забезпечують процес дихання клітин та генерацію АТФ. Основу мітохондріального енергетичного метаболізму складають реакції дихального ланцюга мітохондрій та циклу Кребсу, одним з показників інтенсивності роботи яких є активність СДГ [1]. Проведені нами дослідження показали вірогідне зниження активності СДГ на 50% , активність глюкозо -6-фосфатази на 30% у суспензії гепатоцитів 6-місячних дослідних щурів порівняно з контрольними показниками. У 21-місячних щурів під впливом ожиріння спостерігали вірогідне зниження активності СДГ на 47%, тоді як активність глюкозо-6-фосфатази залишилась на рівні контролю. Концентрація білку в суспензії мітохондрій 6-ти місячних дослідних щурів мала тенденцію до збільшення на 10% порівняно з контролем, у 21 місячних дослідних щурів цей показник вірогідно зріс на 48% відносно контрольних значень. Такі зміни досліджуваних показників вказують на пригнічення інтенсивності аеробного шляху окислення у щурів обох вікових груп та посилення білок синтетичної функції гепатоцитів, особливо у 21 місячних тварин.

Проведені нами дослідження виявили розвиток жирової дистрофії в печінці щурів обох вікових груп. Більш виражені зміни вмісту показників жирового обміну спостерігали у молодих тварин. Отримані нами дані свідчать про суттєві зміни функціонального стану гепатоцитів під впливом ожиріння як у молодих так і у старих щурів, що проявлялось у зниженні активності як ферментів аеробного шляху утворення АТФ так і гліколізу.

#### *Література*

1. Бабак О. Я., Колесникова О. Я. Патогенетические механизмы формирования неалкогольной жировой болезни печени: фокус на клиническое применение адеметионина. *Сучасна гастроентерологія*. 2011. Т. 59, № 3. С. 57–63.

2. Буеверов А. О., Богомоллов П. О. Неалкогольная жировая болезнь печени: обоснование патогенетической терапии. *Клин перспект гастроэнтерол, гепатол*. 2009. Т. 1. 3–9 с. DOI: 10.17116/terarkh20178912226-232.

3. Пурсанов К. А., Перепелюк З. В. Модификация гепарином активности аминотрансфераз при действии пчелиного яда и этанола. [Электронный ресурс] *Научные достижения биологии, химии, физики* : сб. ст. по матер. VIII междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2012. URL: <https://sibac.info/conf/natur/viii/28303>.

УДК 316.441:616.-056.52

## **МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ ЩУРІВ, ЯКІ ОТРИМУВАЛИ ВИСОКОКАЛОРІЙНИЙ РАЦІОН ХАРЧУВАННЯ**

***Р. В. Янко, С. Л. Сафонов***

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

Ожиріння є гетерогенною групою станів та синдромів, що обумовлені ускладненнями нейрогормональних і метаболічних порушень, загальним проявом яких є надмірне накопичення жиру в організмі [1]. Ендокринні захворювання, в тому числі щитоподібної залози (ЩЗ), можуть бути наслідком аліментарного ожиріння. Гіпотиреоз традиційно відносять до станів, асоційованих з ожирінням [2]. В основному досліджували концентрацію тиреоїдних гормонів в крові при ожирінні [3], а робіт, які б стосувалися структурних змін залози при даній патології – обмаль.

Мета роботи – дослідити вплив висококалорійного раціону харчування на морфологічні зміни ЩЗ дорослих щурів.

Дослідження проведено на 24 щурах-самцях лінії Wistar, вік яких на кінець експерименту становив 21 місяць. Дослідні щури протягом 12 тижнів знаходилися на раціоні з надлишковим вмістом жирів (45%) та вуглеводів (31%). Кожен щур отримував: 6 г спеціально приготовленого гранульованого корму (70% стандартного комбікорму з додаванням 30% свинячого смальцю); 6,8 г свинячого сала; 3,6 г білих сухарів; 3,6 г насіння соняшника, що сумарно складало 116 ккал. Дослідні тварини отримували корм *ad libitum* під щоденним контролем повноти його поїдання. Через день замість води дослідні щури отримували 10% розчин фруктози. Контрольні тварини перебували на стандартному раціоні харчування. Щур контрольної групи щодня з'їдав 20 г комбікорму, калорійність якого становила 66 ккал. Роботу з тваринами проводили відповідно до принципів Гельсінської декларації 1975 року та її доповнення 1983 року.

Із тканини ЩЗ виготовляли гістологічні препарати за стандартною методикою: фіксували в рідині Буена, зневоднювали у спиртах зростаючої концентрації та діоксані. Отримані зразки заливали в парафін. Парафінові зрізи виготовляли на санному мікротомі, фарбували гематоксиліном Бемера та еозином. Для візуалізації елементів сполучної тканини застосовували метод забарвлення за Ван-Гізоном [4]. З використанням цифрової камери мікропрепарати фотографували на мікроскопі «Nikon» (Японія). Морфометрію здійснювали за допомогою комп'ютерної програми «Image J» [5].

На кінець експерименту у дослідних щурів виявлено зростання маси ЩЗ на 67%, що може вказувати на її гіперплазію. Причиною розвитку гіперплазії є



недостатня гормональна секреція, яка призводить до активної стимуляції залози з подальшим збільшенням її розмірів.

При проведенні морфологічних досліджень виявлено, що у ЩЗ щурів, які отримували висококалорійний раціон, вірогідно знизилась площа колоїду (на 34%) та зросла площа фолікулярного епітелію (на 18%), зменшився внутрішній діаметр фолікулів (на 27%), зросла висота тиреоцитів (на 37%), збільшився фолікулярно-колоїдний індекс (на 79%) і стереологічний індекс резорбції (на 38%), знизився індекс накопичення колоїду (на 47%) порівняно з контролем. Також у цих щурів вірогідно зросла ширина прошарків міжчасткової і міжфолікулярної сполучної тканини на 36 і 16% відповідно, проте, ширина міжчасточкової сполучної тканини, навпаки, зменшилась на 14% порівняно з контролем.

Тобто, ЩЗ щурів 21-міс віку, які 3-місяці знаходилися на висококалорійному раціоні, мала фазний характер зміни функціональної активності. Початковий період гіперфункції змінювався виснаженням залози. При світловій мікроскопії ЩЗ виглядала «напруженою». В ній відбувалися інтенсивні процеси резорбції колоїду і зменшення його площі. Часто візуалізувалися спустошені фолікули, що свідчить про виснаження залози і її гіпофункцію, пригнічення накопичення колоїду. Тиреоцити при цьому збільшувалися в розмірах, часто набували призматичної форми. Тенденція до збільшення кількості інтерфолікулярних острівців в залозі дослідних щурів вказує на компенсаторні механізми, що проявляються в гіперплазії тиреоцитів. Суттєва гіперплазія ЩЗ свідчить на недостатню гормональну секрецію, яка призводить до активної стимуляції залози з подальшим збільшенням її розмірів. Отже, довготривале знаходження тварин на висококалорійній дієті призводить до гіпофункції ЩЗ.

#### *Література*

1. Hruby A., Hu F. B. The Epidemiology of obesity: A big picture. *Pharmacoeconomics*. 2015. Vol. 33, № 7. P. 673–689. DOI:10.1007/s40273-014-0243-x.
2. Sanyal D., Raychaudhuri M. Hypothyroidism and obesity: An intriguing link. *Indian J Endocrinol Metab*. 2016. Vol. 20, № 4. P. 554–557. DOI:10.4103/2230-8210.183454.
3. Bandurska-Stankiewicz E. Thyroid hormones – obesity and metabolic syndrome. *Thyroid Res*. 2013. Vol. 6, № 2. A5. DOI:10.1186/1756-6614-6-S2-A5.
4. Данилов Р. К. Руководство по гистологии. Санкт-Петербург : СпецЛит, 2011. Т. 2. 513 с.
5. Янко Р.В. Морфологічні зміни щитоподібної залози щурів після введення триптофану. *Ендокринологія*. 2021. Т. 26, № 3. С. 281–286. DOI: 10.31793/1680-1466.2021.26-3.281.

## СЕКЦІЯ 11. ІМУНОЛОГІЯ

УДК615.23: 636.7

### ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ІМУНОФАНУ НА ТИМУС ТА ПОКАЗНИКИ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КРОВІ ЗА ВТОРИННОГО ІМУНОДЕФІЦИТНОГО СТАНУ

*Л. П. Горальський<sup>1</sup>, О. Ф. Дунаєвська<sup>2</sup>, І. М. Сокульський<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup>Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж Житомирської обласної ради, вул. Чуднівська, 99, Житомир, 10005, Україна

<sup>3</sup>Поліський національний університет, бульвар Старий, 7, Житомир, 10008, Україна

Високоспеціалізованою системою організму людини і тварини є імунна система, яка виконує біологічну роль контролю гомеостазу. Органи імуногенезу поділяють на центральні та периферичні, проте, не зважаючи на топографічне положення, імунні органи мають спільні морфологічні ознаки. Під впливом антропогенних чинників, до яких належить і забруднення довкілля радіоактивними речовинами, змінюється функціональний та морфологічний стан імунних органів, найтипівішим проявом якого є вторинний імунodefіцит. Тому актуальним на сьогодні є питання імунокорекції для подолання або мінімізації наслідків еколого-антропогенних чинників. Відомо, що імуностимулятори сприяють підвищенню реактивності організму, реабілітують пошкоджені або ослаблені ланки клітинного та гуморального захисту. У якості імуностимулятора було вибрано препарат четвертого покоління імунфан. Імунфан користується популярністю лікарів, має властивості викликати інактивацію вільно-радикальних та перекисних сполук, які і є однією з причин порушення імунітету та прискорювачами старіння імунної системи в зонах радіоактивного забруднення.

Дослідження проводили в лабораторії патоморфології факультету ветеринарної медицини Поліського національного університету. Визначали основні гематологічні показники (вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів, лейкограма, ШОЕ). Для дослідження показників імунної системи визначали фагоцитарну активність (ФА), фагоцитарний індекс (ФІ), загальний білок та його фракції, загальні імунoglobulіни. Для морфологічного і гістохімічного дослідження відбирали у 2-х місячних собак тимус. У якості імуностимулятора використовували імунфан, який вводили дослідним тваринам собакам внутрішньом'язово згідно інструкції по використанню препарату (1мл/100кг). Для морфологічного і гістохімічного дослідження відбирали у 2-х місячних собак тимус до та після введення препарату. З матеріалу для досліджень виготовляли гістологічні зрізи. Матеріал фіксували в 10%-му розчині нейтрального формаліну. Фіксований матеріал промивали,

зневоднювали та заливали у парафін. З парафінових блоків виготовляли гістологічні зрізи на санному мікроскопі МС-2 з товщиною не більше 10 мкм. Для вивчення морфології клітини і тканини, морфометричного дослідження та для отримання оглядових препаратів застосовували фарбування гематоксиліном та еозином [1].

За результатами досліджень, у тварин дослідної групи достовірно ( $p < 0,05$ ) змінюється у бік зменшення на 9,4% фагоцитарна активність нейтрофілів крові та відбувається тенденція до зменшення на 26,7% фагоцитарного індексу, спостерігається тенденція до зменшення на 2% вмісту гамма-глобулінів, зменшується майже вдвічі з  $9,16 \pm 0,60$  мг/мл до  $4,32 \pm 0,95$  мг/мл вміст імуноглобулінів. Кількість лейкоцитів достовірно ( $p < 0,01$ ) зменшилась з  $9,52 \pm 0,55$  Г/л до  $7,0 \pm 0,39$  Г/л, кількість паличкоядерних і юних нейтрофілів достовірно зростає, а кількість лімфоцитів достовірно ( $p < 0,05$ ) зменшується. Таким чином, діагностовано вторинний імунодефіцитний стан. Цікавим є і той факт, що зменшується маса тіла та абсолютна маса тимуса з  $3,5 \pm 1,12$  г до  $3,04 \pm 0,97$  г. Після введення імунофану кількість імуноглобулінів зросла на 11,03%, відбулося збільшення кількості загального білка на 8,69%. Кількість гамма-глобулінів при застосуванні імунофану підвищилась на 24,14% і досягла при цьому межі норми. Фагоцитарна активність та фагоцитарний індекс теж зазнали змін у бік збільшення та становили відповідно 44,8 – 50,9% та 7,9 – 10,1 шт. мікр. кл./фаг. кл. Кількість лейкоцитів у порівнянні з тваринами до введення імуностимулятора практично не змінюється. При дослідженні кількості еритроцитів, колірного показнику, ШОЕ суттєвих змін не спостерігалось, дані показники знаходились в межах норми. Аналіз лейкограми показав, що застосування імуностимулятора цуценятма призводить до незначних змін цих показників. Максимальні зміни показників реєструються на 10-ий день після введення препарату. Гістологічно тимус у всіх випадках мав добре розвинену сполучнотканинну капсулу, від якої відходили рабекули. Останні чітко розмежовували орган на часточки. Паренхіма часточок тимуса була побудована з кіркової (на периферії) та мозкової (у центральній ділянці) речовини.

Морфометричні дослідження показали, що після імуностимуляції відносна площа строми у тварин знизилася на 2,37%. Кількість часточок тимуса зменшилась на 0,15 шт., діаметр часточок тимуса після використання імунофану зменшився на 3,77 мкм. Після введення імунофану відносна площа кіркової речовини зросла на 6,36% ( $p < 0,05$ ) та на 4,89% – мозкової. Кількість тілець Гассала в тимусі зменшилась від 0,1 шт. до 0,73 шт. Вплив імунофану на тимус зацікавив й інших науковців. Дослідження тимуса щурів після застосування імунофану Захаровим А. А. свідчить про збільшення абсолютної маси тимуса та ширина, довжина кіркової речовини [2]. Такі результати опосередковано підтверджують і наші дослідження.

Отже, застосування імунофану призвело до нормалізації гематологічних, біохімічних показників та показників резистентності периферичної крові собак з вторинним імунодефіцитним станом та збільшення кіркової речовини тимуса.

## Література

1. Горальський Л. П., Хомич В. Т., Кононський О. І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології. Житомир : Полісся, 2016. 288 с.

2. Захаров А. А. Особливості будови тимуса статевозрілих шурів після застосування імунофану. *Світ біології і медицини*. 2008. № 3. С. 34–38.

УДК635:591.6:456.445

## МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІМФАТИЧНИХ ВУЗЛІВ СВІЙСЬКОГО СОБАКИ

*Л. П. Горальський<sup>1</sup>, І. М. Сокульський<sup>2</sup>, Н. Л. Колеснік<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup>Поліський національний університет, бульвар Старий, 7, Житомир, 10008, Україна

Лімфоїдна система знаходиться у центрі уваги дослідників різного профілю в останні десятиліття, що пов'язано з її функціями в галузі імунітету організму тварини і людини [6]. Одним із аспектів численних наукових досліджень став розгляд взаємовідносин лімфоїдної системи з лімфатичною системою, якій раніше приписувалася імунна функція.

Слід згадати, перш за все, про лімфатичні вузли як органи кровотворення, що представлені паренхімою (кіркова і мозкова речовини) у яких відбувається утворення лімфоцитів. Останні прямують у лімфу і через лімфатичні протоки надходять у кров. Зонами скупчення В-лімфоцитів є лімфоїдні вузлики та мозкові тяжі (пов'язані з виробленням гуморального імунітету), а Т-лімфоцитів (паракортикальна зона) кіркової речовини [7].

У літературі наведено дані про особливості соматичних та вісцеральних лімфатичних вузлів, про відмінності у величині та формі їх залежно від належності до певних топографічних регіонарних груп [5].

Лімфатичні вузли у напрямку гемопоетичної функції морфофункціонально пов'язані з функцією імунопоезу – утворення плазматичних клітин та вироблення антитіл. Дослідженнями відмічено, що у лімфатичних вузлах утворюються глобуліни [8].

Однією з важливих функцій лімфатичних вузлів є бар'єрно-фільтраційна, коли лімфатичні вузли проявляють себе не тільки як механічний фільтр, а – біологічний, котрий затримує надходження до крові та лімфі різних сторонніх частинок, бактерій, токсинів, чужорідних білків тощо [3]. Важливою є резервуарна функція лімфатичних вузлів, які разом із лімфатичними судинами не лише депонують лімфу, але й беруть участь у перерозподілі рідини між лімфою та кров'ю як у нормі, так і за патологічних процесів. При ослабленні бар'єрної функції лімфатичні вузли першими залучаються до патологічних процесів [1].

Досліджено, що при багатьох інфекційних захворюваннях тварин, насамперед, у патологічний процес залучаються лімфатичні вузли, у яких виникають специфічні зміни. За ними може бути розшифровано характер хвороби, бо залежно від збудника хвороби виникає характерна та типова морфологічна картина у лімфатичних вузлах, що відіграє велике діагностичне значення [2, 7]. Залежно від причини, що спричинила реакцію лімфатичного вузла, у ньому відбуваються відповідні структурні зміни, останні обумовленні цитоархітектонікою Т- та В-залежних зон та їх взаємовідносин, капсули та трабекулярного апарату, синусів, стромы тощо. Відбуваються також якісні зміни клітинного складу лімфатичного вузла.

Фактичний матеріал про макро- та мікроскопічні особливості органів імуногенезу, представляє певну актуальну та практичну цінність для ветеринарної морфології, біології.

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

В роботі використовувались анатомічні, гістологічні та морфометричні методи дослідження. Для вивчення загальної характеристики лімфатичних вузлів, гістологічної структури, проведення морфометричних досліджень та отримання оглядових препаратів застосовували фарбування гістологічних зрізів гематоксиліном та еозином [4].

Лімфатичні вузли у ссавців є основними лімфатичними колекторами, активно накопичуючи лімфу, що циркулює по лімфатичних судинах.

За результатами наших морфологічних досліджень відмічено, що вісцеральні лімфатичні вузли собак представлені сполучнотканинним остовом, який побудований із капсули і системи трабекул. Морфометрично встановлено, що загальна площа сполучної тканини вузла становить  $11,88 \pm 0,13$  %, а лімфоїдної тканини –  $88,17 \pm 0,16$  % від усєї площі органа.

При гістологічному дослідженні, вісцеральні лімфатичні вузли свійської собаки зовні вкриті добре вираженою щільною сполучнотканинною капсулою, товщина якої становить  $22,90 \pm 0,15$  мкм. Сполучнотканинна капсула складається з кількох шарів, від якої всередину органу відходять трабекули. У ділянці воріт вузла, товщина капсули суттєво збільшується –  $29,91 \pm 0,16$  мкм.

Паренхіматозна складова лімфатичного вузла представлена лімфоїдною тканиною з чисельними кровоносними судинами, яка формує просторовий каркас з розташованими в ній клітинами лімфоїдного ряду. Паренхіма поділяється на кіркову та мозкову речовини.

У паренхімі лімфовузла кіркова речовина розміщена на периферії і представлена в здебільшого первинними, рідше вторинними із світлими центрами лімфоїдними вузликами. На гістологічних зрізах фарбованих

гематоксиліном та еозином коркова речовина займає більшу площу і виглядає більш темнішою у порівнянні з мозковою.

Цитоструктура лімфовузлів представлена різними клітинними елементами, найбільш вираженими серед яких є макрофаги, лімфоцити, лімфобласти, що відрізняються своєю будовою та інтенсивністю фарбування.

Морфометричними дослідженнями встановлено, що площа кіркової складає  $58,77 \pm 0,35 \%$ , мозкової речовини відповідно –  $29,15 \pm 0,46 \%$ .

За результатами мікроскопічних досліджень овальні лімфатичні вузлики зосередженні у кірковій речовині вузла. Їх середня площа у собак становить –  $0,7 \pm 0,03 \text{ мм}^2$ . Такі лімфатичні вузлики розміщуються переважно в один ряд на периферії кіркової речовини вузла.

Мозкова речовина знаходиться в глибині лімфатичного вузла у центрі органа і складається з мозкових тяжів які представленні лімфоїдною тканиною, у якій виявляють лімфоцити різних розмірів, плазмоцити, ретикулярні клітини, макрофаги та лімфобласти. Структура судин артерій та венул у мозковій речовині представленні досить численною структурою, а судинна зона мозкової речовини являє своєрідну ділянку, яка прилягає до воріт лімфовузлів.

Синуси лімфатичного вузла, які розміщуються у кірковій і мозковій речовині, між мозковими тяжами побудовані з ретикулоендотеліоцитів і макрофагів. Така система синусів представлена крайовим синусом, який локалізується між капсулою та лімфоїдними вузликами кіркової речовини. Проміжний кірковий синус розміщений між трабекулами та лімфоїдними вузликами. Ворітний синус знаходиться у ділянці воріт лімфатичного вузла.

#### *Література*

1. Гарапко Т. В., Матешук-Вацеба Л. Р. Структурна перебудова лімфатичних вузлів внаслідок експериментального ожиріння. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018. Том 3, № 6 (15). С. 67–70. DOI: 10.26693/jmbs03.06.014

2. Головацький А. С., Маляр В. В., Маляр В. А. Зміни структурної організації ділянкових лімфатичних вузлів матки під час вагітності у білих щурів. *Таврический медико-биологический вестник*. 2013, том 16, №1, Ч.1 (61). С. 67–70.

3. Горальський Л. П., Дунаєвська О. Ф., Колеснік Н. Л., Сокульський І. М., Горальська І. Ю. Цито-та гістометрія мезентеріальних лімфатичних вузлів жуйних та коней. *Наукові горизонти*. 2020. № 07 (92). С. 26–31. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-92-7-26-3126.

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

5. Панікар І. І., Горальський Л. П., Колеснік Н. Л. Морфологія та імуногістохімія органів імуногенезу свиней у період постнатальної адаптації : монографія. Полтава : СПД Глазунов Р. О., 2015. 258 с.

6. Dunaievskia O. F. Morphological features of the splenic red pulp. *Innovative Solutions In Modern Science*. 2016. № 4 (4). P. 1–11.

7. Elmore S. A. Enhanced Histopathology of the Immune System: A Review and Update. *Toxicologic Pathology*. 2012. Vol. 40, No2. P. 148–56. DOI: 10.1177/0192623311427571.

8. Gavrilin P. N., Gavrilina E. G., Evert V. V. Histoarchitectonics of the parenchyma of lymph nodes of mammals with different structure of intranodal lymphatic channel. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017, Vol. 7, No 3. P. 96–107. DOI: 10.15421/2017\_55.

УДК 619:611.428:591.44: 636.597

## ЛОКАЛІЗАЦІЯ ТА ВМІСТ СУБПОПУЛЯЦІЙ ЛІМФОЦИТІВ У ДИВЕРТИКУЛІ МЕККЕЛЯ КАЧОК

*Т. А. Мазуркевич*

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна

Інтенсивний розвиток птахівництва в Україні та його перспективи у нарощуванні об'ємів продукції, потребують від морфологів значної уваги у проведенні необхідних комплексних досліджень будови і процесу розвитку всіх систем організму, в тому числі і апарату травлення свійської птиці з метою профілактики захворювань, ефективного лікування, отримання високоякісних продуктів харчування [7].

Органи травлення птахів містять значні скупчення лімфоїдної тканини, яка формує основу імунних утворень, у тому числі і дивертикула Меккеля [1], який відносять до складу периферичних органів гемопоезу і лімфопоезу [5]. Імунні утворення органів травлення одними з перших реагують на дію антигенів, які потрапляють в організм з кормом та водою. Результатом є специфічна імунна відповідь двох видів: гуморальну та клітинну [3]. Вважають, що мета гуморального імунітету – звільняти організм переважно від чужорідних антигенів екзогенного походження, а клітинного – елімінація аутоантигенів, якими можуть виявитися мутовані і денатуровані власні клітини [2].

Провідними клітинами, які здійснюють імунологічний нагляд являються Т- та В-лімфоцити. Процес їх утворення є антигенезалежним і відбувається для Т-лімфоцитів у тимусі і В-лімфоцитів у клоакальній сумці птахів та червоному кістковому мозку у ссавців. Під впливом факторів мікрооточення і в результаті генетичної мінливості ділянок геному, відповідальних за молекулярну організацію варіабельної частини клітинного рецептора, Т- та В-лімфоцити на своїй поверхні набувають специфічних рецепторів до чужорідних антигенів. В периферичних органах гемопоезу та лімфопоезу відбувається їх антигензалежна проліферація і диференціація в ефекторні клітини. Значна частина Т-лімфоцитів стає Т-кілерами (цитотоксичні), менша частина виконує регуляторну функцію: Т-хелпери підсилюють імунологічну реактивність, а Т-

супресори, навпаки, послаблюють її. Плазмоцити, що є ефекторними клітинами В-лімфоцитів продукують імуноглобуліни, з яких побудовані антитіла [4, 6].

Для більш глибокого розуміння функцій лімфоїдної тканини імунних утворень органів травлення свійської птиці необхідні точні знання про склад популяцій їх лімфоцитів. Тому метою нашого дослідження було встановити вміст та особливості топографії популяцій лімфоцитів у дивертикулі Меккеля качок різних вікових груп.

Імуногістохімічні дослідження були виконані на базі патоморфологічної лабораторії ТОВ «CSD HEALTH CARE» (м. Київ).

Матеріал для досліджень (дивертикул Меккеля качок) відібрали від клінічно здорових качок Благоварського кросу віком 30, 150 і 180 діб (n= 12).

Дивертикул Меккеля птахів є протокою жовткового мішка, яка з'єднує його з порожниною порожньої кишки. Він має вигляд трубочки із звуженою верхівкою. У качок всіх досліджених груп лімфоїдна тканина дивертикула Меккеля є морфофункціонально зрілою і розміщена у слизовій, підслизовій основі та м'язовій оболонках. В ній найкраще виражені дифузна форма та вторинні лімфоїдні вузлики. Лімфоїдна тканина дивертикула Меккеля качок містить лімфоцити, які експресують маркери CD4<sup>+</sup>, CD8<sup>+</sup> і CD20<sup>+</sup>. Їх вміст у птиці різних вікових груп відрізняється у дифузній і вузликовій формах лімфоїдної тканини. При чому кількість субпопуляцій лімфоцитів з цими маркерами була більшою у дифузній лімфоїдній тканині, ніж у лімфоїдних вузликах.

Лімфоцити, що експресують маркер CD4<sup>+</sup> у дивертикулі Меккеля качок виявляються локально у дифузній лімфоїдній тканині навколо крипт та у світлих центрах лімфоїдних вузликів. Окремі лімфоїдні клітини з цим маркером локально інфільтрують епітелій ворсинок та крипт. У м'язовій оболонці лімфоїдні вузлики із CD4<sup>+</sup>-лімфоцитами розміщені паралельно пучкам гладких м'язових клітин. Вони розташовані поодиночки, або групами (пакетами) – від двох і більше. Лімфоцитів, що експресують маркер CD4<sup>+</sup> у дифузній лімфоїдній тканині виявляється більше, ніж у лімфоїдних вузликах. Так, у 30-добових качок у дифузній лімфоїдній тканині їх виявляється 12.3±0.8 і в лімфоїдних вузликах – 8.8±0.7. До 180-добового віку птиці вміст CD4<sup>+</sup>-лімфоцитів значно зростає: в дифузній лімфоїдній тканині – у 3.27 рази і лімфоїдних вузликах – у 3.66 рази. Так, кількість CD4<sup>+</sup> лімфоцитів у дифузній лімфоїдній тканині від 30 до 150 доби збільшується у 2.7 рази (33.7±0.9) і від 150 до 180 доби – у 1.2 рази (40.2±0.9\*\*). У лімфоїдних вузликах лімфоїдної тканини дивертикула Меккеля качок від 30 до 150 доби цей показник збільшується у 2.6 рази (23.1±0.6), від 150 до 180 доби – у 1.4 рази (32.2±1.1).

Лімфоцитів, що експресують маркер CD8<sup>+</sup>, як і попередніх клітин, у лімфоїдній тканині дивертикула Меккеля качок досліджених вікових груп у дифузній лімфоїдній тканині виявляється більше, ніж у лімфоїдних вузликах. CD8<sup>+</sup>-лімфоцити здебільшого дифузно або у вигляді ланцюжків розташовані у волокнистій сполучній тканині власної пластинки слизової оболонки, між криптами, а також в підслизовій основі. У лімфоїдних вузликах слизової і м'язової оболонок, ці клітини переважно локалізуються у їх центральних



ділянках і незначна кількість виявляється на периферії вузликів у мантийній зоні. У 30-добових особин CD8<sup>+</sup>-лімфоцитів реєструється відповідно – 26.4±0.9 і 9.4±0.7. До 180-добового віку птиці цей показник у дифузній лімфоїдній тканині зростає у 1.4 рази. Так, у дифузній лімфоїдній тканині кількість CD8<sup>+</sup>-лімфоцитів збільшується від 30 до 150 доби у 1.1 рази (29.1±0.8) і від 150 до 180 доби – у 1.3 рази (37.0±1.3\*\*\*). У лімфоїдних вузликах збільшення CD8<sup>+</sup>-лімфоцитів відбувається значно інтенсивніше – у 2.7 рази. Від 30 до 150 доби він зростає у 1.6 рази (15.4±0.7\*\*\*), від 150 до 180 доби – у 1.7 рази (25.5±1.6\*\*\*).

Популяція лімфоцитів, які експресують маркер CD20<sup>+</sup> в дивертикулі Меккеля качок усіх вікових груп є найбільшою. Ці клітини розташовані дифузно у дифузній лімфоїдній тканині між лімфоїдними вузликами та навколо крипт. Також вони виявляються у поверхневому епітелії та епітелії крипт. У вторинних лімфоїдних вузликах слизової та м'язової оболонки CD20<sup>+</sup>-лімфоцити розміщені дуже щільно по всій їх площі, переважно у світлих центрах. В мантийній зоні цих вузликів концентрація В-лімфоцитів дещо нижча і їх рівень експресії цього імуногістохімічного маркера менший порівняно з CD20<sup>+</sup> клітинами гермінативного центра. У 30-добової птиці у дифузній лімфоїдній тканині їх реєструється 67.1±0.72, а в лімфоїдних вузликах – 24.5±1.3. Із збільшенням віку качок (від 30 до 180 доби) вміст цих клітин збільшується у дифузній лімфоїдній тканині у 1.66 рази (від 30 до 150 доби – у 1.46 рази (97.7±0.9) і від 150 до 180 доби – у 1,14 рази (111.5±2.8\*\*), а у лімфоїдних вузликах – у 1.55 рази (від 30 до 150 доби – у 1.24 рази (30.4±0.9\*\*), від 150 до 180 доби – у 1.25 рази (37.9±1.1\*\*\*).

Отже, проведені нами дослідження показали розміщення та вміст субпопуляцій лімфоцитів з різними типами маркерів у лімфоїдній тканині дивертикула Меккеля качок різних вікових груп. Вони доповнюють існуючі дані і визначають основні популяції лімфоцитів у дивертикулі Меккеля качок; дають можливість оцінити стан клітинного та гуморального імунітету цієї птиці у різні вікові періоди.

#### *Література*

1. Besoluk K., Eken, E. The arterial supply of Meckel's diverticulum in geese (*Anser anser domesticus*). *Journal Veterinary Medical Science*. 2001. 63(12), P. 1343–1345. DOI: 10.1292/jvms.63.1343

2. Fellah J. S., Jaffredo T., Nagy N., Dunon D. Development of the avian immune system. In: *Avian Immunology*. Academic Press, London. 2014. P. 45–63. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396965-1.00003-0>.

3. Gofur M. R. Meckel's diverticulum in animals and birds: An immunopathoclinical perspective. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*. 2020. 18(1). P. 1–12. URL: <https://doi.org/10.33109/bjvmjj2020am1>.

4. Kaspers B., Göbel T. W. F. The avian immune system. In: *Encyclopedia of Immunobiology*, 1, Elsevier Ltd. 2016. P. 498–503. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374279-7.12013-2>.

5. Ковтун М. Ф., Харченко Л. П. Лимфоидные образования прищевательной трубки птиц: характеристика и биологическое значение. *Vestnik zoologii*. 2005. № 39 (6). С. 51–60.

6. Oláh I., Nagy N., Vervelde L. Structure of the avian lymphoid system. In: *Avian Immunol.* Academic Press, London. 2013. P. 11–44. DOI: 10.1016/B978-0-12-396965-1.00002-9.

7. Полегенька М. А. Аналіз сучасного стану виробництва продукції птахівництва в Україні. *Економіка та держава*. 2019. № 3. С. 137–143. DOI: 10.32702/2306-6806.2019.3.137.

УДК 612.017.1:616-0087]-053.31-036.17

## **ТЯЖКІ КОМБІНОВАНІ ІМУНОДЕФІЦИТИ У НОВОНАРОДЖЕНИХ**

***А. С. Шкроб'як, І. О. Погоріла***

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

Тяжкі комбіновані імунodefіцити – це група рідкісних генетичних захворювань, що відносяться до первинних імунodefіцитів та характеризуються відсутністю функціонування та критичним дефіцитом кількості Т- і В-лімфоцитів, а іноді і НК-клітин. Без вчасної діагностики та відповідного лікування діти не виживають через розвиток інфекцій і неможливість боротись із ними.

Метою даної роботи є вивчення вітчизняної та зарубіжної літератури щодо перспектив неонатального скринінгу новонароджених на ТКІД, удосконалення наявних та потенційних методів його лікування.

За оновленою (2019) систематизацією Міжнародного союзу імунологічних товариств IUIS у групу ТКІД входить 16 хвороб, з яких найпоширенішими є Х-зчеплений ТКІД, дефіцит аденозиндезамінази та RAG1/2 ТКІД [1]. Згідно з настановою МОЗ України відповідно до міжнародних стандартів провідним симптомом первинного імунodefіциту є патологічна схильність до інфекційних захворювань. Наприклад, пневмонія, викликана грибами *Pneumocystis jirovecii* або ЦМВ, кандидозний сепсис, кишкові інфекції та/або інфекції жовчовивідних шляхів, викликані криптоспоридіями або мікроспоридіями, або дисемінована інфекція, викликана нетуберкульозними мікобактеріями (НТМ). Затяжний перебіг інфекційних захворювань або недостатня відповідь на терапію антибіотиками також часто вказують на патологічну схильність до інфекційних захворювань [2]. Встановлено, що такі ознаки як хронічна діарея з порушенням всмоктування, дисморфічні особливості і мікроцефалії дуже важливі для діагностики ПІД в Україні [3].

До особливостей діагностування саме ТКІД відносяться також інфекційні ускладнення, викликані ослабленими збудниками, які можуть виникати після щеплення вакцинами (БЦЖ, поліомієліт), лімфоцитопенія та гранульоматоз, хронічний шкірно-слизовий кандидоз [4], інвазивні інфекції: сепсис, менінгіт,

абсцес легень, печінки, селезінки, остеомієліт, еритродермія пневматоцеле, виражена лімфопенія на 1 році життя < 2000 кл/мкл [2]. Через постійні інфекційні хвороби та хронічну діарею діти з ТКІД можуть відставати у фізичному розвитку через постійні енергозатрати організму.

Спираючись на світовий досвід, доцільно проводити скринінг новонароджених на Т- і В-лімфопенії, що є показником ТКІД, оскільки діагностування в ранньому віці дозволяє вчасно почати терапію та попередити тяжкі інфекції [5]. Головним методом, що дозволяє виявити Т-лімфопенію є TREC метод, заснований на визначенні послідовності кільцевої молекули ДНК, утвореної внаслідок сплайсингу під час рекомбінації рецепторних послідовностей Т-клітин. За допомогою ПЛР визначається кількість копій відомої послідовності, на основі чого можна зробити висновок про можливість чи неможливість утворення функціональних Т-клітин. Визначено ряд факторів що спричиняють лімфопенію новонароджених, не пов'язану з ТКІД. Серед них недоношеність, вроджені вади серця, водянка плода, гастрошизис та імунотерапія матері. У таких випадках тест варто повторити по мірі розвитку дитини [5; 6]. Також нещодавні дослідження в США виявили декілька мутацій в генах, неописаних раніше, що спричиняють лімфопенію, не пов'язану з ТКІД. Серед них ген, що відповідає за регуляцію експресії транскрипційних факторів, необхідних для гемопоєзу і диференціювання, а також одна з мутацій порушує розвиток епітеліальних клітин тимуса. Для встановлення чіткого діагнозу потрібні додаткові генетичні дослідження [7]. В-клітини проходять аналогічний шлях рекомбінації з утворенням кільцевої молекули KREC. Для покращення точності діагностики проводиться скринінг KREC, аналогічний з TREC. Порушення функцій Т-клітин спричиняє неможливість утворення функціональних В-клітин, тож при більшості ТКІД спостерігатимуться негативні результати TREC/KREC тесту [5].

На сьогоднішній день найефективнішим методом лікування ТКІД є трансплантація гемопоетичних стовбурових клітин. Найуспішнішою залишається трансплантація від рідних братів та сестер >90% але доцільна також і трансплантація від неспорідненого донора. В Україні таку пересадку було вперше здійснено в лікарні ОХМАТДИТ навесні 2020 року. Відсутність Т-клітин у реципієнта дає можливість не проводити кондиціонування перед ТГСК через неможливість відторгнення трансплантату. Щоправда дослідження з порівнянням груп, які пройшли та не пройшли кондиціонування показують, що при деяких типах ТКІД кількість функціональних після трансплантації зменшується протягом декількох років через активність NK-клітин по відношенню до донорського трансплантату, а також перешкоджання приживання донорських тимоцитів через присутність ранніх RAG-дефіцитних тимоцитів. В таких випадках доцільно проводити кондиціонування реципієнта. Це також важливо для відновлення В-клітин, які набагато важче відновити при неспорідненій трансплантації і без кондиціонування. При деяких типах мутацій пацієнти все одно мають шанси бути залежними від терапії імуноглобулінами через декілька років після трансплантації. В таких випадках все залежить від радіочутливості певного типу ТКІД та на сьогодні ще недостатньо досліджень, які б допомогли встановити чіткі рекомендації щодо доз хіміотерапії при різних

типах ТКІД. Також важливим фактором є вік. Найуспішнішими виявляються трансплантації у віці <3,5 місяців через ефективну роботу тимусу [8].

Через недостатню кількість сумісних донорів, а також складності описані вище сьогодні досліджується перспектива використання генної терапії для лікування ТКІД. Перевага аутологічної трансплантації гемопоетичних стовбурових клітин з генетичною терапією (ASCT-GT) порівняно з аlogenною трансплантацією стовбурових клітин полягає в тому, що вона може мати вищий рівень безпеки, оскільки не вимагає високих доз кондиціонування для пригнічення імунітету, а також усуває ризик реакції “трансплантат проти господаря”.

Нині відомо про успішність такого лікування при Х-зчепленому, найпоширенішому ТКІД. При цьому з використанням лентивірусного вектора вставляється нормальна копія кодувчої області *IL2RG* у геном власних гемопоетичних стовбурових клітин пацієнта. Терапія проводилася немовлятам середнього віку 3,5 місяці з діагностованим ТКІД. Також раніше аналогічне лікування показало ефективність у групі старших людей, для яких попередня алогенна ТГСК не дала результату. У поєднанні з кондиціонуванням бусульфаном генна терапія показала високу ефективність не лише у відновленні функціонування Т-клітин, але й NK та В-лімфоцитів, чого не вдавалося досягти раніше [9]. Схожі дослідження з невеликою кількістю бусульфану успішно проведені для лікування ADA ТКІД. Лікування проводиться у двох групах дітей з середнім віком 10 і 11,6 місяців. Використовувалися також ауто трансплантати гемопоетичних CD34+ клітин, відредатованих за допомогою лентивірусного вектора. Загальна виживаність становила 100%, лише кільком знадобилася подальша ферментативна замісна терапія. Більшості пацієнтів не знадобилася подальша замісна терапія імуноглобулінами через покращення функцій В-клітин [10].

Отже, нещодавні дослідження доповнюють список симптомів при ТКІД також підтверджують доцільність та ефективність використання методу TREC/KREC, що може потенційно значно покращити неонатальний скринінг новонароджених та сприяти вчасній постановці діагнозу і запобіганню розвитку інфекцій. Також активно досліджуються аспекти трансплантації при різних типах ТКІД, а останніми роками показано ефективність генетичної терапії як альтернативного методу лікування. Усе це дозволить розширити знання про ТКІД та їх лікування, а потенційне запровадження нових методів може покращити якість життя дітей.

#### *Література*

1. Bousfiha A., Jeddane L., Picard C. Human Inborn Errors of Immunity: 2019 Update of the IUIS Phenotypical Classification. *Journal of Clinical Immunology* 2020. 40(1) P. 66–81.
2. Міністерство охорони здоров'я України / Первинні імунodefіцити клінічна настанова, заснована на доказах 2021.
3. Boyarchuk O., Balatska N., Chornomydz I. Evaluation of warning signs of primary immunodeficiencies. *Pediatrics Polska*. 2019. 94 (6) P. 337–341.

4. Shadrin O., Chernishova L., Zaets V. Chronic mucocutaneous candidiasis as a nosological form of primary immunodeficiency in children: the case of mucocutaneous candidiasis in a young child. *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics* 2020. (82) 2 P. 98–101.

5. Боярчук О. Неонатальний скринінг тяжких комбінованих імунодефіцитів: доцільність, можливості й перспективи. *Здоров'я дитини* 2020. 5(6) P. 471–479.

6. Currier R., Puck J. SCID newborn screening: What we've learned. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2021. 147(2) P. 417–426.

7. Mantravadi V., Bednarski J., Ritter M. Immunological Findings and Clinical Outcomes of Infants With Positive Newborn Screening for Severe Combined Immunodeficiency From a Tertiary Care Center in the U.S. *Frontiers in Immunology* 2021. 12:734096.

8. Pai S. Y. Treatment of primary immunodeficiency with allogeneic transplant and gene therapy. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program* 2019. 2019(1) P. 457–465.

9. Mamcarz E., Zhou S., Lockey T. Lentiviral Gene Therapy Combined with Low-Dose Busulfan in Infants with SCID-X1. *The New England Journal of Medicine* 2019. 380(16) P.1525–1534.

10. Kohn D. B., Booth C., Shaw K. L. Autologous Ex Vivo Lentiviral Gene Therapy for Adenosine Deaminase Deficiency. *The New England Journal of Medicine* 2021. 384(21):2002-2013.

## СЕКЦІЯ 12. КЛІНІЧНА МЕДИЦИНА

УДК 57.017; 615.874

### **ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ РОЗВИТКУ НАДМІРНОЇ ВАГИ, ОЖИРІННЯ ТА ДІАБЕТУ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ ЦИХ ПОРУШЕНЬ**

*І. З. Твердохліб, О. Б. Абрам, Т. В. Микитин, Г. М. Семчишин, В. І. Луцак*  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Ожиріння та цукровий діабет – тісно пов'язані між собою неінфекційні захворювання, які стали глобальним викликом 21-го століття. За даними ВООЗ [3], щонайменше 2,8 мільйона смертей щороку пов'язані з зайвою вагою та ожирінням. Всесвітня асамблея охорони здоров'я у травні 2021 року задекларувала, що більше, ніж 420 мільйонів людей хворіють на цукровий діабет [4]. Не є винятком у зростанні зазначених порушень і Україна. Зокрема, станом на 2017 рік 9,1% українців страждали на цукровий діабет, а ожиріння та надлишкову вагу мали 21,3% та 53,3% із них, відповідно [1].

Індивідуальний і соціальний тягар, пов'язаний з діабетом та ожирінням, величезний. Ожиріння збільшує ризик розвитку переддіабету та цукрового діабету другого типу (ЦД2), а також серцево-судинних і онкологічних хвороб, послаблює імунний захист тощо. Близько 9% загальних витрат на охорону здоров'я в Європі спрямовується на лікування цукрового діабету та його ускладнень [2].

Розуміння патогенезу ожиріння і цукрового діабету, а також механізмів формування їхніх ускладнень, на що здебільшого спрямована увага практикуючих лікарів та науковців, дозволяє застосовувати найефективніші підходи у лікуванні цих захворювань. Однак, найбільш дієвим та економічно доцільним є запобігання розвитку цих захворювань і їхніх ускладнень шляхом скринінгу у групах ризику та вчасного звернення за медичною допомогою.

Метою нашої роботи було: I) Обстеження дорослих та дітей шкільного віку на території чотирьох регіонів Івано-Франківської області (с. Стецева, м. Бурштин, с. Пійло і с. Тисменичани) та оцінювання ризиків розвитку у них надмірної ваги, ожиріння та діабету; II) шляхом персоналізованого консультування обстежених осіб підвищити їхню обізнаність щодо факторів ризику розвитку зазначених хвороб з метою запобігання їхньому виникненню.

Дослідження проводилося в межах проекту «Персоналізовані підходи для попередження ожиріння та діабету – спільна румунсько-українська програма отримання та поширення знань про здоров'я (PrePOD)» (2SOFT/4.1/56), який фінансувався ЄС за співфінансування з боку Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника.

Під час скринінгу у 400 дорослих (віком 18-80 років) і 252 дітей (віком 6-17 років) визначали такі параметри: загальні показники життєдіяльності – температура тіла, частота серцевих скорочень в спокої, артеріальний тиск;

антропометричні показники – маса тіла і зріст, індекс маси тіла (ІМТ), розмір талії; спеціальні показники – рівень глюкози в капілярній крові натще, загальний відсоток жиру в організмі, відсоток вісцерального жиру, рівень фізичної активності, харчові звички та переваги, а також ризик розвитку ЦД2 протягом наступних 10 років. Статистичну обробку проводили з використанням програми Excel.

Згідно отриманих даних, надмірна маса тіла та ожиріння частіше зустрічаються у дорослих, порівняно з дітьми, а їх поширеність має тенденцію зростати з віком. Обстеживши 400 осіб віком від 18 до 80 років, було виявлено, що у 23,0% з них ІМТ вказував на надлишкову вагу, а у 14,8% дорослих показник ІМТ відповідав ожирінню (9,5%, 3,3% та 2,0% мали ожиріння I, II, та III ступенів відповідно). Серед 252 обстежених дітей та підлітків 9,9% мали надлишкову масу тіла, а 8,7% – ожиріння. Показано, що діти з нормальним ІМТ, зазвичай, фізично активніші, ніж діти з надмірною масою тіла або ожирінням.

У дорослих з надмірною масою тіла або ожирінням рівень глюкози в крові позитивно корелював з ІМТ. У 84,2% осіб з підвищеним рівнем глюкози натще, який відповідав переддіабету (від 5,6 ммоль/л до 6,9 ммоль/л), було діагностовано надлишкову масу тіла або ожиріння. Серед них у 13,3% переддіабет не був діагностований раніше. Встановлено також позитивну кореляцію між відсотком вісцерального жиру в організмі та ризиком розвитку ЦД2 протягом наступних 10 років. Окрім цього, спостерігалася позитивна кореляція між показниками вісцерального жиру та загального вмісту жиру в організмі обстежених осіб.

Проаналізувавши також харчові звички, можемо констатувати, що на сьогодні у значної частини населення нашого регіону спостерігається тенденція до зсуву харчового раціону в бік збільшення споживання енергетично насичених продуктів. Ця закономірність, у поєднанні з тим, що значна частина населення, особливо підліткового віку, не отримує мінімально рекомендованого щоденного рівня фізичної активності, значно сприяє зростанню поширеності надмірної маси тіла й ожиріння, а також прискоренню розвитку патогенетично пов'язаних із ними серцево-судинних захворювань та ЦД2.

#### *Література*

1. Dereń K., Nyankovskyy S., Nyankovska O., Łuszczki E., Wyszyńska J., Sobolewski M., Mazur A. The prevalence of underweight, overweight and obesity in children and adolescents from Ukraine. *Scientific report*. 2018. Vol. 8, No 1. P. 1–7.

2. Diabetes: Europe's silent health pandemic. URL: <https://www.efpia.eu/media/554767/are-we-doing-the-best-we-can-for-the-60-million-europeans-living-with-diabetes.pdf> (дата звернення: 11.02.2022).

3. Obesity. URL: <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/6-facts-on-obesity> (дата звернення: 15.02.2022).

4. Reducing the burden of noncommunicable diseases through strengthening prevention and control of diabetes. Seventy-fourth World Health Assembly. URL: [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA74/A74\\_R4-en.pdf](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA74/A74_R4-en.pdf) (дата звернення: 11.02.2022).

## СЕКЦІЯ 13. БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 504.53.06:574.24:665.7

### ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ҐРУНТУ, ЗАБРУДНЕНОГО ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ, З РОСЛИНАМИ, МІКРОБНИМ ПРЕПАРАТОМ ТА АКТИВАТОРАМИ

*А. Р. Бая, І. В. Семенюк, О. В. Карпенко*

Відділення фізико-хімії горючих копалин ІнФОВ ім. Л. М. Литвиненка Національної академії наук України, вул. Наукова, 3а, Львів, 79060, Україна

Однією із важливих екологічних проблем сьогодення є забруднення довкілля продуктами діяльності підприємств паливно-енергетичного комплексу, зокрема дизельним паливом [1, 2]. Нафтопродукти містять низку хімічних речовин, присутніх в різних комбінаціях і здатних проникати у атмосферне повітря, ґрунтовий покрив, поверхневі і підземні води, погіршуючи санітарно-гігієнічний стан довкілля та негативно впливаючи на стан екосистем в цілому[3].

Зростання техногенного впливу на довкілля зумовлює необхідність проведення комплексу досліджень та заходів, спрямованих на забезпечення належного функціонування природних систем. Щоб відновити родючість забруднених нафтопродуктами земель, знадобляться десятки років, тому для їх відновлення використовують механічні, фізико-хімічні, біологічні (фіторемедіація) та агрохімічні підходи [4]. Найбільш дієвими, екологічно безпечними та ефективними з економічної точки зору методи відновлення забруднених земель є біологічні: передбачають внесення у ґрунт біопрепаратів на основі аборигенних мікроорганізмів, використанні природних матеріалів для зв'язування вуглеводнів нафти та подальшої їх утилізації та застосуванні рослин (їх здатності поглинати та накопичувати забруднення у своїх частинах, активізувати діяльність ґрунтових мікроорганізмів у боротьбі із забрудненнями, забезпечуючи їх необхідними поживними елементами) [5–8].

Відповідно до цього нами досліджено вплив біологічних агентів: мікроорганізмів-деструкторів вуглеводнів, гуматів, біогенних поверхнево-активних речовин та рослин на процес ремедіації ґрунту, забрудненого дизельним паливом у модельному експерименті. У роботі було використано: гумати (водний розчин гумінових кислот – 0,1 %), мікробний препарат на основі автохтонних мікроорганізмів-деструкторів вуглеводнів – МД (на 1 кг ґрунту 50 мл суспензії –  $5 \times 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>), біогенні поверхнево-активні речовини (біоПАР), зокрема рамноліпідний біокомплекс (РБК – продукт мікробного синтезу штаму *Pseudomonas* sp. PS-17, 0,01 г/л) [9] та рослини-ремедіанти (райґрас багаторічний та сорго – суданська трава). Початковий вміст дизельного палива (ДП) у ґрунті становив 5%. В окремі варіанти дослідження було попередньо внесено мікробний препарат у забруднений дизельним паливом ґрунт, а через 14 діб висаджували насіння рослин, яке попередньо



замочували (на 3 год.) у розчинах гуматів та біоПАР. Ефективність дії біологічних агентів досліджували за залишковим вмістом дизельного палива у ґрунті за гравіметричним методом [10].

Встановлено зниження вмісту дизельного палива у ґрунті за дії біологічних агентів після очистки. Кращі показники для райґрасу були у варіантах з РБК (за обробки насіння) + МД (обр. ґрунту) вміст дизельного палива знижувався на 27% та РБК (обр. насіння) + гумати (обр. ґрунту) + МД (обр. ґрунту) – на 39% щодо контролю; для сорго кращими варіантами виявлено: гумати (обр. насіння і обр. ґрунту) – у 32%, та РБК (обр. насіння) + гумати (обр. ґрунту) + МД (обр. ґрунту) – 47%, відповідно.

Одержані результати показали, що комплексне використання мікробного препарату на основі мікроорганізмів-деструкторів вуглеводнів, гуматів та біоПАР покращують продуктивність та адаптаційну здатність рослин до умов росту на ґрунтах, забруднених дизельним паливом. Це свідчить про перспективність таких біологічних підходів для очищення/відновлення довкілля від нафти та нафтопродуктів.

#### *Література*

1. Saleem H. Plant-bacteria partnership: phytoremediation of hydrocarbons contaminated soil and expression of catabolic genes. *Bull. Environ. Stud.* 2016. 1(1). P. 18–28.

2. Hewelke E., Szatyłowicz J., Hewelke P., Gnatowski T., Aghalarov R. The impact of diesel oil pollution on the hydrophobicity and CO<sub>2</sub> efflux of forest soils. *Water, air, and soil pollution.* 2018. 229(2). P. 51.

3. Suganthi S. H., Murshid S., Sriram S. Enhanced biodegradation of hydrocarbons in petroleum tank bottom oil sludge and characterization of biocatalysts and biosurfactants. *J. Environ. Manag.* 2018. 220. P. 87–95.

4. Johnson T., Mambwe M. Remediation technologies for oil contaminated soil. 2021. *Global Journal of Environmental Science and Management.* URL: <https://doi.org/10.22034/gjesm.2021.3.09>

5. Kuráň P., Trögl J., Nováková J., Pilařová V., Dáňová P., Pavlorková J., Kozler J., Novák F., Popelka J. Biodegradation of spilled diesel fuel in agricultural soil: effect of humates, zeolite and bioaugmentation. *The Scientific World Journal.* 2014. URL: <https://doi.org/10.1155/2014/642427>.

6. Glick B. R., Phytoremediation. [In:] Glick B. R. (Ed.) *Beneficial plant-bacterial interactions.* Springer, Switzerland. 2015. P. 191–221.

7. Feng N.-X., Yu J., Zhao H.-M., Cheng Y.-T., Mo C.-H., Cai Q.-Y., Li Y.-W., Li H., Wong M.-H. Efficient phytoremediation of organic contaminants in soils using plant-endophyte partnerships. *Science of the Total Environment.* 2017. 583. P. 352–368.

8. Dos Santos J. J., Maranhão L. T. Rhizospheric microorganisms as a solution for the recovery of soils contaminated by petroleum: A review. *J. Environ. Manage.* 2018. 11(210). P. 104–113.

9. Karpenko E., Pokin'broda T., Makitra R., Pal'chikova E. Optimal methods of isolation of biogenic rhamnolipid surfactants. *Journal of General Chemistry.* 2009. 79. P. 2637–2640.

10. МВВ №081/12-0116-03. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом: затв. Міністерство охорони навколишнього середовища України. Київ. 2003. 7 с.

УДК 547:575.22:5771

## **СТВОРЕННЯ БІОМАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ РОЗШИРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО КОДУ**

***В. С. Басюк, Ю. В. Максименко***

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

Біоматеріали відіграють важливу роль у сучасній медицині, відновлюючи функції та полегшуючи загосення людей після травм чи захворювань. Вони можуть бути природними або синтетичними та використовуються в медицині для підтримки, посилення або заміни пошкодженої тканини або біологічної функції.

Близько 2000 тисяч років тому в якості різних імплантатів людство почало використовувати золото, срібло та платину. Це були перші біоматеріали, які згадувалися ще в стародавньому світі [4].

За походженням та джерелами отримання біоматеріали класифікують на ксеноматеріали (з тканин організму іншого біологічного виду), алломатеріали (з тканин організму одного біологічного виду), аутоматеріали (з власних тканин організму) та гетероматеріали (чужорідні матеріали). Біоінженери вимірюють функцію біоматеріалу за тим, наскільки добре він виконує певну дію та як він буде використаний. Система загосення ран повинна сприяти росту шкіри та формуванню кровоносних судин. Матеріал для заміни кістки повинен підтримувати прикріплення клітин і сприяти росту самої кістки. Всім відомі стовбурові клітини не є спеціалізованими, тому вони і мають потенціал для переходу в будь-який конкретний тип клітини за відповідних умов. Для контролю та функціонування стовбурових клітин звичайно можна використовувати біоматеріали [2].

Створення біоматеріалів шляхом розширення генетичного коду (штучна зміна коду завдяки введенню синтезованих неприродних амінокислот) є інноваційною схемою сьогодення. Білкові біоматеріали природним чином приймають котрансляційні та посттрансляційні модифікації для генерації неприродних амінокислот (D-амінокислоти, які синтезуються лише мікроорганізмами) в активному ядрі білків для досягнення певних структур і функцій [3].

Розширення збереженого генетичного коду та інженерних білків за допомогою неприродних амінокислот стало важливим інструментом, який додає нові виміри рекомбінантним підходам. Тканинна інженерія знаменує прогрес у створенні персоналізованих біоматеріалів, а розширення генетичного

коду дозволяє адаптувати виробництво білка для певних застосувань і функцій у біоматеріалах.

Прогрес у розширенні генетичного коду призвів до ортогональних заміників тРНК, тРНК-синтетази та рибосом, що зрештою призвело до появи напівсинтетичного геному з ортогональною центральною догмою [2].

Розширення генетичного коду дозволяє спрямоване включення некодованих амінокислот і неприродних амінокислот в активне ядро, яке надає спеціальної структури та функції утвореним білкам. Багато білкових біоматеріалів є тандемними повторами, які за своєю суттю включають неприродні амінокислоти, створені за допомогою посттрансляційних модифікацій для виконання призначених функцій.

Звичайні підходи генної інженерії з використанням прокаріотичних систем мають обмежену здатність біосинтезувати функціонально активні біоматеріали. Придушення та перерозподіл кодонів некодованих амінокислот і неприродних амінокислот дозволяє перепроєктувати сконструйовані білки, щоб імітувати природну взаємодію «матрикс-клітина» для тканинної інженерії [3].

Розширення генетичного коду дає змогу створювати біоматеріали з катехолами – міметиками факторів росту, які модулюють взаємодію між клітиною та матриксом – таким чином полегшуючи тканинно-специфічну експресію генів і білків [1].

Цей метод білкової інженерії є багатообіцяючим у створенні регульованих біоматеріалів, що відповідають тканинам, адже одною з головних вимог, що пред'являються до біоматеріалів є біосумісність. Дослідження, які зараз проводяться з використанням як синтетичних, так і природних ін'єкційних біоматеріалів, одного дня можуть бути використані для лікування дефектів кісток, раку та серцевих нападів. Визначальним залишається те, що біоматеріали використовуються в медичних пристроях для лікування, допомоги або заміни функцій в організмі людини, тому їх застосування має поєднувати необхідний склад, властивості матеріалу, структуру та бажану реакцію для виконання необхідної функції.

#### *Література*

1. Bischoff R., Schlüter H. Amino acids: chemistry, functionality and selected non-enzymatic post-translational modifications. *J. Proteome*. 2012. №75. P. 275–296.
2. Meyer M. Processing of collagen based biomaterials and the resulting materials properties. *Biomed. Eng. Online*. 2019. №18. P.18–24.
3. Біоматеріали: конспект лекцій з дисципліни «Біоматеріали» для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 163–Біомедична інженерія, освітньої програми «Біомедична інженерія» / уклад. І. М. Олійник. Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2019. 39 с.
4. Біоматеріали та біосумісність: Навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Медична інженерія» «Регенеративна та біофармацевтична інженерія» спеціальність 163 «Біомедична інженерія» / уклад. О.Я. Беспалова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 97 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШТАМІВ РОДУ *LACTOBACILLUS*, ВИДІЛЕНИХ З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ****Є. А. Воронов, О. І. Сідашенко, К. І. Тимчий**

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», проспект Гагаріна, 8, Дніпро, 49000, Україна

Сьогодні одним із цікавих і перспективних напрямів біотехнології є вдосконалення, оптимізація та пошук нових пробіотичних штамів, а також створення препаратів на їх основі з лікувальною метою. Термін «пробіотики» постійно змінюється та набуває нового значення, останнє визначення було запропоноване канадським професором мікробіології та імунології Г. Рейдом (2003 р.) і говорить, що пробіотики – це живі мікроорганізми, застосування яких в адекватних дозах призводить до покращення здоров'я хазяїна.

Рід *Lactobacillus* є найбільш вивченим і завдяки особливим властивостям, широко використовується у складі комерційних продуктів. Механізм дії цих мікроорганізмів включає конкурентну елімінацію патогенів з певних місць прикріплення або поживних речовин, зниження рН шляхом виробництва органічних кислот, синтезу вітамінів і ферментів, вивільнення антимікробних речовин, імуномодуляції та перетравлення складних вуглеводів. Усі ці механізми використовуються пробіотичними мікроорганізмами для підтримки мікрофлори кишківника та запобіганню різноманітним кишковим захворюванням, таким як діарея, виразковий коліт, хвороба Крона та рак.

Завдяки вище зазначеним корисним ефектам, пробіотичні мікроорганізми відіграють важливу роль у харчовій та фармацевтичній промисловості. Крім того, значно зріс попит на здорову та функціональну їжу.

Бактерії роду *Lactobacillus* належать до основної мікрофлори людини: вони зустрічаються практично у всіх біотопах травної системи, а заселення шлунково-кишкового тракту новонародженого лактобактеріями відбувається в ранньому постнатальному періоді [1, 5]. Крім того, лактобацили складають основу мікробіоценоза уrogenітального тракту людини.

Рід *Lactobacillus* є найбільшим у групі молочнокислих бактерій, яка налічує сотні видів. Лактобактерії – це грампозитивні неспороутворюючі бактерії, які мають неймовірну різноманітність форм і розмірів. Вони можуть бути у вигляді коротких або довгих ниткоподібних паличок, розташованих поодинокі, парами або короткими ланцюжками. На основі аналізу послідовності 16S рРНК лактобактерії філогенетично поділяють на сім груп: *L. buchneri* (bu), *L. casei* (ca), *L. delbrueckii* (de), *L. plantarum* (pl), *L. reuteri* (re), *L. sakei* (sa) і *L. salivarius* (sl). Лактобактерії є облигатними або факультативними анаеробами з високою ферментативною активністю. Традиційно, залежно від способів вуглеводного бродіння рід поділяють на три групи: облигатно-гомоферментативні, факультативно-гетероферментативні та облигатно-гетероферментативні [2].

При нормальному метаболізмі лактобактерії виробляють молочну кислоту, перекис водню, лізоцим і антибіотичні речовини: реутерин, плантацин, лактоцидин, лактолін [2, 3]. Гетероферментативні види лактобацил можуть продукувати молочну кислоту, оцтову кислоту, масляну кислоту, деякі інші кислоти та вуглекислий газ [5].

Лактобактерії мають широкій спектр біологічної активності: сприяють виробленню шлункового соку і ферментів, необхідних для підвищення ефективності процесів травлення, можуть зменшувати побічну дію антибіотиків, сприяють розщепленню солей жовчних кислот, нормалізують ліпідний обмін.

Також виявлено, що *L. rhamnosus* LGG продукує антимікробні речовини, які пригнічують активність багатьох патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів: *Clostridium spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* і *Streptococcus spp.*. Проте, порівняно з іншими мікроорганізмами основної мікрофлори, бактерії роду *Lactobacillus* виявляють симбіотичну дію та позитивно впливають на адгезійні властивості *Bifidobacterium* [4]. Основною перевагою штамів роду *Lactobacillus* є те, що вони можуть використовуватися як закваски харчових продуктів, а також як лікарські та ветеринарні пробіотичні препарати [2].

У зв'язку з вище сказаним, нами було проведено дослідження антагоністичних властивостей 6 штамів р. *Lactobacillus*, виділених з різних джерел. Вивчали вплив екзометаболітів, клітинних стінок та клітинних екстрактів штамів на інші бактерії. Було встановлено, що найбільшу інгібуючу активність виявляли клітинні стінки лактобацил по відношенню до плівкоутворюючих штамів р. *Bacillus* та р. *Micrococcus*. Для всіх штамів мікрококів показано зниження кількості КУО/мл щонайменше у  $1,5 \times 10^2$  рази.

Резюмуючи проведену роботу можна сказати, що перспективним може стати використання штамів лактобацил та їх метаболітів для створення на їх основі пробіотичних препаратів, які можна буде застосовувати для лікування уражень бактеріальної природи та корекції стану мікрофлори загалом.

#### Література

1. Akaza H. Precision medicine, Universal Health Coverage (UHC) and intestinal microflora as a new platform for health promotion. Personalized Medicine Universe. 2019. DOI: 10.1016/j.pmu.2019.04.003.
2. De Angelis M., Gobbetti M. *Lactobacillus spp.*: General Characteristics. Reference Module in Food Science. University “Aldo Moro” of Bari, Ital. 2016. DOI: 10.1016/b978-0-08-100596-5.00851-9.
3. Rubel M., Voloshyna I. [The use of probiotic microorganisms in cosmetic medical products]. *Scientific works of National university of food technologies*. 2014. 2(20). P. 23–29. Ukrainian.
4. Yan F., Polk D. B. *Lactobacillus rhamnosus* GG: An Updated strategy to use microbial products to promote health. *Funct. Food Rev.* 2012. 4(2) P. 77–84.
5. Sender R., Fuchs S., Milo R. Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. *PLoS Biology*. 2016. 14(8):e1002533. DOI: 10.1371/journal.pbio.1002533.

## ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ВИГОТОВЛЕННІ КИСЛОМОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

*М. В. Гордієнко, Ю. В. Максименко*

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

Молоко та продукти, виготовлені з нього, такі як сир, йогурт, вершки та пахта, є важливою частиною нашого раціону. Молоко містить жир, білок, лактозу та мінеральні солі як необхідні поживні речовини. Крім того, в молоці присутні вітаміни А-Е і лецитин. За винятком необробленого сирого молока з деяких ферм, молоко не потрапляє безпосередньо до споживача. Інші види молока піддаються різним методам обробки (наприклад, пастеризація або надвисоке нагрівання) і таким чином потрапляють на подальшу обробку або до споживача.

Пробіотики у вигляді молочнокислих бактерій є постійною тенденцією в харчовій промисловості. Промисловість відкрила для себе бактерії та продає збагачені продукти харчування, дієтичні добавки та навіть ліки. Причина: кажуть, що молочнокислі бактерії покращують здоров'я, позитивно впливаючи на мікробіом кишечника.

Особливо популярними бактеріями для пробіотиків є молочнокислі бактерії, які фахівці також називають лактобактеріями. Однак є також ряд інших бактерій, які використовуються як пробіотики [1].

Молоко – фізіологічна рідина, насичена поживними речовинами та біологічно активними сполуками, приносить користь споживачам усіх вікових груп. Молочні продукти, такі як сир, кефір, сир, кумис, йогурт тощо з додаванням поживних речовин, що також збагачують наш організм різними поживними властивості цього цінного продукту. Закваска в будь-якій молочній ферментації є одним з найважливіших компонентів і потребує особливої уваги для регулярних поліпшень. Впровадження біотехнологій та нанотехнологій для виробництва генетично модифікованих заквасок і доданої вартості відповідно є оптимістичними концепціями для виробників молочних продуктів. Більше того, інструмент In-silico — це обчислювальна методологія нового віку, яка дозволяє нам вивчати, модулювати, проектувати та прогнозувати процес бродіння на комп'ютері до широкомасштабного бродіння. Оптимістично, але одночасно використання біології молока, обчислювальних методів і, очевидно, інтелектуальних вкладів незабаром забезпечить громадянському суспільству краще рішення для отримання бажаної якості та збагачених поживними речовинами більш здорових і безпечних продуктів молочного походження.

Види молочнокислих бактерій є потенційними мікроорганізмами і широко застосовуються у ферментації харчових продуктів у всьому світі. Процес сквашування молока був заснований на діяльності молочнокислих бактерій, де стало можливим перетворення молока на якісні кисломолочні продукти. Присутність молочнокислих бактерій у ферментації молока може

бути як спонтанною, так і інокульованою закваскою. Обидві вони є перспективними культурами для вивчення у виробництві кисломолочних продуктів. Молочнокислі бактерії відіграють роль у ферментації молока для виробництва кислоти, яка є важливою як консервант і створює смак продуктів. Вони також виробляють екзополісахариди, які необхідні для формування текстури. Беручи до уваги наявні звіти щодо кількох корисних для здоров'я властивостей, а також їх загально визнаний безпечний статус молочнокислих бактерій, їх можна широко використовувати при розробці нових кисломолочних продуктів.

#### Література

1. Біотехнологія : Навчальний посібник / уклад. О. І. Юлевич, С. І. Ковтун, М. І. Гиль. Миколаїв : МДАУ, 2012. 476 с.

УДК 579.254.2:633.11

### ОЦІНКА ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ЗА ЗМІНАМИ РІВНЯ ПРОЛІНУ

*А. Г. Комісаренко, С. І. Михальська, В. М. Курчій, В. В. Бурлак*

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

Основним чинником зниження врожайності сільськогосподарських культур є дефіцит вологи. Тому активно ведуться роботи зі створення методами генетичної інженерії сільськогосподарських рослин із підвищеною осмотостійкістю, шляхом інтеграції в геном культурних рослин рекомбінантних молекул ДНК, здатних на генетичному рівні контролювати процеси адаптації/стійкості [5, 6, 9].

Сучасні методи генетичної інженерії, зокрема *Agrobacterium*-опосередкована трансформація *in planta*, дозволяють перенести в рослини трансгени, що кодуєть ферменти, які активізують осмотичні протектори, до числа яких відноситься і пролін (Pro). Дана амінокислота використовується різними організмами для компенсації клітинного дисбалансу, спричиненого стресами навколишнього середовища. Високий вміст Pro є поширеною реакцією рослин на різні типи стресів [5 – 9].

Вивчення регуляції метаболізму L-проліну, є актуальними як для розуміння фундаментальних механізмів стресової відповіді й адаптації рослин до абіотичних стресів, так і для практичного використання в селекції та біотехнології [3, 4, 10].

Оскільки, зміни рівня Pro враховуються для оцінки фізіологічного стану рослинних організмів, метою нашої роботи було провести порівняльний аналіз його вмісту в генетично змінених рослин пшениці озимої, отриманих в результаті *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації *in planta*, з використанням векторної конструкції pVi2E, яка в своєму складі містить

супресор гена катаболізму проліну (длРНК-супресор гена проліндегідрогенази) та контрольних (вихідна форма) рослин в умовах норми/стресу. Така конструкція за рахунок РНК-інтерференції є більш ефективною для збільшення рівня вільного L-проліну. А часткове інгібування експресії гена проліндегідрогенази здатне приводити до підвищення його й як результат – рівня стійкості рослин до ряду абіотичних чинників [7, 11].

Вихідним матеріалом для аналізу вмісту вільного L-проліну слугували проростки контрольних та біотехнологічних рослин генотипів озимої пшениці УК 106/19 і УК 171/19h. Селекцію трансформантів проводили *in vitro* на середовищі з антибіотиками канаміцин сульфатом (100 мг/л) і цефотаксимом (500 мг/л) та в умовах модельованого осмотичного стресу (0,5М маніту і 2,0% солей морської води (МВ)) [4, 7]. У варіантів, які витримували стресове навантаження протягом двох пасажів та залишались стійкими до дії селективного агента визначали вміст вільного L-проліну, за модифікованою методикою Чинарда [1]. Експериментально отримані дані обробляли методами математичної статистики [2].

Слід відмітити, що тестування досліджуваних варіантів за дії над жорстких доз стресорів (0,8М маніту і 2,5% МВ) значно зменшувало відсоток виходу стрес-стійких трансгенних форм та згубно діяло на контрольні зразки. Тому нами були застосовані не летальні концентрації стресового чинника, які дали можливість дослідити реакцію проростків на різні види стресу та провести порівняльний аналіз зміни рівня Pro за їх дії (рис. 1).

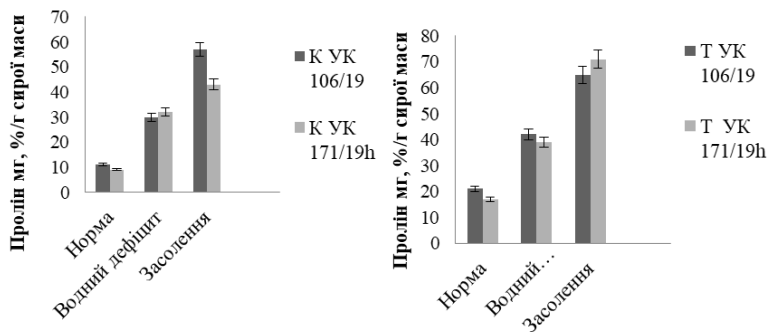


Рис. 1. Рівень вільного L-проліну в контрольних (вихідна форма) та трансформованих проростках за різних умов вирощування.

На прикладі двох індивідуальних генотипів показано, що максимальні середні значення вмісту вільного L-проліну в трансформованих проростках за нормальних умов культивування перевищували показники вихідних форм майже в 2 рази. В умовах водного дефіциту і засолення життєздатність генетично змінених і контрольних варіантів також поєднувалась із збільшенням Pro.



Так, у проростків вихідної форми в умовах водного дефіциту і засолення рівень вільного L-проліну підвищувався на 60-70 % та 80 %, відповідно для генотипів УК 106/19 і УК 171/19h. Тоді як у трансформованих варіантів обох аналізованих генотипів він збільшувався на 50-55% за осмотичного та 70 % сольового стресів. Критерій зміни акумуляції проліну дає оцінку фізіологічного стану рослинних організмів. Збільшення його вмісту в контрольних проростках після стресу може бути наслідком деградації пролін-містких протеїнів. Оскільки збагачені проліном протеїни, (proline rich proteins, PRPs), залучені до формування клітинних стінок [6]. Щодо біотехнологічних форм, то підвищення рівня L-проліну очевидно відбувалось як за рахунок його синтезу, так і з причини часткового інгібування експресії гена катаболізму Pro (проліндегідрогенази).

Таким чином, продемонстровані експериментальні дані свідчать, що вільний L-пролін є одним із факторів, який бере участь в загальній системі генетичної регуляції процесів осмотолерантності *Triticum aestivum* L. Тому внаслідок зростання попиту на нові сорти сільськогосподарських культур з покращеним генетичним фоном використання генів синтезу і катаболізму L-проліну представляють особливий інтерес для створення ліній трансгенних рослин з підвищеним рівнем осмотолерантності.

#### Література

1. Андрющенко В. К., Саянова В. В., Жученко А. А., Дьяченко Н. И., Чиликина Л. А., Дроздов В. В., Корочкина С. К., Череп Г. И., Медведев В. В., Нютин Ю.И. Модификация метода определения пролина для выявления засухоустойчивых форм *Lycopersicon Tourn.* *Известия АН МССР.* 1981. № 4. С. 55–60.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Колупаев Ю. Е., Вайнер А. А., Ястреб Т. О. Проллин: физиологические функции и регуляция содержания в растениях в стрессовых условиях. *Вісник Харківського національного аграрного університету.* 2014. № 2. С. 6–22.
4. Михальська С. І., Комісаренко А. Г., Курчій В. М. Гени метаболізму проліну в біотехнології підвищення осмотійкості пшениці. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2021. Т. 28. С. 94–99.
5. Моргун Б. В., Тищенко Е. Н. Молекулярные биотехнологии по повышению устойчивости культурных злаков к осмотическим стрессам : монография. Київ : Логос, 2014. 218 с.
6. Сергеева Л. Е., Михальская С. И., Комисаренко А. Г. Современные биотехнологии повышения устойчивости растений к осмотическим стрессам : монография. Київ : Кондор, 2019. 161 с.
7. Тищенко Е. Н., Комисаренко А. Г., Михальская С. И., Сергеева Л. Е., Адаменко Н. И., Моргун Б. В., Кочетов А. В. *Agrobacterium*-опосредованная трансформация подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) *in vitro* и *in planta* с использованием штамма LBA4404, несущего плазмиду pBi2E с двухцепочечным РНК-супрессором гена пролиндегидрогеназы. *Цитология и генетика.* 2014. 48, № 4. С. 19–30.

8. Djilianov D., Georgieva T., Moyankova D., Atanassov A., Shinozaki K., Smeeken S. C. M. Improved abiotic stress tolerance in plants by accumulation of osmoprotectants – gene transfer approach. *Biotechnol. & Biotechnological Equipment*. 2005. № 19. P. 63–71.

9. Dubrovna O. V., Stasik O. O., Priadkina G. O., Zborivska O. V., Sokolovska-Sergienko O. G. Resistance of genetically modified wheat plants, containing a double-stranded RNA suppressor of the proline dehydrogenase gene, to soil moisture deficiency. *Agricultural Science and Practice*. 2020. 7, No 2. P. 24–34.

10. Kochetov A. B., Shumny V. K. Transgenic plants as genetic models for studying functions of plant genes. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2017. Vol. 7, No. 4. P. 421–427.

11. Vendruscolo E. C., Schuster I., Pileggi M. Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. *J. Plant Physiol*. 2007. Vol. 164, № 10. P. 1367–1376.

УДК 606; 579.66

## **ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІЙ-ПРОДУЦЕНТІВ НЕЗАМІННИХ АМІНОКИСЛОТ У БІОТЕХНОЛОГІЇ**

*Л. С. Кушнір, Ю. В. Максименко*

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

Білки відіграють надзвичайно важливу роль у процесах життєдіяльності організмів, у тому числі і людини. Вони є результатом експресії генів та інструментом, за допомогою якого геном керує всіма метаболічними реакціями у клітині. Білки беруть участь у побудові клітин та тканин, у вигляді ферментів каталізують різноманітні біохімічні реакції, захищають від зовнішніх впливів. Білки – високомолекулярні сполуки, біополімери, в основі побудови яких є амінокислоти.

Амінокислоти – мономери білків, які у своєму складі мають карбоксильну та амінну групи, які визначають їх амфіфільні властивості. Загалом білки складаються з 20 основних амінокислот, які мають зазвичай L-конфігурацію (крім клітин деяких мікроорганізмів) [2].

Існує декілька класифікацій амінокислот, в залежності від їх будови, властивостей тощо. За біологічним значенням їх поділяють на замінні та незамінні. Замінні амінокислоти можуть синтезуватися в достатній кількості з незамінних амінокислот або інших речовин в організмі людини. Незамінні амінокислоти не здатні синтезуватись в організмі, тож їх джерелом для людини виступає їжа. Тому вивчення бактерій-продуцентів незамінних амінокислот є важливим питанням для біотехнології.

До незамінних амінокислот належать: валін, лейцин, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан і фенілаланін. Незамінні амінокислоти користуються досить високою популярністю у біотехнологічній промисловості.

Це потребує постійного вдосконалення технологій, обладнання і пошуку нових мікроорганізмів-продуцентів. L-валін є однією з трьох амінокислот з розгалуженим ланцюгом (валін, лейцин та ізолейцин), необхідних для здоров'я тварин і важливих для метаболізму, тому його широко додають у продукти харчування, ліки та корми. L-валін переважно виробляється шляхом мікробної ферментації, і ефективність виробництва значною мірою залежить від якості мікроорганізмів. Останніми роками продовжуються зусилля з виявлення механізмів і регуляції біосинтезу L-валіну в *Corynebacterium glutamicum*, найбільш утилітарної бактерії для виробництва амінокислот. Метаболічна інженерія, заснована на метаболічному біосинтезі та регуляції L-валіну, забезпечує ефективну альтернативу традиційній селекції для розвитку штамів. Промислово конкурентоспроможні штами *C. glutamicum*, що продукують L-валін, були створені за допомогою генетично визначеної метаболічної інженерії [10].

Дослідження продукування бактеріями цієї амінокислоти в Україні досить спорадичні, однак іноземні вчені вже ретельно займаються цим питанням. Зокрема, потужні продуценти L-валіну були виявлені японськими вченими Takayasu Tsuchida, Fumihiko Yoshinaga, Koji Kubota, Haruo Momose серед стійких мутантів, отриманих із трьох типових бактерій, що продукують L-глутамінову кислоту: *Brevibacterium lactofermentum*, *Corynebacterium acetoacidophilum*, *Arthrobacter citreus* [9].

Іншим японським вченим Zenjiro Sugisaki було проведено скринінговий тест на бактерії, що продукують L-валін, і було визнано, що в культурі досить велика кількість L-валіну практично виробляється як єдина амінокислота деякими видами бактерій. Два штами щойно виділених бактерій, що акумулюють L-валін, були досліджені і названі *Aerobacter cloacae* var sp. NISR-B-151 та *A. aerogenes* NISR-B-801 [8].

L-амінокислоти, такі як L-метіонін, L-лейцин, L-пролін, L-валін або L-треонін, можуть отримувати культивуванням бактерії *Escherichia coli*, в якій продукція L-амінокислоти збільшена за рахунок підвищення активності білків, що кодуються генами b2682 і b2683 [4].

Для одержання лейцину відомі мікробіологічні способи, засновані на використанні мутантів з порушеною регуляцією синтезу амінокислот. Мутанти характеризуються стійкістю до різних структурних аналогів амінокислот, а також, у більшості випадків, потребою в амінокислотах для росту. У цих способах у якості продуцентів лейцину застосовують мутантні штами групи глутаматпродукуючих *Corynebacterium glutamicum*, *Brevibacterium flavum*, *B. lactofermentum*. Найбільш високий рівень накопичення лейцину отримано при використанні штаму *Brevibacterium lactofermentum* на поживному середовищі, яке в якості вуглевода містить глюкозу. Було багато праць про ферментацію вироблення L-ізолейцину, але опублікований лише один звіт про виробництво L-ізолейцину з глюкози мутантом *Brevibacterium flavum* [3,7].

Грамположитивна бактерія *C. glutamicum* використовується для промислового виробництва L-глутамату та L-лізину. В останні десять років були розроблені методи генної інженерії для *C. glutamicum* і, отже, технологія

рекомбінантної ДНК була використана для вивчення шляхів біосинтезу та покращення продуктивності амінокислот шляхом маніпулювання ферментативними, транспортними та регуляторними функціями цієї бактерії [5].

Українськими вченими було проведено дослідження продуцентів незамінних амінокислот аспартагної родини: *C. glutamicum*, *Brevibacterium flavum*, *Brevibacterium sp.* Було визначено, що такі бактерії, як *Brevibacterium flavum* та *Brevibacterium sp.* є біосинтетично активними продуцентами треоніну та лізину відповідно [1]. Ароматичні амінокислоти синтезуються загальним шляхом біосинтезу. Триптофан-продукуючий мутант *C. glutamicum* був створений за допомогою генної інженерії, щоб виробляти тирозин або фенілаланін у великій кількості [6].

Отже, незамінні амінокислоти є важливою складовою нормального функціонування всіх ознак життєдіяльності організму. Основними бактеріями-продуцентами є: *Escherichia coli*, бактерії родів *Corynebacterium* та *Brevibacterium*. Проте питання використання бактерій-продуцентів амінокислот потребує ще детальнішого вивчення задля знаходження нових бактерій-продуцентів та удосконалення промислового виробництва.

#### Література

1. Андріяш Г. С., Заболотна Г. М., Шульга С. М. Мутантні штами мікроорганізмів-продуцентів лізину та треоніну. *Biotechnology Acta*. 2014. V. 7, No 3. P. 95–101.
2. Гонський Я. І., Максимчук Т. П., Калинський М. І. Біохімія людини: підручник. Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. С. 15–62.
3. Леонова Т. В., Гусятинер М. М., Жданова Н. И., Ивановская Л. Р., Зайцева З. М., Ясиновский В. Г., Шильникова И. И., Краева Н. К., Роговер В. С., Раньковская В. А. Штамм бактерий *Corynebacterium sp.* – продуцент L-лейцина: пат. 3959075 США, заявл.17.03.1973; опубл. 10.05.1996.
4. Таболина Е. А., Рыбак К. В., Хургес Е. М., Ворошилова Э. Б., Гусятинер М. М. Способ получения L-аминокислот, штамм *Escherichia coli* – продуцент L-аминокислоты (варианты): пат. 3959075 США, заявл.17.03.1973; опубл. 10.05.1996.
5. Eikmanns B., Eggeling L., Sahm H. Molecular aspects of lysine, threonine, and isoleucine biosynthesis in *Corynebacterium glutamicum*. *Antonie van Leeuwenhoek*. 1993-1994. Volume 64. P. 145–163.
6. Ikeda M., Katsumata R. Metabolic Engineering To Produce Tyrosine or Phenylalanine in a Tryptophan-Producing *Corynebacterium glutamicum* Strain. *ASM Journals. Applied and Environmental Microbiology*. 1992. Vol. 58. No. 3. P. 781–785.
7. Ikeda S., Fujuta I., Yoshinaga F. Screening of L-Isoleucine Producers among Ethionine Resistant Mutants of L-Threonine Producing Bacteria. *Agr. Biol. Chem*. 1976. 40 (3). P. 511–516.
8. Sugisaki Z. Studies on L-valine fermentation part I. Production of L-valine by *Aerobacter bacteria*. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 1959. Vol. 5. No. 3. P. 138–149.

9. Tsuchida T., Yoshinaga F., Kubota K., Momose H. Production of L-Valine by 2-Thiazolealanine Resistant Mutants Derived from Glutamic Acid Producing Bacteria. *Agricultural and Biological Chemistry*. 1975. Volume 39. Issue 6. P. 1319–1322.

10. Wang X., Zhang H., Quinn P. Production of L-valine from metabolically engineered *Corynebacterium glutamicum*. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2018. Volume 102. P. 4319–4330.

УДК 546.55/.59+546.655

## МЕТОДИ СИНТЕЗУ НАНОЧАСТОК СРІБЛА ТА ЦЕРІЮ

*М. О. Маліношевська, О. А. Шидловська*

Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Немировича-Данченка, 2, Київ, 01011, Україна

Сучасний етап розвитку науки характеризується мініатюризацією технологічних процесів, що призводить до формування абсолютно нового напрямку – нанотехнологій. За останні роки нанотехнології досягли лідерства в галузі хімії, біології, медицини та косметології.

При переході речовин в нанорозмірні структури спостерігаються суттєві зміни їх хімічних, фізичних і фізико-хімічних властивостей. У нанометровому діапазоні змінюватимуться електропровідність, теплостійкість, магнетизм, коефіцієнт оптичної густини, вплив речовин на організм людини тощо [3].

До початку 1980-х рр. науковий та прикладний інтерес до срібних наночастинок був обумовлений лише можливістю їх застосування як високодисперсної підкладки для посилення сигналу молекул в органічних сполуках спектроскопії. Фундаментальні дослідження, проведені 1980-1990 рр. показали, що наночастилки мають рідкісне поєднання цілющих якостей: унікальні оптичні властивості, зумовлені поверхневим плазмонним резонансом, високою питомою масою поверхні, каталічною активністю тощо.

Діоксид церію та матеріали на його основі знаходять широке застосування в промисловості, у тому числі у виробництві паливних елементів, сенсорів, тримаршрутних каталізаторів і т.д. В останнє десятиліття наночастилки  $\text{CeO}_2$  привертають увагу дослідників як неорганічний антиоксидант, здатний ефективно захищати живі системи від окислювального стресу [4].

На даний момент існує досить багато методів хімічного синтезу [2] для отримання наночастинок металів: хімічне відновлення (цитратний, борогідридний метод та ін.), синтез у двофазних водо-органічних системах, метод лазерної абляції, радіолітичні методи, синтез у зворотних міцелах, термічний розклад прекурсору дією розчинника або дією мікрохвиль тощо, серед яких найбільш поширеними є відновлення наночастинок та стабілізація їх з утворенням колоїдів.

Сьогодні існує два основних способи отримання наночастинок [1, 8]:

1) «зверху вниз», від макроскопічних об'єктів – подрібнення матеріалу – фізичний метод, що включає термічне випаровування наночастинок під час

обробки плазмою, лазером, дугою тощо, конденсацію вихідних матеріалів у вакуумі, механохімічне диспергування, електричне травлення, літографію;

2) «знизу вгору», від мікроскопічних об'єктів, – конденсація атомів, молекул, іонів – хімічні методи: термічне відновлення або радіаційне відновлення металовмісних сполук; розкладання під дією ультрафіолету, ультразвуку, температури; у зворотних міцелах; міжфазний синтез, золь-гель метод.

Головною засадою хімічного синтезу є ініціювання хімічних реакцій і повний контроль процесів нуклеації і конденсації отриманих продуктів. Під розумінням природи цих процесів і контролю над ними визначають успіх отримання наночасток необхідного складу і форми. Утворення наночасток досягається вибором певних умов для реакції (тип реакції, розчинник, температура), використанням лігандів і поверхнево-активних речовин, які поведуться специфічно на межі розділу фаз, що виникають, і повністю або частково обмежують подальше наростання твердої фази речовини.

Більшість методів хімічного синтезу мають явні недоліки, що полягають у складності проведення реакцій відновлення, розкладання або синтезу вихідних матеріалів, характеризуються багатостадійністю, використанням високотоксичних сполук, використанням поверхнево-активних речовин (ПАР) і стабілізаторів, від яких неможливо повністю очистити поверхню отриманих наночасток.

Більш перспективними здаються фізичні методи синтезу наночасток («зверху вниз»), включаючи інтенсивний термічний або механічний вплив на вихідні речовини, оскільки отримані наночастки характеризуються підвищеним рівнем вільної енергії та більш чистим хімічним складом [1].

Фізичні методи отримання наночасток засновані на використанні макроскопічних об'єктів, які розкладаються на нанооб'єкт за допомогою різних видів механічних процедур подрібнення, диспергаторів або ультразвукових апаратів. На жаль, ці методи непридатні для отримання металевих наночасток через типові механічні властивості матеріалу (ковкість, пластичність). Тому для отримання металевих наночасток перевагу надають різним видам енергії, таким лазерний промінь.

Нещодавно було введено новий метод, який відноситься до методів «зверху вниз». Це метод вакуумного напилення. Цей метод заснований на «бомбардуванні» мішені енергійними іонами газу, що утворюються в результаті зіткнення електронів і газу-носія у вакуумі за допомогою постійного струму (DC), радіочастоти (RF) або магнетронного розпилення [5].

Основною проблемою фізичних методів є отримання наночасток із вузьким розподілом за розміром і формою. Аналіз сучасних промислових методів синтезу наночасток металів показує, що найбільше практичне значення для продуктивного виробництва має новий фізичний процес нанодиспергування провідних матеріалів, заснований переважно на імпульсних процесах з високою швидкістю зміни термодинамічних параметрів і високою густиною енергії концентрацій дисперсного матеріалу [7].

Третій метод синтезу наночасток – біологічний метод синтезу. Для біологічного методу синтезу використовують різноманітні біологічні об'єкти, так як рослини, бактерії, дріжджі тощо. Найбільш широко використовуваним методом є синтез з використанням рослинних екстрактів.

Синтез з використанням рослин дозволяє отримати металеві наночастки різної морфології з унікальними оптичними, магнітними, тепловими, фізико-хімічними та електричними властивостями. За допомогою цієї методики в основному отримують тригранні, п'ятикутні, гексагональні та сферичні наночастки. Визначення форми та розміру металевих наночасток, які можуть бути отримані, залежить від ряду факторів, важливих для синтезу: концентрація рослинних екстрактів і солей металів, температура, показник кислотності і час реакції.

Безперечно, «зелений» синтез є екологічно чистим, ефективним і безпечним методом синтезу. Не вимагає використання високого тиску і високої температури, токсичних і екологічно шкідливих реагентів і розчинників. Але цей підхід також має певні обмеження. Кристаліти меншого розміру (і, отже, більшої площі поверхні) виявляють вищу антимікробну активність, ніж більш агреговані частинки. На практиці, отримані зеленим синтезом частки зазвичай мають більші за розраховані розміри [6].

«Зелений» синтез металевих наночасток має значний потенціал та ряд суттєвих переваг над традиційними методами синтезу наночасток. Для економічної ефективності «зеленого синтезу» слід правильно масштабувати методи виробництва наночасток з використанням рослинного матеріалу та розробити схеми для зниження витрат при їх синтезі. У разі «зеленого» синтезу основні витрати будуть визначатися лише вартістю солей металів, оскільки відновниками можуть бути рослинні відходи харчової промисловості. Даний факт додатково відзначає екологічні та економічні переваги використання «зеленого» синтезу перед традиційними методами синтезу наночасток.

#### *Література*

1. Andrusishina I. N. Metal nanoparticles: production methods, physical and chemical properties, research methods and toxicity assessment. *Modern problems of toxicology*. 2011. No. 3. P. 5–14.
2. Burda C., Chen X., Narayanan R., El-Sayed M. A. Chemistry and properties of nanocrystals of different shapes. *Chem. Rev.* 2005. 105, No. 4. P. 1025–1102.
3. Caruthers S. D., Wickline S. A., Lanza G. M. Nanotechnological applications in medicine. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2007. Vol. 18 (1). P. 26–30.
4. Diegoli S., Manciuola A. L., Begum S., Jones I. P., Lead J. R., Preece J. A. Interaction between manufactured gold nanoparticles and naturally occurring organic macromolecules. *Sci. Total Environment*. 2008. Vol. 402 (1). P. 51–61.
5. Hirsch U. M., Teuscher N., Ruhl M., Heilmann A. Plasma-powered magnetron sputtering of nanoparticles on reverse osmosis membranes to reduce anti-fouling powers. *Surface and Interface*. 2019. № 16. P. 1–7.
6. Singh J., Dutta T., Kim K. H., Rawat M., Samddar P., Kumar P. "Green" synthesis of metals and their oxide nanoparticles: Applications for environmental

remediation. *J. Nanobiotechnology*. 2018. № 16. P. 1–24. DOI: 10.1186/s12951-018-0408-4.

7. Minko N. I. Obtaining methods and properties of nanoobjects. Moscow : Flinta, 2009. 168 p.

8. Shpak A. P., Ulberg Z. R. Colloidal-chemical foundations of nanoscience. Kiev : Akadempriodika, 2005. 466 p.

УДК 608

## **ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ ІЗ ВІДХОДІВ ТА ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ**

*А. В. Онофрійчук, В. В. Онофрійчук*

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

Більшість сучасних екологічних проблем пов'язуються з нагромадженням органічних відходів, кількість яких значно перевищує природні можливості їхньої біодеградації. Одним зі шляхів утилізації органічних відходів є біогазова технологія, яка дозволяє разом з розв'язанням екологічних проблем використовувати і високоефективну енергію завдяки виробництву біогазу.

Тобто сировиною для виробництва біогазу можуть бути майже всі матеріали, що містять значну кількість органічної речовини, яка піддається розпаду біохімічними методами та яка не містить речовин що пригнічують життєдіяльність бактерій. Загалом перелік відходів і побічних продуктів, придатних для виготовлення біогазу обчислюється сотнями окремих видів, до яких належать побічні продукти рослинництва, тваринництва, харчової та переробної промисловості, відходи домашнього та комунального господарства тощо [5]. Агропромисловий комплекс (АПК) виробляє значні обсяги органічних відходів та має достатньо ресурсів для виробництва біогазу.

Відходи АПК можна розділити на два основні потоки:

– основні відходи, до яких відносяться побічні продукти вирощування цільової сировини, екскременти, що утворюються при вирощуванні тварин, також некондиційна частина цільової сировини;

– вторинні відходи та побічні продукти, що генеруються в результаті технологічних процесів перетворення цільової сировини, а також некондиційна продукція під час переробки [4].

До найбільш придатних для виготовлення біогазу відходів АПК відносять: жом і бадилля солодкого буряка, спиртову барду, пивну дробину, некондиційний урожай зернових і овочевих культур та відходи тваринництва [4]. Отже, значною частиною енергетичного потенціалу є біомаса – загальна маса сирої, або сухої органічної речовини [2]. Для такої речовини простим шляхом перетворення в енергію є згорання, в ході якого виділяється тепло, яке далі може перетворюватися на машинну, або електричну енергію для



потреб людей. Біомаса також може бути перетворена на енергію і в процесі біометаногенезу.

Біометаногенез – це складний мікробіологічний процес, де анаеробному розкладанню піддаються практично всі з'єднання природного походження [3]. Тому в процесі біометаногенезу розв'язуються питання не тільки відтворення енергії – це надзвичайно важливо й в екологічному плані, оскільки дозволяє вирішувати проблеми утилізації та переробки відходів різноманітних виробництв і технологій: сільськогосподарських і промислових, а також побутових.

Так теплотворна здатність біогазу, одержувана з органічної сировини в ході біометаногенезу та результати розкладання складних органічних субстратів різноманітної природи за участю змішаної з різних видів мікробної асоціації, залежить від співвідношення метану і вуглекислого газу (20-35% вуглекислого газу, а також незначної кількості сірководню, азоту, водню) – становить 5-7 ккал/м<sup>3</sup>. Своєю чергою 1 м<sup>3</sup> біогазу еквівалентний 4 кВт/год електроенергії, 0,6 л гасу, 1,5 кг вугілля, або 3,5 кг дров [6].

І. В. Гончарук та І. В. Томашук, досліджуючи можливості застосування сільськогосподарських відходів для забезпечення енергетичних потреб, відзначають: «Переробка гною від однієї корови за рік дає біля 500 м<sup>3</sup> біогазу, а з 1 т свіжого гною великої рогатої худоби можна отримати 30-50 м<sup>3</sup> біогазу, свиней – 50-80 м<sup>3</sup>, соломи та трави – 30-60 м<sup>3</sup>» [1]. Щороку на великих птахофабриках і тваринницьких фермах анаеробним способом можна отримувати екологічні біодобрива та покращувати якість стічних вод. Таким чином біотехнологія передбачає і комплексну переробку та утилізацію відходів

Утилізація сільськогосподарських відходів, зокрема відходів тваринництва, шляхом їх переробки на біогаз, є важливим аспектом біотехнології, пов'язаною з використанням біологічних систем живих організмів з метою отримання цільового продукту. Таким чином біогаз аналогічний природному газу. Його використання як палива дозволяє одержати значний екологічний ефект, оскільки продукти енергетичних процесів, пов'язаних із використанням традиційних видів палива, становлять значну частку від усіх видів забруднення біосфери. До того ж значна перевага енергетичного споживання біогазу на відміну від спалювання природного газу, нафти або вугілля – це його необмеженість у природному середовищі.

#### *Література*

1. Гончарук І. В., Томашук І. В. Економічна ефективність енергетичної автономії АПК за рахунок використання біопалив. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2019. № 2. С. 7–19.

2. Енциклопедія сучасної України.  
URL: [https://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=35324](https://esu.com.ua/search_articles.php?id=35324) (дата звернення: 23.09.2022).

3. Основи біотехнології : підручник для студ. освітнього рівня бакалавр спец. «Біологія» / уклад. Н. Ю. Мацай. Луганськ : Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2011. 153 с.

4. Видана брошура "Розвиток біогазових технологій в Україні та Німеччині: нормативно – правове поле, стан і перспективи", Київ-Гюльцов – 2013 – UABIO. *UABIO*. URL: <https://uabio.org/activity/1151/> (дата звернення: 23.09.2022).

5. Шугало В. М. Еколого-економічна ефективність виробництва та використання біогазу в аграрній сфері економіки : дис. ... канд. філол. наук : 09.00.03. Львів, 2021. 284 с.

6. Юлевич Ю. І., Ковтун С. І., Гиль М. І. Біотехнологія : навч. посіб. / ред. М. І. Гиль. Миколаїв : МДАУ, 2012. 476 с.

УДК 577.1/2:004

## **НАНОМАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ СИНТЕТИЧНИХ ПЕПТИДІВ: ВЛАСТИВОСТІ ТА ШЛЯХИ ЗАСТОСУВАННЯ**

***І. О. Перико***

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

Одним з перспективних напрямків у біотехнології є використання наноматеріалів на основі синтетичних пептидів. Дослідження, пов'язані із пошуком методів синтезу пептидів розпочалися ще у 19 ст. Перший синтетичний пептид (бензоілгліцилгліцин) було отримано у 1882 році німецьким хіміком Теодором Курціусом. Пізніше, у 1891 році, Еміль Фішер шляхом гідролізу diketопіперазина синтезував вільний дипептид гліцилгліцин. Саме цей вчений і ввів у науковий обіг термін «пептид». Е. Фішер постійно удосконалював свій метод отримання синтетичних біополімерів, але він і надалі мав низку недоліків: у процесі синтезу утворювалася велика кількість побічних продуктів, а кількість самого пептиду була незначною. У 30-х роках 20 ст. для синтезу пептидів почали використовувати захисну бензилоксикарбонільну групу, яка «блокувала»  $\text{NH}_2$ -групу першої у пептидному ланцюгу амінокислоти. Така новація дозволила американському біохіміку Вінсенту дю Віньо синтезувати аналоги гормонів окситоцину та вазопресину і у 1955 році отримати за це Нобелівську премію.

Технологічним проривом у отриманні штучних пептидів став метод «твердофазного синтезу», який у 1963 році був розроблений Робертом Брюсом Мерріфілдом [4]. На сьогодні загальноприйнятими методами отримання синтетичних пептидів є синтез на твердій фазі та синтез у розчині. Принципи обох реакцій однакові, відмінність полягає лише у природі захисної групи (PG), яка зв'язується з карбоксильною групою першої амінокислоти. Якщо PG є нерозчинною смолою, підхід називається твердофазним пептидним синтезом; якщо ж PG розчинна у реакційному середовищі – то рідкофазним. Синтезовані у такий спосіб пептидні молекули мають розмірність 2-30 нм, що дозволяє формально відносити будь-які матеріали на їх основі до наноматеріалів.

Дослідженню властивостей та можливих сфер застосування наноматеріалів пептидної природи у біотехнології присвячено низку наукових

публікацій [1-5], аналіз яких пропонуємо у нашій роботі. Завдяки структурним особливостям атоми у молекулах пептидів характеризуються просторовою впорядкованістю. Регулярне розташування та різноманітність функціональних груп забезпечує можливість самозбирання (self-assamble) пептидних мономерів у різні впорядковані наноструктури – філаменти, шари, нанотрубки. Також, для синтетичних пептидів характерні такі властивості, як біосумісність та молекулярне розпізнання, що, у свою чергу, забезпечує селективність для побудови упорядкованих наноструктур [2, 3].

Найпростішими будівельними блоками пептидів є дипептиди. Нанотрубки, утворені з дипептидів, є найширшими серед пептидних нанотрубок. Прикладом достатньо вивченого дипептиду є дифенілаланіновий  $\beta$ -амілоїдний пептид Альцгеймера. Фенілаланін має ароматичне кільце, яке відіграє ключову роль у процесі самозбирання даного дипептиду.

Цікавим об'єктом сучасних досліджень наноматеріалів є пептиди Lego, які мають розмір біля 5 нм і складаються з 16 амінокислот [3]. Цей клас пептидів має унікальні властивості: наявність двох поверхонь – або гідрофільних, або гідрофобних, як у штирях і отворах конструктора Lego. Гідрофобна сторона сприяє самоскладанню у воді, а гідрофільна – містить почергово розташовані заряджені амінокислотні залишки, що, у свою чергу, призводить до формування певного типу іонних зв'язків. Пептиди самоорганізуються у нановолокна довжиною 10 нм. Волокна утворюють іонні взаємодії один з одним з утворенням матриць, подібних до шахової дошки, яка, у свою чергу, перетворюється у каркасний гідро-гель з високим вмістом води (99,5-99,9%) та порами діаметром 10-200 нм. Такі гідро-гелі, наприклад, сприяють розростанню аксонів нейронів, що дозволяє використовувати їх у якості каркаса для тканинної інженерії.

Вченими активно досліджуються поверхнево-активні синтетичні пептиди [3]. Біохімічна структура цих пептидів схожа з будовою фосфоліпідів: вони мають гідрофільну голівку та гідрофобний хвіст. Голівка утворена 1 чи 2 зарядженими амінокислотами (аспарагінова, глутамінова, лізінова, гістидинова). Хвіст може містити 4 і більше гідрофобних амінокислоти (аланін, валін, лейцин). У водному середовищі поверхнево-активні пептиди самоскладаються з утворенням впорядкованих нанотрубок та наноміхурів розміром 30-50 нм. Самоскладання відбувається за рахунок міжмолекулярних водневих зв'язків, при цьому гідрофобні хвости «ховаються» так як це відбувається при утворенні міцел фосфоліпідів.

Важливим досягненням у створенні біологічних наноматеріалів було відкриття пептидних нанотрубок (PNT) [1, 5]. PNT утворюються за рахунок самоскладання пептидів, які містять D- та L-амінокислоти. Загальновідомо, що природні пептиди утворені, за деякими виключеннями, L-амінокислотами. Наявність у синтетичних пептидах, що формують нанотрубки, D-амінокислот зумовлює їх властивості, а саме: PNT стабільні в екстремальних умовах; сухі PNT не руйнуються при температурі 200°C та демонструють виняткову хімічну стабільність в значному діапазоні рН та в присутності органічних розчинників (на відміну від PNT, природні біологічні системи нестабільні та чутливі до

температури та хімічних умов). Їх середня жорсткість становить 160 Н/м, а модуль Юнга сягає 19-27 ГПа (хоча PNT менш жорсткі, ніж вуглецеві та неорганічні нанотрубки, з такими значеннями ці нанотрубки є одними з найтвердіших відомих біологічних матеріалів).

З огляду на вище наведені властивості, PNT мають досить широку сферу практичного застосування: 3D-культивування клітин; проліферація та диференціація клітин у запрограмовані типи; адресна доставки генів, ліків та іРНК; циклічні PNT, здатні функціонувати як іонні канали та утворювати пори у клітинній мембрані, викликаючи клітинний осмотичний колапс та загибель клітини (наприклад, у мембрані бактерій); для виготовлення нанокабелів з металевою серцевиною (пептидна оболонка як ізолятор); для розробки платформ електрохімічних біосенсорів та хімічних сенсорів тощо.

Прикладом PNT, які достатньо добре вивчені та мають широке практичне застосування є дифенілаланінові пептидні нанотрубки (FF PNT) [1, 5]. Дифенілаланін (FF-пептид) – це дипептид, утворений 2 залишками амінокислоти фенілаланіну. У результаті самоскладання молекули дифенілаланіну утворюють кільце з 6 мономерів. На наступному етапі між кільцями утворюються водневі зв'язки і, за принципом «голівка до хвоста», формується нанотрубка. Важливими характеристиками FF PNT є їх біологічна сумісність, механічна та хімічна стабільність. Такі властивості дозволяють використовувати FF PNT для адресного транспортування лікарських препаратів. Наприклад, нанотрубка ковалентного дифенілаланіну, кон'югована з фолієвою кислотою або магнітними наночастинками використовується для транспортування протипухлинних ліків. FF PNT з наночастинками платини використовують у дослідженнях процесів фотосинтезу, зокрема для імітації фотосинтезу I.

Отже, дослідження властивостей наноматеріалів, отриманих з синтетичних пептидів, вказує на широкі можливості їх використання у різних галузях, зокрема для потреб медицини та фармації.

#### *Література*

1. Быстров В. С., Филиппов С. В. Компьютерное моделирование и численные исследования пептидных нанотрубок на основе дифенилаланина. *Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша*. 2021. URL: <http://www.mathnet.ru/links/a55d04794f24ec80ce29d4ac1f01fcf4/ippmp2995.pdf> (дата звернення: 18.12.2021).

2. Мінцер О. П., Заліський В. М. Самоорганізація пептидних наноструктурованих напівпровідників – потенційна основа подолання розриву між неорганічними та органічними елементами живого. *Медична інформатика та інженерія*. 2020. № 1. С. 29–37. URL: <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.1.11127>

3. Родина Е. В. Наноматериалы на основе пептидов. *Высокомолекулярные соединения*. 2012. Т. 54, № 7. С. 1056–1064 URL: <https://naukarus.com/nanomaterialy-na-osnove-peptidov>

4. Твердофазний пептидний синтез – революція в синтезі поліпептидов. URL: <https://russianpeptide.com/tverdogfaznyj-peptidnyj-sintez/> (дата звернення: 21.12.2021).

5. Spectra of Diphenylalanine Microtubes: Polarisation and Temperature Effects. URL: <https://www.researchgate.net/publication/340095071> (дата звернення: 22.12.2021).

УДК 577.366

## **БІОЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ РЕЗОНАНСНИЙ ПЕРЕНОС ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ БАКТЕРІЙ**

*І. І. Петриченко*

Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Немировича-Данченка, 2, Київ, 01011, Україна

Біолоюмінесценція - випромінювання світла організмом або лабораторною біохімічною системою, отриманою з організму. Для позначення аналізів, заснованих на цьому явищі, найчастіше використовується механізм біолоюмінесцентного резонансного перенесення енергії (БРЕТ) [1].

БРЕТ – це механізм, що описує передачу енергії між однією світло випромінюючою молекулою (зазвичай люциферазою) і світлочутливою молекулою (зазвичай флуоресцентним білком), і найчастіше використовується для позначення аналізів, заснованих на цьому явищі. Для вимірювання БРЕТ необхідний інструмент для вибору довжини хвилі, а для конкретних конструкцій детектора можуть знадобитися світловоди.

Різниця в інтенсивності біолоюмінесценції спостерігається в групах світних бактерій з різною рухливістю. Для вимірювання бактеріальної люмінесценції використовуються різні технічні пристрої.

Фотоелектронні помножувачі (ФЕП) служать детекторами при виявленні люмінесценції. ФЕП відрізняються за своєю чутливістю (найнижчий сигнал, який можна виявити), рівнем шуму та здатністю вимірювати інші режими виявлення. Багато люмінесцентних вимірювальних приладів постачаються з універсальним ФЕП, який зчитує люмінесценцію, а також інші режими виявлення. Їх перевагами є низькі вимоги до простору і вартості, незважаючи на високу чутливість. Можливість вимірювання дуже слабких сигналів забезпечується оптимізованими оптичними системами. Такою оптимізованою системою є оптичний тракт вільного повітря в поєднанні з оптичним модулем люмінесценції плюс, який використовується в мікропланшетних рідерах PHERAstar FSX [2].

Для деяких застосувань потрібно детектувати тільки світло певної довжини хвилі. Це досягається за допомогою оптичних фільтрів або монохроматорів, розміщених на шляху світла. Вимірювання БРЕТ потребують вибору довжини хвилі, оскільки два сигнали надходять від одного і того ж зразка. Один фільтр пропускає світло, що надходить від донорської

люциферази, а другий - світло, що надходить від акцепторного флуорофора. Це дозволяє розрізнити світло, що надходить від люциферази, і світло, що надходить від флуорофора [3].

Люмінесцентні мікропланшетні аналізи часто є більш чутливими, ніж їхні аналоги, засновані на інших механізмах. Наприклад, люмінесцентні ІФА є більш чутливими, ніж колориметричні, а люмінесцентні аналізи життєздатності є більш чутливими, ніж аналізи на основі абсорбції. Крім того, вони пропонують рішення для широкого спектру біологічних питань. Завдяки своїй чутливій природі, вони широко використовуються для високопродуктивних застосувань, які зазвичай працюють з малими об'ємами і, отже, з малими кількостями аналіту. Перевага використання люмінесценції, не пов'язаної з високотемпературною технологією, полягає в наявності гомогенних аналізів на основі принципу додавання та вимірювання, що робить аналізи легкими та швидкими для обробки. Крім того, різноманітні люмінесцентні аналізи в режимі реального часу дозволяють проводити кількісну оцінку клітинних процесів в міру їх протікання.

#### *Література*

1. Kaku T. et al. Enhanced brightness of bacterial luciferase by bioluminescence resonance energy transfer. *Scientific Reports*. 2021. №11.1. P. 1–10.
2. Peters C. Increasing throughput with dual emission AlphaLISA® assay and Simultaneous Dual Emission detection. *BioTechniques*. 2016. №60.3. P. 150.
3. Tadesse H. et al. Recent Review on Chemiluminescence Reaction, Principle and Application on Pharmaceutical Analysis. *International Scholarly Research Notices*. 2013. P. 1–12.

УДК 577.212

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСГЕНЕЗУ ЕУКАРІОТІВ У ГЕНЕТИЧНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ**

### ***С. П. Прилуцький***

Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Богдана Хмельницького, вул. Гетьманська, 20, Мелітополь, 72300, Україна

Сучасний стан генетичної інженерії, молекулярної біології у світових біотехнологіях поступово набирає обертів. У XXI сторіччі активно проводяться дослідження стосовно абсолютно різних наукових галузей біологічної науки, а саме молекулярної біології: питання клонування, створення генетично-модифікованих організмів, трансгенетичні дослідження, дослідження методики генної терапії і її використання у медичній галузі та інші – все це є тематикою досліджень сучасних фахівців біотехнологічного напрямку на сьогоднішній день.

Безумовно, частина із цих напрямів дослідження активно критикується науковою спільнотою у деяких питаннях, зокрема – це клонування

безпосередньо людини, також проведення експериментів з штучної зміни генів у ДНК людини, її редагування та інші. Дійсно, на законодавчому рівні подібні дії несуть незаконний характер, тим більше, що світова наукова спільнота не має досвіду у проведенні подібних досліджень, тим паче відсутні технології. Не дивлячись на це, експериментальна фаза клонування тварин або створення продукції ГМО у сільськогосподарських технологіях поступово набирає обертів, що є важливим та ключовим фактором поступового руху генетичної інженерії вперед. Технологія трансгенезу також відноситься до питань сумнівного використання з законодавчої точки зору та з точки зору відсутності певної матеріальної бази та наробок, якщо мова йде про багатоклітинні організми, вченим вдалося зробити певні відкриття у даному напрямку.

Сам процес трансгенезу уявляє собою штучне введення людиною або природою чужорідного гену в ДНК живого організму. Цим самим організм здатен реалізувати та передавати нові властивості на молекулярно-генетичному рівні в процесі, які завдяки введенню нового гену утворилися у суб'єкта, власному потомству. Трансгенні організми отримують здатність до експресії чужорідних генів. Причиною подібної реакції є однаковий генетичний код для усіх живих організмів. Безпосередньо це означає те, що певна амінокислотна послідовність буде кодована послідовністю нуклеотидів макромолекули ДНК у всіх організмах, у тому числі і у прокариотів [1].

Серед еукаріотів експерименти по трансгенезу у біотехнологіях застосовувалися, як на рослинах так і тваринах.

Трансгенні рослини переважно створюються за технологією використання плазмідів певних видів ґрунтових мікроорганізмів в якості вектору, за допомогою якого потрібний ген вбудовується в геном певного організму. Цитологічні утворення певного рослинного організму зі зміненою плазмідною називається трансформованим. За допомогою спеціальних гормональних факторів можна виростити повноцінний рослинний живий організм із трансформованої клітини, що теж важливо у розвитку подібної технології [2].

Щодо проведення досліджень з питань трансгенезу серед тварин (та людини в тому числі), тут дані останніх досліджень мають досить масштабні результати. Перший експеримент з пересадки гену на тваринах відбувалися на мишах. В геном миші було вбудовано ген, що кодує гормон росту суб'єкта. В результаті такі особи росли в 2-3 рази швидше, ніж інші особи серед цього виду мишей. Взагалі, для введення безпосередньо ДНК у геном суб'єкта використовуються допоміжні технології. ДНК вводиться за допомогою певних видів вірусів, які використовуються як вектори переносу чужорідних генів; шляхом мікроін'єкції в стовбурові та яйцеклітини; способом фагоцитозу. Також відомі випадки вбудовування людського гена в організм тварин. Технологія вбудовування людського гена в організм вівці було використано при отриманні певного ферменту крові, відсутність якого спричинює гемофілію. Одним із перспективних напрямів дослідження у галузі генетичних експериментів залишається отримання фібриногену – білкової структури, яка

використовується в якості головного ферменту згортання крові у живих організмів [2].

Отже, у сільськогосподарських біотехнологіях продовжують вестись активні дослідження зі створення трансгенних тварин і рослин з метою покращення якості продукції для загального споживання населення. Саме через сільськогосподарський напрям у біотехнології, з молока трансгенетичних корів та овець була отримана особлива білкова структура, яка наразі активно використовується в медицині задля ефективного лікування спадкової емфіземи легень, викликаной мутацією гена. Дана технологія залишається важливим проривом у генетичній інженерії.

#### *Література*

1. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія : навч. посіб для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 384 с

2. Помогайбо В. М., Петрушов А. В. Генетика людини : навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Видавничий центр «Академія», 2014. 322 с.

УДК 606

### **КОМПОЗИЦІЙНІ НАНОЧАСТИНКИ РАМНОЛІПІДІВ ІЗ ТІОЕСТЕРАМИ**

***А. М. Прокопало<sup>1</sup>, Н. С. Щеглова<sup>2</sup>, О. В. Карпенко<sup>3</sup>, В. І. Лубенець<sup>4</sup>***

<sup>1,2,3</sup>Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка, вул. Наукова, 3а, Львів, 79060, Україна

<sup>4</sup>Національний університет “Львівська політехніка”, вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79000, Україна

Розроблення та дослідження нанорозмірних інновативних матеріалів охоплюють у наш час фізичну, хімічну, біологічну та інші галузі світової науки. Найважливішими перевагами нанорозмірних композиційних матеріалів у фармації є їх розмір та пов'язані з ним специфічні властивості: велика площа поверхні; можливість транспортування молекул в організмі; захист біологічно активних компонентів (діючих речовин) від деградації; пролонговане, контрольоване і локалізоване вивільнення та специфічна взаємодія з біологічними структурами [4]. Проте існують певні вимоги до наночастинок стосовно їх використання у складі лікарських засобів, такі як: біо- та гемосумісність, отже низька чи відсутня токсичність, гідрофільність, здатність до біодеградації, чи можливість елімінації з організму природним шляхом [5]. Біогенні поверхнево активні сполуки, такі як рамноліпіди, є основою природної стратегії переведення малорозчинних речовин у водну фазу. Рамноліпіди – низькомолекулярний вторинний метаболіт бактерій роду *Pseudomonas* sp. PS–17, низькотоксичні, біодеградабельні. Вони проявляють антибактеріальні, протигрибкові, антифітотвірусні властивості, стимулюють імунну систему



тварин, демонструють ранозагоювальну дію та здатність зменшувати утворення рубців. Відома здатність рамноліпідів до підсилення дії різних біологічно-активних речовин, для стабілізації ліпосом, які є чутливими до рН і придатні для транспортування речовин у клітини [1]. Рамноліпіди застосовують при лікуванні туберкульозу, псоріазу, а також як протипухлинні субстанції. Крім того їх використовують для одержання мікремульсій, як солобілізатори та емульгатори, а також застосовують у косметичних засобах, зокрема: проти лупи, дезодорантах, зубних пастах, для догляду за нігтями.

Як об'єкт дослідження були вибрані гідрофобні біологічно активні речовини тіоестери, які є близькими за структурою до природних сульфуровмісних фітонцидів, виділених з часнику (*Allium sativum* L.), цибулі (*Allium cepa* L.), різних видів капусти. Вони є стійкішими за природні аналоги, малотоксичні, проявляють широкий спектр антимікробної, протигрибкової, противірусної, протипухлинної, антитромботичної, протитуберкульозної, антигельмінтної, рістрегулювальної активності [3]. Проте вони є малорозчинними (за даними Державної Фармакопеї) у воді внаслідок чого мають низьку біодоступність. Для підвищення розчинності тіоестерів було одержано наночастинки рамноліпід/тіоестери за відповідною методикою [2].

Гідродинамічні розміри одержаних міцелярних структур у водному розчині вимірювали методом динамічного світлорозсіювання на приладі DynaProNanoStar (Wyatt Technology, USA) за технологією неінвазивного зворотного світлорозсіювання при 298 К (табл.).

Таблиця

**Розмір одержаних наночастинок**

Наночастинки	Розмір нанчастинок, нм
ATS	140
ATS+RL	70
ETS	100
ETS+RL	55
MTS	40 та 225
MTS+RL	90
RL	4 та 85

Примітки: RL – рамноліпіди; ATS – S-аліловий естер n-амінобензолтіосульфокислоти, ETS – S-етилловий естер n-амінобензолтіосульфокислоти; MTS – S-метилловий естер n-амінобензолтіосульфокислоти

З одержаних результатів видно (табл.), що при використанні рамноліпідів розмір наночастинок зменшується. Це можна пояснити зменшенням агрегації частинок внаслідок утворення міцелярних структур рамноліпід/тіоестер та стабілізуючої дії рамноліпідів за рахунок їх поверхнево-активних властивостей.

Враховуючи підтверджену літературними даними нетоксичність та толерантність рамноліпідів до клітин людського організму ці біосурфактанти можуть бути перспективними інструментами для доставки лікарських препаратів. Подальші дослідження продемонструють чи мають рамноліпідні

носії, наповнені лікарськими засобами, переваги перед вже існуючими або альтернативними системами доставки ліків.

#### *Література*

1. Rhamnolipids: production, performance, and application. Consequences of microbial interactions with hydrocarbons, oils, and lipids: production of fuels and chemicals / Tiso T. et al. *Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology*. Springer, Cham. 2017. P. 1–37. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31421-1\\_388-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31421-1_388-1).

2. Rhamnolipids form drug-loaded nanoparticles for dermal drug delivery / Müller F. et al. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2017. 116. P. 31–37.

3. Тіосульфонати – шляхи їх синтезу та перспективи застосування / Н. Я. Монька та ін. *Перспективні матеріали та інноваційні технології: біотехнологія, прикладна хімія та екологія*: зб. тез Міжн. наук.-пр. конф., присв. 90-р. Київського національного університету технологій та дизайну каф. біотехнології, шкіри та хутра, 14-15 травня 2020. Київ : КНУТД, 2020. С. 42.

4. Чекман І. С. Нанофармакологія: погляд на проблему. *Вісник Національної академії наук України*. 2012. № 7. С. 21–25.

5. Шірінян А. С., Макара В. А. Актуальні проблеми наноматеріалів і нанотехнологій. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*. 2010. Т. 8, № 2. С. 223–269.

УДК 601+606:61

### **ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТОК ОКСИДУ ТИТАНУ ТА ОКСИДУ ЦИНКУ ЯК СОНЦЕЗАХИСНИХ ФІЛЬТРІВ**

***М. Р. Рогова, В. І. Коваленко, І. М. Волошина***

Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Немировича-Данченка, 2, Київ, 01011, Україна

Мінеральні сонцезахисні засоби виготовляються з діоксиду титану та оксиду цинку, зазвичай у формі наночастинок. Завдяки невеликим розмірам наночастинок краще відбивають і розсіюють УФ-промені. Оптимальні розміри для частинок оксиду цинку – 20–30 нм, діоксиду титану – 60–120 нм. При створенні сонцезахисних засобів використовують наночастинок розміром від 14 нм до мікронів для титану діоксиду та від 30 до 200 нм для цинку оксиду [1].

Різниця між цими двома неорганічними фільтрами полягає в тому, що  $\text{TiO}_2$  в основному відображає ультрафіолет спектру В і запобігає сонячному опіку, в той час як  $\text{ZnO}$  більшою мірою відображає ультрафіолет спектру А, попереджаючи старіння шкіри.

Сполуки оксиду цинку та діоксиду титану можуть викликати подразнення шкіри або алергію. Для того, щоб зменшити побічні ефекти та мінімізувати фотодеградацію, використовується інкапсуляція цих сполук у ліпідні наночастинок. Косметичні засоби на основі наночастинок мають прозору

структуру, слабкий запах, менш слизькі та в'язкі властивості, тому забезпечують рівномірне нанесення та краще проникнення в шкіру [4].

При застосуванні наночастинок металів оксиду титану ( $\text{TiO}_2$ ) та оксиду цинку ( $\text{ZnO}$ ) як фільтрів випромінювання, можна досягти високого рівня захисту від УФ-променів. У літературі описано дослідження оксиду цинку як фізичного блокатора та октокрилену як хімічного поглинача в тверді ліпідні наночастинок та отримано потенціал блокування ультрафіолету сонцезахисного продукту [2]. Підготовлені наночастинок показали хорошу стабільність протягом 360 днів із значеннями рН 5,4 – 5,9, які можуть бути буферизовані шкірою. Тест *Transpore<sup>TM</sup>* доводить ефективність розроблених формул щодо потенціалу блокування УФ. Таким чином, ліпідні наночастинок мають потенціал для посилення активності хімічних УФ-фільтрів як сонцезахисних продуктів [5].

Необхідно переглянути потенційну шкоду від епідермального застосування наночастинок у сонцезахисних кремах. Потенційна токсичність частинок визначається поверхневою реактивністю. Таким чином, з огляду на їх структуру, наночастинок будуть виявляють більшу шкоду в порівнянні з більшими частинками через їх пропорційно збільшену площу поверхні [6]. Здатність індукувати утворення вільних радикалів, комплексів з білками та можливість ухилення від імунологічних захисних механізмів є потенційною шкодою нанорозмірних частинок.  $\text{TiO}_2$  та  $\text{ZnO}$  є відомими фотокаталізаторами. Під впливом ультрафіолетового світла вони випромінюють електрони. Ці електрони, в свою чергу, індукують утворення перекиси, вільних радикалів та активних форм кисню. Активні форми кисню, утворені під впливом ультрафіолету  $\text{TiO}_2$  та  $\text{ZnO}$  мають потенціал пошкоджувати білки, ліпіди та ДНК, з якими вони контактують [7]. Вагомість поточних доказів полягає в тому, що наночастинок оксиду титану та оксиду цинку залишаються на поверхні шкіри, зокрема зовнішньому мертвому шарі та не проникають у життєздатні клітини шкіри. Однак побоювання щодо токсичності можуть бути тільки реалізовано, якщо наночастинок  $\text{TiO}_2$  та  $\text{ZnO}$  здатні проникати в епідерміс та дерму [8].

Дослідження проникнення між різними видами повинні виконуватися з обережністю, оскільки проникність може сильно змінюються в залежності від природи виду і досліджуваної сполуки [8]. Хоча певні шкірні захворювання можуть впливати на проникнення місцевих засобів, більшість літератури підтверджує, що шкіра з пошкодженим бар'єром не має більшої схильності до проникнення [9]. При псоріазі наночастинок мають меншу проникність, оскільки епідерміс гіперкератотичний. Через порушення рогового шару, при екземі проникнення матеріалів місцевого застосування було виявлено більше. Усі дослідження про проникнення в шкіру були проведені без контролю впливу ультрафіолету. Тому жодне дослідження ще не моделювало реальний життєвий сценарій застосування сонцезахисних кремів [9].

Діоксид титану класифікується як можливий канцероген для людини Міжнародним агентством з дослідження раку (IARC) через можливість впливу через вдихання. З цієї причини занепокоєння викликають порошкоподібні або

спрейові склади, що містять діоксид титану. Висновки IARC базуються на відкритті, що високі концентрації пігментного (порошкоподібного) та надтонкого пилу діоксиду титану спричиняють рак дихальних шляхів у щурів, які зазнали інгаляції та інтратрахеальне закапування. Критикується безпека використання наночастинок титану тому що може проникати в організм і досягати внутрішніх органів [10]. Оксид цинку викликає проблеми з інгаляцією, коли використовується в спреях і порошкових продуктах [11].

На сьогоднішній день існує великий вибір сонцезахисних засобів, склад яких включає наночастинки діоксиду титану ( $\text{TiO}_2$ ) та оксиду цинку ( $\text{ZnO}$ ). Австралійський уряд нещодавно підрахував, що 70 % титанових сонцезахисних кремів і 30 % цинкових сонцезахисних кремів були сформульовані з наноінгредієнтів [2]. Загалом, мінеральні сонцезахисні креми, як правило, оцінюються краще, ніж хімічні сонцезахисні креми в базі даних робочої групи з охорони навколишнього середовища – Environmental Working Group (EWG). Однак важливо, щоб виробники використовували форми мінералів, покриті інертними хімічними речовинами, щоб зменшити фотоактивність. Щоб мінімізувати ризики для користувачів сонцезахисних кремів і максимізувати захист цих продуктів від сонця, EWG підтримує жорсткіші рекомендації та обмеження щодо типів цинку та титану, які використовуються в сонцезахисних кремах. Управління з контролю за продуктами і ліками США (FDA) вважає безпечним та ефективним використання наночастинок діоксид титану у складі сонцезахисних кремів. Безпека цинку оксиду і титану діоксиду описана в публікаціях Наукового комітету зі споживчих товарів (Scientific Committee on Consumer Products) [3]. Багаточисельні дослідження показують безпечність та нетоксичність наночастинок діоксиду титану та оксиду цинку, проте відзначено недоліки методів дослідження.

#### *Література*

1. Choi M. J. Liposomes and niosomes as topical drug delivery systems. *Skin Pharmacol. Physiol.* 2005. № 18. P. 209–219. DOI: 10.1159/000086666
2. Berkman M., Yazan Y. Solid lipid nanoparticles: A possible vehicle for zinc oxide and octocrylene. *Pharmazie.* 2012. № 67 (3). P. 202–208.
3. Schreier H. Liposomes and niosomes as topical drug carriers: Dermal and transdermal drug delivery. *Int. J. Pharm.* 1994. № 30. P. 1–15.
4. Dussert A.S. Characterisation of the mineral content of a physical sunscreen emulsion and its distribution on to human stratum corneum. *Int. J. Cosmet. Sci.* 1997. № 19. P. 119–129.
5. Australian Government TGA, OTC Medicines Section. A review of the scientific literature on the safety of nanoparticulate titanium dioxide or zinc oxide in sunscreens. Available from: <http://www.tga.gov.au/npmeds/sunscreen-zotd.pdf>. 2006. Accessed January 16.
6. Donaldson K., Tran C. Inflammation caused by particles and fibers. *Inhal Toxicol.* 2002. № 14. P. 5–27. DOI: 10.1080/089583701753338613.
7. Yang Y. H., Chen H., Pan G. Particle concentration effect in adsorption/desorption of  $\text{Zn(II)}$  on anatase type nano  $\text{TiO}_2$ . *J Environ Sci (China)*. 2007. № 19. P. 1442–1445. DOI: 10.1016/s1001-0742(07)60235-6.

8. Nohynek G. J., Lademann J., Ribaud C., Roberts M. S. Grey goo on the skin? Nanotechnology, cosmetic and sunscreen safety. *Crit Rev. Toxicol.* 2007. № 37. P. 251–277. DOI: 10.1080/10408440601177780.

9. Schafer-Korting M., Korting H. C., Ponce-Poschl E. Liposomal tretinoin for uncomplicated acne vulgaris. *Clin Investig* 1994. № 72. P. 1086–1091.

10. Soni M., Taylor S., Greenberg N., Burdock G. Evaluation of the health aspects of methyl paraben: A review of the published literature. *Food and Chemical Toxicology.* 2002. № 40(10). P. 1335–1373. DOI:10.1016/s0278–6915(02)00107–2.

11. Borm P. J., Robbins D., Haubold S., Kuhlbusch T., Fissan H., Donaldson K., et al. The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC. *Part Fibre Toxicol.* 2006. № 3. P. 11.

УДК 578.81:579.66

### ХАРАКТЕРИСТИКА ФАГУ $\Phi\text{hiJB}$ , ВИДІЛЕНОГО З *LACTOBACILLUS DELBRUECKII*

**Ю. О. Хмельницька, О. А. Шидловська**

Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Немировича-Данченка, 2, Київ, 01011, Україна

*Lactobacillus delbrueckii* є однією із найбільш широко використовуваних молочнокислих бактерій в харчовій промисловості для виробництва молочнокислої продукції. Враховуючи економічну значимість, дослідження фагів *L. delbrueckii* мають надзвичайне значення. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SDMCC050201 є одним із комерційних штамів закваски для бродіння йогурту. В даній роботі проведено аналіз властивостей та відомих характеристик профага  $\Phi\text{hiJB}$  виділеного з *L. delbrueckii* SDMCC050201.

У порівнянні з вірулентними фагами, що інфікують *Lactobacillus delbrueckii* під час процесів бродіння молока, інформація про помірні фаги *Lactobacillus delbrueckii* обмежена. Можлива причина полягає в тому, що більшість постачальників стартових культур перевіряють свої штами на наявність профагів. Зазвичай лізогенні штами, що несуть профаг, який легко індукується, не мають виходу до комерційних продуктів. Проте, недостатня точність методів контролю, випадкова контамінація молочної сировини може призвести до втрати готової молочно-кислої продукції.

Виділений з молочнокислої бактерії *L. delbrueckii* бактеріофаг  $\Phi\text{hiJB}$  має ікосаедричний капсид і нескоротливий хвіст. За своєю морфологією  $\Phi\text{hiJB}$  належить до родини *Siphoviridae* за даними Міжнародного комітету з таксономії вірусів. Геном  $\Phi\text{hiJB}$  – лінійна дволанцюгова ДНК, розміром 36 969 bp із загальним вмістом GC 47,7 %. Геном  $\Phi\text{hiJB}$  містить 46 відкриті рамки зчитування (orf), що охоплюють 92,3% усієї довжини геному. 43 з 46 orf орієнтовані в одному напрямку, тоді як orf 12, 13 і 14 розташовані на комплементарному ланцюзі. 89 % початкових кодонів є AUG [2]. У геномі  $\Phi\text{hiJB}$  не виявлено тРНК. Як і багато фагів молочнокислих бактерій, геном

phiJB організований у такі функціональні модулі: упаковка ДНК, морфогенез голови та хвоста, лізис клітин, інтеграція, лізогенія та модулі реплікації ДНК.

Модуль лізису містить гени холіну та ендолізину, кодовані orf 6 та orf 7. Orf 6 демонструє 88% ідентичності з білком холіну і містить один трансмембранний домен між залишками 6 і 28. Orf 7 демонструє схожість послідовності з мурамідазою і літичним ферментом, який кодується фагом mv4. N-кінець orf 7 містить домен Glyco\_25, який класифікується як ендо-N-ацетилмурамідаза на основі пошуку в базі даних збережених доменів NCBI [1].

Структура модуля реплікації phiJB дуже нагадує структуру фага JCL1032, що складається з НТР-зв'язування, хелі-корпуса, одноланцюгового зв'язуючого білка та праймази. Таким чином, реплікація ДНК phiJB належить до геліказно-праймазного типу фР4α [3].

Послідовність геному phiJB демонструє кілька цікавих особливостей. По-перше, phiJB може зазнавати швидкої еволюції разом зі своїм господарем. GC3 (54,6 %) значно вищий, ніж загальний вміст GC (47,7 %), що узгоджується зі штамом хазяїна *L. delbrueckii* subsp. *bul garicus*. По-друге, часто відбувається горизонтальний перенос генів через геном phiJB, і всі ці вставні фрагменти мають походження від *Lactobacillus* sp. Це вказує на те, що попередник phiJB може поширюватися у відносно широкому діапазоні хазяїв. Крім того, показана можливість злиття генів, яка може бути досягнута точковими мутаціями в початкових (або кінцевих) кодонах і каскаді споріднених генів. Іншою цікавою особливістю геному phiJB є модуль реплікації ДНК, зібраний з десяти бактеріальних генів і двох вірусних генів. Це підтверджує, що phiJB інфікує різні штами *Lactobacillus*. PhiJB належить до групи А фагів *Lactobacillus*. Фаги LL-H, mv4, LL-Ku та c5, що входять до складу тієї ж групи, мають тип «ініціатор-завантажувач гелікази», тоді як phiJB має тип «гелікази-праймаза типу фР4α», подібний до фага групи с JCL1032. Склад і тип модуля реплікації ДНК значною мірою відображає генетичне різноманіття phiJB. Його геномна ДНК має гомологію з фагом *L. delbrueckii* LL-H. За своїми морфологічними та генетичними ознаками phiJB належить до групи фагів *L. delbrueckii* [4].

Аналіз результатів дослідження вказує на те, що профаг phiJB з *L. delbrueckii* SDMCC050201 має здатність інфікувати широкий спектр хазяїв. Це є небезпечною характеристикою, оскільки фаг phiJB здатний до горизонтального переносу генів. Дана властивість може змінювати характеристики промислового штаму *L. delbrueckii*, що в свою чергу вплине на якість кінцевого продукту. Більше того, індукція профагу становить потенційний ризик для використання закваски під час процесів бродіння молока. Даний аналіз дає розуміння молекулярно-генетичних механізмів реплікації та експресії генів фагу phiJB.

#### *Limepatyра*

1. Guglielmotti D., Marcó M. B., Vinderola C., de los Reyes Gavilán C., Reinheimer J., Quiberoni A. Spontaneous *Lactobacillus delbrueckii* phage-resistant mutants with acquired bile tolerance. *International Journal of Food Microbiology*. 2007. Vol 119, No 3. P. 236–242.

2. Guo T., Zhang C., Xin Y., Xin M., Kong J. A novel chimeric prophage vB\_LdeS-phiJB from commercial *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. 2016. Vol. 43, No 5. P. 681–689.

3. Suárez V., Zago M., Quiberoni A., Carminati D., Giraffa G., Reinheimer J. Lysogeny in *Lactobacillus delbrueckii* strains and characterization of two new temperate prolate-headed bacteriophages. *Journal of Applied Microbiology*. 2008. Vol. 105, No 5. P. 1402–1411.

4. Wang S., Kong J., Gao C., Guo T., Liu X. Isolation and characterization of a novel virulent phage (phiLdb) of *Lactobacillus delbrueckii*. *International Journal of Food Microbiology*. 2010. Vol. 137, No 1. P. 22–27.

УДК 57.085:635.925

## ОСОБЛИВОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ РОСЛИН *MUSCARI ARMENIACUM* LEICHTLIN EX BAKER IN VITRO

### О. Ю. Чорнобров

Науково-дослідна лабораторія біотехнології рослин, Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Боярська лісова дослідна станція», вул. Лісодослідна, 12, Боярка, 08150, Україна

Розроблення ефективної технології масового тиражування *in vitro* високодекоративних рослин одне із актуальних завдань промислового квітництва. До таких відносять *Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker – дрібно цибулинна рослина (до 40–60 см заввишки), що має пучок з двох-семи м'ясистих прикореневих листків. Квітки сині, блакитні або фіолетові, на коротких квітконіжках. Ареал роду охоплює Європу, Північну Африку й Західну Азію, але найбільшого різноманіття сягає у Середземномор'ї. Зростає на трав'янистих спадах, у лісовому поясі гір; деякі види натуралізувалися у Північній Америці і Австралії. Традиційно культуру розмножують дочірніми цибулинами, однак такий метод зумовлює поширення низки захворювань бактеріальної й грибної природи [2]. Застосування мікроклонального розмноження дозволяє одержувати достатню кількість оздоровлених рослин-регенерантів упродовж року [1; 7].

У світовій практиці актуальним наразі є розроблення протоколу регенерації *in vitro* [8; 9]; дослідження соматичного ембріогенезу *Muscari azureum* Fenzl [8]; здійснення поліплоїдизації *Tulipa gesneriana* L. [6]; вивчення антиоксидантної та цитотоксичної активності ендемічних та зникаючих геофітів *Muscari neglectum* Guss. ex Ten., *Muscari muscarimi* Medik. [3; 5]; дослідження каріоморфології та асиметрії хромосом, таксономічних зв'язків та відмінностей всередині роду [10]. Мета дослідження – визначення морфогенетичної активності тканин рослин *M. armeniacum* за дії компонентів живильного середовища для масового одержання регенерантів.

Для досліджень використовували луски цибулин рослини *M. armeniacum*. Цибулини у січні місяці звільняли від сухих лусок, коренів, зрізали кілька зовнішніх лусок. В умовах ламінарного боксу луски занурювали у 70 % етиловий спирт на 60 с, стерилізували у 0,1 % HgCl<sub>2</sub> упродовж 10 хв з наступним чотириразовим промиванням у стерильній дистильованій воді по 10 хв у кожній порції. Далі луски розрізали на частини площею 0,25–0,36 см<sup>2</sup> та культивували на живильному середовищі MS (Murashige & Skoog, 1962). До середовищ вносили 100 мг·л<sup>-1</sup> мезоінозиту, 30 г·л<sup>-1</sup> цукрози та 7.0–7.3 г·л<sup>-1</sup> агару мікробіологічного. Також використовували кінетин, 6-бензиламінопурин (БАП), α-нафтилоцтову кислоту (НОК). Рослинний матеріал культивували за температури 24±1°C і освітлення 2,0–3,0 клк із 16-годинним фотоперіодом та відносною вологістю повітря 70–75 %.

На 8-добу культивування фіксували деформацію експлантатів та збільшення їх розмірів. За використання запропонованої методики стерилізації одержано понад 90 % асептичного життєздатного рослинного матеріалу. На експлантатах, що культивували на MS з додаванням 0,5 мг·л<sup>-1</sup> кінетину і 0,5 мг·л<sup>-1</sup> БАП / 1,0 мг·л<sup>-1</sup> БАП і 0,5 мг·л<sup>-1</sup> НОК / 0,4 мг·л<sup>-1</sup> БАП і 0,1 мг·л<sup>-1</sup> НОК утворювався калус неоднорідний за консистенцією та забарвленням. Зокрема, кремової пігментації й пухкої консистенції, який розпадався на окремі конгломерати та зеленої пігментації щільний з якої формувалися меристематичні зони та бруньки. Запропоновані варіанти культивування експлантатів стимулювали проліферацію калусу (частота калусоутворення понад 70 %, інтенсивність – середня і висока). На 60-добу фіксували значну кількість утворених цибулин (діаметром 1–3 мм з 1–2 листками) шляхом прямого і непрямого морфогенезу. Подальше їх культивування відбувалося на MS з 0,25 мг·л<sup>-1</sup> кінетину / MS безгормональному.

Отже, досліджено морфогенетичну активність тканин рослин *M. armeniacum* та одержано оздоровлені регенеранти. Подальші дослідження спрямовані на дослідження дії еліситорів на тканини *M. armeniacum in vitro*.

#### Література

1. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Київ : Наукова думка, 1980. 488 с.
2. Олейнікова О., Мускарі М. Садові декоративні рослини. Харків : Веста, 2010. С. 52.
3. Cennet Ozay, Ege Riza Karagur, Ramazan Mammadov, Hakan Akca. Antioxidant and Apoptotic Effect of *Muscari muscarimi*, an Endemic Geophyte Species from Turkey. *Jordan Journal of Biological Sciences*. 2021. 14(4). P. 819–823.
4. Cigdem Alev, Fatma Unal. *In Vitro* Regeneration of *Muscari racemosum* Mill. Using Twin Bulb Scales, Primary Bulbs, and Leaf Bases. *Journal of Agricultural Sciences*. 2021. 5(3). P. 714–727. DOI: 10.46291/ISPECJASvol5iss3pp714-727
5. Eroğlu Özkan E., Demirci Kayıran S., Taşkın T., Abudayyak M. *In vitro* antioxidant and cytotoxic activity of *Muscari neglectum* growing in Turkey. *Marmara Pharm J*. 2018. 22 (1). P. 74–79.



6. Małgorzata Podwyszyńska. *In vitro* tetraploid induction in tulip (*Tulipa gesneriana* L.). *Acta Horticulturae*. 2012. 961(961). P. 391–396. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.961.51

7. Smith R. H. *Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments*. 2012. 55 pp.

8. Serkan Uranbey. *In vitro* bulblet regeneration from immature embryos of *Muscari azureum*. *Archives of Biological Sciences*. 2011. 63(1). P. 209–215. DOI: 10.2298/ABS1101209U

9. Suleyman Kizil, Ugur Sesiz, Khalid Mahmood Khawar. Improved *in vitro* propagation of *Hyacinthus orientalis* L. using fruits containing immature zygotic embryos and tender leaf sheath as explants. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 2016. 15(5). P. 15–30.

10. Tuna Uysal, Meryem Bozkurt, Ela Şimşek, Kuddisi Ertuğrul. Karyomorphological Studies of Six Species of Turkish *Muscari* (*Asparagaceae*). *CYTOLOGIA*. 2021. 86(4):86, Issue 4. P. 351–357. DOI: 10.1508/cytologia.86.351.

UDK 577.336

## **BIOLUMINESCENCE RESONANCE ENERGY TRANSFER FOR MEASURING BACTERIA LUMINESCENCE**

***Ivanna Petrychenko***

Kyiv National University of Technologies and Design Faculty of Chemical and Biopharmaceutic Technologies, 2, Nemyrovycha-Danchenko St., Kyiv, 01011 Ukraine

Bioluminescence, emission of light by an organism or by a laboratory biochemical system derived from an organism. The bioluminescence resonance energy transfer (BRET) mechanism is most often used to denote assays based on this phenomenon [1].

BRET is a mechanism describing energy transfer between one light-emitting molecule (typically a luciferase) and a light-sensitive molecule (typically a fluorescent protein), and is most often used to refer to assays based on this phenomenon. A wavelength selection tool is required to measure BRET and light guides may be necessary for specific detection constructions.

Bioluminescence intensity difference observed in luminous bacteria groups with different motility. Various technical devices are used to measure bacterial luminescence.

Photomultiplier tubes (PMTs) serve as detectors in luminescence detection. PMTs differ in their sensitivity (the lowest detectable signal), their noise, and their capability to measure other detection modes. Many luminescent measurement devices come with a universal PMT that reads luminescence as well as other detection modes. Their advantages are low space and cost requirements despite providing high sensitivity. The possibility to measure very low signals is provided by optimized optical systems. Such an optimized system is the free-air optical path combined with a luminescence plus optic module found in PHERAstar FSX microplate readers [2].

Some applications require to detect only the light at a specific wavelength. This is accomplished by optical filters or monochromators placed in the light path. BRET measurements need wavelength selection as two signals come from one and the same sample. One filter is transmissive for the light coming from the donor luciferase, and a second filter for the light coming from the acceptor fluorophore. This allows distinguishing between light coming from the luciferase and light coming from the fluorophore [3].

Luminescence microplate assays are often more sensitive than their counterparts based on other mechanisms. For instance, luminescent ELISAs are more sensitive than colorimetric ones and luminescent viability assays are more sensitive than absorbance-based assays. Furthermore, they offer solutions for a wide variety of biological questions. Due to its sensitive nature, it is highly used for high-throughput applications which typically work with low volumes and hence low amounts of analyte. An advantage for non-HTS use of luminescence is the availability of homogenous assays based on an add-and-measure principle which makes the assays easy and fast to process. Furthermore, a variety of real-time luminescent assays allow the quantification of cellular processes as they occur.

#### *Reference*

1. Kaku Tomomi et al. Enhanced brightness of bacterial luciferase by bioluminescence resonance energy transfer. *Scientific Reports*. 2021. №11.1. P. 1–10.
2. Peters Carl. Increasing throughput with dual emission AlphaLISA® assay and Simultaneous Dual Emission detection. *BioTechniques*. 2016. №60.3. P. 150.
3. Tadesse H et al. Recent Review on Chemiluminescence Reaction, Principle and Application on Pharmaceutical Analysis. *International Scholarly Research Notices*. 2013. P. 1–12.

## СЕКЦІЯ 14. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ПАРАЗИТОЛОГІЇ

УДК 616.993

### ЛЯМБЛІОЗ В УКРАЇНІ

**Д. О. Ананенко, І. О. Погоріла**

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

Актуальність. У даній роботі розглядається проблема зараження людей збудниками лямбліозу (лат. lambliaosis, giardiasis). Збудником хвороби є *Giardia lamblia* (також відомий як *Giardia intestinalis* та *Giardia duodenalis*). Дана проблема є актуальною, оскільки у дорослих дана хвороба проходить майже безсимптомно, клінічні прояви можливі при масивній інвазії, через це діагноз «лямбліоз» вірогідний тільки при лабораторно-інструментальній діагностиці, перед тим виключивши інші можливі захворювання. Являючись виключно антропоозною, становить небезпеку для суспільства. Збудник є географічно поширеним, зустрічається повсюдно, особливо в місцевості із жарким кліматом. Лямблії потрапляють в організм людини аліментарним шляхом, що робить її дуже розповсюдженою. Найбільшу небезпеку лямбліоз становить для дітей, адже має симптоми схожі з іншими хворобами, зокрема слабкість, швидка втомлюваність, плаксивість, запаморочення, головні болі тощо. Це може бути підставою до неправильного діагнозу, а в наслідку – лікування.

Мета роботи – дослідити розповсюдження і можливих переносників збудника лямбліозу, патогенну дію, клінічну картину та лабораторну діагностику, нагадати санітарно-гігієнічні правила, довівши їх ефективність за допомогою статистичних даних МОЗ, статистики Європейського центру профілактики та контролю захворювань.

Основний зміст. Збудник лямбліозу – лямблія (*Giardia lamblia*), саркоджгутиковий паразитичний мікроорганізм. Має дві форми: трофозоїт (вегетативна форма) і циста (інвазійна форма). Трофозоїт – грушоподібної форми клітини, передній кінець розширений і заокруглений, задній – загострений. Довжина – 10-20 мкм, ширина – 8-10 мкм, товщина – 2-4 мкм. Органели симетричні. Має 2 однакових ядра, які активно транскрибують гени, 4 пари джгутиків, які штовхають трофозоїтів крізь кишечник, присмоктувальні диски для прикріплення до епітеліальних клітин хазяїна і два тонких аксостилі по середній лінії тіла. Рухаються обертально навколо поздовжньої осі. Харчуються осмотичним способом, поглинаючи їжу всією поверхнею тіла з поверхні кишки, являються анаеробами. Розмножується шляхом поздовжнього поділу. Цисти мають форму овалів, менші за трофозоїтів, не мають джгутиків, покриті гладкою, щільною, прозорою оболонкою, яка часто відшарована від цитоплазми. У цитоплазмі можна іноді знайти залишки джгутиків або край присмоктувального диска. На цій стадії організм готується до поділу, тому ядра

й органели подвоїлись. Має 4 ядра, які розташовані ближче до переднього полюса [1, 4].

Механізм передачі лямбліозу – фекально-оральний, потрапляє в організм через брудні руки, їжу і воду. Після потрапляння в організм людини, приблизно через 30 хвилин виходять 2 трофозойти, які починають активно розмножуватись. Хвороба розвивається якщо в кишківнику більше 100 цист. Локалізується переважно в дванадцятипалій кишці (пристінково). Цисти утворюються періодично, інтенсивно виділяються на протязі 1–2 днів і до 2 тижнів, чергуючись із такою ж тривалістю їх відсутності. Механічними переносниками інвазійних форм є Кімнатна муха (муха хатня) (*Musca domestica*) та Прусак рудий (*Blattella germanica*). Являючись переносниками фекалій хворих, вони є однією з причин розповсюдження цист у жилих домах, гуртожитках тощо [4].

В основному захворювання проходить безсимптомно, такий перебіг лямбліозу можливий за достатньої резистентності організму, незначній інвазії, при інших обставинах викликає хворобу. Спектр симптомів, який при цьому наявний, дуже часто відносять до інших, більш «вірогідних» захворювань. При цьому патогенна дія збудників може бути причиною інших захворювань. Вони подразнюють нервові рецептори за рахунок механічного і токсичного подразнення стінки кишки, що призводить до вегетативно-вісцерального рефлексу з боку травного тракту. Їх продукти існування та розпаду підвищують чутливість організму до подразників, викликають токсично-алергічні процеси, зокрема до харчових продуктів. Патогенна дія порушує процеси пристінкового травлення та всмоктування, синдром мальабсорбції, жирів та жиророзчинних вітамінів, що є підставою для розвитку запалення жовчного міхура і жовчних ходів. При тривалому лямбліозі головний детоксикаційний орган, або печінка, починає неправильно функціонувати. Також порушується хімічний склад хімусу, баланс мікробіоценозу різних відділів кишечника. Здатність лямблій кріпитись до слизової оболонки кишки дає можливість розвитку мікробних хворою, це є підставою для різних запалень, а саме холангіт, холецистит, дуоденіт, ентерит [1, 4].

Жіардіаз (лямбліоз) у «Міжнародній статистичній класифікації хвороб та проблем, пов'язаних зі здоров'ям» відносять до розділу «Інші кишкові протозойні хвороби». Клінічна картина така, розрізняють дві форми захворювання: без клінічних проявів або маніфестний лямбліоз. Крім цього ще виділяють дві форми клінічного перебігу: гостру, яку можна частіше спостерігати у дітей та немовлят, та затяжну, хронічну форму. Маніфестний лямбліоз має 4 основні симптоми: больовий, алергічний, диспепсичний та астено-невротичний. У випадку проникнення в організм великої кількості лямблій, порушується робота верхньої частини травного тракту, з'являється біль в епігастральній зоні. Біль може бути тупою або переймоподібною. Також пацієнт має проблеми з дефекацією – рідкі випорожнення, іноді пінисті, жироподібні. При постійному самозараженні проявляються хронічні симптоми перебігу хвороби, такі як: гастроентерит, ентерит, дуоденіт, больовий синдром при вживанні їжі, нудота, запор або пронос. Діти скаржаться на головний біль,

слабкість та поганий сон. Можна простежити алергічний синдром. Крім цього не можна не замітити різке зниження маси тіла та бліду шкіру. Як виражався Лямбль: «Лямбліоз – паразит туги і печалі», тому характерним для хворого є: плаксивість, дратівливість, втомлюваність, задишка, головний біль [1].

Клінічно діагностувати жiardіаз майже неможливо, адже настійкі проблеми з кишківником при майже незміненому самопочутті і звичайній температурі тіла не є підставою для діагностування саме цієї хвороби. Тому в більшості випадків хвороба діагностується при лабораторно-інструментальній або специфічній лабораторній діагностиці. Перший варіант, у крові виявляють невелику еозинofilію, ендоскопія дванадцятипалої кишки виявляє запальні та атрофічні зміни слизової оболонки. У результаті пропонується орієнтовна проба. Якщо змішати на предметному склі досліджуваний матеріал і вітамін В12, то за наявності лямблій він знебарвиться. Другий варіант ґрунтується на методі мікроскопічного дослідження, а саме на прямій паразитоскопії. Цисти або трофозоїти виявляють у калі. Ураховуючи періодичність виділення цист, дослідження проводять 3-4 рази з проміжком у 1-3 дні. У випадку тяжкої інвазії можливо знайти цисти на поверхні язика [1;4].

Наявні два варіанти профілактики захворювання на лямбліоз – це особиста та громадська, специфічної не існує. Основний варіант індивідуального захисту це дотримання санітарно-гігієнічних норм: миття рук та продуктів харчування, кип'ятіння води, знешкодження механічних переносників. У свою чергу для запобігання розповсюдження жiardіазу в суспільстві потрібно обстежувати працівників харчових закладів, дитячих та шкільних установ, контролювати стан джерел водопостачання, особливо в сільській та приміській місцевостях. Також потрібно привертнути увагу на дитячі та сімейні колективи, адже дотримання досить не складних правил унеможливить передачу хвороби через забруднені овочі, фрукти, предмети тощо. За статистикою МОЗ, кількість хворих за рік зменшується. Уже в 2021 захворілих зареєстровано у 3.4 рази менше ніж за 2017 рік. Якщо кількість випадків за 2017 рік становить 11778, то станом за 11 місяців 2021 року – 3470 випадки. Переломними роками, опираючись на дані, можна вважати 2019-2020, адже саме в цей період знизилась кількість випадків у 2.1 рази [3]. Також в ці роки почалася пандемія SARS-Cov-2, що започаткувало роки стерильності та ізоляції. Людство почало слідкувати за гігієною, зменшилась кількість контактів із хворими на лямбліоз за рахунок карантину, почали зачинятися місця громадського харчування. Внаслідок не тільки в жiardіозу, а й в інших протозойних кишкових хвороб кількість захворілих зменшилась у 2 рази.

За звітом Європейського центру профілактики та контролю захворювань за 2017 рік, було нараховано 19 451 випадки жiardіазу, більшість яких припадає на Німеччину – 3 338 випадки, та на Сполучене Королівство – 5 225 випадки. Досліджувались жителі таких країн: Бельгія, Болгарія, Хорватія, Кіпр, Чехія, Естонія, Фінляндія, Німеччина, Угорщина, Ісландія, Ірландія, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Норвегія, Польща, Португалія, Словаччина, Словенія, Швеція та Сполучені Королівства. Приблизно 17% захворілих – діти до 4

років, та 8% – діти від 5 до 14 років. Бельгія має 17.6 випадків на 100 тисяч людей, що більше чим в інших країнах списку [2].

Висновки. Лямбліоз – безсимптомна, протозойна інфекційна хвороба, що уражає всі верстви населення. Симптоми проявляються переважно у дітей. Передається аліментарним шляхом через брудні руки, їжу і воду та механічних переносників. Хворі зазвичай не підозрюють про захворювання, це змінює реальну статистику, тому кількість хворих може бути набагато більшою. Діагностують хворобу лабораторно, адже якщо симптоми і наявні, то клінічним методом їх віднести саме до цієї хвороби майже неможливо. Для запобігання розповсюдження потрібно дотримуватися санітарно-гігієнічних правил, адже специфічної профілактики не існує.

#### *Література*

1. Інфекційні хвороби : підручник / за ред. О. А. Голубовська, М. А. Андрейчин, А. В. Шкурба. 2 видання, доповнене і перероблене. Київ : ВСВ «Медицина», 2018. 688 с.

2. Giardiasis (lambliasis) - Annual Epidemiological Report for 2017. *European Centre for Disease Prevention and Control. An agency of the European Union* URL: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/giardiasis-lambliasis-annual-epidemiological-report-2017.pdf>

3. Інфекційна захворюваність населення України. Сайт центр громадського здоров'я МОЗ України. URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/infekciyna-zakhvoryuvanist-naselennya-ukraini>

4. Медична біологія : підручник / за ред. В. П. Пішак, Ю. І. Бажори. 3-тє вид. Вінниця : НОВА КНИГА, 2017. 608 с.

УДК 591.9:594.141(477):502

## **ІНВАЗІЙНІ ХВОРОБИ ЛЮДИНИ ТА ЇХ ПРОФІЛАКТИКА**

***А. Ю. Філіпова, О. В. Павлюченко***

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

Інвазійні хвороби (лат. *invasio* – напад) – це захворювання, викликані паразитичними тваринами. Причинами цих хвороб можуть бути такі тваринні організми як протисти (амеба дизентерійна, лямблії, малярійні плазмодії), паразитичні черви (котячий сисун, свинячий і бичачий ціп'яки, аскарида людська, волосоголовець людський), кліщі (коростяний свербун), комахи (воші, блохи) [1]. Зараження паразитами викликає отруєння всього організму, алергію, порушує діяльність внутрішніх органів, призводить до анемії та гіповітамінозу. Особливо небезпечні інвазії в дитячому віці, оскільки ці захворювання можуть викликати у дітей розумову та фізичну відсталість [4].

Мета роботи – дослідити поширення інвазійних захворювань жителів м. Бердичів, з'ясувати їх діагностику та заходи профілактики. Об'єктом

дослідження слугували інвазійні захворювання, їх перебіг та профілактика, предметом дослідження – поширеність інвазійних хвороб у жителів Бердичева.

Протозойні захворювання – це група хвороб, які викликаються одноклітинними організмами тваринного походження. В даний час відомо понад 50 протозоозів людини. Гельмінтози – це хвороби, які з'являються в результаті проникнення гельмінтів в організм людини [3]. Найпоширенішими в Україні є геогельмінтози (аскаридоз), контактні гельмінтози (ентеробіоз). Їхня частка становить 25 % і 60 % відповідно, а інших гельмінтів лише 15 % [2].

Ентомози – група хвороб, що викликаються дорослими комахами або їх личинками, які паразитують на тілі господаря або всередині нього. Збудники (воші, клопи, блохи тощо) здійснюють механічну та токсичну дію на організм господаря [5].

Арахнози – це захворювання людини, спричинені отруйними та паразитичними павукоподібними (скорпіонами, сольпугами, кліщами, павуками [7]. Арахнози, які викликані кліщами – акариazi, збудниками яких є рослини, борошняні, пилові, постільні, коростяні та інші види кліщів. Захворювання виникають при дії як самих кліщів, так і їх продуктів виділення [6].

На основі аналізу теоретичної літератури, статистичних даних та медичних карт пацієнтів з'ясовано, що найпоширенішими інвазійними хворобами мешканців м. Бердичів є педикульоз і фтиріоз. Дещо рідше трапляються ентеробіоз, короста та аскаридоз. Вкрай рідко зустрічаються демодекоз, амебіаз, лямбліоз, трихоцефальоз і малярія (рис.).

Виявлено основні причини, що сприяють розповсюдження інвазійних хвороб у жителів м. Бердичів. Це, насамперед, недооцінка населенням їх епідеміологічного значення, недостатнє виявлення інвазованих осіб, а головне – це відсутність виконання адекватних заходів профілактики.

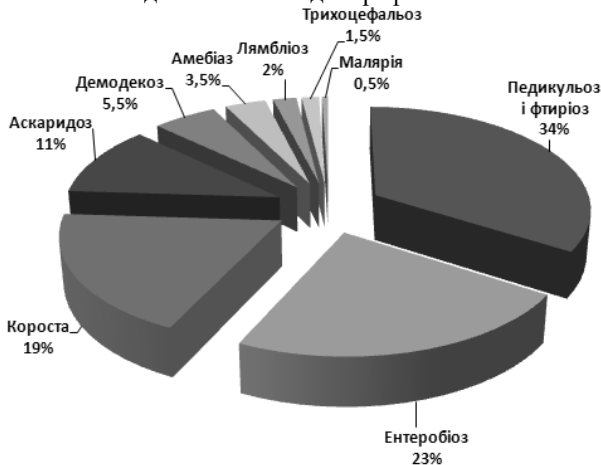


Рис. Найпоширеніші інвазійні хвороби жителів м. Бердичів.

Розроблено рекомендації щодо профілактики інвазійних хвороб. Насамперед, слід забезпечити дотримання правил особистої гігієни.

Обов'язковим є обливання кип'ятком фруктів та овочів, достатня термічна обробка і просолення м'яса та риби. Важливим аспектом профілактики є забезпечення повноцінного харчування і стимулювання імунітету.

#### *Література*

1. Андрейчин М. А., Чоп'як В. В., Господарський І. Я. Епідеміологія. Тернопіль : Укрмедкнига, 2005. 372 с.
2. Бодня К. І. Актуальні підходи в лікуванні гельмінтозів. Київ : Здоров'я дитини, 2016. №3. С. 11–116.
3. Бодня К. І., Мухарська Л. М., Шаламов Р. В. Ентеробіоз як медико-соціальна проблема. Нові підходи до оздоровлення від ентеробіозу. Київ : Метод. Рекомендації МОЗ. 2007. 12 с.
4. Воробець З. Д., Фабрикант Є. Г., Філяк Є. З. Протиімунні пристосування паразитів. Київ : Український медичний часопис. 2010. №1. С. 56–61.
5. Возіанова Ж. І. Інфекційні і паразитарні хвороби. Київ : Здоров'я. 2001. Т.1. 854 с.
6. Возіанова Ж. І. Інфекційні і паразитарні хвороби. Київ : Здоров'я. 2002. Т.2. 656 с.
7. Возіанова Ж. І. Інфекційні і паразитарні хвороби. Київ : Здоров'я. 2002. Т.3. 902 с.

УДК 616.993

## **РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІКСОДОВИХ КЛІЩІВ В УКРАЇНІ**

***Д. Р. Щербанюк, І. О. Погоріла***

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

Актуальність. У даній роботі розглядається проблема зараження людей збудниками бореліозу (хвороба Лайма) через ектопаразитів, зокрема собачих кліщів (*Ixodes ricinus*) як основних переносників. Дана проблема є актуальною тому, що за останні 10 років прослідковується тенденція зростання кількості випадків зараження бореліозом. Кожного року десятки тисяч осіб звертаються до закладів охорони здоров'я у зв'язку з укусом кліща. Проте набагато більше людей після того, як позбавились від паразита самостійно, не зважають на ймовірність інфікування цією хворобою, що переносять дані павукоподібні. Перші симптоми пов'язують з іншими причинами, і дають можливість бореліозу прогресувати. Це захворювання просто лікувати на початковій стадії, але якщо запізнитись, то воно нерідко призводить до серйозних порушень нервової системи, опорно-рухового апарату, а іноді й до важкої форми інвалідності або навіть смерті. Тому важливо знати всі фактори ризику й уникати їх.

Мета роботи – дослідити закономірності розповсюдження кліщів, періоди їхньої активності, виявити причини росту захворюваності населення України на хворобу Лайма та знайти можливі шляхи розв'язання цієї проблеми.



Основний зміст. На сьогодні доведено, що бореліоз викликають 4 види спірохет: *Borrelia afzelii*, *B.garinii*, *B.miyamotoi* та *B.burgdorferi sensu stricto*. Останній вид розповсюджений лише в Північній Америці. В Україні переважна більшість випадків захворювання бореліозом викликані саме *B.afzelii*, характерним симптомом якої є повзуча еритема [1]. Хазяїнами цих мікроорганізмів є ссавці та птахи. Після укусу кліщем такої тварини, він стає носієм хвороби. Самки передають борелії своєму потомству, тобто молоді особини відразу стають переносниками. Таким чином в окремих популяціях частка заражених кліщів може досягати близько 70%. В Україні за даними санітарно-епідеміологічної служби, інфікованість дорівнює в середньому 15,3%. Видове різноманіття кліщів на території України небагате. Основний переносник хвороби Лайма на наших теренах — *Ixodus ricinus*. Він має дві основні та одну додаткову фази активності. Квітень-червень та серпень-жовтень – основні. Додаткова фаза можлива за теплої зими, якщо температура повітря вища або дорівнює восьми градусам Цельсія. Кліщі мешкають переважно в траві або на невисоких чагарниках, люблять вологі, прохолодні місця. Існує стереотип про те, що вони падають згори, він помилковий. Кліщі малорухливі. Кінцівки даних паразитів мають присоски та кігтики, що забезпечує їм надійне прикріплення до волосся, шкіри та хутра тварин [3, 4]. Кліщі присмоктуються до місць з найтоншою шкірою: шия, пахви, пахова область, за вухами. Укус практично неможливо відчутися, бо у складі слини кліща містяться анестезійні, антикоагулятивні та судинорозширювальні речовини. Також у ній знаходяться збудники хвороби, тому при неправильному видаленні кліща, у результаті його розриву, *B.afzelii* може потрапити в рану завчасно. Більшість укусів, що призвели до зараження, були здійснені німфами (статевонезріла стадія кліща). Вони крихітні, майже прозорі, тому залишаються непомітними достатньо довго, що збільшує ймовірність інфікування. Трансмисивний шлях передачі основний, але не єдиний. Інші способи зараження – це потрапляння фекалій кліща на шкіру, з наступним їх втиранням при розчісуваннях, вживання сирого козячого або коров'ячого молока інфікованих тварин [1, 3].

Клінічна картина також дуже важлива, оскільки без її розуміння неможлива точна діагностика хвороби Лайма і виявлення закономірностей зараження людей. Першою особливістю бореліозу є доволі довгий інкубаційний період тривалістю від 3 до 30 днів (в окремих випадках до декількох місяців). Здебільшого через це люди не пов'язують первинні симптоми з наслідками укусу кліща і втрачають дорогоцінний час на діагностику інших хвороб. Бореліоз має декілька етапів розвитку. Рання обмежена стадія має такі симптоми: мігруюча еритема – червонувата пляма, яка швидко збільшується в діаметрі, схожа на кільце з просвітленням у центрі. З'являється зазвичай через тиждень після укусу кліща. Також спостерігається підвищення температури тіла, головні болі, слабкість, сонливість. Також варто відмітити, що іноді ця стадія проходить безсимптомно і з'являється ризик запустити хворобу. Після закінчення цього періоду є два сценарії розвитку подій: повне одужання або перехід хвороби на наступні етапи. В середньому

триває до 1 місяця. Рання дисемінована стадія починається через 2-3 місяці після появи перших симптомів. Якщо не почати лікування на цій стадії, то наслідки будуть незворотні. Супроводжується такими порушеннями як артрит великих суглобів (колінний, гомілковостопний, ліктьовий), типово без інтенсивної загальносистемної запальної реакції, міокардит – раптова АВ-блокада або інші порушення провідності та ритму, нейробореліоз – ураження центральної та периферійної нервової системи на різних рівнях (менінгіт та неврит черепно-мозкових нервів). Пізня стадія починається приблизно через пів року після інфікування бореліями. Має такі симптоми: хронічний атрофічний дерматит кінцівок – червоно-синюваті, зазвичай несиметричні зміни шкіри дистальних відділів кінцівок, хронічний артрит або легкий міозит, бурсит, тендиніт, хронічний нейробореліоз (дуже рідко) – запалення нервових корінців та периферичних нервів, хронічний енцефаліт і мієліт. Як ми бачимо ця стадія характерна переходом хвороби у хронічний стан та сильним пошкодженням нервової системи [1].

МОЗ дає такі рекомендації щодо профілактичних засобів: вибирати закритий одяг, прикрити голову та шию, після прогулянки оглядати себе та близьких, всі речі на наявність кліщів. Не заходить в траву по обидві сторони від стежки, бо саме там кліщів найбільше. Шанс отримати паразита у лісі набагато нижчий, ніж під час прогулянки у парку. Про що й говорить статистика, оскільки приблизно у чотирьох випадках з п'яти інфікування бореліозом відбулося на території зелених зон міста [5].

Згідно з даними Міністерства охорони здоров'я України офіційно хвороба Лайма була включена до реєстрів в Україні у 2000 році. У період з 2000 по 2010 включно була зареєстровано 4596 випадків зараження бореліозом. З 2011 по 2021 – 32 045 випадків. Є декілька причин росту захворюваності майже у 7 разів [2]. Перша з них – це зміни клімату за останні 10 років, що збігається зі зростанням випадків інфікування хворобою Лайма. Внаслідок підвищення температури в Україні, додаткова фаза активності кліщів, яка була згадана вище, почала проявлятися постійно. Отже, кількість особин почала зростати неймовірними темпами, бо самка кліща відкладає у середньому до 10 000 яєць. У цих павукоподібних досить багато природних ворогів, але зважаючи на масове поширення їх не вистачає. Кліщами харчуються різні птахи: дрізд, курка, шпак та найактивнішими помічниками людини є горобці. Жаби, тритони, ящірки, саламандри теж не проти поласувати паразитом, але внаслідок зростання температури в Україні та у світі загалом, популяції ящірок та земноводних меншають [3, 4]. Повернемося до дивного співвідношення людей заражених на території міста і тих, що інфікувалися, наприклад, у лісі. Це пов'язано ще з одними природними ворогами кліщів – мурахами. Цих паразитів відлякує запах мурашиної кислоти, який походить від мурашника, тому цю речовину додають до деяких засобів для захисту від кліщів. Також мурахи активно ними харчуються, тому поблизу мурашника кліщів практично немає. Ось чому випадків інфікування кліщами у лісі менше ніж у місті. Ще одна причина такого співвідношення: люди думають, що кліщів у місті немає і забувають про небезпеку. І очевидно, що парк, на відміну від лісу, відвідує

значно більша кількість людей. Екологи відзначають ще одну причину поширення хвороби Лайма – недостатня санітарна протикліщова обробка зелених зон у містах. Якщо у столиці й обласних центрах ситуація не така критична, то у невеликих містах таких заходів не проводять зовсім.

Кліщі переносять не тільки збудників хвороби Лайма, а ще й збудників кліщового енцефаліту. Незначна кількість випадків інфікування зареєстрована в Україні. З 2016 по 2021 рік було зареєстровано всього 19 випадків [2]. Існує вакцина, яка захищає від енцефаліту. Ця хвороба в Україні практично повністю подолана, бо за 2021 рік не було виявлено жодного випадку зараження. Проблема хвороби Лайма в тому, що вакцина для захисту від цієї хвороби ще не створена. Через це збільшення захворюваності є небезпечним і має регулюватись Міністерством охорони здоров'я України. Існує декілька способів можливого розв'язання важливої проблеми. По-перше, активне інформування в усіх засобах ЗМІ про небезпеку інфікування і рекомендації від МОЗ про захист від кліщів в період їхньої активності. Це допоможе усунути неправдиву інформацію і підвищити суспільну свідомість. По-друге, проводити планові санітарні протикліщові обробки у зелених зонах міста. На вході у такі зони встановлювати інформаційні таблички з попередженнями та рекомендаціями. По-третє, приваблювати у парки, лісопаркові зони та сквери птахів – природних ворогів кліщів, що значно знизить їх чисельність у межах міста.

Висновки. Хвороба Лайма – найпоширеніше інфекційне трансмісивне захворювання Північної півкулі. Має ряд виражених, небезпечних симптомів. Передається в основному через укуси іксодового кліща. Хворі зазвичай не пов'язують перші симптоми з укусом, через довгий інкубаційний період, і дають хворобі час на розвиток. Вакцини від бореліозу не існує, тому єдиний спосіб захисту – не допустити укусу. Для запобігання розповсюдженню потрібно дотримуватися простих правил поведінки у місцях з густою рослинністю, і контролювати чисельність кліщів у зелених зонах міста шляхом санітарних протикліщових обробок та підтримкою їхніх природних ворогів.

#### *Література*

1. Лайм-бореліоз : монографія / М. А. Андрейчин та ін. ; ред. М. А. Андрейчин, М. М. Корда. Тернопіль : ТНМУ «Укрмедкнига», 2021. 376 с.
2. Інфекційна захворюваність населення України. Центр громадського здоров'я. *Центр громадського здоров'я України. МОЗ.* URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/infekciyna-zakhvoryuvanist-naselennya-ukraini>
3. Медична паразитологія з ентомологією : підруч. для студентів. / за ред. В. Козько, В. М'ясоєдов. Видавництво : Медицина, 2017. 336 с.
4. Сабадишин Р. О., Бухальська С. Є. Медична біологія: підруч. для студ. мед. закладів вищої та фахової передвищої освіти. 3-тє вид. зі змінами та допов. Вінниця : Нова книга, 2020. 343 с.
5. Що робити якщо вкусив кліщ?. *Міністерство охорони здоров'я України.* URL: <https://moz.gov.ua/article/health/scho-robiti-jakscho-vkusiv-klisch>.

## СЕКЦІЯ 15. ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК [556.53+574] (477.41)

### ТРАНСФОРМАЦІЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ УМОВ ПАЛЛАДІНСЬКИХ СТАВКІВ ВНАСЛІДОК ЛАНДШАФТНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПАРКУ «ФЕОФАНІЯ»

*С. В. Батог, С. С. Дубняк, Н. О. Іванова*

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

В межах м. Києва зосереджено понад 400 різнотипних за походженням водних об'єктів [1]. До них відносяться штучні водойми – Палладінські ставки (рис. 1). Поблизу каскаду ставків, що отримали однойменну назву, збереглася садиба академіка Палладіна, президента АН УРСР [3]. Вони були створені монастирською братією в кінці XIX століття для рибогосподарських цілей. Ці ставки знаходяться в урочищі Феофанія, яке є частиною Голосіївського лісу та розташоване у південно-західній частині міста. Територія урочища характеризується горбистою місцевістю з долинно-балковим рельєфом та ярами, що складені лесовими та сірими опідзоленими лісовими ґрунтами. Ландшафт урочища унікальний, оскільки тут збережено первинний стан природних екосистем (масив вікового широколистяного лісу), які добре поєднуються зі штучними фітоценозами (насадження декоративних дерев та кущів) і ставками [3].

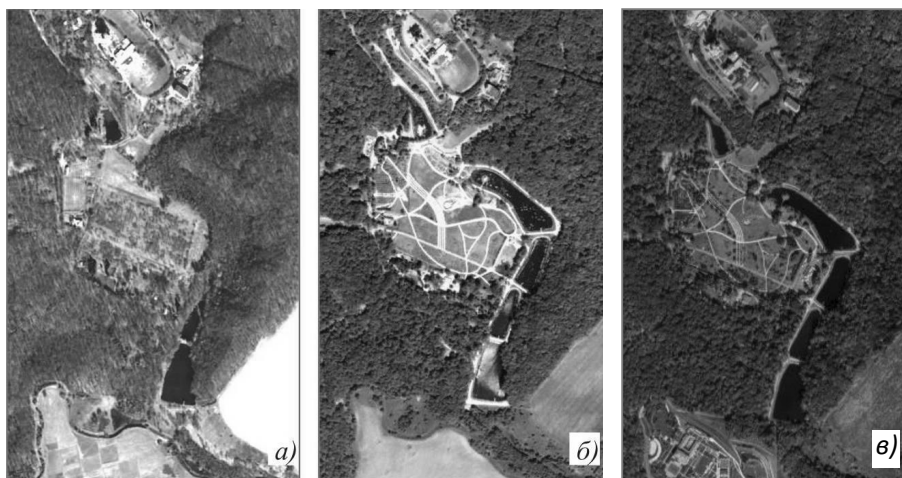


Рис 1. Палладінські ставки у 2002 р. (а), 2007р. (б) та 2022 р. (в).

Територія однойменного урочища та сучасного парку «Феофанія» має свою багаторічну історію. Перші згадки про неї були зафіксовані у 1471 р. як урочище Лазорівщина. Від 1803 р. сучасна назва урочища надана з благословення київського митрополита Банулесько на честь настоятеля Михайлівського Золотоверхого монастиря Феофана Шиянова [5]. З 1990 року ця територія стала заповідною у статусі парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення, що входить до складу природно-заповідного фонду України [3].

Впродовж 2004–2007 рр. на території парку «Феофанія» було проведено ландшафтну реконструкцію, що включала відновлення дубових насаджень, встановлення дорожньо-стежкової мережі, реконструкцію плодового саду, насадження декоративних рослин, а також влаштування ставків і впорядкування джерел [4].

Сучасний каскад із п'яти Палладінських ставків був споруджений у 2004–2005 роках у результаті реконструкції трьох раніше існуючих ставків і на місці струмка та заболоченого ставка, що заріс вільхою (див. рис. 1). Фактично, один ставок було реконструйовано, другий – створено наново з дещо більшими розмірами [4].

У 2010–2016 рр. на Палладінських ставках були проведені еколого-гідрологічні дослідження, спрямовані на оцінку гідрологічних умов функціонування їхніх екосистем. Зокрема, було визначено площі та об'єми водойм, зафіксовано рівні води. Встановлено, що каскад ставків відзначається низькою інтенсивністю зовнішнього водообміну (період водообміну складає 6,3 місяця) [1, 2]. При цьому стан екосистем залишався порівняно добрим. Основним гідрологічним фактором, що сприяє поліпшенню екологічного стану Палладінських ставків, є внутрішньоводоймова динаміка, обумовлена дією вітру на водну поверхню.

На сьогодні відбуваються суттєві зміни гідрологічних умов у деяких Палладінських ставках, що обумовлені різними факторами. За нашими спостереженнями відзначено відсутність поверхневого притоку струмка, який в 2010–2015 рр. впадав до верхнього з каскаду Палладінських ставків. Безперечно на формування поверхневого стоку впливають зміни кліматичних умов, зокрема останні роки відзначаються періодами з недостатньою кількістю опадів. Але є фактори локального характеру, а саме щільна забудова житлового масиву на прилеглих до парку територіях, реконструкції та локальна забудова в місцях витоку ґрунтових вод (джерел), що обумовило зменшення (іноді практично повну відсутність) поверхневого притоку до верхнього ставка каскаду.

В результаті реконструкції парку порушено шар водотривких ґрунтових порід на дні верхнього ставка, що вплинуло на характер донних відкладів в ньому та в цілому на гідрологічний режим. Зокрема, в літній період 2010 року в ньому зафіксовано зниження рівня води на 0,15 м, а в 2022 року – вже на 1,59 м (рис. 2). Це призвело до зміни площі водного дзеркала та об'єму води ставка, величини яких на теперішній час зменшилися на 32,3 та 79,5 % від фіксованих відміток.

В результаті таких коливань рівня води верхній ставок втрачає поверхневий зв'язок із іншими ставками каскаду, особливо в літній період. Такі зміни відображаються на рівневному режимі Палладінського ставка №2. Протягом 2007–2022 рр. рівень води в ньому знизився на 0,37 м. Ці зміни рівня води також обумовлені неконтрольованим водозабором води зі ставка для поливу насаджень та газону в парку. Обліку витрачених об'ємів води на полив немає. В цілому можна констатувати, що за період 2010–2022 рр. об'єм води у Палладінському ставку №2 зменшився на 16 % (від 24,7 до 21,2 тис. м<sup>3</sup>), площа водного дзеркала – на 7,7% (від 13,9 до 12,8 тис. м<sup>2</sup>).

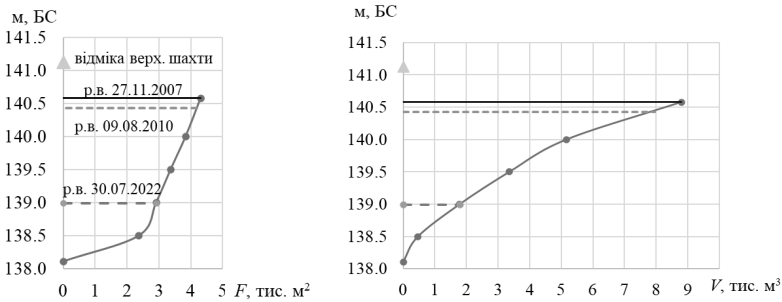


Рис. 2. Криві площ та об'ємів води Палладінського ставка №1.

Для трьох нижніх ставків значного падіння рівня води не зафіксовано. Рівень води в них переважно залишається стабільним із незначними коливаннями до 15 см в літній період. Це може свідчити про менший антропогенний вплив на них та надходження незмінного об'єму притоку ґрунтових вод, що їх живлять. Натомість, у весняний та осінній періоди в певні роки для всього каскаду характерні підйоми рівня за рахунок значної кількості опадів.

Встановлені зміни гідрологічних умов Палладінських ставків суттєво вплинули на біотичні компоненти і загальний стан їхніх екосистем. Відзначається заростання верхнього ставка повітряно-водною рослинністю (до 40% площі водного дзеркала), в ставку №2 збільшилася площа заростання зануреною рослинністю, спостерігається надмірний розвиток фітопланктону.

Проведені дослідження показали, що за останнє десятиліття в парку «Феофанія» і на прилеглий території суттєво зросло антропогенне навантаження, відбулися кардинальні зміни гідрологічних умов окремих ставків, що суттєво вплинуло на їх екологічний стан. Для більш детального вивчення причин цих змін і розробки компенсаційних заходів необхідні подальші більш детальні дослідження.

#### Література

1. Батог С. В. Еколого-гідрологічна характеристика водойм м. Києва : автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.07. Київ. 2018. 20 с.

2. Дараган С. В. Эколого-гидрологическая характеристика Палладинских прудов (г. Киев – Урочище Феофания). *Геогр. и геоэ. иссл. в Украине и сопредел. тер.* : сб. науч. ст. Симферополь. 2013. Т. 1. С. 32–36.

3. Жива Україна. *Екологічний журнал*. 2009. № 1-2. 24 с.

4. Клименко Ю. О. Концепція реконструкції насаджень парку «Феофанія» (м. Київ). *Лісництво і агролісомеліорація*. 2010. Вип. 117. С. 75–85.

6. Пономаренко Л., Різник О. Київ : короткий топонімічний довідник. Київ, 2003. 124 с.

УДК 556.5: 556.551 (282.247.32)

## **ВПЛИВ СКИДНИХ ВОД З ТРИПІЛЬСЬКОЇ ТЕС НА ТЕРМІЧНИЙ РЕЖИМ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

***Н. С. Вандюк***

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

Теплові електростанції, розташовані на великих водоймах, зокрема на водосховищах, завжди здійснюють певний вплив на їх екосистеми. Одним з доволі небезпечних є теплове забруднення прилягаючої акваторії шляхом скиду підігрітих водних мас зі станції. Воно, в свою чергу, здатне спричинити негативні зміни хімічного та газового режимів, умов існування і розвитку флори, фауни та мікроорганізмів. Тому регулярні спостереження за температурними показниками у технічних водоймах та прилеглих частинах акваторій водосховищ є обов'язковими.

Однією з потужних теплових електростанцій, розташованих на березі великого рівнинного водосховища (Канівського), є Трипільська ТЕС. Дослідженням впливу цієї електростанції на абіотичну і біотичну складові екосистеми водосховища присвячена досить велика кількість публікацій як Інституту гідробіології НАНУ, так і інших наукових установ. Проте у 2022 році у зв'язку з початком повномасштабного російського вторгнення на територію нашої держави та регулярними обстрілами об'єктів критичної інфраструктури, у тому числі підприємств енергетичної галузі, перед науковцями постала низка нових питань. Так, одним з таких запитів стали прорахунки та моделювання ситуацій, в яких деякі з цих підприємств почнуть працювати в посиленому режимі, компенсуючи таким чином зупинку інших.

Згідно з матеріалами досліджень антропогенного навантаження на тепловий баланс та теплозапаси Канівського водосховища за попередні роки (2003-2006 рр.) середня витрата скидної підігрітої води з Трипільської ТЕС становила 20-30 м<sup>3</sup>/с. Цей показник залежить від кількості працюючих блоків на самій станції і може варіюватись в межах від 10 до 40 м<sup>3</sup>/с, що становить 0,87-3,5 млн м<sup>3</sup>/добу. За місяць роботи станція може перекачувати від 1,04 до 4,23 % води з водосховища від його загального об'єму. Згідно з розрахунками [1, 2], що базувались на даних експедиційних виїздів в червні-серпні 2006 року,

зі станції до водосховища надходило близько 0,1-0,2 % тепла від загального теплового стоку Дніпра. При цьому перевищення значень температури скидної води над фоною у той період коливались в середньому в межах від 1,6 до 3,3°C. Таким чином, було зроблено висновки, що негативні прогнози, розраховані ще на початку 70-х рр. ХХ ст. щодо впливу станції на санітарно-біологічний стан всього Канівського водосховища і верхньої частини Кременчуцького не справдились.

З того часу в роботі станції відбулась низка змін, пов'язана з технічним переоснащенням, зафіксовано навіть періоди, коли вона не працювала [3]. Влітку цього року було здійснено декілька експедиційних виїздів з метою дослідження температурних показників водних мас технічних водойм станції та прилягаючої акваторії Канівського водосховища. Виявлено, що навіть у періоди з аномально високими значеннями температури повітря, різниця між значеннями цього показника у водосховищі вище станції та у місці її безпосереднього потрапляння у водойму становила не більше 1,5°C. Наприклад, якщо у водосховищі температура води сягала  $\approx 24,7^\circ\text{C}$ , то зі станції у водойму потрапляла зі значеннями  $\approx 26,1^\circ\text{C}$ . При цьому, витрата скидної води протягом усього літнього періоду становила  $10 \text{ м}^3/\text{с}$ . В один з виїздів, 5-го липня, коли температура повітря сягала майже  $33^\circ\text{C}$ , а у поверхневому шарі води водосховища були зафіксовані значення  $29,9^\circ\text{C}$  – у місці виходу води з охолоджувального басейну безпосередньо у водойму ця цифра становила  $29,8^\circ\text{C}$ . Тобто фактично була такою ж як і її природні значення.

Звичайно що у випадку, коли станція працює з більшою потужністю ці цифри є дещо іншими. Так, на початку вересня було увімкнено ще один блок і, відповідно, витрата скидної води збільшилась до  $20 \text{ м}^3/\text{с}$ . Взагалі ж, як вище було зазначено, при повній потужності роботи даної ТЕС максимальна витрата скидної води може сягати у середньому  $40 \text{ м}^3/\text{с}$ . При цьому періоди, коли на станції працюють усі блоки – це сезони з низькими температурами повітря і води у водосховищі. Отже, можна припустити, що взимку, за умови льодоставу на водосховищі, на ділянці акваторії, прилеглій до місця скиду підігрітих вод і трохи нижче він буде відсутній. Тому нами заплановано ще декілька виїздів у найближчі місяці для дослідження динаміки гідрологічних показників впродовж року.

Звичайно, більший науковий інтерес становить ситуація, в якій саме влітку ТЕС працює на повну потужність, адже у такому випадку об'єми скидних підігрітих вод є значними і здатні викликати негативні явища і зміни у функціонуванні екосистеми водосховища. Проте на даний час, незважаючи на воєнні дії, станція працює в штатному режимі і необхідності у його різких змінах не виникало. Але можна припустити, що з початком опалювального сезону у країні ТЕС запрацює з максимальною інтенсивністю.

#### *Література*

1. Лукашенко Н. С. Оцінка теплового навантаження на Канівське водосховище від енергетичного об'єкту (на прикладі Трипільської ТЕС). Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы исследований: материалы междунар. науч. конф. Херсон. 2006. С. 118–199.



2. Лукашенко Н. С. Оценка воздействия антропогенного фактора на теплозапас Каневского водохранилища. Навк. прир. сер-ще – 2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки: тези доповідей II міжн. наук.-техн. конф., Одеса, 26-28 вересня 2007 р. С. 108.

3. В Україні зупинено Трипільську і Придніпровську ТЕС.  
URL: [https://lb.ua/economics/2017/04/05/363096\\_ukraine\\_ostanovleni\\_tripolskaya.html](https://lb.ua/economics/2017/04/05/363096_ukraine_ostanovleni_tripolskaya.html)

УДК 502(477.81)

## Унікальні ліси та дерева Полісся Рівненщини

**Н. В. Герман**

Рівненський державний гуманітарний університет, вул. С. Бандери, 12, Рівне, 33000, Україна

Полісся Рівненщини – неповторний природний регіон Європи, провідним ресурсом якого є ліс. За оцінкою фахівців, лісистість Полісся Рівненщини – одна з найвищих в Україні: вона складає 46,7%, що є в 3 рази більшим від середнього показника по країні. До найбільш заліснених належать Рокитнівський, Березнівський, Сарненський і Володимирецький райони Рівненської області [6]. У лісових ландшафтах регіону переважають хвойні лісові масиви, а сосна звичайна (*Pinus sylvestris L.*), яка займає 69,7% вкритих лісовими насадженнями лісових ділянок Полісся Рівненщини, є домінантною породою дерев.

Одним із аргументів на користь твердження про природну винятковість Полісся Рівненщини є наявність на його території пралісів – найстаріших в Україні лісових насаджень, що ніколи не відчували на собі людського впливу й не мали жодного людського втручання. 2020 р. на Поліссі Рівненщини, а саме у Висоцькому, Володимирецькому, Дубровицькому, Зарічненському, Рафалівському, Рокитнівському та Остківському лісництвах фахівцям вдалося виявити 1 556 га унікальних лісів, що збереглися завдяки природним бар'єрам та важкій доступності. Вони росли без втручання людини, зберегли свою природну структуру і видовий склад. Отже, саме природний шлях розвитку цих лісових масивів забезпечив їхню стійкість. Ці ліси – еталонні з точки зору історичного фітоценогенезу (процесу формування та розвитку) заболочених лісів. Місце їхнього зростання є теренами, де концентруються червонокнижні тварини, рослини і гриби, що яскраво підтверджує той факт, що в природі все взаємопов'язане. Водночас вони як витривалі, сильні та стабільні екосистеми ефективно регулюють водний баланс та запобігають зсувам ґрунту [2]. Відтак, лісові масиви Полісся Рівненщини отримали статус пралісів, квазіпралісів та природних лісів, й перебувають нині під охороною дії Закону України № 2063 – VIII від 23 травня 2017 р. «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо охорони пралісів згідно з рамковою конвенцією про охорону та сталий розвиток Карпат» [1].

Поряд зі старовіковими лісовими угрупованнями природний ландшафт Полісся Рівненщини характеризується й численними цінними екземплярами деревних рослин. Одним із них є найстаріше дерево Полісся – 1300-річний дуб (*Quercus robur L.*), що росте на Рокитнівщині; він знаходиться в місцевому урочищі «Юзефинська дача» і є дивовижною ботанічною пам'яткою природи. Згідно переказу, дерево уже зростало, коли київський князь Ігор збирав на Поліссі данину (945 р.), а тому цього дуба-старожила іноді ще називають «деревом князя Ігоря». В ХХ ст. науковці підтвердили цю легенду, визначивши за фітограмою вік Юзефинського дуба. Могутній стовбур найдавнішого дуба в Україні має понад 8 метрів; його ледве обхоплюють п'ятеро людей. У висоту це дерево сягає 20 метрів. Саме тому воно потрапило в Книгу рекордів України [7]. Крім того, винятковим з точки зору тривалості зростання є 1000-літній дуб «дід-прадід» з села Вітковичі на Березнівщині, його висота – понад 20 м, а діаметр крони – близько 19 м [3].

Вагому не лише природничу та екологічну, але й історичну і культурну цінність мають дерева, історія яких пов'язана з особливо важливими подіями чи відомими людьми. Для прикладу, таким є 550-річний дуб з Дублянського лісництва на Млинівщині – за легендою, під ним гетьман України Богдан Хмельницький, прямуючи на Берестецьке поле, проводив нараду з козацькими полковниками [5]. А в Рівному, як з'ясували дослідники, проростають 400-літній дуб князів Любомирських та 240-річний ясен видатного архітектора Речі Посполитої Яна Якуба Бургінґйона [4].

Отже, основу природного ландшафту Полісся Рівненщини та його неповторності складають лісові масиви. Окремі з них, внаслідок малодоступності для людини, зберегли свій первісний вигляд, а тому є винятковими. Це підтверджується набуттям ними 2020 р. статусу пралісів, квазіпралісів і природних лісів. Водночас цінним природним компонентом краю є старовікові дерева, які є не лише видатними об'єктами місцевої природи, а й унікальними пам'ятками історії та культури.

#### *Література*

1. Болото на вагу золота: чому важливо зберегти Прип'ятське Полісся. URL: <https://manevychi.rayon.in.ua/topics/388225-hraniteli-polissia-iaak-vprovadzhuitsia-novi-vidnosini-mizh-liudinoiu-i-prirodouiu>.
2. Максименкова М., Богомаз М. Недоторкані людиною та найстаріші в Україні. Що таке праліси і чому важливо їх зберегти – пояснює WWF. URL: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/pralisi-shcho-ce-take-chim-cinni-de-ye-v-ukrajini-i-yak-jih-zберегти-eksperti-50101942.html>.
3. Унікальному дубу на Березнівщині понад тисячу років (відео). URL: <https://sfera-tv.com.ua/archive/74826>.
4. У Рівному вперше провели екскурсію віковими деревами. URL: <https://suspilne.media/139222-u-rivnomu-vperse-proveli-ekskursiu-vikovimi-derevami/>.
5. Цимбалюк Є, Юркова О. 550-літній дуб Богдана Хмельницького. URL: <http://www.golos.com.ua/article/153761>.

6. Чабанчук В., Мельничук М. Використання поліських лісових ландшафтів Рівненщини у рекреації та туризмі. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. 2015. № 2. С. 147–152.

7. Юзефінський дуб – найстаріше дерево Полісся. URL: <http://museum.rv.gov.ua/news/2020/04/22/yuzefinskij-dub-najstarishe-derevo-polissy-do-miz/>

УДК 502.476:581.522.4

## **ВИВЧЕННЯ РІЗНОМАНІТТЯ МІКОБІОТИ НПП «ЧЕРЕМОСЬКИЙ» ТА ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

***В. О. Гребенищов***

НПП «Черемоський», вул. Федьковича, 35, смт Путила, Чернівецька область, 59101, Україна

Різноманіття грибів Українських Карпат на сьогодні вивчене недостатньо і досить нерівномірно. Основна увага приділена об'єктам природно-заповідного фонду, оскільки вони є найменш трансформованими еталонами природи і, фактично, максимально відображають стан біорізноманіття, що сформувалося у регіоні на даний час [4]. Проте, не меншої уваги заслуговує і прилегла до об'єктів ПЗФ територія.

Один з природно-заповідних об'єктів України – Національний природний парк “Черемоський” – створено в грудні 2009 року в адміністративних межах Путильського (зараз Вижицького) району Чернівецької області, в найбільш віддаленому і важкодоступному регіоні Буковини. Територія, де зараз розташована основна частина національного парку, в усі часи була і, по суті, залишилася найменш освоєним та зміненим регіоном Чернівецької області й Українських Карпат в цілому[1].

Вивчення флори та рослинності парку налічує вже майже півтора століття. Однак, систематичне дослідження мікобіоти започатковане лише в 2015 році експедиціями під керівництвом чл. кор. АНУ, проф. Дутки І. О. та проф. Гелюти В. П., і було продовжене кількома експедиціями київських та харківських науковців, а також працівниками парку [2, 3].

За останні роки працівниками парку було суттєво розширено перелік відомих для парку видів, і станом на 01.06.2022 року узагальнений анотований список грибів і грибоподібних організмів НПП «Черемоський» налічує 322 види (було 142 види в 2017 році [2]), що становить 12% видів, відомих для ПЗФ Українських Карпат. В тому числі Basidiomycota – 203 (13,5%) види з 101 (24,6%) роду та Ascomycota – 106 (10,7%) видів з 59 (15,4%) родів.

Найбільшими за чисельністю виявлених видів є класи Agaricomycetes (183 види), Leotiomycetes (42), та Sordariomycetes (26) [4].

Серед 33-х порядків найкраще представлені Agaricales – 98 видів (що становить 14,5% відомих в установах ПЗФ Українських Карпат); Erysiphales – 33 (39%); Russulales – 30 (17%); Pezizales – 23 (18,5%); Boletales – 18 (24,6%); Pucciniales – 16 (11%); Diaporthales – 14 (20,5%).

Виявлено також представників 77 родин, з них найповніше представлені родини Erysiphaceae – 33 види (10,3% виявлених в установах ПЗФ Українських Карпат); Russulaceae – 28 (8,7%); Agaricaceae – 20 (6,2%); Boletaceae – 14 (4,3%); Pyronemataceae – 13 (4%).

Найбагатше представлені роди *Lactarius* (14 видів); *Russula* (14); *Erysiphe* (13); *Amanita* (10).

На території Національного природного парку «Черемоський» та прилеглий території нами виявлено 10 рідкісних для України і Європи видів грибів, п'ять з яких занесені до «Червоної книги України»: *Lactarius lignyotus* Fr., *Leucocortinarius bulbiger* (Alb. et Schwein.: Fr.) Singer, *Catathelasma imperiale* (Quél.) Singer., *Phaeolepiota aurea* (Matt.) Maire, *Hygrocybe calyptiformis* (Berk. & Broome) Fayod.

П'ять інших видів, за попередніми даними, дуже рідкісні не лише в Україні, а й у Європі. Зокрема:

*Gymnopilus luteofolius* (Peck) Singer – північноамериканський вид, перша знахідка в Центральній і Східній Європі (за даними GBIF – The Global Biodiversity Information Facility);

*Lycoperdon flavotinctum* Bowerman – теж відомий з небагатьох знахідок в Північній Америці;

*Clavaria zollingeri* Lév – перша знахідка в Україні;

*Hericium flagellum* (Scop.) Pers. та *Boletopsis leucomelaena* (Pers.) Fayod – рідкісні і в Україні, і в Європі.

Таким чином, наші дослідження останніх років збільшили показник представленості карпатської мікобіоти на території парку майже вдвічі – до 12%, а також підтвердили висновок [4], що в НПП «Черемоський», як і в більшості інших заповідних об'єктів Українських Карпат, також переважають сумчасті та базидієві гриби.

Однак, мікота НПП «Черемоський» все ще залишається недостатньо дослідженою і становить значний науковий інтерес.

Автор висловлює щире вдячність професору Гелюті В. П., а також Є. Руденко та З. Косинській за консультації та поради щодо визначення видової приналежності зібраних зразків макроміцетів.

#### Література

1. Біорізноманіття національного природного парку «Черемоський»: монографія / наук. ред. І. І. Чорней. Чернівці : ДрукАрт, 2015. 248 с.

2. Гелюта В. П., Гайова В. П., Тихоненко Ю. Я. Гриби Національного природного парку «Черемоський». *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2018. 15. С. 117–129.

3. Гребенщиков В. О., Пахарь У. В. До історії мікологічних досліджень в національному природному парку «Черемоський». *Біологічні дослідження – 2020: збірник наукових праць*. Житомир : 2020. С. 373–376.

4. Гриби заповідників та національних природних парків Українських Карпат / І. О. Дудка, В. П. Гелюта, М. П. Придюк та ін. Київ : Наукова Думка, 2019. 215 с.

УДК 661.15:631.454

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КОЛООБИГУ НІТРОГЕНУ

**В. І. Дорохов**

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

Нітроген – один із найважливіших біогенних елементів, його біофільність – 160 (другий після Карбону). Однак тільки невелика частина Нітрогену знаходиться в зв'язаному стані у вигляді селітр (нітрати Кальцію, Натрію, Калію та Магнію), у гумусі ґрунтів, у вугіллі та нафті.

Атмосфера є найбільшим резервуаром Нітрогену у природі у вигляді  $N_2$ . Вміст азоту у повітрі 78,09% за об'ємом і 75,6% за масою. Вперше відкрив і добув азот Д. Резефорд у 1772 р. Велика енергія зв'язку, трудність збудження, відсутність дипольного моменту, слабка донорна властивість молекули  $N_2$  служать причинами його хімічної інертності, малої розчинності у воді та інших розчинниках. Всі інші сполуки Нітрогену в звичайних умовах термодинамічно нестійкі і можуть розкладатися з виділенням азоту (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості нітрогеновмісних хімічних сполук [1]

Ступінь окиснення	Сполука	Температура кипіння ( $^{\circ}C$ )	$\Delta H^0_{298}$ (кДж/моль)	$\Delta G^0_{298}$ (кДж/моль)
+5	$N_2O_5(g)$	11	115	
	$HNO_3(g)$	-	-135	-75
	$Ca(NO_3)_2(тв)$	-	-900	-720
	$HNO_3(p)$	83	-200	-108
+4	$NO_2(g)$	21	33	51
	$N_2O_4$	-	9	98
+2	$NO(g)$	-152	90	87
+3	$HNO_2(g)$	-	-80	-46
	$HNO_2(p)$	-	-120	-55
+1	$N_2O(g)$	-89	82	104
0	$N_2(g)$	-196	0	0
-3	$NH_3(g)$	-33	-46	-16,5
	$NH_4^+(p)$	-	-72	-79
	$NH_4Cl(тв)$	-	-201	-203
	$CH_3NH_2(g)$	-	-28	28

Нітроген атмосфери може повертатися в ґрунт і у воду океанів та прісноводних водоймищ двома способами. Оксиди Нітрогену, взаємодіючи з водяним паром, утворюють нітрогеновмісні кислоти, які разом з опадами

повертаються на землю. Аналогічним шляхом може повернутися й аміак. Але найбільш значимим у потоці атмосфера → ґрунт є фіксація атмосферного азоту живими організмами. Азотфіксація властива лише прокаріотичним організмам: синьо-зеленим водоростям, анаеробним бактеріям та бульбочковим бактеріям бобових рослин. Результатом азотфіксації є перетворення нітрогеновмісних газів у форму розчинних солей, які можуть бути використані рослинами. Коренева система рослин засвоює тільки іонні форми Нітрогену – катіон амонію  $\text{NH}_4^+$  і нітрат-іон  $\text{NO}_3^-$ . Це так званий мінеральний Нітроген ґрунту. Його вміст складає, як правило, біля 1% від загальної кількості ґрунтового Нітрогену. Головною рушійною силою процесів міграції Нітрогену в природі є живі організми (рис.1):

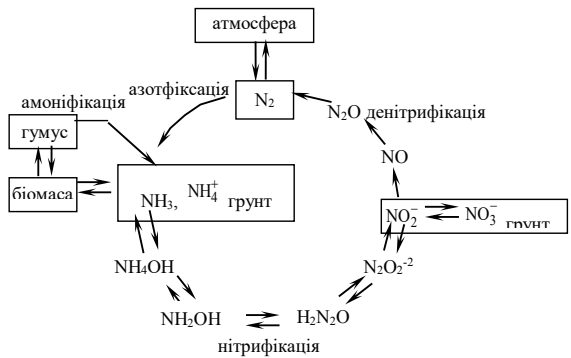


Рис. 1. Хімічні стадії колообігу Нітрогену [5]

Крім того, запаси азоту, аміаку, амоній хлориду та оксидів Нітрогену можуть поповнюватися за рахунок вулканічних газів (ювенільні надходження). Останнім часом значну кількість сполук Нітрогену виділяє в атмосферу промисловість (промислова фіксація).

Річна норма споживання Нітрогену на одну людину дорівнює 5 кг і на початку ХХІ століття сумарна потреба людства у фіксованому Нітрогені вийшла на рівень  $32,5 \cdot 10^9$  т. Задовольнити її може лише зростання врожайності сільськогосподарських культур за рахунок внесення у ґрунт високих доз нітратних добрив (близько  $30 \cdot 10^6$  т/рік у перерахунку на Нітроген), що є головною причиною змінення природною колообігу Нітрогену (табл. 2).

Таблиця 2

Середньорічний баланс Нітрогену [4]

Джерела надходження Нітрогену	Кількість (п. $10^6$ т)
1	2
Біологічна фіксація:	54
Ґрунтова	44
Морська	10
Промислова фіксація	30
Атмосферна фіксація	7,6
Ювенільні надходження	0,2

1	2
Всього прихід	91,8
<b>Витрати:</b>	
Денітрифікація у ґрунті	43
Денітрифікація у морі	40
Відкладення	0,2
Всього витрат	83,2
<b>Залишок</b>	8,6

Нітроген добрив активно включається в його загальний біогеохімічний цикл, бере участь у біохімічних, фізико-хімічних та хімічних процесах, що відбуваються в органічній та мінеральній частинах ґрунту. Найбільша кількість нітратів вимивається навесні, особливо в холодну й дощову погоду. Результатом цих процесів є зміна хімічного складу ґрунту й середовища (ґрунтових вод, атмосфери). Крім цього, систематичне застосування великих доз нітратних добрив призводить до зараження “перегодованих” рослин шкідливими сполуками (нітратами й нітритами) і змін самого ґрунту: активізується діяльність бактерій, що розкладають гумус, він мінералізується і родючість ґрунтів зменшується [2].

Для зменшення вимивання Нітрогену з ґрунту використовують інгібітори нітрифікації, повільнодіючі азотні добрива й засоби для поліпшення ґрунтів, що містять Карбон. Цими заходами стимулюють перетворення нітратів на органічні сполуки ґрунтовими мікроорганізмами. Добрива слід вносити відповідно до системи удобрення культур, враховуючи терміни, способи й дози внесення [3].

З урахуванням викидів від спалювання пального загальна надлишкова кількість Нітрогену складає близько  $19 \times 10^6$  т/рік, що веде до “нітрифікації” біосфери, в основному у вигляді нітратів. Концентрація нітратів у природних водах перевищує ГДК (45 мг/л) іноді в десятки разів (особливо в агропромислових районах) [6].

Нітрат-іони як у ґрунті, так і у воді фармакологічно інертні, але відновлюються до нітрит-іонів, які дуже токсичні. Нітрати попадають в організм людини через продукти харчування, питну воду та лікарські препарати. Забруднена на нітрати питна вода викликає 70-80% всіх наявних захворювань, які на 30% скорочують тривалість життя людини. За даними ВОЗ на нітратні отруєння в середньому на рік хворіє більше 2 млрд. людей, з яких 3,5 млн. вмирає (90% з них становлять діти молодше 5 років) [7].

Отже, за рахунок антропогенного впливу природний колообіг Нітрогену суттєво змінено, що призвело до виникнення глобальної геохімічної аномалії – нітрифікації біосфери. Екологічна проблема нагромадження нітратів у навколишньому середовищі та їх шкідливого впливу є однією з найбільш гострих і актуальних для людства і вимагає свого вирішення. Дотримання біогеохімічного балансу Нітрогену можливе, на нашу думку, за рахунок виконання науково обґрунтованих умов застосування добрив та зменшення викидів оксидів Нітрогену, що утворюються при спалюванні пального.

### *Література*

1. Біогеохімія : навч. посібник / Дорохов В. І., Шелест З. М., Скиба Г. В., Барабаш О. М. Житомир : Вид-во ЖДТУ, 2004. 272 с.
2. Дорохов В. І. Екологічні проблеми застосування мінеральних добрив. *Збірник «Наукові читання – 2019»*. Житомир : Вид-во ЖНАЕУ, 2019. С.19–24.
3. Дорохов В. І. Хімія мінеральних добрив і пестицидів : конспект лекцій. Житомир : Вид-во ЖНАЕУ, 2013. 113 с.
4. Екологічна хімія : навч. посібник / [кол.авт.: Б. М. Федишин та ін.]. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 516 с.
5. Мислюк О.О. Основи хімічної екології : навч. посібник. Київ : Кондор, 2012. 660 с.
6. Фурдичко О. І., Славов В. П., Войцицький А. П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище : навч. посібник. Київ : Основа, 2008. 360 с.
7. Пурмаль А. П. Антропогенная токсикация планеты. Часть 1 и 2. *Сороковский общеобразовательный журнал*. 1998. №9. С. 39–51.

УДК 632.5

## **БУР'ЯНИ НА РОЗСАДНИКАХ ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ**

*Н. М. Дойко, Ю. В. Дорошенко, М. В. Катревич, М. В. Морозова*

Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України, Біла Церква – 13, 09113, Україна

Парк «Олександрія» (зараз Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України) був заснований у 1788 р. на площі майже 200 га [1]. У південно-західній частині знаходилася господарська частина з оранжереєю, парниками, теплицями заглибленого типу та відкритими грядками.

Як і в будь-якій садибі, тут вирощували декоративні, плодові та овочеві культури як для своїх потреб, так і з метою реалізації. Сучасні розсадники (декоративних, плодкових і ягідних деревних культур та багаторічних трав'яних рослин) розташовані на місці старої господарської частини. За більш як 200-річний період використання земель під сільськогосподарські потреби тут накопичилася велика кількість різноманітних бур'янів, які ускладнюють догляд за рослинами. Це збільшує час на обробіток ділянок, потребує більшої кількості працівників, а при механізованому обробітку ґрунту збільшуються ще затрати на паливо. Бур'яни часто служать первинними резерватами шкідників і хвороб рослин, а також приваблюють різноманітних гризунів. При плануванні заходів боротьби з бур'янами великого значення набуває інформація щодо видового та кількісного складу їхніх сходів протягом періоду вегетації [2].

У 2021-2022 рр. співробітниками парку була проведена інвентаризація бур'янів з метою подальшої розробки методів по зменшенню витрат на догляд



за рослинами. В роботі наведено відомості про бур'яни, які найбільш поширені на розсадниках дендропарку «Олександрія» НАН України.

Дослідження показали, що на розсадниках дендропарку «Олександрія» найбільш розповсюджені 24 види з 9 родин: Asteraceae (9 видів), Poaceae (7), Cannabaceae (2), Amaranthaceae, Brassicaceae, Convolvulaceae, Papaveraceae, Portulacaceae, Plantaginaceae (по 1 виду).

*Amaranthus retroflexus* L. Однорічник. КС стрижнева. Цвіте (Цв.) у V-IX. Плодоносить (Пл.) у VI-X.

*Apera spica-venti* L. Однорічник. КС мичкувата. Цв. у VI-VII. Пл. у VI-IX.

*Bromus tectorum* L. Однорічник. Коренева система мичкувата. Цв. у V-VII. Пл. у VII-VIII.

*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. Однорічник. КС стрижнева, розгалужена. Цв. у VI-VII. Пл. у VII-VIII (IX).

*Centaurea cyanus* L. Однорічник. КС стрижнева. Цв. у V-IX. Пл. у VI-X.

*Convolvulus arvensis* L. Багаторічник. Кореневище довге, розгалужене. Цв. у V-IV. Пл. у VI-X.

*Cota tinctoria* (L.) J.Grey. Багаторічник. КС стрижнева. Цв. у VII-X. Пл. у VII-IX.

*Crepis foetida* subsp. *rheadifolia* (Bieb) Celak. Малорічник. КС стрижнева. Цв. у VI-X. Пл. у VII-X.

*Digitaria ischaemum* Schreb. Однорічник. КС мичкувата. Цв. у липні-серпні. Пл. у серпні-жовтні

*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. Однорічник. КС мичкувата. Цв. у VI-IX. Пл. у VII-X.

*Elymus repens* (L.) Gould. Багаторічник. КС кореневищного типу. Цв. у VI-VII. Пл. у VII-VIII.

*Erigeron canadensis* L. Однорічник. КС стрижнева. Цв. у VII-X. Пл. у VIII-X.

*Galinsoga parviflora* Cav. Однорічник. КС стрижнева. Цв. у VI-IX. Пл. у VII-IX.

*Humulus lupulus* L. Багаторічник. Кореневище довге, повзуче. Цв. у VII-VIII. Пл. у VIII-IX.

*Humulus scandens* (Lour.) Merr. Однорічник. КС стрижнева. Цв. у VII-VIII. Пл. у VIII-IX.

*Jacobaea vulgaris* Gaertn. Однорічник КС стрижнева. Цв. у VI-X. Пл. у VII-X.

*Matricaria discoidea* DC. Однорічник. КС стрижнева. Цв. у VI-VII. Пл. у VII-VIII.

*Panicum capillare* L. Однорічник. КС мичкувата. Цв. у VI-VII. Пл. у VII-IX.

*Papaver dubium* L. Однорічник. КС стрижнева. Цв. у V. Пл. у VI.

*Portulaca oleracea* L. Однорічник. КС стрижнева. Цв. у VI-VIII. Пл. у VII-IX.

*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv. Однорічник. КС мичкувата. Цв. в VI-VIII. Пл. у VII-IX.

*Setaria viridis* (L.) P. Beauv Однорічник. КС мичкувата. Цв. в VI-VIII. Пл. у VII-IX.

*Taraxacum officinale* F.H.Wigg. Багаторічник. КС стрижнева. Цв. з III по IX. Пл. у V-IX.

*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. Однорічник. КС стрижнева. Цв. у VI-VIII. Пл. з VII по IX.

*Veronica hederifolia* L. Дворічник. КС стрижнева. Цв. у IV-V. Пл. у VI-VII.

В останні десятиріччя значної шкоди на розсадниках спричиняють ергазіофіти: *Solidago canadensis* L. *Leymus arenarius* (L.) Hochst., *Sedum hispanicum* L., *Sedum pallidum* M.Bieb., *Gaillardia pulchella* Foug., *Dipsacus laciniatus* L., *Coreopsis grandiflora* Hoog ex Sweet.

#### Література

1. Галкін С. І. Дендрологічний парк «Олександрія» НАНУ (історія та сучасність). Біла Церква. 2012. 104 с.

2. Веселовський І. В., Лисенко А. К., Манько Ю. П. Атлас-визначник бур'янів. Київ : Урожай, 1988. 72 с.

УДК 635.9:581.5

### СТАБІЛЬНО КВІТУЧІ СОРТИ *SYRINGA VULGARIS* L. В КОЛЕКЦІЇ ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ

**Н. М. Дойко, Н. В. Драган, Л. М. Кривдюк, О. В. Силенко**

Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України, Біла Церква – 13, 09113, Україна

При складанні садових композицій, що включають кілька культур, період декоративності яких не збігається, важливо знати, коли саме зацвіте та чи інша рослина. По-перше, це дає можливість ландшафтному дизайнеру максимально збільшити час привабливості групи, підбираючи культури різних термінів цвітіння. По-друге, така інформація дозволяє створити ефектні колірні комбінації із двох-трьох одночасно квітучих видів [2]. У зв'язку з цим, найбільший інтерес представляють ті сорти, фенологічний розвиток яких мало залежить від метеорологічних умов року.

Колекційна ділянка «Сірінгарій» (0,46 га), спланована в пейзажно-регулярному стилі. У період цвітіння це один з найулюбленіших відвідувачами куточок парку.

За результатами багаторічних фенологічних спостережень за цвітінням сортів *S. vulgaris* ми умовно поділили їх на дві групи: «стабільно квітучі» – коли терміни початку цвітіння мало залежать від метеорологічних умов та «лабільно квітучі» – сорти у яких неможливо заздалегідь передбачити коли буде досягнутий очікуваний декоративний ефект.

Фази цвітіння у сортів *Syringa vulgaris* L. наступають при певному накопиченні суми ефективних температур, так для початку цвітіння ранніх сортів – 115-134 °С, для середньоквітучих – 165-204 °С, для пізньоквітучих – 208-273 °С.

Досліджувані сорти в колекції представлені 5 кольоровими групами [1] (табл.).

Таблиця

Стабільно квітучі сорти *Syringa vulgaris* L. в колекції дендропарку  
«Олександрія»

Кольорова група	Назва сорту	Термін цвітіння	Тривалість цвітіння
<i>White</i>	‘Mad. Casimir Perier’ Lemn.	Ск	Д
	‘Princesse Clementine’ Math.	Ск	Д
	‘M-me Lemoine’ Lemn.	Пк	Д
	‘Krasavitsa Moskvyy’ Kolesn.	Ск	Д
<i>Pink</i>	‘Frau Katherine Havemeyer’ Lemn.	Ск	Д
<i>Violet</i>	‘Belle de Nancy’ Lemn.	Ск	Ш
	‘Ogni Donbassa’ Rubst., Jogl., Lyapn.	Ск	С
	‘Michel Büchner’ Lemn.	Ск	С
	‘Lemoinei’ Lemn.	Ск	Ш
	‘Herman Eilers’ Messsem.	Пк	С
<i>Purle</i>	‘Taras Bulba’ Rubst., Jogl., Lyapn.	Пк	Д
	‘Night’ Havem.	Пк	Ш
	‘Reaumur’ Lemn.	Ск	Ш
	‘M-me Antoine Büchner’ Lemn.	Ск	Д
<i>Magenta</i>	‘Mrs. Edwig Harding’ Lemn.	Ск	Д
	‘Perle von Teltow’ Grunw	Ск	С
	‘Congo’ Lemn.	Ск	Ш
	‘Sinai dunken lila’	Пк	С
	‘Hugo de Vries’ Keesen	Пк	Д
	‘Charles Joly’ Lemn.	Ск	Д
	‘Andenken an Ludwig Spaeth’ Spaeth	Пк	Д

Примітки: Рк – ранньоквітучі, Ск – середньоквітучі, Пк – пізньоквітучі; Ш – швидковідцвітаючі, С – середньовідцвітаючі, Д – довгоквітучі

Частка сортів *Syringa vulgaris* L., цвітіння яких мало залежить від метеорологічних умов, складає 40 % від загальної кількості сортів в колекції дендропарку «Олександрія» НАН України. «Стабільно квітучих» за терміном початку цвітіння представлені 2 групами: середньоквітучі (14 сортів) та пізньоквітучі (7 сортів). За тривалістю цвітіння: швидковідцвітаючі (5 сортів), середньовідцвітаючі (5 сортів), довгоквітучі (11 сортів).

При правильному підборі сортів, що відрізняються за термінами цвітіння, можна досягти високої декоративності композиції впродовж 40 днів.

#### *Література*

1. Международный реестр и контрольный список названий сортов рода *Syringa* L. URL: <https://www.internationallilacsociety.org/lilacs/> (дата звернення 18.09.2022 р.).

2. Репецкая А. И., Савушкина И. Г. Фенологическое развитие сортов сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) в условиях интродукции в предгорном Крыму. *Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана*, 2009. Вып. 19. С. 97–106.

**CENTAUREA JACEA L. НА ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ  
(ЧЕРВОНОГРАДСЬКИЙ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИЙ РАЙОН)*****В. М. Кобів***

Інститут екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, Львів, 79026, Україна

Проблема відновлення ландшафтів, порушених видобутком кам'яного вугілля, є дуже актуальною. На заході України головним вуглевидобувним районом є Червоноградський. Руйнування ґрунтів, знищення рослинності та утворення відвалів не лише спотворює ландшафти, але й дуже негативно впливає на довкілля. Відомо, що провідним шляхом в оптимізації таких ділянок є фітомеліорація, тому дослідження рослинного покриву тут є вкрай важливими.

На території вугільної шахти «Надія» у межах Червоноградського гірничопромислового району досліджено три ділянки, які відрізняються за часом рекультивації.

Об'єктом наших досліджень був трав'яний домінуючий вид-колонізатор *Centaurea jacea* L. (Asteraceae). Це лучний стрижнекореневий багаторічник, гемікриптофіт, мезотроф, мезофіт [2], геліофіт, анемохор.

Встановлено, що на цих трьох ділянках *C. jacea* має різні індивідуально-групові параметри.

Щільність є одним з важливих показників популяції, що характеризує її взаємодію з біотичними та абіотичними складовими середовища існування та визначає її роль у трансформації речовин та енергії [3].

Наймолодша за часом рекультивації ділянка характеризується найменшою щільністю загальною і генеративних пагонів *C. jacea*. Також тут найнижчі досліджені біометричні параметри генеративних особин.

Середній (за часом рекультивації) ділянці характерна найвища загальна щільність *C. jacea*. Тут формуються зарості цього виду. Кількість пагонів на генеративну особину також є максимальною. Біометричні параметри генеративних особин є значно вищими, ніж на наймолодшій ділянці, зокрема: кількість суцвіть – у 1,6, кількість пагонів на особину – у 3,5, довжина кореня – у 2,1 рази.

Найстарша ділянка характеризується середньою загальною щільністю *C. jacea*. Кількість пагонів на генеративну особину і їх біометричні параметри є максимальними. Зокрема, порівняно з середньою ділянкою є вищими висота генеративного пагона – у 1,7, кількість суцвіть – у 2,2, довжина кореня – у 1,9 рази. Тут виразно переважають зарості *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, тому *C. jacea* важче утримувати територію і вона витісняється.

Встановлено, що *C. jacea* здатна заселяти навіть дуже круті схили і утримувати територію там тривалий час, що запобігає ерозії ґрунту.

Трав'яні види, які поселяються на відвалах вугільних шахт, формуючи цілі зарості, можуть сприяти зміні едафічних властивостей [1]. Одним із видів,

який на первинних етапах сукцесій рослинності відвалів може відігравати важливу роль у покращенні середовища існування є *C. jacea*. Відомо, що спостерігається збільшення польової вологості та зменшення температури, після заростання шахтних відвалів рослинами.

Також важливу роль відіграють багаторічні рослини у процесах ґрунтоутворення на відвалах, у тому числі й *C. jacea*. Після його проростання, росту, розмноження та формування заростей відбуваються процеси гумусонагромадження на техногенному субстраті. Основна частина фітомаси сконцентрована в генеративній групі особин, яка забезпечує міграцію органічної речовини та формування гумусового горизонту.

Отже, ділянки шахтних відвалів, які відрізняються за часом рекультивації, відрізняються і за індивідуально-груповими параметрами домінантного виду-колонізатора *C. jacea*.

Можна зробити висновок, що *C. jacea* є перспективним відом-фітомеліорантом на початкових етапах сукцесій рослинності на територіях, порушених діяльністю вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району, оскільки він конкурентоздатний, пристосований до даних умов, може заселяти навіть дуже круті схили і утримувати територію тривалий час, виконує середовищетвірну роль, формуючи гумусовий горизонт і поліпшуючи едафічні та мікрокліматичні умови.

#### *Література*

1. Бешлей С. В. Екологічні властивості *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth та його середовищетворна роль на відвалах вугільних шахт (Червоноградський гірничопромисловий район) : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16. Львів. 2016. 20 с.

2. Кучерявий В. П., Башуцька У. Б. Екологічна структура флори породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. Львів. 2004. Вип. 29. С. 13–17.

3. Малиновський К. А., Царик Й. В. Основні напрямки у вивченні популяцій рослин. *Укр. ботан. журн.* 1983. Т. 40, № 6. С. 14–28.

УДК 528.8:574.2

## **МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ПАРКОВИХ ЕКОСИСТЕМ М. КИЄВА**

***В. Б. Небесний, Г. А. Гродзинська***

Інститут еволюційної екології НАН України, вул. Академіка Лебедева, 43, Київ, 03143, Україна

Погіршення якості навколишнього середовища внаслідок численних техногенних впливів (зростання промислових відходів і транспортне навантаження, військові дії, радіаційні та токсичні викиди), спричиняє порушення екосистем та вимагає постійного моніторингу.

Для оцінки та моніторингу стану паркових екосистем у багатьох країнах світу широко використовують геоінформаційні технології та методи дистанційного зондування Землі. Базовим, серед яких, є спектрофотометричний метод дослідження відбивних характеристик рослинного покриву, з успіхом застосований авторами у попередніх дослідженнях [1, 2, 3, 8].

Внаслідок забруднення атмосферного повітря і ґрунту відбуваються зміни пігментного складу рослин, що, в свою чергу, проявляється в змінах спектральних відбивних характеристик листків. Низкою досліджень доведено існування залежності між зміною оптичних параметрів та фізіологічним станом рослин. Зокрема, встановлено, що спектральні коефіцієнти відбиття зелених листків корелюють із рівнем їхньої фотосинтетичної активності. Оскільки процес фотосинтезу дуже чутливо реагує на вплив факторів зовнішнього середовища, то за зміною його інтенсивності можна визначати реакцію рослин на стресори, зокрема й на забруднення повітря та ґрунтів [4-7]. Комплексний аналіз змін цих параметрів може слугувати основою для розроблення дистанційних методів діагностики стану та моніторингу паркових екосистем.

Мета досліджень полягала в оцінюванні особливостей і зміни спектральних відбивних характеристик листків дуба звичайного (*Quercus robur* L.) різних феноформ в умовах техногенного забруднення, рекреаційного навантаження та ураження фітопатогенами.

Об'єктом нашого дослідження було обрано один із найстаріших лісових масивів Європи, розташований у межах сучасного Києва – грабову діброву, що є основою парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Тут на площі 107 га зростає більше 4600 дерев *Q. robur*.

З метою оцінки ступеню ураження фітопатогенами листків *Q. robur* упродовж 2019-2021 рр. виконані спектрофотометричні дослідження їх відбивних характеристик на дослідних ділянках ППСМ «Феофанія». Були обрані десять модельних дерев різних феноформ, вздовж профілю від центрального входу до парку в напрямку до каскаду озер нижньої частини парку. Слід зазначити, що *Q. robur* ранньої феноформи (чотири локалітети) розташовані у верхній, ближчій до входу, частині парку, а пізньої (шість локалітетів) – у нижній частині.

Вимірювання спектральних відбивних характеристик (спектральних коефіцієнтів відбиття ( $R$ )), листків *Q. robur* виконано польовим портативним спектрорадіометром ASD FieldSpec® 3FR (США), з робочим спектральним діапазоном від 350 до 2500 нм .

У даному дослідженні нами використано інформативні спектральні індекси, за значеннями яких рекомендовано проводити дистанційну оцінку забруднення довкілля: нормалізований вегетаційний індекс:  $NDVI = (R_{800} - R_{670}) / (R_{800} + R_{670})$ , що найбільш точно характеризує фізіологічний стан рослини і одночасно мінімізує вплив умов освітлення, ґрунтового фону, орієнтації листків, метеорологічних факторів; індекс простого відношення ( $SR$ ), який розраховується як відношення світла, що розсіюється в діапазоні  $NIR$ , до того, що поглинається в червоному діапазоні:  $SR = R_{800} / R_{670}$  і характеризує стан та щільність рослинного покриву, нівелює різні ефекти альbedo; модифікований

індекс простого відношення *Red Edge (mSR705)*:  $mSR705 = (R_{750} - R_{445}) / (R_{705} - R_{445})$ , відрізняється від стандартного *SR* тим, що використовує смуги по червоному краю і містить виправлення на дзеркальне відбиття листків, застосовується для моніторингу лісів та виявлення стресового стану рослинності. Зазначені індекси пов'язані з характерними довжинами хвиль спектрів поглинання основних рослинних пігментів. Вони максимально чутливі до будь-яких змін вмісту пігментів в листках і складають основу дистанційної діагностики екологічного стану рослинності.

Аналіз зміни спектральних відбивних характеристик листків *Q. robur* з десятих модельних дерев різних феноформ парку «Феофанія», проведених упродовж першої декади червня, другої декади липня та першої декади жовтня показав чітку тенденцію зміни цих характеристик на протязі вегетаційного періоду як за формою спектру відбиття, так і за значеннями обраних нами вегетаційних індексів (*NDVI*, *SR*, *mSR705*). Найвищий рівень кореляційних зв'язків встановлено між вегетаційними індексами та загальною площею ураження листка (від -0,74 до -0,84) і площею ураження мінуючою міллю (від -0,68 до -0,91) у першій декаді червня; для липня ці показники дещо нижчі: від -0,51 до -0,76 і від -0,41 до -0,66, відповідно. У жовтні, в період максимального ураження, значення цих зв'язків зростають і становлять для загальної площі ураження - -0,61 - -0,93; для ураження борошнистою росою - -0,41 - -0,84; для некрозів - -0,78 - -0,85. Слід відзначити, що характер ураження суттєво змінюється впродовж вегетаційного періоду і, вочевидь, залежить від особливостей погодних умов.

Аналіз спектральних змін за значеннями вегетаційних індексів засвідчив, що досліджувані вегетаційні періоди за ураженням шкідниками поділяються на три ступеня. Так низький ступінь ураження характеризується зміною значень *NDVI* - від 0,85 до 0,76; *SR* - від 13,85 до 7,85; *mSR705* - від 6,68 до 3,22; середній - *NDVI* - від 0,81 до 0,62; *SR* - від 11,52 до 5,01; *mSR705* - від 4,01 до 2,67; значний - *NDVI* - від 0,77 до 0,49; *SR* - від 9,78 до 3,23; *mSR705* - від 2,8 до 1,67.

Проведене дослідження виявило чітку тенденцію зміни спектрофотометричних показників листків *Q. robur* в залежності від ураження фітопатогенами, техногенного забруднення та рекреаційного навантаження, і являє собою важливу складову оцінки стану паркових екосистем. Визначено, що методи дистанційного зондування для цієї оцінки є дуже перспективними через високу швидкість отримання результату, широту охоплення територій і низьку собівартість.

#### Література

1. Небесный В. Б., Дубына Д. В., Прокопенко В. Ф., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Распределение тяжелых металлов, аккумулярованных тростником *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. на территории устьевых областей рек Северного Причерноморья. *Гидробиологический журнал*. 1992. Т.28, №1. С. 98–108.

2. Небесный В. Б., Гродзинська Г. А. Оцінка техногенного забруднення м. Києва за спектральними відбивними характеристиками листків *Tilia cordata*

(Tiliaceae). *Український ботанічний журнал*. 2015. Т. 72, № 2. С. 116–121. URL: <https://doi.org/10.15407/ukrbotj72.02.116>.

3. Небесний В. Б., Гродзинська Г. А., Гончар Г. Ю. *Taraxacum officinale* F.H. Wigg – біоіндикатор забруднення урбоєкосистем. *Ботаніка і мікологія: сучасні горизонти* : збірка праць, присвячених 95-річчю з дня народження академіка АН України А. М. Гродзинського (1926-1988) : монографія / ред. О. П. Дмитрієв. Київ : Наш формат, 2021. С. 302–328. URL: <https://doi.org/10.15407/grodzinsky2021>.

4. Khavaninzadeh A.R., Veroustraete F., Buytaert J.A.N., Samson R. Leaf injury symptoms of *Tilia* sp. as an indicator of urban habitat quality. *Ecological indicators*. 2014. No. 41. P. 58–64.

5. Nebesnyi V. B., Grodzinskaya A.A. Assessment of technogenic pollution of Kyiv (Ukraine) with spectral reflectal characteristics of *Tilia cordata* Mill. (Tiliaceae) leaves. *Environmental and Socio-economic Studies*. 2014. Vol. 2, N 4. P. 38–42. URL: <https://doi.org/10.1515/environ-2015-0048>.

6. Nebesnyi V.B., Grodzinskaya A.A., Gonchar A.Yu., Konyakin S.M., Schur K.Yu. The use of *Tilia cordata* Mill. as bioindicator for the evaluation of the ecological state of Kyiv urbanized areas (Ukraine). *Journal of Medicinal Plants Studies*. 2016. V. 4, No. 3. P. 277–282.

7. Nebesnyi V., Grodzinskaya A., Dugin S. Using Remote Sensing Methods in Bioindication of Urban Ecosystems. Abstract eBook : The 4rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity 2018 (03-06 July 2018, Kiev). Kiev. 2018. P. 421.

8. Nebesnyi, V.B., Grodzynska, G.A., Samchuk, A.i., Dugin, S.S., and Honchar, H.Yu. Spectrophotometric express Method in Bioindication of park ecosystems. *Sci. innov.* 2020. V. 16, No. 4. P. 74–82. URL: <http://dx.doi.org/10.15407/scine16.04.074>.

УДК 581.95:(502.753:477):502.4(477.42)

## **КОНСПЕКТ СУДИННИХ РОСЛИН ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ», ЗАНЕСЕНИХ ДО «ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ»**

**О. О. Орлов**

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», проспект Академіка Палладіна, 34а, Київ, 03142, Україна

У результаті флористичних досліджень 1990 р. та 2016-2022 рр. нами встановлено, що флора судинних рослин природного заповідника «Древлянський» включає близько 920 видів, в т.ч. станом на 01.09.2022 р. – 25 видів, занесених до «Червоної книги України» [1]. Конспект згаданих видів в алфавітному порядку (укр.) наведено нижче.

**1. Булатка довголиста (*Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch.)** – Народицьке відділення, Народицьке лісництво, квартал 44, у молодому дубовому лісі ризотравно-конвалієвому (ТЛУ – С<sub>2</sub>), поодинокі (О. Орлов, 20.05.1990, vidi).



- 2. Булатка червона (*Cephalanthera rubra* (L.) Rich.)** – Розсохівське відділення, Народицьке лісництво, квартал 56, у світлій ацидофільній діброві, асоціація *Potentillo albae-Quercetum* Libbert 1933 (ТЛУ – С<sub>2</sub>), група з 12 генеративних особин, справа від лісової дороги на с. Ганнівка (О. Орлов, 24.06.2022, *КВ*).
- 3. Гніздівка звичайна (*Neottia nidus-avis* (L.) Rich.)** – численні локалітети у лісах заповідника: Розсохівське відділення, Народицьке лісництво, квартал 57, виділ 10, у 109-річному сосняку різнотравно-конвалієвому (ТЛУ – С<sub>2</sub>), на стаціонарі, поодинокі (О. Орлов, 31.07.2017, *КВ*); Народицьке відділення, Народицьке лісництво, квартал 102, виділ 4, у 90-річному грабовому лісі, групами (О. Орлов, 23.09.2019, *vidi*) та ін.
- 4. Зміголовник Рюйша (*Dracocephalum ruyschiana* L.)** – Розсохівське відділення, Народицьке лісництво, квартал 57, у березняку, великими групами (О. Орлов, 26.05.2018, *КВ*), кв. 57, вид. 10, у 109-річному сосняку різнотравно-конвалієвому (ТЛУ – С<sub>2</sub>) на стаціонарі, поодинокі (О. Орлов, 28.09.2017, *КВ*).
- 5. Комонничок зігнутий (*Succisella inflexa* (Kluk) G.Beck)** – Розсохівське відділення, окол. с. Ганнівка, на вологій луці поблизу стаціонару «Перелог», поодинокі (О. Орлов, 08.07.2016, *КВ*).
- 6. Коручка морозниковидна (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz.)** – Розсохівське відділення, Народицьке лісництво, квартал 57, виділ 10, у 109-річному сосняку різнотравно-конвалієвому (ТЛУ – С<sub>2</sub>), на стаціонарі, поодинокі (О. Орлов, 31.07.2017, *КВ*); Народицьке відділення, Народицьке л-во, квартал 102, виділ 4, у 90-річному грабовому лісі, групами (О. Орлов, 23.09.2019, *КВ*).
- 7. Косарик черепитчасті (*Gladiolus imbricatus* L.)** Народицьке відділення, 1,2 км пд. смт. Народичі, заплавна лука по р. Уж (О. Орлов, 07.06.2019, *vidi*).
- 8. Лілія лісова (*Lilium martagon* L.)** – квартали 44-46 Народицького лісництва, у дубових лісах різнотравно-конвалієвих, досить звичайно; Розсохівське науково-дослідне відділення, квартал 57, у березняку (О. Орлов 26.05.2018, *КВ*), кв. 72, у сосняку орляково-зеленомоховому (ТЛУ – В<sub>2</sub>) (О. Орлов 25.05.2018, *КВ*); квартал 57, виділ 10, у 109-річному сосняку різнотравно-конвалієвому (ТЛУ – С<sub>2</sub>), на стаціонарі, поодинокі (О. Орлов, 31.07.2017, *КВ*); Народицьке відділення, Народицьке лісництво, квартал 102, виділ 4, у 90-річному грабовому лісі, поодинокі (О. Орлов, 23.09.2019, *vidi*).
- 9. Любка дволиста (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.)** – квартали 44-46 Народицького лісництва, у дубових лісах різнотравно-конвалієвих (ТЛУ – С<sub>2</sub>), досить звичайно (О. Орлов, 20.06.1990, *vidi*); Розсохівське науково-дослідне відділення, 1,6 км пн. с. Ганнівка, на луках поблизу оз. Глухове, великими групами (О. Орлов, 26.05.2018, *КВ*; О. Орлов, 24.06.2022, *vidi*).
- 10. Пальчатокорінник балтійський (*Dactylorhiza majalis* subsp. *baltica* (Klinge) H.Sund.)** (Syn.: *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Nevski; *D. majalis* subsp. *longifolia* (L.Neum.) Aver.) – Розсохівське відділення, 0,5 км на захід від опорного пункту ПЗ «Древлянський» у с. Ганнівка, на луці, поодинокі (О.Орлов, 09.06.2021, *КВ*).
- 11. Пальчатокорінник м'ясо-червоний (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó)** – на заплавних луках по р. Уж в околицях смт. Народичі, групами (О. Орлов 28.05.1990, *vidi*); Розсохівське науково-дослідне відділення, 1,6 км пн.

с. Ганнівка, на луці поблизу оз. Глухове (О. Орлов 26.05.2018, *KW*); окол. с. Ганнівка, лука поблизу опорного пункту ПЗ «Древлянський» (О. Орлов 26.05.2018, *vidi*); на стаціонарі «Перелоги» (О. Орлов 24.06.2022, *vidi*); луки в 1 км пд.-зах. с. Ганнівка, великі популяції (О. Орлов 24.06.2022, *vidi*).

**12. Пальчатокорінник плямистий (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soó)** – Народицьке відділення, 1,3 км пд. смт. Народичі, на заплавної луці справа від дороги Народичі – Базар, поодинокі (О. Орлов, 16.06. 1990, *KW*); Розсохівське відділення, 1,5 км пн. с. Ганнівка, лука на стаціонарі «Перелоги», 3-и генеративні особини; координати: 51°09'20"N, 29°02'46"E (О. Орлов, 24.06.2022, *vidi*).

**13. Пальчатокорінник травневий (*Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P.F.Hunt & Summerhayes)** – Розсохівське науково-дослідне відділення, 1,6 км пн. с. Ганнівка, на луці поблизу оз. Глухове (О. Орлов 26.05.2018, *KW*); окол. с. Ганнівка, лука поблизу опорного пункту ПЗ «Древлянський» у с. Ганнівка (О. Орлов 09.06.2021, *vidi*); стаціонар «Перелоги» (О. Орлов 09.06.2021, *vidi*). окол. с. Ганнівка, лука поблизу опорного пункту ПЗ «Древлянський» у с. Ганнівка (О. Орлов 26.05.2018, *vidi*); на стаціонарі «Перелоги» (О. Орлов 24.06.2022, *vidi*); луки в 1 км пд.-зах. с. Ганнівка, великі популяції (О. Орлов 24.06.2022, *vidi*).

**14. Пальчатокорінник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó)** – Народицьке відділення, 1,3 км пд. смт. Народичі, на луці у заплаві р. Уж, справа від дороги Народичі – Базар, групами (О. Орлов 16.06.1990, *KW*).

**15. Півники сибірські (*Iris sibirica* L.)** – заплавні луки по р. Уж в околицях смт. Народичі, поодинокі; Розсохівське відділення, 1,5 км пн. с. Ганнівка, болотиста лука за стаціонаром «Перелоги» (О. Орлов, 25.05.2018, *KW*).

**16. Підсніжник білосніжний (*Galanthus nivalis* L.)** – с. Ноздрище, у дворах, здичавіло, велика група, за межами культивування (О. Орлов, 01.04.2017, *KW*). У даному локалітеті – втікач з культури.

**17. Плаун колючий (*Lycopodium annotinum* L.)** – зрідка по соснових лісах довгомошних (Народицьке та Кліщівське лісництва); Розсохівське відділення, Народицьке лісництво, квартал 72, виділ 8, у 110-річному сосняку зеленомоховому (ТЛУ – В<sub>2</sub>) на стаціонарі (О. Орлов, 28.09.2017, *KW*).

**18. Плаун триколосковий (*Lycopodium tristachyum*) Pursh** (Syn: *Diphasiastrum tristachyum* (Pursh) Holub) – Народицьке відділення, Народицьке лісництво, квартал 42, у старому сосняку, великий клон (О. Орлов 20.05.1990, *KW*).

**19. Плодоріжка блощична (*Anacamptis coriophora* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon et M.W.Chase s.l.)** – Розсохівське відділення, 2 км пн.-сх. с. Ганнівка, на ксеро-мезофітних луках з домінуванням *Poa angustifolia*, на схід від піщаних пустищ, 3-и мікропопуляції (2 особини, 8 особин та 18 особин) (О. Орлов, 24.06.2022, *KW*).

**20. Пухирник малий (*Utricularia minor* L.)** – Народицьке відділення, Народицьке лісництво, квартал 12, виділ 8 – 2,3 км на південь від смт Народичі, під водою у неглибокій водоймі у старому піщаному кар'єрі у сосняку, багато.

Асоціація: *Utricularia minor*+*Juncus bulbosus*+*Sphagnum cuspidatum* (О. Орлов, 19.08.2022, *KW*).

**21. Пухирник південний (*Utricularia australis* R.Br.)** – Розсохівське відділення, окол. с. Розсохівське, у водосховищі на р. Уж, в 1 км вище греблі, нечасто (О. Орлов, 07.07.2016, *KW*), Народицьке відділення, 0,7 км пд. смт Народичі, у старику р. Уж, зліва від дороги Народичі – Базар, багато (О. Орлов, 07.07.2016, *KW*).

**22. Росичка середня (*Drosera intermedia* Hayne)** – Народицьке відділення, Народицьке лісництво, квартал 94, виділ 11, болото по берегу оз. Мертве, багато (О. Орлов, 09.11.2016, *KW*; 19.08.2022, *vidi*).

**23. Ситник бульбистий (*Juncus bulbosus* L.)** – Народицьке відділення, болото по берегу оз. Мертве, багато (О. Орлов, 09.11.2016, *KW*; 19.08.2022, *vidi*); Сухарівське відділення, окол. с. Хрипля (В. Коломійчук, І. Моїсеєнко 17.07.2016, *KW*); 2,3 км на південь від смт. Народичі, під водою у неглибокій водоймі у старому піщаному кар'єрі у сосняку, багато. Народицьке відділення, Народицьке лісництво, квартал 12, виділ 8. Асоціація: *Utricularia minor*+*Juncus bulbosus*+*Sphagnum cuspidatum* (О. Орлов, 19.08.2022, *vidi*).

**24. Ситняг сосочковий (*Eleocharis mammillata* (H.Lindb.) H.Lindb.)** – Розсохівське відділення, окол. с. Розсохівське, на правому березі р. Уж, по берегу старика (leg. О. Орлов, 09.09.2016, *LWKS*; det. І. Данилик); Народицьке відділення, Народицьке лісництво, квартал 94, виділ 11, стаціонар «Мертве озеро», на мулі пересохлого озера, великими групами (leg. О. Орлов, 29.09.2017, det. І. Данилик, *LWKS*; О. Орлов, 19.08.2022, *vidi*).

**25. Сон розкритий (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.)** – Розсохівське відділення, Народицьке лісництво, квартал 72, у сосняку орляково-зеленомоховому (ТЛУ – В<sub>2</sub>) (О. Орлов, 25.05.2018, *KW*); квартал 57, виділ 10, у 109-річному сосняку різнотравно-конвалієвому (ТЛУ – С<sub>2</sub>) на стаціонарі, поодинокі (О. Орлов, 30.07.2017, *KW*; О. Орлов, 19.08.2022, *vidi*).

#### *Література*

1. Червона книга України: рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 911 с.

УДК633.854.78:631.53.027.2

## **ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН**

**В. О. Тернавський, Т. П. Кілочок**

Український державний хіміко-технологічний університет, вул. Гагаріна, 8, Дніпро, 49005, Україна

Загострення екологічного стану, яке пов'язано з забрудненням навколишнього середовища, все більш диктує необхідність застосування у рослинництві екологічно-безпечних біологічних препаратів – регуляторів росту. Для збільшення врожаю безконтрольно використовується безліч

хімічних препаратів, які небезпечні для екології. Відомо, що хімічні речовини накопичуються в ґрунтах, забруднюють харчові продукти, шкідливі для тварин та людини, порушують стабільність екосистем. Альтернативними є мікробні біопрепарати, головною перевагою яких є висока вибірковість дії, їх здібність до інтенсифікації росту і розвитку рослин, підвищення врожайності та стійкості до стресів, а також вони сприяють одержанню екологічно безпечної продукції [1, 2].

Використанням мікробних препаратів в рослинництві перспективно у зв'язку з спрощенням їх отримання, дешевизною, високою здібністю їх до детоксикації у рослинному організмі, легко зв'язуватися у клітині і катаболізуватися. На сьогодні з'явилося багато мікробних біопрепаратів комплексної загально стимулюючої дії, вони застосовуються на зернових, зернобобових овочевих культурах для стимуляції процесів проростання та росту, для збільшення врожайності, підвищення якості продукції та стійкості до несприятливих умов, шкідників та хвороб.

Відомо, що мікроорганізми різних систематичних груп є потенційними стимуляторами для рослин, поліпшують їх стан за рахунок продукування різних метаболітів: антибіотиків, стимуляторів росту, ферментів.

Перспективним і екологічно безпечним препаратом, який володіє антимікробним спектром дії за рахунок наявності п'яти літичних ферментів різної субстратної специфічності та стимулюючого фактору глікопептидної природи є комплексний препарат на основі штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus* [3, 4].

Раніше показано застосування мікробних біопрепаратів стрептоміцетного походження при вирощуванні рапсу озимого та ярого, ячменю сортів «Донецький 14» та «Галактик». Виявлено, що у досліджуваних рослин підвищувалися як біометричні так і деякі біохімічні показники, в тому числі урожайність та стійкість до несприятливих умов, а також хвороб та шкідників [5, 6].

Нами досліджено вплив мікробного препарату стрептоміцетного походження Г3х в концентраціях 1, 2, 3% на біометричні та біохімічні показники соняшнику сорту Прометей, насіння кого надані Інститутом олійних культур НААН України м. Запоріжжя. Контролем слугувало насіння, яке замочувалося в воді. При цьому досліджували: енергію проростання насіння, довжину кореня, кількість та масу бокових коренів, а також рівень пероксидазної активності у 7 добових коренях. Встановлено, що при обробці біопрепаратом в концентрації 2% довжина кореня збільшується на 25,7%, Кількість бокових коренів збільшується на 26,7%. Ці показники вказують на те, що отримані результати будуть в подальшому сприяти підвищенню стійкості рослин соняшнику. Встановлено також, що активність пероксидази кореня збільшується на 20% ( передпосівна обробка насіння соняшнику препаратом Г3х в концентрації 2%), що є показником хорошої адаптації рослин до стресових ситуацій).

Отже, аналізуючи отримані результати про вплив передпосівної обробки насіння соняшнику лізорецицифіном – комплексним препаратом в

лабораторних умовах можливо передбачувати позитивний вплив передпосівної обробки насіння сорту Прометей в польових умовах. Є підстави вважати, що передпосівна обробка насіння сорту Прометей покращить не тільки його біометричні, а і деякі біохімічні показники, в тому числі вміст жиру в насінні та врожайність.

#### *Література*

1. Патица В. П. Пошук мікроорганізмів для розробки нових екологобезпечних препаратів на основі фосфорімобілізованих бактерій. *Вісник Одес. Нац. ун-ту; Сер. Біологія*. 2001. Е-6. №4. С.228–231.

2. Мікробні препарати в землеробстві. Теорія і практика : монографія / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська, Л. М. Токмакова та ін. ; ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2006. 312с.

3. Кілочок Т. П. та ін. Лізорецифін – комплексний ферментний препарат стрептоміцетного походження та сферийого використання. *Матеріали конференції НАТО «Конверсія та екологія»*. 1997. С. 175.

4. Кілочок Т. П., Трофименко К. А. Місце та роль озимого ріпаку в агроценозах за екологічно чистою технологією вирощування. *Грунтознавство*. 2009. Т.10, № 3.4. С.130–132.

5. Кілочок Т. П., Амброзьяк Ю. В., Іжболдін О. О. Вплив лізорецифіну на врожайність ріпаку ярого в умовах північного Степу України. *Вісник ДДАУ*. 2011. №1. С.16–18.

6. Чорна В. С., Кілочок Т. П. Характеристика деяких стимуляторів росту мікробного походження. *Біологічні дослідження – 2020* : зб. наук. пр. Житомир : Вид. О. О. Євнюк, 2020. С. 261–265.

УДК 502/504:58:581

### **БОТАНІЧНИЙ ЗАКАЗНИК ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ «ВАКАНЦИ»: ОХОРОНА, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ УНІКАЛЬНИХ ВИДІВ ФЛОРИ**

*М. О. Штогрин, А. О. Штогун, І. Я. Довганюк*

Національний природний парк «Кременецькі гори», вул. Осовиця, 12, Кременець, 47003, Україна

Збереження видового біорізноманіття є одним із пріоритетних напрямків діяльності національного природного парку «Кременецькі гори». Основна увага приділяється видам, що перебувають під загрозою зникнення та мають ключове значення на національному та глобальному рівнях. З цією метою вживаються заходи, спрямовані на збереження видів рослин, занесених до Червоної книги України, міжнародних конвенцій та «Переліку рідкісних, і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослин на території Тернопільської області», які зростають на степових, напівстепових та петрофільних ділянках національного природного парку «Кременецькі гори» та прилеглих територіях.

Однією із ключових територій, що потребує посиленої охорони та збереження є ботанічний заказник державного значення «Ваканци» розташований в межах територій Кременецької та Шумської ОТГ. В орографічному відношенні заказник знаходиться в межах розгалуженої балки, що відкривається до долини річки Вілія.

Ботанічний заказник державного значення «Ваканци» охоплює дві ділянки: ділянки №1 – фрагмент схилу південної експозиції біля с. Вілія та ділянка №2 – фрагмент схилу південної експозиції біля с. Новосілки та Підлісне. Загальна площа заказника понад 94 га, з них 49,3 га погоджено на розширення (оптимізацію) території НПП «Кременецькі гори».

Дослідження заказника проводилися протягом вегетаційних періодів 2018-2022 рр., а також взято до уваги вивчення флори за минулі роки [1]. За цей час перевірено місцезнаходження рідкісних видів, що були відомі за літературними та гербарними даними, проведено пошук нових місцезростань. Використано загальноприйняті методи флористичних і фітоценотичних досліджень. Польові дослідження здійснювали щорічно з використанням маршрутно-експедиційних методів на території.

Ділянка №1 – фрагмент схилу південної експозиції біля с. Вілія орієнтовною площею 55 га. Представлена схилом південної експозиції та добре збереженою лучно-степовою та петрофільною рослинністю. Частина ділянки (2,5 га) є землями державної власності, які перебувають у постійному користуванні Кременецького РКЛГП «Кремліс». Найпоширенішими видами, які внесені до ЧКУ є: *Euphorbia volhynica* Besser, *Adonis vernalis* L., *Stipa pennata* L., *Festuca pallens* Host, *Salvia cremenecensis* Bess. Також чисельними є популяції видів, які внесені до переліку рідкісних, і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослин на території Тернопільської області: *Filipendula vulgaris* Moench, *Melittis sarmatica* Klok, *Trifolium montani*, *Anthyllis schiwereckii* (DC.) Blocki, *Iris hungarica* Waldst. et Kit., *Scorzonera purpurea* L., *Potentilla alba* L., *Pyrethrum corymbosum* L., *Carex humilis* Leys, *Allium podolicum* Blocki ex Racib., *Salvia nittans* L., *Teucrium montanum* L., *Centaurea stricta* Waldst. Et Kit., *Hyacinthella leucophaea* L. тощо.

Ділянка №2 – фрагмент схилу південної експозиції біля с. Новосілки та Підлісне орієнтовною площею 39 га. Представлена схилом південної експозиції та добре збереженою лучно-степовою та петрофільною рослинністю. Чисельними є популяції *Stipa pennata* L., *Adonis vernalis* L., *Salvia nutans* L., *Teucrium montanum* L., *Centaurea stricta* Waldst. et Kit. Поодинокі зустрічається *Dianthus pseudoserotinus* Btocki, *Helianthemum nummularium* L., *Potentilla alba* L., *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop тощо.

Із фауни найбільше зустрічаються: *Papilio machaon*, *Iphiclides podalirius*, *Calopteryx virgo*, *Accipiter nisus*, *Circus pygargus*, поодинокі нори *Vulpes vulpes* тощо.

Серед основних причин, що призводять до зміни флористичного та ценотичного складу степової екосистеми та зменшення чисельності лучно-степових і рідкісних видів рослин є самозаліснення сосною звичайною, що несе

загрозу зникнення рідкісних видів рослин, занесених до ЧКУ, міжнародних та регіональних переліків.

Так, у 2019 році було проведено ренатуралізацію (розчищення) лучно-степових фітоценозів від самозаліснення сосни звичайної та інших інвазійних чагарників на площі 24,5 га. Дані роботи включали в себе вирубування і викошування самосів чагарників, що не спричинили шкоди природним екосистемам. Підріст деревно-чагарникової рослинності вирізано та складено в купи.

Завдяки проведеним заходам досягнуто зменшення заростання інвазійними деревними видами території ботанічного заказника та збереження степових екосистем, в умовах значного заліснення сосною звичайною. Розчищення від чагарників та соснового молодняка значно збільшило освітленість ділянки, що сприятиме збереженню та відновленню рідкісних та лучно-степових видів.

З метою подальшого моніторингу за трансформацією степових ділянок ботанічного заказника «Ваканци» планується подальший моніторинг та проведення ренатуралізацій у наступні роки та закладання експериментальних пробних площ, що передбачатиме вивчення складу ґрунту, проведення геоботанічних досліджень протягом усього вегетаційного періоду; вивчення динаміки популяцій червонокнижних видів: горицвіту весняного, ковили пірчастої, костриці білдуватої та шавлії кременецької; проведення додаткових досліджень з метою виявлення нових місцезростань видів та їх картування; дослідження життєвих циклів та особливостей біології видів; вивчення тваринного світу; проведення екологічного моніторингу тощо.

#### *Література*

1. Глінська С. О. Рідкісні та зникаючі види флори Кременецьких гір : автореф. дис. канд. біол. наук : 03.00.05. Нац. акад. наук України, Нац. ботан. сад ім. М. М. Гришка. Київ, 2011. 20 с.

UDC 58+502/504

## **LEGISLATIVE PRINCIPLES OF THE EUROPEAN UNION IN THE WORK OF THE BOTANICAL GARDENS OF UKRAINE AND ESTONIA<sup>1</sup>**

***Oleksandr Tsybulskyi<sup>2</sup>, Vitalii Kolomiychuk<sup>2</sup>, Jaan Mettik<sup>3</sup>***

<sup>2</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Volodymyrska st., 64/13, Kyiv, 01601, Ukraine

<sup>3</sup>Tallinn Botanic Garden, Kloostrimetsa tee 52, Tallinn, 11913, Estonia

Since 2002, the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) has been the main activity of botanic gardens in terms of strategic and practical contribution to plant conservation. Although the GSPC targets for 2020 have not been fully

---

<sup>1</sup> The work was carried out as part of an internship at the Tallinn Botanical Garden, for which the authors thank the director, Mrs. Urve Sinijärvi.

achieved, the experience of European botanical gardens and arboreta illustrate good progress in implementing this strategy [9].

The current efforts of scientists and functionaries from the field of nature conservation are aimed at finalizing and adopting a new European Action Plan for Botanical Gardens, to fulfill the tasks of the GSPC.

Since Ukraine is not yet a member of the European Union, the adaptation of Ukrainian legislation to the EU standards is still one-sided. Ukraine does not participate in the policy making processes on the EU level. An important step in this process of adaptation was the approval of the National Program for the Adaptation of Ukrainian Legislation to the Legislation of the European Union on 27th of November, 2003 by the Verkhovna Rada of Ukraine [6]. Health care and the lives of people, animals and plants, the environmental protection are among the directions in which the adaptation will be held. By Law No. 152-IV of 12.09.2002, Ukraine joined the Cartagena protocol on biosafety to the convention on biological diversity [4].

According to The Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, there are 28 Botanical Gardens (an area of more than 1990 hectares) in the country in 2022. General scientific supervision of the work of Ukrainian gardens is provided by the Council of the Botanical Gardens and Dendroparks of Ukraine (CBGDU) of the National Academy of Sciences of Ukraine. In particular, CBGDU comes up with legislative initiatives and proposals to various branches of the government for the protection and preservation of botanical gardens and arboreta, solving their scientific, economic, financial issues. CBGDU informs the scientists of the Botanical Gardens about new domestic legislative acts, government regulations, other regulations, decisions and recommendations of international environmental organizations.

A program aimed at increasing the representativeness of rare species of flora of Ukraine in botanical gardens and arboreta is being implemented under the patronage of CBGDU [2]. According to this program, the territory of Ukraine is divided into 10 regions: Dnepropetrovsk, Donetsk, Zhytomyr, Kiev, Lviv, Nikita (or Crimean - annexed territory), Odessa, Uzhgorod, Kharkiv and Chernivtsi regions. Botanical gardens of each region are assigned respective lists of endangered species (listed in the "Red Book of Ukraine"). These species are usually from local floras and are identified as priority for *ex situ* conservation in the region.

It is extremely difficult to assess the effectiveness of this program today due to the limited or non-existent information on the dynamics of collections of botanical gardens and arboreta after its implementation. For the same reason, it is impossible to establish how close Ukraine is to fulfilling the international tasks defined by the GSPC and the European Strategy for Plant Conservation [3]. Today, the priority of the work of botanical gardens and arboreta has shifted from the introduction and acclimatization of native species of different regions that are promising for landscaping to the task of cultivating rare and endangered species with their subsequent repatriation to natural places of growth in order to preserve the of the world flora diversity.

There are two botanical gardens in Estonia: the Botanical Garden of the University of Tartu, founded in 1803 (4.0 hectares, 6500 taxa) and the Tallinn



Botanic Garden (TBG), founded in 1961 (100 hectares, 8000 taxa). Both gardens are members of Botanic Gardens Conservation International (BGCI), participate in the Global Strategy for Plant Conservation (2000) and Natura 2000 [7].

Estonia has joined the Convention on Biological Diversity in 1992. According to the Strategy and Action Plan for the Conservation of Protected Species *ex situ*, which was developed in 2003, 12 endangered species of vascular plants need protection *ex situ*, as well as 128 endangered species, were recommended to be propagated in *ex situ* conditions, planting them in parks and gardens [10, 11]. Also, in 2003, a national program for the conservation of genetic resources of agricultural plants was launched. A group for the protection of ornamental and medicinal plants has been created [12].

For instance, the main purpose of TBG is to study, protect and get familiar with the diversity of the plant kingdom. By supporting the implementation of the state's environmental action program, TBG promotes conscious thinking in the field of natural science, reducing the alienation of people from nature. With the help of constantly replenished collections of plants under protection, as natural and cultural values, TBG forms people's understanding of the importance of the plant and fungal kingdom for the maintenance of life. One of the main objectives of TBG is also to conduct urban ecology research in Tallinn.

In addition, important tasks of Estonian botanical gardens within the framework of compliance with European Union legislation are: preservation of 60% in available *ex situ* collections, preferably in the country of origin, the inclusion of endangered native plant species in habitat restoration programmes; preservation of 70% of the genetic diversity of crops and other major socio-economically valuable plants and preservation of indigenous peoples' and local residents' knowledge about these groups of plants.

Botanical gardens are also guided by the principles of the Cartagena protocol and the Nagoya protocol [5] on access to genetic resources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization to the Convention on biological diversity and other EU laws.

It should be noted that European legislation is distinguished by a correct assessment of the main threats to the environment and thoughtful means of environmental protection.

Therefore, in order for the botanical gardens and arboretums of Ukraine to fulfill the first point of task 8 of the GSPC and the European Strategy for Plant Conservation, it is required [1] :

1. Create a database of collections of rare and endangered species of flora of Ukraine, which will be posted on the Internet and updated annually. It should be done by collecting data from all of botanical gardens and arboretums of Ukraine to summarize their experience in the reintroduction and repatriation of rare plant species, and coordination of further research plans.

2. To continue the development of a unified methodological approach to the reintroduction and repatriation of rare and endangered plant species, since today various methodological approaches are used. Some of them are not sufficiently described in literature or are not mentioned at all. It is recommended to adopt the

well-tested approaches of our colleagues and the recommendations of Botanical Gardens Conservation International.

3. To start introductory research in botanical gardens and arboretums in order to preserve the *ex situ* gene pool of Ukrainian natural populations of rare plants.

#### References

1. Перегрим М. М. Охорона рідкісних і зникаючих видів флори України *ex situ* в контексті реалізації глобальної та європейської стратегій збереження рослин. *Укр. ботан. журн.* 2010. Т. 67, № 4. С. 577–586.

2. Положення про РБСДУ. URL: <http://www.nbg.kiev.ua>.

3. A Sustainable Future for Europe; the European Strategy for Plant Conservation 2008–2014. Developed by the Planta Europa and the Council of Europe. Salisbury, UK ; Strasbourg, France, 2008. 63 p.

4. Картахенський протокол про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/news/34878.html>

5. Contributors to Wikimedia projects. Натура 2000 – Википедія. Википедія – свободная енциклопедія. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Натура\\_2000](https://ru.wikipedia.org/wiki/Натура_2000)

6. Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1629-15#Text>

7. Programme – EUROGARD2022 (congressline.hu) 9th European Botanic Gardens Congress (16–20 May, 2022, Budapest). Budapest: Szen Istvan University, 2022.

8. Tamm H., Leadlay E. Conservation of plants in botanic gardens of Estonia. Building a sustainable future: the role of botanic gardens. Proceed. 3rd Global Botanic Gardens Congr. (16–20 April, 2007). Wuhan, China, 2007. P. 1–3.

9. Act No. LII of 2003 on the recognition of plant varieties, and on the production and marketing of planting materials. URL: [www.eelis.ie.envir/avalik/btv/5,2exsitustrateegia.pdf](http://www.eelis.ie.envir/avalik/btv/5,2exsitustrateegia.pdf)

10. Sordiaretus.ee – Domain Name For Sale. Dan.com. Dan.com. URL: <http://www.sordiaretus.ee/?pid=14038pageHeader=National%20Programm>

11. Tba.ee – Tallinna Botaanikaaed ja muud üllatuslikud vaatamisväärsused. Tba.ee – Tallinna Botaanikaaed ja muud üllatuslikud vaatamisväärsused. URL: <http://www.tba.ee>

12. Otsing. Tartu Ülikool. Avaleht. Tartu Ülikool. URL: <http://www.ut.ee/botaed>

## СЕКЦІЯ 16. БІОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА

УДК 378:37

### ПИТАННЯ СОЦІАЛІЗАЦІЇ МОЛОДІ В КОНТЕКСТІ ЗМІСТУ СОЦІАЛЬНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВ ЗДОРОВ'Я

**О. Б. Мехед**

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка,  
вул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернігів, 14037, Україна

В сучасних умовах суспільних перетворень дуже гостро постає питання успішної соціалізації молодого людини, адже вплив середовища не завжди носить позитивний характер. Особливої актуальності питання успішної соціалізації індивіда набуває у шкільні роки, коли спостерігаються значні психологічні зрушення, зумовлені, зокрема, віковими змінами [4]. Це зумовлює необхідність ефективної педагогічно вираженої підтримки молодого людини всіма учасниками освітнього процесу, зокрема, вчителями, психологами та соціальними педагогами, медиками, адміністрацією школи, та батьками. Такий комплексний підхід до розвитку особистості учня, його успішної адаптації та соціалізації дає можливість реалізувати соціально-педагогічний супровід та розглядати його як специфічну технологію роботи з дітьми [1].

В ході засвоєння соціального досвіду суспільства важливістю набуває збереження власних надбань людини, своєчасний розвиток індивідуальних особливостей, в тому числі майбутнього вчителя, що пояснюється кореляцією ефективності соціалізації індивідуально-суб'єктивним виміром особистості. Таким чином, якщо людина не сприйнятлива до зовнішніх соціальних впливів і достатнім для себе вважає лише збереження власного життєвого досвіду, або бездумно наслідує досвід інших з власного оточення (не завжди позитивний), цим самим змінює власну поведінку і діяльність, при цьому часто негативні чинники сприяють соціальному нігілізму, та провокують неадекватне ставлення до норм моралі, духовних цінностей, права і соціальних ролей [5].

Відтак, маємо питання своєчасного збалансування різних сфер розвитку особистості, шляхом інтегрування суперечностей та зменшення їхньої інтенсивності, зокрема актуальності це набуває в умовах підготовки майбутнього вчителя біології та основ здоров'я до СПД [6].

Адже в мікросоціумі закладу освіти завжди співіснують рівнозначні за силою позитивні та негативні установки, упереджені ставлення, думки, почуття, дії, що пересікаються в динамічному внутрішньому чи зовнішньому світі педагога, школяра, батьків. Відтак набуває актуальності завдання вміння оптимізувати конкретну ситуацію, зменшити негативний вплив на процес прийняття визначального рішення, оскільки вищезазначена динамічна полярність впливу, поглядів, дій зберігається за будь-яких обставин.

Наукове вивчення структури соціалізації дозволяє виокремити наступні складові: стихійна соціалізація проходить у природному для індивіда

середовищі; відносно спрямована – передбачає створення в соціумі певних умов, що мають вплив на розвиток особистості в визначальні періоди її життя (початок навчання у закладі освіти, завершення процесу освіти тощо); *соціально контрольована* – передбачає процес опанування індивідом соціокультурним досвідом в умовах освітнього або виховного закладу [3]. Відповідно процес соціалізації, за А. Бойко [2], може носити «просоціальний, асоціальний чи антисоціальний характер». Таким чином, в процесі фахової підготовки майбутнього вчителя до соціально-педагогічної діяльності важливо акцентувати на необхідності управління, здійснення ефективного та своєчасного педагогічного супроводу соціалізації учнів у закладі загальної середньої освіти. Адже, соціалізація індивіда носить індивідуально-суб'єктний характер, характеризується детермінованістю системи віком, активністю особистості, її потребами, інтересам тощо, тому в умовах освітнього закладу вона повинна характеризуватись педагогічним керуванням з боку вчителя, а не бути стихійно епізодичним явищем, як можна спостерігати поза його межами.

Педагогічне управління соціалізацією здобувача освіти здебільшого зводиться до осягнення ним нових соціальних ролей і загальнокультурних надбань суспільства, в чому вбачаємо відокремлення цього поняття від духовності. У процесі формуванні майбутнього вчителя- професіонала основною вважаємо саме духовну складову, яка має в наш час надзвичайну актуальність, оскільки їй недостатньо уваги приділено у програмах освітньої підготовки. На цій основі доцільним буде проєктування розвитку соціально-особистісної компетентності майбутнього педагога в СПД.

#### *Література*

1. Безпалько О. В. Соціальне середовище. Енциклопедія для фахівців соціальної сфери. 2.е видання. Київ, Сімферополь : Універсум, 2013. С. 94–95
2. Бойко А. М. Методи виховання. Енциклопедія освіти. Київ : Юрінком Інтер, 2008. 488 с.
3. Бойчук Ю. Д., Турчинов А. В. Сутність здоров'язбережувальної компетентності в контексті валеологічної парадигми. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2015. № 48–49. С. 180–186.
4. Мехед О. Б. Формування здорового способу життя як важлива частина виховання та соціалізації підростаючого покоління. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2019. Вип. 4 (160) С. 84–88.
5. Мехед О. Б., Тюпіна Н. В., Третьяк О. П. Актуальні питання підготовки майбутніх вчителів біології та основ здоров'я. *Проблеми і перспективи розвитку природничих наук у контексті модернізації середньої та вищої школи*. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. С. 85–87
6. Nosko M., Mekhed O., Ryabchenko S., Ivantsova O., Denysovets I., Griban G., Prysazhniuk S., Oleniev D., Kolesnyk N., Tkachenko P. The influence of the teacher's social and pedagogical activities on the health-promoting competence of youth. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2020. 9(9), P. 18–28.

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАВЛЕННЯ СТУДЕНТІВ ПІДЛІТКОВОГО ВІКУ ДО ПРОБЛЕМИ ОЖИРІННЯ

**М. С. Новицька**

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

Вкрай актуальною проблемою сьогодення є надмірна вага та ожиріння у підлітковому віці. Згідно статистичних даних в Україні 3-3,7% підлітків мають ожиріння, щорічно фіксується близько 20 тис. нових випадків [1]. Численні публікації фахівців – лікарів, дієтологів, психологів свідчать про нагальність цього питання в умовах сучасного світу. Результати багаторічних досліджень у різних країнах підтверджують взаємозв'язок між надлишковою вагою та виникненням захворювань, зокрема, серцево-судинної системи, цукрового діабету II типу, ослабленням захисних механізмів організму, що, зрештою, негативно впливає на якість та загальну тривалість життя людини. Проблема ожиріння має і психологічні аспекти. Науковці стверджують, що ожиріння належить до групи психосоматичних захворювань, яке вже в дитячому віці призводить до функціональних відхилень з боку центральної і вегетативної нервових систем [2].

З огляду на вище наведене важливо регулярно здійснювати роз'яснювальну роботу серед студентів підліткового віку про причини виникнення, наслідки та профілактику ожиріння. З метою моніторингу обізнаності здобувачів освіти щодо проблеми ожиріння у підлітковому віці нами було здійснено опитування, учасниками якого стали 60 студентів Житомирського базового фармацевтичного коледжу віком 15-17 років. Передусім, було визначено індекс маси тіла студентів ( $IMT = \text{кг}/\text{м}^2$ ) та встановлено його відповідність сучасним нормам: менше 18 – недостатня маса, 18,5-24,9 – нормальна маса тіла, 25-29,9 – надмірна маса (передожиріння), понад 30 – ожиріння [3]. Обчислення ІМТ показало, що у переважній більшості студентів всіх вікових груп цей показник знаходиться у межах норми (табл.).

Таблиця

**Розподіл значення ІМТ серед опитаних студентів**

Вік студентів	Недостатня маса тіла	Нормальна маса тіла	Передожиріння	Середнє значення ІМТ
15 років	31%	62%	7%	20,1
16 років	10%	84%	6%	20,3
17 років	16%	76%	8%	21,4

Ознаки надмірної ваги (передожиріння) за ІМТ виявлені у 2 студентів віком 17 років та по 1 – віком 15 і 16 років. Натомість, констатуємо наявність проблеми полярного характеру – це недостатня маса тіла, яка виявлена у 2 студентів віком 16 років, та по 4 студенти віком 15 і 17 років.

На наступному етапі дослідження студенти заповнювали опитувальник, який складався з 14 питань; проаналізуємо відповіді на основні з них. Більшість опитаних адекватно оцінюють свою вагу. Незначний відсоток підлітків з нормальним ІМТ вважають, що мають зайву вагу і, навпаки, деякі студенти з передожирінням оцінюють свою масу як норму. Серед причин, що викликають ожиріння на перше місце студенти поставили генетичну схильність (спадковість); наступними за значущістю, на думку опитаних, є стреси, нервові перевантаження, а також традиції харчування у родині. Значний відсоток опитаних серед причин ожиріння також вказали набуті патологія обміну речовин та відсутність фізичної активності. Практично всі студенти вважають, що зайва вага завдає підліткам фізіологічного та психологічного дискомфорту. Натомість, спілкування з однолітками, що мають ожиріння, у всіх опитаних не викликає ніяких застережень. Серед найбільш ефективних методів боротьби з зайвою вагою найбільше студентів вказали активні заняття спортом та відмову від «шкідливої їжі» (снеки, газовані напої тощо) (рис. 1). Щодо впливу ожиріння на стан здоров'я людини, більшість опитаних вважають, що цей вплив вкрай негативний, також значний відсоток студентів вважають ожиріння хворобою.



Рис. 1. Найбільш ефективні, на думку студентів, методи боротьби із зайвою масою тіла.

Отже, здійснені нами дослідження демонструють обізнаність студентів Житомирського базового фармацевтичного коледжу щодо причин виникнення і наслідків ожиріння у підлітковому віці та можливі шляхи боротьби з цим захворюванням. З метою популяризації здорового способу життя та профілактики ожиріння зі студентами регулярно проводяться тематичні бесіди, зустрічі з фахівцями тощо.

#### Література

1. Артеменко А. С. Підліткове ожиріння як фактор ризику низки захворювань. *Медсестринство*. 2018. № 3. 27–29 с.
2. Сорокман Т. В., Макарова О. В. Соматичне та психічне здоров'я дітей з ожирінням. *Mižnarodnij endokrinologičnij žurnal*. 2020. Vol. 16, No. 7. URL: <https://doi.org/10.22141/2224-0721.16.7.2020.219008>
3. Як визначити оптимальну вагу: формула індексу маси тіла. Сайт МОЗ України. URL: <https://moz.gov.ua/article/health/jak-viznachiti-optimalnu-vagu-formula-indeksu-masi-tila> (дата звернення: 05.01.2022).

**ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ У ЗДОБУВАЧІВ  
БАЗОВОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ПРИ ВИВЧЕНІ БІОЛОГІЇ*****О. В. Рудік***

Лицей № 17 міста Житомира, вул. Київська, 49, Житомир, 10002, Україна

Розвиток пізнавальної активності здобувачів є однією з головних проблем сучасної української школи. Це обумовлено змінами, що відбуваються у суспільстві та в системі освіти, в цілому. Сучасного здобувача освіти не можуть приваблюють традиційні методи навчання, які сформувалися роками. В умовах активної діджиталізації суспільства вчитель повинен відшукувати нові форми методи роботи з учнями, а отже, і сучасні шляхи формування їх пізнавальної активності.

Проблемі активізації пізнавальної діяльності здобувачів у процесі навчання приділяли увагу психологи, педагоги такі як: К. Абульханова-Славська, Ш. Амонашвілі, Л. Аристова, Л. Виготський, В. Корнєєв, Л. Косяк, Н. Крохіна, Т. Шамова, А. Матюшкін, В. Н. Талізїна та інші.

Також потрібно зазначити, що з точки зору психології не існує єдиного поняття щодо визначення «пізнавальна активність». Більшість науковців його розглядають у тісному взаємозв'язку з поняттям «самостійність». Дехто з них вважає (М. Махмутов, Н. Половнікова, В. Крутецький), що пізнавальна активність, як форма виявлення самостійності вказує на взаємозв'язок між поняттями «активне мислення», «самостійне мислення» і «творче мислення». Творче мислення може бути самостійним та активним, але не всяке активне мислення може бути самостійним і не всяке самостійне мислення може бути творчим [1].

Тоді як автор Шамова Т. І. зазначає, що активність здобувача базової та середньої освіти залежить від: «якості діяльності, в якій проявляється особистість самого здобувача з його ставленням до змісту, характеру діяльності та прагненням мобілізувати власні зусилля на досягнення поставленої мети» [2]. Тому однією з умов успішного навчально-виховного процесу є формування в учнів пізнавального інтересу до здобуття базової та середньої освіти [3].

Пізнавальний інтерес – це багатогранне явище, тому на процеси навчання і виховання учня він може впливати на по-різному. Як правило, в освітньому процесі підвищення пізнавального інтересу розглядають як зовнішній стимул та засіб активізації пізнавальних дій, ефективний інструмент, який робить процес навчання пізнавальним і актуальним виділити в навчанні саме ті аспекти, які змусять активізувати мислення [4].

Якісні та сучасні знання розширюють і поглиблюють зацікавленість здобувача до пізнання навколишнього світу про це стверджує І. Корсун та зазначає, що основним завданням вчителя є не тільки вміло їх сформувати, а й постійно розширювати та доповнювати своїми діями [5].

Пізнавальна активність направлена на оволодіння знаннями, навичками, на розвиток особистості. Особливістю біології є її спрямованість на вміння застосовувати здобуті знання, умінь та навички у повсякденному житті.

Знання повинні сприяти виникненню в учня зацікавленості до дійсності. Важливо збуджувати пізнавальну активність у здобувача освіти, що проявляється у запитаннях та діях.

Бузько В. визначає, що пізнавальний інтерес, як і пізнавальна спрямованість учня повинна бути націлена на свідоме оволодіння новими знаннями, та забезпечує розуміння мети діяльності і цим сприяє формуванню особистості здобувача освіти [6].

Учителю, добираючи зміст і тематику практичних занять, навчальних проєктів, інформаційних повідомлень, завдань, які стосуються досліджень, екскурсій рекомендується враховувати регіональні та місцеві умови.

Тому основним завдання сучасного вчителя є знайти ті прийоми та форми навчання, які б дозволили підняти рівень самостійності здобувача, а відповідно і активізувати його пізнавальну активність.

Враховуючи все вище зазначене, доцільним є застосування під час уроку різноманітних методів і прийомів та застосування сучасних технологій, що є вимогою часу та сприяє розвитку як базових компетенцій, якими повинен володіти сучасний учень так і інформаційно-цифрової компетентності [7].

Інформаційні технології стали потужним інструментом не тільки в отриманні та обробці інформації, а й ефективним засобом щодо активізації пізнавальної та розумової діяльності здобувача.

Інформаційні технології – це процеси, які реалізуються засобами сучасної обчислювальної техніки і забезпечують виконання заданих вимог до пошуку, перетворення та передавання інформації, що реалізують інформаційну діяльність у суспільстві.

В сьогоднішній українській системі освіти технології перебувають на етапі динамічного розвитку. Інтенсивне впровадження технологій в освітній процес обумовлюється тим, що це дозволяє пришвидшити навчальний процес.

Формами навчання, які активно застосовуються освітянами, є електронне та мобільне навчання.

Електронне навчання – це система навчання, що пропонує використання електронних бібліотек, мультимедійних матеріалів, віртуальних лабораторій, розвивальних інтерактивних ігор, тощо. Інакше кажучи це перспективна модель навчання, що заснована на використанні сучасних технологій та інтернету.

Іншою формою є мобільне навчання – це передавання знань на мобільні пристрої з використанням WAP і GPRS – технологій. Це посилює мобільність учня, а саме дозволяє навчатися у кращих учителів, географічно віддалених від здобувача освіти.

Метою даних форм навчання є зробити навчання гнучким та доступним в якому і реалізується головний принцип це навчання в будь-якому місці, у будь-який час. Застосування технологій на даному етапі розвитку освіти є досить актуальним. Тому з власного досвіду можу стверджувати, що найбільшого результату можна досягти поєднуючи електронне та мобільне навчання.



Інформаційні технології у навчальному процесі розширюють можливості традиційних методів навчання що, значно активізують процес пізнавальної активності учнів до навчання біології завдяки їх застосуванню в різних напрямках освітньої діяльності та поза межами навчання.

Теоретично можемо стверджувати, що поняття пізнавальна активність потрібно розуміти, як стан зацікавленості оволодіння сучасними знаннями, вміннями та навичками, які направлені на розвиток сучасної особистості.

#### *Література*

1. Бузько В. Л. Наступність у формуванні пізнавального інтересу до фізики учнів початкової та основної школи : дис. на здоб. наук. ступ. канд. пед. наук : 13.00.02 - теорія і методика навчання (фізика) / Бузько Вікторія Леонідівна ; Кіровоградський держ. пед. ун-т ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2014. 359 с.

2. Гуревич Р. С., Кадемія М. Ю. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях : навчальний посібник. Київ : “Освіта України”, 2006. 320 с.

3. Енциклопедія освіти. Акад. пед. наук України : [гол. ред. В. Г. Кремень]. Київ : Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.

4. Кадемія М. Ю. Сучасні педагогічні технології навчання дорослих. *Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія.* 2014. №2. С. 11–17.  
URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/8347>

5. Корсун І. В. Активізація навчально-пізнавальної діяльності старшокласників у процесі вивчення властивостей твердих тіл у курсі фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія та методика навчання (фізика)”. Київ, 2009. 20 с.

6. Крутецкий В. А., Лукин Н. С. Психология подростка Москва : Просвещение, 1965. 314 с.

7. Нова Українська школа URL: <https://nus.org.ua/about/graduate/>.

## СЕКЦІЯ 17. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧОГО ЦИКЛУ

УДК 378

### ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ЗООЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ В ШКОЛІ

*О. А. Вовк, О. В. Павлюченко*

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

Реформування системи освіти, комп'ютеризація та інформатизація диктують нові умови у викладанні природничих дисциплін. У зв'язку із цим виникла необхідність проведення дослідження щодо з'ясування особливостей спостереження за зоологічними об'єктами при викладанні біології. Це питання є недостатньо вивченим в сучасній методиці викладання природничих дисциплін, адже метод спостереження можна використовувати в усіх сферах освітнього процесу під час навчання біології, таких як, позакласна робота, підготовка до турнірів, олімпіад, конкурсів природничого спрямування, а також нестандартних уроків із використанням інноваційних технологій тощо.

Натуральні зоологічні об'єкти виступають в якості наочного матеріалу в ході проведення уроків біології, зокрема, при вивченні зоології у 7 класі. Використання такого матеріалу дає змогу доступно та якісно пояснити здобувачам освіти сутність теми чи конкретного розділу, адже теоретичний матеріал одразу підкріплюється натуральним об'єктом, який можна не лише побачити, а й взяти в руки, оглянути особливості морфології тощо.

**Мета дослідження** – вивчити особливості спостереження за натуральними зоологічними об'єктами, визначити місце та роль методу спостереження за натуральними зоологічними об'єктами під час організації освітнього процесу з біології, проаналізувати передовий педагогічний досвід, щодо використання натуральних об'єктів у різних формах навчання біології та запропонувати методичне обґрунтування організації конкретних спостережень за тваринами.

**Аналіз останніх публікацій та літератури.** Варто зазначити, що ефективність навчання залежить від постійного впливу на органи чуття людини. Чим різноманітніше чуттєве сприйняття навчального матеріалу, тим міцніше він засвоюється. Ця закономірність полягає в дидактичному принципі наочності, який досліджували методисти-природознавці, такі як Я. А. Коменський, К. Д. Ушинський, Б. Є. Райков, Л. В. Занков тощо [1–4].

Сьогодні в Україні активно досліджуються натуральні об'єкти в контексті вивчення біології, зокрема, у дослідженнях Н. Б. Грицай, О. Д. Гончар, І. В. Мороз, А. В. Степанюк, О. А. Цуруль, О. В. Тагліна, Г. К. Селевко приділяється значна увага методу спостереження за натуральними зоологічними об'єктами у методиці викладання біології [1–3].

**Результати досліджень.** Позакласна робота – це різновид освітніх занять, що виходять за рамки обов'язкових навчальних програм і проводяться закладом загальної середньої освіти в позаурочний час та є формою організації добровільної роботи учнів поза уроком під керівництвом учителя з метою заохочення та виявлення їхніх пізнавальних інтересів і творчих здібностей, розширення й доповнення шкільної програми з біології.

Чітка організація позакласної роботи має важливе освітнє значення, адже дає змогу здобувачам освіти усвідомити й поглибити здобуті на уроках біології знання, перетворити їх у стійкі переконання за допомогою спостереження і експерименту як важливих методів емпіричного рівня наукового дослідження.

Позакласна робота як вид освітнього заняття передбачає визначену диференціацію навчання і застосовувати індивідуальний підхід, адже всебічно враховує всебічні інтереси учнів, поглибити й розширити їх у потрібному напрямі, дає змогу глибше здійснювати зв'язок теорії з практикою, реалізувати принцип політехнічного навчання.

Варто зазначити, що позакласна робота з біології має високу ефективність у випадку її поєднання із уроком, де вчитель розкриває та використовує цю роботу та її підсумки на уроках. Однак, змістовий компонент позакласної роботи не обмежується рамками навчальної програми, а значно виходить за її межі і визначається в основному інтересами учнів.

Загальновідомо, що позакласна робота є змістовим продовженням уроку та екскурсії, тому що виконується поза уроком всіма учнями за завданням учителя. Її зміст тісно пов'язаний з уроками й лабораторними заняттями, обов'язковими практичними роботами. За виконання позаурочних завдань учням ставлять оцінки в класний журнал. До позаурочних робіт належать, наприклад, спостереження за натуральними зоологічними об'єктами.

Отже, позакласні заняття забезпечують застосування знань на практиці, сприяють свідомому засвоєнню біологічних дисциплін. Заняття з живими рослинами і тваринами захоплюють дітей, розвивають в них любов до природи, сільськогосподарської праці й дають поряд з цим корисні та необхідні практичні навички. Позакласні заняття привчають до самостійної творчої праці, розвивають ініціативу учнів, вносять елементи дослідництва в їхню роботу. У той же час позакласні заняття допомагають проводити силами учнів заходи з охорони природи і виховувати інтерес до краєзнавства.

Позакласна робота з біології є масовою, адже охоплює більшу частину здобувачів освіти та впливає на формування дослідницько-пошукових вмінь та впливає на формування навичок самостійної роботи. Це своєрідна діяльність експериментального характеру, яка дає можливість обґрунтувати значення законів природи та філогенетичного розвитку організмів на планеті.

У процесі позакласної роботи можна виготовляти натуральні зоологічні об'єкти. Це може бути своєрідне завдання на канікули, коли учні мають змогу більше часу проводити на свіжому повітрі, а також під час уроків можна проводити екскурсії в живу природу, де і зможуть збирати матеріали для розробки власних натуральних зоологічних об'єктів, які згодом зможуть використати на уроках біології.

В процесі позакласної роботи вчитель має змогу більше часу приділяти увагу реалізації теоретичних вмінь здобувачів освіти на практиці, формуючи для них своєрідну систему роботи. Це може бути проєктна діяльність. Як свідчить практика власного досвіду навчання закладах загальної середньої освіти, чітке дотримання вимог до виконання проєктів є запорукою їх успішної презентації та захисту. На всіх етапах дослідження варто здійснювати науковий пошук проблемного характеру та висвітлювати шляхи вирішення завдань ситуативного характеру. У біології це надзвичайно важливо, адже раціональний пошук шляхів та методів реалізації задумів дає можливість своєчасно виконувати завдання, сформовані методом проєктної технології.

Отже, поглиблення та розширення знань, умінь та навичок здобувачів освіти впливає на формування їх інтересів, формування учнівського колективу, розвитку особистості учня як члена колективу, виховання почуття відповідальності за доручену справу, дає простір для прояву самостійності, розвитку суспільної і пізнавальної активності, виховання свідомих і активних учасників громадського життя засобами позакласної роботи. Необхідно і доцільно поєднувати цю форму взаємодії з класно-урочною системою.

В процесі нашого дослідження ми використали ефективний метод емпіричного рівня наукового дослідження – анкетування. Нами здійснено апробацію спостереження за натуральними зоологічними об'єктами у вигляді анкетування педагогів та здобувачів освіти під час викладання біології у закладі загальної середньої освіти Климентіївська загальноосвітня школа I-II ступенів Новоград-Волинського району Баранівської міської ради Житомирської області, який є філіалом Баранівського ліцею, де також здійснено спостереження за роботою вчителів зазначеного закладу освіти.

На нашу думку, метод анкетування є достатньо об'єктивним і дає можливість зрозуміти, наскільки освітній процес навчання біології інтегрований засобами наочності, зокрема зоологічними об'єктами. За результатами анкетування нам вдалось опитати здобувачів освіти та учителів біології. По результатам анкетувати ми здійснили аналіз отриманих результатів. Анкета для перевірки готовності педагогічних працівників щодо впровадження спостереження за натуральними зоологічними об'єктами у освітній процес дала нам змогу чітко зрозуміти ефективність використання педагогами сучасного закладу освіти натуральних зоологічних об'єктів під час уроків біології.

Отже, згідно із результатами опитування педагогів ми з'ясували, що спостереження за натуральними зоологічними об'єктами підвищує мотивацію навчальної діяльності учнів; проблемно-креативну спрямованість; інтерактивну організацію освітньої діяльності колективу закладу; набуття учнями знань, умінь і навичок як самостійного, так і колективного пошуку, постійну актуалізацію їх застосування; формування нового досвіду та розвиток необхідних психологічних якостей; орієнтацію на особистісний та колективний успіх, але потребує затрат часу та ресурсів. Слід зазначити, що вміння грамотно застосовувати технологією проєктів є показником високої кваліфікації педагога, рівня його методичної підготовки. Впровадження спостереження у освітній процес ставить перед педагогом ряд вимог, зокрема, мати знання не

тільки зі свого предмету, але й бути також компетентним у інших галузях науки; педагоги мають знати своїх учнів, їх можливості, інтереси, потреби, бажання.

Як бачимо, основною рушійною силою в реалізації спостереження та виготовлення самостійних колекцій чи опудал тварин є вчитель-класний керівник, який усвідомлює свою соціальну відповідальність, постійно турбується за своє особистісне та професіональне зростання.

Наступним етапом нашого дослідження було анкетування здобувачів освіти з метою перевірки знань щодо використання на уроках біології натуральних зоологічних об'єктів. Щоб проаналізувати абсолютно усіх учасників освітнього процесу, ми розробили анкету і для учнів, за допомогою якої змогли простежити особливості систематичного використання спостережень за натуральними зоологічними об'єктами на уроках біології. Дітям було запропоновано опрацювати 5 питань різного характеру (тести, відкриті питання) та обрати ту відповідь, яка на їх думку найбільш вірна. У 50% від загальної кількості опитаних здобувачів освіти за результатами аналізу анкетування, високий рівень розуміння важливості застосування натуральних зоологічних об'єктів – здобувачі освіти чітко розуміють важливість використання натуральних зоологічних об'єктів з метою формування знань, умінь та навичок, чітко виконують вказівки вчителя. 15 учнів мають достатній рівень обізнаності (30%) – учні не зовсім розуміють мету і завдання щодо правильного використання зоологічних об'єктів із метою підкріплення теоретичних знань практичними навичками, потребують додаткового пояснення від вчителя, але прагнуть отримати хорошу оцінку. Лише 10 учнів (20%) за результатами анкетування мають середній рівень обізнаності – в них відсутня пряма зацікавленість щодо роботи із натуральними зоологічними об'єктами на уроках біології, в позаурочний час вони не мають бажання продовжувати щось досліджувати.

Отже, спостереження за натуральними зоологічними об'єктами розширює можливості вчителя, сприяє розвитку його креативності та дає змогу сформулювати завдання для учнів, в процесі виконання якого вони отримують практичні навички, які не передбачені теоретичною частиною освітнього процесу.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Отже, використання методу спостереження за зоологічними об'єктами на уроках біології дозволяє підвищити мотивацію та пізнавальну активність учнів, а також поступово формувати необхідний багаж знань, умінь і навичок з біології, зокрема вміння розпізнавати предмети та натуральні об'єкти оточуючої дійсності. Використання спостереження створює комфортні умови в організації навчальної діяльності учнів під час викладання біології, привчає учнів до колективної та самостійної роботи, розвиває самостійність в оволодінні знаннями, стимулює творче зростання дитини, сприяє формуванню ключових і предметних компетентностей. Ми надалі будемо працювати над дослідженням методу спостережень у освітньому процесі під час викладання біології.

### *Література*

1. Гончар О. Д. *Форми і методичні прийоми навчання біології: 7 кл. : посіб. для вчителя.* Київ : Генеза, 2001. 112 с.
2. Грицай Н. Б. *Методика навчання біології : навчальний посібник.* Рівне : ТзОВ «Дока центр», 2016. 272 с.
3. *Загальна методика навчання біології : навч. посібник / за заг. ред І. В. Мороза.* Київ : Либідь, 2006. 592 с.
4. Хамідулїна А. М. Використання наочності під час проведення уроків біології. Київ : Біологія. 2013. №19–21. С. 33.

УДК 372.857

## **ОСОБЛИВОСТІ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ЗАГАЛЬНОЇ БІОЛОГІЇ**

***О. В. Дячук***

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

Однією з найактуальніших проблем сучасної школи є активізація пізнавальної діяльності школярів, під якою розуміють таку діяльність учнів і вчителя, яка ґрунтується на основі позитивних емоцій і передбачає використання системи методів навчання, які, в першу чергу, враховують психолого-педагогічні особливості і прагнення учнів до усвідомлення і розв'язання завдань, зокрема нестандартного характеру [4].

Метою активізації пізнавальної діяльності учнів є загальний розвиток особистості, а не досягнення шкільних балів високого рівня, у зв'язку з чим, перед педагогами стоїть завдання для удосконалення змісту освіти, запровадження нових педагогічних технологій, які допоможуть створити умови для саморозвитку учнів, їх творчого мислення, та дозволять суттєво підвищити ефективність, результативність та якість навчально-виховного процесу [5].

Для успіху процесу навчання необхідно стимулювати пізнавальну діяльність школярів, підвищуючи їх зусилля в оволодінні знаннями під час кожного етапу навчання. Завдання вчителя полягає не лише в тому, щоб пояснити навчальний матеріал, а організувати пізнавальну діяльність учнів та викликати зацікавленість до теми, що вивчається, адже відомо, що людина залюбки робить те, що відповідає її пізнавальній потребі та викликає інтерес [3].

При виборі методів і прийомів активізації пізнавальної діяльності учнів, вчителю необхідно враховувати рівень пізнавальних здібностей школярів, адже використання непосильних завдань може не лише не мати позитивного результату, але й підірвати віру учня у власні сили. Саме тому, система роботи вчителя має бути побудована з врахуванням індивідуально-психологічних особливостей учнів, їх творчих та пізнавальних здібностей [9].

При вивченні загальної біології у закладах середньої освіти в учнів розвиваються такі риси, як допитливість, творча активність, пізнавальний інтерес, тому, для полегшення засвоєння знань і підвищення їх зацікавленості до теми, вчителі використовують різноманітні методи і прийоми навчання, проте вони не завжди успішно реалізуються, що пов'язано з пасивним сприйняттям школярами нового матеріалу.

Для мотивації пізнавальної діяльності учнів старшої школи позитивним є створення ними власного продукту (моделі, таблиці, презентації, дослідницькі проекти), урізноманітнення пізнавальних завдань, а також застосування інформаційно-комунікаційних технологій під час виконання практичних і лабораторних робіт [2].

Окрім цього, для покращення пізнавальної активності учнів слід використовувати різноманітні види позакласної роботи, зокрема конференції, вікторини, дискусії та диспути та залучати учнів до самостійної пошуково-дослідницької діяльності, що дозволяє розширювати їх можливості і впливає на правильне визначення власних умінь і здібностей [7, 8].

Один із прийомів розвитку креативного мислення учнів, що сприяє підвищенню їх пізнавальної активності, є використання при викладанні дивергентних завдань, які є відкритого типу та передбачають кілька правильних відповідей, серед яких треба обрати найкращу [3].

Прикладом використання дивергентних завдань при вивченні загальної біології та екології в 10 класі можуть бути прогностичні запитання типу: «Поміркуйте, що станеться, якщо»:

- зникнуть всі комахи з планети;
- людина буде харчуватися лише жирами упродовж місяця;
- на всій планеті буде однакова температура +20°C упродовж року.

Серед важливих прийомів, які здатні активізувати пізнавальну діяльність учнів старшої школи та посилювати їх мотивацію до навчання є прийом «Фішбоун» (англ. Fish – риба; Fishbone – рибний скелет, кістка), суть якого полягає у встановленні причинно-наслідкових зв'язків між об'єктом аналізу і чинниками, що на нього впливають. Даний прийом спрямований на розвиток критичного мислення учнів, дозволяє розвивати навички роботи з інформацією та уміння ставити й вирішувати проблеми. Суть методу полягає в тому, що на діаграмі у формі риби голова риби представляє якусь проблему чи концепцію, верхній ряд кісток показує причини, а нижній ряд кісток – взаємозв'язок між причинами, аргументи [1].

Прикладом використання прийому «Фішбоун» є урок з навчального предмета «Біологія і екологія» в 11 класі на тему «Імунна система людини, особливості її функціонування». Під час уроку метод використовується для узагальнення знань і допомагає виділити особливості організації імунної системи людини. Голова риби представляє запитання «Як організована імунна система?» – це тема, яка підлягає аналізу, верхній ряд кісток показує рівні будови імунної системи (системний рівень, рівень органів, тканинний, клітинний, молекулярний) – основні поняття теми уроку, а нижній ряд вказує на аргументи, тобто складові кожної системи будови (центральні та

периферичні органи, лімфоїдна тканина, лейкоцити, антитіла) – відображає значення означених понять, хвіст узагальнює отриману інформацію і вказує на функцію імунної системи (забезпечує здатність організму розпізнавати й знешкоджувати чужорідні речовини).

Застосування даного методу допомагає учням систематизувати отриманні під час уроку знання і полегшити засвоєння матеріалу, при цьому важливо пам'ятати, що прийом «Фішбоун» може бути використаний і як методичний прийом, який допоможе проаналізувати певну ситуацію, і як стратегія цілого уроку, над якою будуть працювати учні.

Отже, на сучасному етапі не всі аспекти пізнавальної діяльності вивчені повною мірою, проте активізація навчальної діяльності учнів є і процесом, і результатом процесу стимулювання їхньої пізнавальної активності. В зв'язку з цим, проблема активізації пізнавальної діяльності школярів, її теоретичне й практичне значення потребують спеціальних досліджень, які допоможуть створити психолого-педагогічні умови, що будуть направлені на формування внутрішніх мотивів пізнавальної діяльності і більш результативне засвоєння нових знань і здобуття навичок їх практичного застосування.

#### *Література*

1. Генкал С. Е., Цьома, Д. В. Розвиток критичного мислення учнів на уроках біології шляхом використання методичного прийому «Фішбоун». *Природничі науки*. 2021. 124 с.

2. Жирська Г. Я., Дудук Т. М. Узагальнення як засіб формування предметних компетентностей старшокласників у процесі вивчення природничих наук. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 14 травня 2020 р., м. Тернопіль. Тернопіль, 2020. С. 254–257.

3. Коршевнік Т. В. До проблеми розвитку компетентностей учнів в освітньому процесі з біології. *Біологія і хімія в рідній школі*. 5(134). 2019. С. 2–7.

4. Курільчик І. В., Савич Р. В., Сачук О. Л. Методи і прийоми активізації пізнавальної діяльності учнів : методичний посібник. Рівне, 2017. 5 с.

5. Набока Б. С. Пізнавальна діяльність як основа розвитку особистості учня. *Наукові записки: Серія Педагогічні науки*. 2019. 111–115 с.

6. Шулдик В. І. Курс методики викладання біології в модулях: підручник для студентів, магістрів та молодих вчителів біології. Умань, 2000. 289 с.

7. Шулдик В. І. Теорія та методика сучасного уроку біології. Умань, 2013. 287 с.

8. Шулдик В. І., Чудаєва Н. В., Шулдик Г. О. Сучасні освітні технології на заняттях з біології : навч.-метод. Умань, 2011. 285 с.

9. Rakhimov Z. T. The importance of biological and psychophysiological factors in the development of educational and cognitive activities. *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. 2021. 11(10). P. 1614–1623.



## **РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ УЧНІВ ДО ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ ЗАСОБАМИ НАУКОВО-ПОПУЛЯРНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

*Н. І. Кириленко*

Опорний заклад освіти «Баришівський ліцей» Баришівської селищної ради Київської області, вул. Добра, 17, Баришівка, 07501, Україна

Всебічний та гармонійний розвиток школярів неможливий без активізації пізнавального інтересу учнів, що в свою чергу вимагає від учителів удосконалення навчального процесу на основі пошуку відповідних резервів. Саме використання науково-популярної літератури, на нашу думку, є одним з шляхів і засобів вирішення цієї проблеми.

Додаткова література використовується на уроках багатьох шкільних предметів. Однак, виключно велика роль науково-популярної літератури на заняттях з біології. Це пояснюється багатьма причинами. Насамперед, особливістю біології як науки, що вивчає об'єкти і явища, частину яких неможливо безпосередньо спостерігати, а також і характером шкільних підручників, в яких матеріал викладений стисло, конспективно. Завдання вчителя конкретизувати матеріал підручника, і в цьому велике значення має науково-популярна література.

По-друге, діяльність людини, що постійно продовжує перетворювати природу, а також новітні досягнення науки не завжди знаходять відображення у підручниках. Саме тому науково-популярна література (у тому числі науково-популярні статті з періодичних видань) слугують значним і важливим доповненням до підручників.

Сьогодні основну роль у розвитку пізнавальних інтересів учнів відводять новітнім педагогічним технологіям, використанню активних методів навчання, в той час як питання розвитку пізнавальних інтересів засобами науково-популярної літератури практично не висвітлене в методичній та педагогічній літературі [3].

Науково-популярна література – це літературні твори про науку, наукові досягнення, вчених, призначені для широкого кола читачів. Така література спрямована як на фахівців з інших галузей знань, так і на малопідготовлених читачів, включаючи дітей і підлітків. У науково-популярних джерелах наводяться загальні відомості з якого-небудь питання, вони спрямовані на широке коло читачів, видання містять мінімальну кількість формул і обчислень і багато ілюстрацій. Науково-популярні журнали, зазвичай, містять новини науки, науково-популярні статті, колонку цікавих фактів і фоторепортажі. У таких журналах міститься дуже багато ілюстрацій, таблиць, посилань, цікавих фактів у статтях. Науково-популярні видання відрізняються простотою викладу наукових відомостей, емоційністю, барвистістю мови і ілюстративного матеріалу [1].

Аналіз літературних джерел свідчить, що інтерес є одним із важливих стимулів до навчання та пізнання нового. Під його впливом розвиваються

інтелектуальна активність, вдосконалюється пам'ять, розвивається увага, сприйняття, підвищується увага, зосередженість. Його вплив проявляється й у вихованні морально-вольових якостей, у розвиткові особистості в цілому [2].

Опрацювання літературних джерел дає змогу стверджувати, що науково-популярна література володіє величезним резервів прийомів стимулювання та розвитку інтересів до навчання. По-перше, науково-популярна література є помічником вчителя в процесі його підготовки до проведення уроків. При цьому слід звертати увагу не лише на цікавий матеріал, додаткову інформацію, а й науково-популярну літературу як зразок доступного, зрозумілого викладу навчальної інформації. По-друге, науково-популярну літературу можна використовувати протягом уроку на різних його етапах. Тут може бути велика кількість варіантів: зачитування уривків з науково-популярних видань (вислови вчених, історичні довідки тощо), розповідь вчителем уривків (описи природних явищ, курйозів біологічної науки тощо), виступи учнів за матеріалами опрацьованих науково-популярних джерел, самостійне індивідуальне чи колективне опрацювання учнями матеріалу з науково-популярних книг. Доцільним є використання науково-популярних книг. Доцільним є використання науково-популярної літератури на етапі мотивації навчальної діяльності, актуалізації опорних знань з метою налаштування учнів на подальшу активну діяльність, стимулювати пізнавальний інтерес, перевірити готовність до сприймання нової теми та на етапі вивчення нового матеріалу. По-третє, при проведенні нетрадиційних уроків. Крім того, науково-популярні видання доцільно використовувати в позаурочній та позакласній роботі.

Окремої уваги заслуговує організація позакласного читання. Часто серед позакласних заходів не знаходять собі місце читацькі конференції, бесіди про книги, книжкові виставки тощо. Хоча позакласне читання сприяє вирішенню важливих цілей навчання: формування світогляду учнів, прищеплення учням інтересу до розумової праці, ознайомлення з сучасними досягненнями науки. Особливо важливо те, що це один із шляхів здійснення диференційованого підходу до учнів (дозволяє враховувати інтереси, уподобання учнів, їхні пізнавальні можливості).

Під час пошуку матеріалів з науково-популярних джерел, потрібно враховувати завдання уроку, вікові особливості учнів, а також наукову й педагогічну цінність матеріалу. Уривки мають бути цікавими для учнів, корисні за своїм змістом для засвоєння курсу і мати виховне значення. Також слід врахувати, що матеріали мають бути невеликими за своїм обсягом, щоб їх опрацювання не було занадто тривалим і не стомлювало учнів.

За результатами проведеного нами анкетування серед учнів 9 класу виявлено, що 77,3% учнів не цікавляться науково-популярною літературою і лише 22,7% проявляють інтерес до науково-популярних джерел інформації. При цьому найчастіше вони обирають літературу з фізики, рідше з біології, географії та історії. Низький рівень зацікавленості учнів науково-популярною літературою свідчить про те, що в освітньому процесі не завжди приділяється належна увага значенню науково-популярної літератури в навчальному процесі.

В процесі проведеного педагогічного експерименту було апробовано різні способи використання науково-популярної літератури в навчальному процесі. Після систематичного використання науково-популярної літератури під час проведення уроків та позаурочній і позакласній роботі рівень інтересу до літератури підвищився до 48%. Учні використовували науково-популярні джерела бібліотеки, літературу кабінету біології, а також власну літературу. Щодо доцільності використання науково-популярної літератури на уроках, то 78% учасників анкетування проявили бажання щодо подальшого її використання в освітньому процесі. Здобувачі освіти аргументували свою позицію тим, що виклад матеріалу за текстами науково-популярних джерел допомагає в сприйманні та засвоєнні навчального матеріалу, підвищує загальний рівень їх ерудиції. Учні звертали увагу на ефективні порівняння, яскраві емоційні образи, які знаходили на сторінках науково-популярних видань.

Ми наголошуємо, що використання відповідних науково-популярних джерел сприяє підвищенню науково-теоретичного рівня уроків, розширенню наукової інформації, яка повідомляється учням. Це також сприяє розв'язанню завдань естетичного виховання молоді. Застосування науково-популярної літератури на уроках біології має кілька обґрунтованих аспектів, насамперед це розширює наукові знання про природу і, тим самим, формує науковий світогляд і громадянську позицію, екологічну культуру, розвиває мислення, творчу яву, культуру читання, збагачує словниковий запас учнів. Велика роль такої літератури і в духовному становленні дитини, в утвердженні її моральних якостей.

Таким чином, доцільність та дієвість використання науково-популярної літератури як засобу розвитку пізнавальних учнівських інтересів була підтверджена високою динамічністю, пізнавальною насиченістю уроків, зростанням рівня навчальних досягнень, позитивною динамікою пізнавальних інтересів учнів. Це свідчить про те, що за умови грамотного, різнобічного, систематичного використання науково-популярної літератури можна реалізувати одну з основних вимог, що висуває сучасна система освіти - пошук нових засобів розвитку пізнавальних інтересів учнів.

#### *Література*

1. Миколаєнко Н. М. Дитячі освітні видання: історія та класифікація : навч. посіб. Житомир : Видавець О. О. Євенок, 2018. 84 с.
2. Постернак Н. О. Стимулювання пізнавального інтересу учнів до біології. Київ : Генеза, 2006. 143 с.
3. Романова Л. С. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках біології. Київ : Радянська школа, 1969. 139 с.

## ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-ВИЗНАЧНИКІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ФАКУЛЬТАТИВНИХ ЗАНЯТЬ З БІОЛОГІЇ ГРИБІВ

*А. В. Плужник, Р. К. Романюк*

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

На сьогодні особливо актуальним є використання у освітньому процесі різних гаджетів. Учні можуть використовувати смартфони, ноутбуки, планшети та інші пристрої під час виконання проєктів та підготовки рефератів як для пошуку в мережі Інтернет фотографій та рисунків для ілюстрування виступів, так і додаткової та цікавої інформації на обрану тему. Окрім того, такі гаджети, як планшети та смартфони можуть слугувати в якості електронних книг та підручників за відсутності їх паперових версій. Так, у шкільній освіті виник новий напрям – мобільне навчання, або *M-Learning*. Це сучасний напрям розвитку систем дистанційного навчання з використанням гаджетів (смартфонів, планшетів, ноутбуків, електронних книг) [1].

Використання мобільних пристроїв в останні роки набуває особливої популярності у зв'язку із переважанням дистанційної та змішаної форм навчання у закладах загальної середньої освіти. *M-Learning* слугує засобом спілкування учнів з однокласниками, обміну інформацією один з одним та зі вчителем. До популярних сервісів і платформ, через які здійснюється комунікація учасників освітнього процесу, належить Zoom, Google Meet, Google Classroom, Moodle, Microsoft Teams, YouTube, Telegram, Viber, WhatsApp. Для кожного з цих сервісів існує ряд як переваг, так і недоліків. Кожна з них передбачає організацію роботи класу, обмін та збереження інформації [2].

Одним із засобів підвищення якості підготовки учнів до вступу до вищих навчальних закладів, а також одним із способів професійної орієнтації старшокласників є факультатив з мікології (біології грибів). Він забезпечує можливість ознайомитись із будовою грибною клітини та цілого грибного організму, поширенням грибів, їх видовим різноманіттям; визначити місце грибів у системі органічного світу, їхнє значення у природі та житті людини, зокрема поглибити знання про групу фітопатогенних грибів; закріпити отримані знання та навички на практиці під час лабораторних занять та навчальних екскурсій у природу. Знання, отримані на факультативі, сприяють формуванню в учнів вмінь та навичок роботи зі світловим мікроскопом, аналізу, узагальнення та систематизації отриманої інформації.

Для виконання навчальних проєктів, що пов'язані з вивченням різних груп живих організмів, їх будови та життєдіяльності, необхідно знати видові назви. Систематика грибів є особливо складною. Вона не вивчається в шкільному курсі біології на належному рівні, причому, значні прогалини з даного питання мають не лише учні, а й учителі біології. Значною мірою теоретичні знання і практичні навички з визначення видового складу грибів

можуть сформуватися завдяки факультативному курсу «Біологія грибів». У визначенні видового складу грибів здобувачам освіти та педагогам можуть допомогти різноманітні онлайн-визначники, а саме: Picture Mushroom, Mushroom identifier та ShroomID (рис. 1).



Рис. 1. Іконографіка цифрових застосунків для визначення грибів: Picture Mushroom (А), Mushroom identifier (Б) та ShroomID (В)

**Picture Mushrooms** – безкоштовний, англomовний (але підтримує також багато інших мов) застосунок, що дозволяє визначити гриб, сфотографувавши його на смартфон або завантаживши фото із галереї пристрою. Так, Picture Mushrooms дозволяє визначити всі види грибів, які можна зустріти у природі: шапинкові, трутові та гастероїдні базидіальні гриби, дискomicети та піреноміцети з групи сумчастих грибів, а також фітопатогенні гриби. На даний момент цей застосунок дає можливість ідентифікувати приблизно 14 000 видів.

Серед ключових рис застосунку: швидка та точна ідентифікація численних видів грибів, розширена база даних з багатою інформацією про всі види грибів, досконало розроблений і зручний інтерфейс, динамічна та дружня спільнота з темами. Онлайн визначник Picture Mushroom вчитель та учні можуть використовувати на уроках та факультативних заняттях, у позаурочній та позакласній роботі з біології та природознавства, особливо під час виконання навчальних проєктів, проведення екскурсій у природу, фенологічних спостережень за об'єктами природи, підготовки до конкурсів та олімпіад.

Застосунок здатен працювати у двох режимах: 1) за наявності доступу до мережі Інтернет у природних умовах (досить відкрити застосунок на смартфоні чи планшеті, зробити фото гриба у реальному часі); 2) якщо доступ до мережі Інтернет відсутній (достатньо сфотографувати об'єкти дослідження та зберегти фото в галереї на пристрої, звідки потім завантажити його).

#### **Інструкція для користування застосунком:**

1. Відкривши додаток, натискаємо на «Identify» або на значок «Камера»;
2. З'являється камера та два вікна для вигляду гриба збоку та знизу. Можна зробити знімок у природі, якщо є доступ до мережі, або завантажити фото із галереї пристрою;
3. Далі обираємо область визначення та натискаємо на галочку;
4. Наступний етап (за бажанням) для більшої точності визначення полягає у зйомці гриба знизу, або ж завантаження потрібної фотографії;

5. Аналогічно попередньому етапу, обираємо область визначення та натискаємо на галочку;

6. Далі програма проводить визначення та видає результат.

**ShroomID** – англomовний безкоштовний застосунок. Принцип роботи додатку дуже схожий до Picture Mushrooms. Він дозволяє визначити гриб, зробивши фотографію у реальному часі або ж завантаживши фото із галереї смартфона. Окрім того, додаток має власну енциклопедію грибів, у якій вони розподілені по групах за видами, родами та родинами, а також за їстівністю.

#### **Інструкція для користування застосунком:**

1. Відкривши додаток, натискаємо на «Gallery» або на значок «Camera», якщо є доступ до мережі;

2. З'являється сторінка застосунку, де можна визначити гриб за допомогою камери, (за наявності доступу до мережі) або завантаживши фотографію із галереї пристрою;

3. Далі програма проводить визначення та видає варіанти видів або родів.

**Mushroom Identifier** – англomовний застосунок, у можливості якого входить визначення грибів за фотографією з галереї пристрою та за допомогою камери у реальному часі (у разі наявності доступу до мережі Інтернет).

#### **Інструкція для користування застосунком:**

1. Натискаємо на значок камери та обираємо «Gallery»;

2. Обираємо потрібну фотографію;

3. Далі обираємо область визначення та натискаємо «Обрати»;

4. Програма проводить визначення та показує результат. Натиснувши на вид, відкривається сторінка з описом та ілюстраціями гриба.

Проте всі ці застосунки допускають певну похибку, через що результати визначення використовувати одразу не потрібно. Краще додатково провести визначення за допомогою друкованих визначників, щоб підтвердити або спростувати результати визначення за допомогою мобільного додатку.

Використання мобільних додатків на уроках біології та природознавства підвищує мотивацію навчально-наукової діяльності учнів, може бути корисним під час підготовки до конкурсів, олімпіад, написання наукових робіт Малої академії наук, а також під час проведення позакласних та позаурочних заходів, екскурсій, факультативних занять та біологічних турнірів.

#### *Література*

1. Косик В. М., Хомич Т. А., Хомич Ю. Є. Використання мобільних пристроїв та планшетів на базі ОС Android в навчальному процесі. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. № 4, 2014. С.19–21.

2. Міронєць Л. П., Стрельцова В. В. Можливості онлайн-платформ для реалізації дистанційного навчання з біології. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу: матеріали IV Міжнародної науково-методичної конференції (11-12 листопада 2021 р., м. Суми) / упорядн. О. С. Чашечникова. Суми : ФОП Цьома С. П., 2021. С. 191–192.*

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК НАДАННЯ ПЕРШОЇ  
ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ У МАЙБУТНІХ ФАРМАЦЕВТІВ***І. М. Стельмах*

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

Відповідно до статті 12 Закону України «Про екстренну медичну допомогу» фармацевтичні працівники відносяться до тих категорій осіб, що зобов'язані надавати домедичну допомогу людині у невідкладному стані [1]. З огляду на це, вкрай важливо забезпечити формування відповідних вмінь та навичок у студентів, що навчаються за ОПП «Фармація». Реалізація цього завдання у Житомирському базовому фармацевтичному коледжі (ЖБФФК) здійснюється, зокрема, під час вивчення предмету загальноосвітньої підготовки «Основи медичних знань». Загальновідомо, що вміння надавати домедичну допомогу набуваються шляхом формування когнітивних (знання) і психомоторних навичок (практика). Для засвоєння знань, умінь та практичних навичок, необхідна постійна практика та симуляція, за допомогою якої можна довести техніку виконання цих прийомів до автоматизму [2]. Саме поєднання знанневого та практичного компоненту дозволяє студентам оволодіти необхідним комплексом компетентностей у даній сфері.

Практично на кожному навчальному занятті значна увага акцентується на формуванні саме практичних навичок надання першої домедичної допомоги. З використанням технології симуляційного навчання студенти успішно відпрацьовують навички надання домедичної допомоги при таких невідкладних станах, як травми голови, шиї, хребта, грудної клітки та її органів; відпрацювання технік зупинки кровотечі; штучна вентиляція легень; надання домедичної допомоги при раптовій зупинці серця; домедична допомога при порушенні прохідності дихальних шляхів; надання допомоги в зоні тактичних умов (алгоритм MARCH) тощо. Формування вище наведених вмінь та навичок здійснюється як у межах навчальних занять так і позааудиторно під час тематичних тренінгів із залученням фахівців.

З метою моніторингу рівня сформованості у здобувачів освіти відповідних вмінь та з'ясування рівня їх готовності надавати першу домедичну допомогу при невідкладних станах нами було проведено дослідження (табл.), учасниками якого були студенти II курсу (56 осіб). На першому етапі здійснювалася перевірка практичних навичок (студенти демонстрували алгоритми надання домедичної допомоги), результати якого представлені у таблиці. Дослідження показало, що кількість студентів, які оволоділи практичними навичками надання домедичної допомоги на високому та достатньому рівні становить 70%. Найуспішніше студенти демонстрували навички штучної вентиляції легень та надання допомоги при травмуванні кінцівок. Досить складними для виконання виявилися алгоритм серцево-легеневої реанімації та техніка зупинки кровотеч. Також слід відмітити, що

низький рівень сформованості необхідних навичок надання домедичної допомоги продемонстрували 30% студентів. Такі невтішні результати, на наш погляд, є наслідком дистанційної форми навчання, яка переважала в останні два роки і не дозволяла реалізації саме практичної складової навчального процесу.

Таблиця

Результати досліджень

Практична навичка	Високий рівень (% студентів)	Достатній рівень (% студентів)	Низький рівень (% студентів)
1	2	3	4
Зупинка кровотеч	15%	40%	45%
Штучна вентиляція легень	30%	50%	20%
Раптова зупинка серця	25%	45%	30%
Серцево-легенева реанімація	15%	55%	30%
Травми голови	20%	45%	35%
Травми кінцівок	40%	45%	15%
Середнє значення	25%	45%	30%

Для з'ясування психологічної готовності студентів надавати домедичну допомогу було здійснено їх опитування. Більшість студентів (68%) відповіли, що готові у будь-якій ситуації надати домедичну допомогу людині, яка перебуває у невідкладному стані. У студентів, які дали негативну відповідь на це питання, з'ясовували причини, які впливають на прийняття відповідного рішення. 30% респондентів відповіли «Я боюся завдати шкоди»; 28% стверджують «Людина може померти через мою помилку»; 18% вказали причину «Боюся заразитися інфекційною хворобою»; 12% – «Чому саме я повинен підійти першим, нехай це зробить хтось інший»; 12% зазначили «Не знаю, як правильно надавати допомогу». Більшість відповідей, передусім, вказують на невпевненість у позитивному результаті своїх дій, які можуть призвести до негативних наслідків. На наш погляд, усунення цієї невпевненості можливе лише у випадку досконалого володіння алгоритмами надання домедичної допомоги здобувачами освіти. Це, передусім, забезпечується шляхом багаторазового повторення тієї чи іншої навички виключно в умовах аудиторного навчання та безпосередньої взаємодії викладач-студент.

Отже, більшість студентів ЖБФФК демонструють достатній рівень сформованості навичок надання першої домедичної допомоги. Натомість, близько 30% здобувачів недостатньо володіють необхідними навичками, що, у свою чергу, викликає психологічні труднощі щодо готовності надати допомогу при невідкладних станах.

*Література*

1. Про екстрену медичну допомогу : Закон України від 05.07.2012 № 5081-VI (Редакція станом на 16.10.2020). *Законодавство України* : база даних / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5081-17#Text>



2. Омельчук М. А. Методика використання симуляційного навчання у процесі формування компетентності з надання першої долікарської допомоги у провізорів. *Вісник Черкаського університету*. 2016. № 10. С. 118–123

УДК 59:37.091.3:373.5

## **ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ЗООЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ В СУЧАСНІЙ ШКОЛІ**

***В. О. Стремелівська***

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

Постановка проблеми. Основне завдання вчителя на уроках зоології у сучасній школі – прищепити здобувачам освіти допитливість, здатність мислити, ставити питання та відповідати на них, навчити розуміти світ живої природи, любити його в будь-яких проявах, намагатися його примножити. Вирішити таке завдання можна лише вивчаючи природу і спостерігаючи за нею. Викладання біології у сучасній школі неможливе без спілкування з натуральними зоологічними об'єктами. Біологія тварин надає унікальні можливості на вирішення цих завдань, вимагає організації освітнього процесу з використанням натуральних зоологічних об'єктів як першоджерел знань. Ця найважливіша умова визначає специфіку методів навчання, провідними серед яких стають практичні.

Психолого-педагогічні дослідження показали, що ефективність навчання залежить від ступеня залучення всіх органів чуття людини. Чим різноманітніше чуттєве сприйняття навчального матеріалу, тим міцніше він засвоюється. Ця закономірність вже давно виражена в дидактичному принципі наочності, в обґрунтування якого педагоги методисти-природники Я. Коменський, І. Песталоцці, К. Ушинський, В. Половцов, Б. Райков, Л. Занков, С. Шаповаленко та ін. зробили суттєвий внесок.

Я. Коменський обґрунтував золоте правило дидактики: залучати до навчання всі органи чуття. І. Г. Песталоцці показав важливість використання наочності у розвитку понять, що формуються. К. Д. Ушинський розкрив значення наочних відчуттів у розвиток промови учнів. В. В. Половцов доводив роль наочності у виборі способів навчання. Б. С. Райков створив першу класифікацію засобів навчання біології. Варіанти можливих поєднань слова та наочності для активізації розвитку учнів показав Л. В. Занків. С. Г. Шаповаленко запропонував ділити засоби навчання не за зовнішніми атрибутами, а з урахуванням їх ролі у навчальному процесі [1].

Метою статті є розглянути особливості використання натуральних зоологічних об'єктів на уроках біології у 7 класі.

Виклад основного матеріалу. Безпосереднє знайомство з тваринами, можливість спостереження за ними, постановка дослідів та проведення експериментів – сприяють отриманню учнями справжніх знань про живу

природу. Спілкування з живими організмами сприяє вихованню в учнів любові до природи та розуміння необхідності дбайливого ставлення до неї. Варто зазначити, що уроки з використанням натуральних зоологічних об'єктів відбуваються на високому емоційному рівні.

Натуральними зоологічними об'єктами є тварини в акваріумах, інсектаріях, тераріумах та клітках у куточку живої природи. До натуральних препаратів посібників слід віднести вологі препарати, мікропрепарати, колекції, скелети хребетних тварин та окремі їх частини, опудала та ін.

Демонстрація натуральних зоологічних об'єктів вимагає завчасної їх підготовки. Так, наприклад, при вивченні біології тварин використовують колекції комах, окремих частин тіла тварин (пір'я, кістки, луску, черепашки), вологі біологічні препарати, які монтують між двома скляними пластинами і опускають у склянку з рідиною, що консервує. Приготовлені таким чином препарати дозволяють вивчити внутрішню та зовнішню будову організмів у їх натуральних розмірах. Серед них можна назвати наступні препарати: «Розвиток жаби», «Розвиток комах», «Аскарида», «Внутрішня будова річкового рака» та ін. [3].

Слід зауважити, що за допомогою цих препаратів вивчають внутрішню будову тварин, фази розвитку комах та ін. Об'єкти, опущені в фіксуючу рідину, часто втрачають природне забарвлення і в такому випадку їх використовують на уроці у поєднанні з іншими посібниками, що відображають природне забарвлення цих об'єктів та їх місце розташування в цілісному організмі.

На уроках зоології часто використовують колекції, які змонтовані з натуральних об'єктів і об'єднані певною тематикою. Вони можуть бути використані при вивченні зовнішньої будови організмів або їх частин («Представники рядів комах»). Морфологічні колекції застосовують для порівняння об'єктів, виявлення схожих та відмінних рис. Для вивчення ролі тварин у природі існують інші навчальні колекції: «Комахи – запилювачі лучних рослин», «Комахи – шкідники хлібних культур», «Ушкодження хвойних дерев короїдами» тощо. З'ясувати взаємозв'язки у органічному світі, розглядати онтогенетичний розвиток організмів, простежувати закономірності допомагають загальнобіологічні колекції. Наприклад, «Розвиток тутового шовкопряда», «Розвиток травневого жука», «Захисні пристосування у тварин» та ін. [2].

При вивченні одноклітинних особливий інтерес у учнів викликає робота з вирощування культури амеб, інфузорій з подальшим їх використанням під час уроків. При вивченні тварин класу Двостулкові молюски на уроках доречним є використання беззубки, яку не важко утримувати в кабінеті або в домашніх умовах. При вивченні теми «Червононогі молюски» наочністю можуть слугувати ахатіни. Ці м'якуни допомагають учням вивчити зовнішню будову, пересування, харчування та особливості розмноження. Ахатіни добре контактують з людиною і їх утримання не викликає труднощів [4].

Висновки. Використання під час уроків зоології живих об'єктів дозволяє учням глибоко усвідомити та засвоїти знання, дає можливість порівнювати, робити висновки та підводить до наукового узагальнення. Діти пояснюють

інтерес до подібних занять, проявом позитивних емоцій під час виконання запропонованих завдань, набуттям нових знань, умінь та навичок, а також самостійною організацією своєї навчальної діяльності та можливістю проявити свій творчий потенціал. Застосування під час уроків живих об'єктів стимулює пізнавально-продуктивну діяльність учасників освітнього процесу, розвиває їх комунікативні компетентності.

#### *Література*

1. Грицай Н. Б. Методика навчання біології : навчальний посібник. Рівне : ТзОВ «Дока центр», 2016. 272 с.
2. Пономарева И. Н., Соломин В. П., Сидельникова Г. Д. Общая методика обучения биологии : учеб. пособие для с у д. пед. вузов. Москва : Издательский центр «Академия», 2003. 272 с.
3. Соболев В. І. Біологія : підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. Кам'янець-Подільський : Абетка, 2015. 288 с.
4. Захаров В. Б., Сонин Н. И. Биология. Многообразие живых организмов : учебник для общеобразовательных учреждений. Москва : Дрофа, 2000. 248 с.

# БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – 2022

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

За матеріалами  
XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції  
від 10–11 жовтня 2022 р.

Формат 60x84/16. Умовн. друк. арк. 17,44.  
Тираж 200 прим. Зам. №. 280

Віддруковано з готових оригінал-макетів автора

Видавець та виготівник ПП «Євро-Волинь»  
м. Житомир, вул. Крошенська буд. 45, кв. 34  
Свідоцтво серія ДК №7208 від 07.12.2020