Наукові записки

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

Серія: біологія

Тернопільський педуніверситет
ім. Володимира Гнатюка

ББК 28
Н 34

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2013. — № 1 (54). — 134 с.

Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
ім. Володимира Гнатюка
від 26.03.2013 р. (протокол № 8)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

М. М. Барна	доктор біологічних наук, професор (*головний редактор*) (Україна)
К. С. Волков	доктор біологічних наук, професор (Україна)
В. В. Грубінко	доктор біологічних наук, професор (*заступник головного редактора)* (Україна)
Н. М. Дробик	доктор біологічних наук, професор (Україна)
О.П. Камеліна	доктор біологічних наук, професор (Росія)
В. З. Курант	доктор біологічних наук, професор (*заступник головного редактора)* (Україна)
Н. М. Нємова	член–кореспондент РАН, доктор біологічних наук, професор (Росія)
В. І. Парпан	доктор біологічних наук, професор (Україна)
О. Б. Столяр	доктор біологічних наук, професор (Україна)
В. О. Хоменчук	кандидат біологічних наук, доцент (*відповідальний секретар*) (Україна)
В. Р. Челак	доктор біологічних наук, професор (Молдова)
Макаї Шандор	доктор габілітований, професор (Угорщина)
І. В. Шуст	доктор біологічних наук, професор (Україна)

Літературний редактор: Т.П. Мельник
Комп'ютерна верстка: Г.М. Голіней

Збірник входить до переліку наукових фахових видань ВАК України
Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009

ББК 28
Н 34

Українські, російські та латинські назви рослин і тварин наведені за авторським текстом

© Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

ЗМІСТ

БОТАНІКА **5**
І.М. ЄЖЕЛЬ 5
ЗАЛЕЖНІСТЬ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ *CALLUNA VULGARIS* (L.) HULL (ERICACEAE JUSS.) ВІД ВМІСТУ ОБМІННОГО КАЛІЮ В ҐРУНТАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ 5
О.М. КЛИМЕНКО 12
АНАТОМІЯ ТА УЛЬТРАСТРУКТУРА КЛІТИН ЛИСТКІВ НАЗЕМНОЇ ФОРМИ ГЕТЕРОФІЛЬНОЇ ВОДНОЇ РОСЛИНИ *NUPHAR LUTEA* (L.) SMITH. 12
І.А. КУЗЬ 17
ФЛОРА СХИЛОВИХ БОЛІТ КАМ'ЯНЕЦЬКОГО ПРИДНІСТРОВ'Я 17
І.А. ЧЕМЕРИС[1], С.М. КОНЯКІН[2] 21
АНАЛІЗ СТАНУ АМБРОЗІЇ ПОЛИНОЛИСТОЇ В УРБОЕКОСИСТЕМІ М. ЧЕРКАСИ 21
БІОТЕХНОЛОГІЯ **30**
В.В. ЩЕРБИК, Л.П. БУЧАЦЬКИЙ 30
МОЛЕКУЛА тРНК – ГЕНЕТИЧНИЙ ТЕНЗОР КРИВИЗНИ У ЧОТИРИВИМІРНОМУ АФІННОМУ ПРОСТОРІ 30
ГІДРОБІОЛОГІЯ **35**
О.А. ДАВИДОВ, Д.П. ЛАРІОНОВА 35
ЕКОЛОГО-МОРФОЛОГІЧНІ ГРУПИ ВОДОРОСТЕЙ В МІКРОФІТОБЕНТОСІ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ ЛЕНТИЧНОГО ТИПУ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ 35
Г.М. РОМАНИШИН, В.М. ЯКУШИН, К.П. КАЛЕНІЧЕНКО, М.І. ЛІНЧУК 38
СУЧАСНИЙ СТАН КИЇВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЗА ДЕЯКИМИ ГІДРОХІМІЧНИМИ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ 38
Н.Я РУДИК-ЛЕУСЬКА, А.В. ЧУКЛІН, М.Л. МАКСИМЕНКО 44
СУЧАСНИЙ СТАН ПОПУЛЯЦІЇ ПЛІТКИ (*RUTILUS RUTILUS* (L.)) КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА 44
А.П. СТАДНИЧЕНКО, В.К. ГИРИН 49
ВПЛИВ НІТРОФОСУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПОГЛИНАННЯ КИСНЮ МОЛЮСКОМ *UNIO PICTORUM (BIVALVIA, UNIONIDAE)* 49
ЕКОЛОГІЯ **54**
В.М. ГАВІЙ, С.О. ПРИПЛАВКО, В.В. СУХОВЄЄВ, О.В. СУХОВЄЄВ 54
ВПЛИВ МЕТАЛОКОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК НА ОСНОВІ МАНГАНУ НА ПРОЦЕСИ КОРЕНЕУТВОРЕННЯ ЖИВЦІВ СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ 54
І.Б. ГРЮК, І.Л. СУХОДОЛЬСЬКА 59
ДИНАМІКА ВМІСТУ ЕСЕНЦІАЛЬНИХ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ МАЛИХ РІЧОК РІВНЕНЩИНИ З РІЗНИМ РІВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ 59
О.О. КРАВЧЕНКО, В.І. МАКСІН, В.Ф. КОВАЛЕНКО 70
ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ НАНОАКВАЦИТРАТІВ СРІБЛА ТА МІДІ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕСТ-ОРГАНІЗМІВ РІЗНИХ ТРОФІЧНИХ РІВНІВ 70
О.С. ПОКОТИЛО, Ю.Ю ЯРИШ 75
ВЕТЕРИНАРНО-САНІТАРНИЙ МОНІТОРИНГ СТАНУ УРАЖЕННЯ РИБИ АНІЗАКІДОЗОМ НА РИНКАХ М. ТЕРНОПОЛЯ 75
В.Д. РОМАНЕНКО, Ю.Г. КРОТ, Т.І. ЛЕКОНЦЕВА, А.Б. ПОДРУГІНА 78
РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ГАМАРИД *CHAETOGAMMARUS ISCHNUS* S T E B B I N G (CRUSTACEA: AMPHIPODA) ДО ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА 78
Я.І. САВЧУК, І.М. КУРЧЕНКО 84
АНТИФУНГАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ДЕЯКИХ МІКРОМІЦЕТІВ ЩОДО ШТАМІВ *ALTERNARIA ALTERNATA* (FR.) KEISSL. 84

ЗМІСТ

БІОХІМІЯ **91**
Н.І. БУРМАС, Л.С. ФІРА, П.Г. ЛИХАЦЬКИЙ 91
АКТИВНІСТЬ ОКИСНЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА УМОВ ОДНОЧАСНОГО ОТРУЄННЯ ЩУРІВ СПОЛУКАМИ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМУ, ІЗОНІАЗИДУ ТА РИФАМПІЦИНУ 91
O.I. DUH, S.O. VOVK 95
THE INTENSITY OF LIPIDS' PEROXIDE OXIDATION IN HENS' ORGANISMS UNDER DIFFERENT AMOUNTS OF CAROTENOIDS IN THE RATIO 95
ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ……..**99**
ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ БОТАНІК, МОРФОЛОГ І ЦИТОЕМБРІОЛОГ РОСЛИН (до 75-річчя від дня народження професора М. М. Барни)……..…99
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ **122**
АВТОРИ НОМЕРА **132**

БОТАНІКА

УДК 582.688.3 (477.41/.42)

І.М. ЄЖЕЛЬ

Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова
вул. Пирогова, 9, Київ, Україна, 01601

ЗАЛЕЖНІСТЬ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ *CALLUNA VULGARIS* (L.) HULL (ERICACEAE JUSS.) ВІД ВМІСТУ ОБМІННОГО КАЛІЮ В ҐРУНТАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Стаття присвячена значенню і використанню біометрії у вивченні флори Полісся. Шляхом експериментальних досліджень з'ясовано біометричні показники *Calluna vulgaris* (L.) Hull, в результаті чого встановлено оптимальну кількість вмісту обмінного калію для зростання даного виду. Експеримент проведено на території масового поширення виду — Правобережному Поліссі України. Окреслено перспективи розробки цього питання у контексті використання харчових, декоративних та лікарських властивостей досліджуваної рослини. Результати дослідження є оригінальними та необхідними для мотивації збереження генетичного біорізноманіття виду.

Ключові слова: біометрія, Calluna vulgaris (L.) Hull, обмінний калій, Правобережне Полісся України

Біометрія — це сукупність математичних методів, які застосовуються у біології та залучені головним чином з галузі математичної статистики і теорії вірогідності. Найтісніше ця наука пов'язана із математичною статистикою, висновками якої вона користується, оскільки виникла із потреб біології [10].

Натомість, сучасна біометрія — це розділ біології, метою якого є проведення спостережень та статистична обробка їх результатів; прикладна наука, яка досліджує конкретні біологічні об'єкти із застосуванням математичних методів. Якщо дослідження проводять із використанням обрахунку або вимірювання, застосування біометрії є обов'язковим. Нехтування її методами або неправильне їх застосування призводить до невиправданих затрат праці та часу [11].

Біометрія як відносно самостійна наукова дисципліна сформувалася у другій половині XIX ст. Проте її витоки сягають більш раннього періоду в історії природознавства: до того часу, коли вимірювання біологічних об'єктів стали розглядати як метод наукового пізнання. В історії цього напряму науки можна виділити кілька періодів або етапів [1].

Вивчення флори Полісся Правобережної України почалося в кінці XIX століття. Дослідженню цього фізико-географічного регіону багато уваги приділили видатні природознавці: географ та ґрунтознавець В.В. Докучаєв, геологи І.В. Мушкетов, П.А. Тутковський, кліматолог О.І. Воєйков, географ і ботанік Г.І. Танфільєв, географ Л.С. Берг, ботаніки А.С. Рогович, В.В. Монтрезор, І.К. Пачоський, В.В. Пашкевич, О.В. Фомін та ін. Особливо інтенсивно Українське Полісся вивчають в наш час. Великий вклад у це внесли вчені Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, Інституту зоології ім. І.Ф. Шмальгаузена, Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України.

Calluna vulgaris росте на сухих і вогких, бідних на вапно, піщаних ґрунтах, частіше в соснових і мішаних лісах, на галявинах, сухих горбах, на лісових луках, при дорогах [7]. Рослина світлолюбна, олігомезотроф, мезофіт. Народні назви: вереск, вересінь, підбрусничник тощо. У флорі Правобережного Полісся України верес утворює значні за площею зарості, які ще називають вересовищами або вересовими пустошами. Рослина декоративна з ранньої весни до пізньої осені. Його можна вирощувати на клумбах, кам'янистих гірках, в парках і садах [8]. У вересу навіть у зимові відлиги відбувається процес фотосинтезу. Завдяки наявності вічнозелених листків і мікоризи *Calluna vulgaris* накопичує значну органічну масу, добре продукує насіння та має високу нектаропродуктивність. На вересових згарищах урожаї набагато вищі, оскільки ґрунт збагачувався калієм, фосфором, кальцієм, які у великій кількості містяться у вересовій золі. На Поліссі вересовища надзвичайно інтенсивно використовуються для випасання худоби, особливо в холодний період року. Вміст калію в рослині становить 0,9%. Він надходить у рослину у вигляді йону K^+. Фізіологічну роль калію на сьогодні не можна вважати повністю вивченою. калій не входить до жодної органічної сполуки. Більша його частина (70%) у клітині знаходиться у вільній іонній формі та легко вивільняється холодною водою, інші 30% знаходяться в адсорбованому стані. калій знижує в'язкість цитоплазми, підвищує її оводненість. Ця особливість дії калію виявляється в тому, що в його солях плазмоліз має випуклу форму, протоплазма легко відстає від клітинної оболонки. калій активує роботу багатьох ферментних систем, наприклад фермент, який каталізує фосфорилювання цукрів, — гексокіназу, ферменти, які каталізують перенесення фосфорної кислоти з пірувата на АДФ (піруваткіназа), а також ферменти, які беруть участь в утворенні АТФ у процесі окисленого фосфорилювання. У зв'язку з цим, за даними Е.І. Вискребенцевої, при нестачі калію різко зменшується вміст макроергічних фосфатів. калій активує і ряд ферментів циклу Кребса. Деякі ферменти, які беруть участь у синтезі білка, потребують для своєї дії присутності калію. Незважаючи на необхідність калію для прояву активності ряду ферментів, механізм цієї активації до нашого часу розкритий не повністю. Нестача калію затримує транспорт сахарози по флоемі. Вплив калію на переміщення органічних речовин за гіпотезою Спаннера проявляється завдяки утворенню градієнта електричного потенціалу на ситовидних пластинках, який виникає при циркуляції калію між ситовидною трубкою і супроводжуючими клітинами. Відкриття продихів на світлі пов'язане з накопиченням у замикаючих клітинах йонів калію [11].

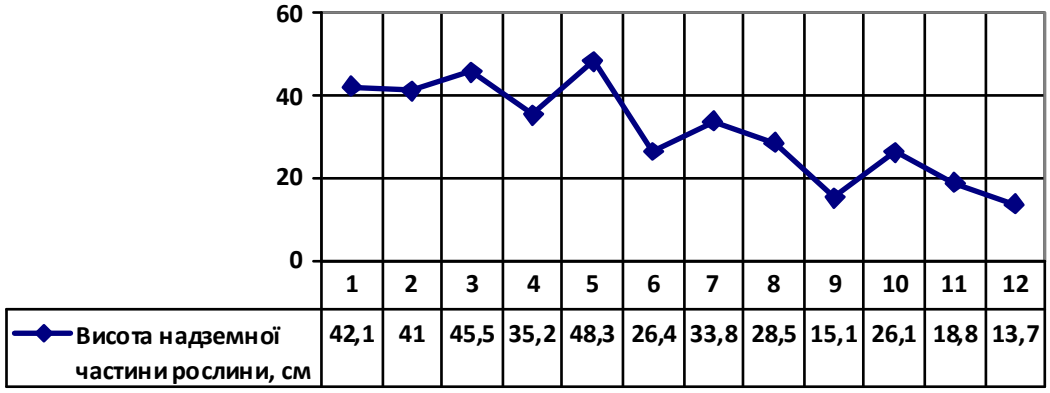
Визначення біометричних даних рослин в її природніх умовах є важливим аспектом для вивчення морфології, біогеоценології та екології досліджуваних видів.

Матеріал і методи досліджень

У процесі дослідження використано 12 зразків ґрунту, взятих із прикореневого шару ґрунту на глибині 5-10 сантиметрів триразовою пробою. На основі сортування за зростанням вмісту обмінного калію (K_2O) побудовано графіки, що ілюструють біометричні показники вересу звичайного для кожного зразку (горизонтальна вісь графіків). Для проведення досліду взято зразки ґрунту лісів Правобережного Полісся України на місцях масового поширення *Calluna vulgaris (L.) Hull*. Аналізи виконані в лабораторії агроекології і аналітичних досліджень ННЦ "Інститут землеробства НААН" за загальноприйнятими методами. Згідно ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів» проаналізовано насиченість ґрунту поживними речовинами. Кількість обмінного калію визначено за Кірсановим у мг/100 г повітряно сухого ґрунту. Для отримання біометричних показників було зібрано гербарні зразки *Calluna vulgaris* на досліджуваній території та заміряно по 100 варіант для кожного критерію для вирахування середнього арифметичного за методикою Г.Ф. Лакіна [6].

Результати досліджень та їх обговорення

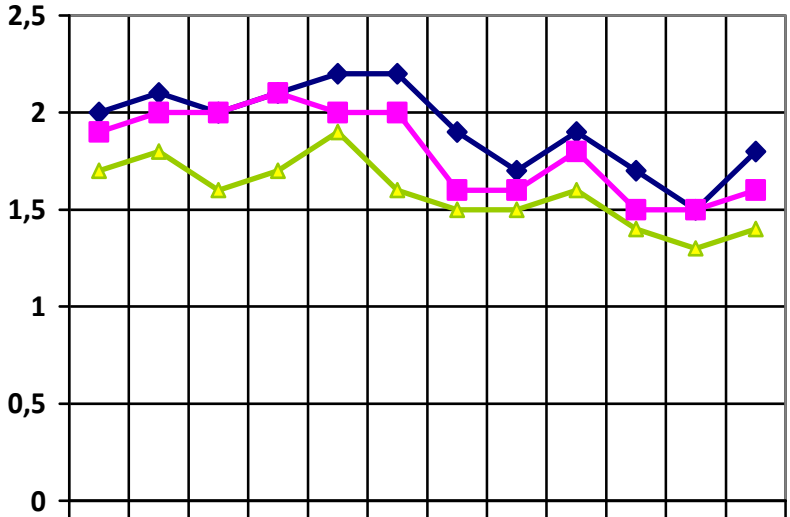
Шляхом експериментальних досліджень нами встановлена залежність біометричних показників *Calluna vulgaris* від вмісту сполук калію в ґрунтах Правобережного Полісся України. Графік залежності висоти надземної частини рослини від зростання вмісту обмінного калію в ґрунті свідчить про те, що кількість K_2O для продуктивного зростання та успішної вегетації рослини повинна не перевищувати 6,7 мг/100 г повітряно сухого ґрунту (рис. 1), при збільшенні вмісту калію спостерігається тенденція до нижчого зросту кущиків.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Висота надземної частини рослини, см	42,1	41	45,5	35,2	48,3	26,4	33,8	28,5	15,1	26,1	18,8	13,7

Рис. 1. Залежність висоти надземної частини *Calluna vulgaris* від зростання вмісту K_2O в ґрунтах Правобережного Полісся України

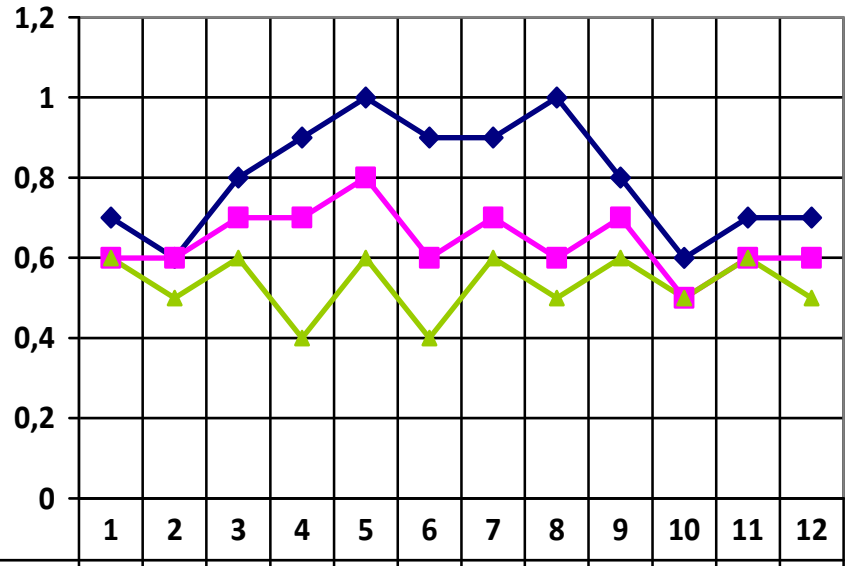
Для росту листків сприятливий діапазон вмісту калію виявлено в межах від 2,7 до 7,1 мг/100 г повітряно сухого ґрунту (рис. 2). Причому розміри довжини листків коливаються у невеликому діапазоні, що становить певні труднощі для визначення оптимального вмісту досліджуваної речовини.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Довжина листків на минулорічних гілочках, мм	2	2,1	2	2,1	2,2	2,2	1,9	1,7	1,9	1,7	1,5	1,8
Довжина листків на цьогорічних гілочках, мм	1,9	2	2	2,1	2	2	1,6	1,6	1,8	1,5	1,5	1,6
Довжина листків на кінцях цьогорічних гілочок, мм	1,7	1,8	1,6	1,7	1,9	1,6	1,5	1,5	1,6	1,4	1,3	1,4

Рис. 2. Залежність довжини листків *Calluna vulgaris* від зростання вмісту K_2O в ґрунтах Правобережного Полісся України

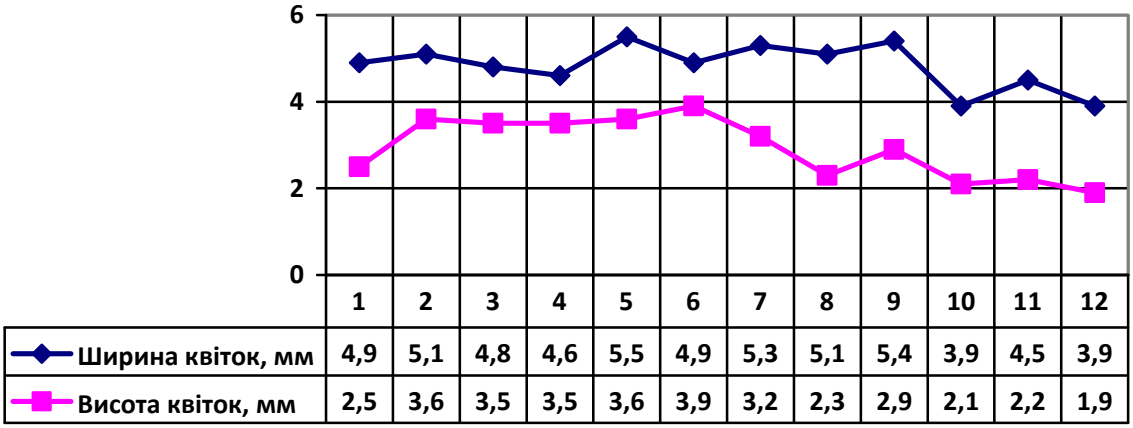
Дослідження ширини листків *Calluna vulgaris* свідчать про діапазон сприятливого вмісту калію 6,7-8,2 мг/100 г повітряно сухого ґрунту (рис. 3). До того ж слід відмітити, що вміст калію у ґрунті очевидно не впливає на формування молодих листків. Вплив вмісту даної речовини чітко прослідковується лише під час формування листків на минулорічних гілках кущиків вересу звичайного.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина листків на минулорічних гілочках, мм	0,7	0,6	0,8	0,9	1	0,9	0,9	1	0,8	0,6	0,7	0,7
Ширина листків на цьогорічних гілочках, мм	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6
Ширина листків на кінцях цьогорічних	0,6	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5

Рис. 3. Залежність ширини листків *Calluna vulgaris* від зростання вмісту K_2Oв ґрунтах Правобережного Полісся України

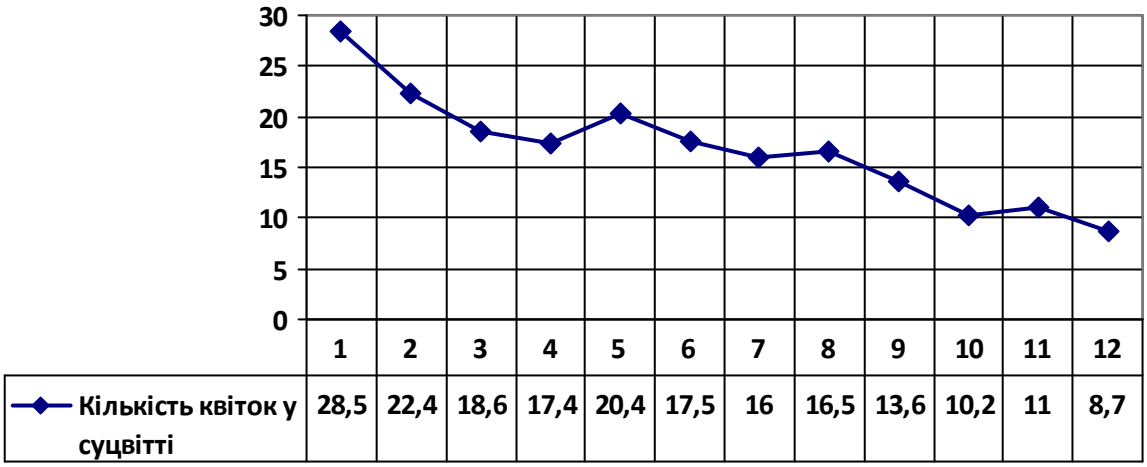
За умов зростання вмісту досліджуваного хімічного елементу в ґрунті виявлено наступні результати: найбільші розміри ширини квіток спостерігаються при 6,7-8,6 мг обмінного калію на 100 г повітряно сухого ґрунту (рис. 4), за межами цього діапазону показники нижчі. Висота квітки (довжина маточки) краще формується при K_2O в кількості від 4,4 до 7,1 мг/100 г повітряно сухого ґрунту. Очевидно, що найбільш сприятливим для біометричних показників вересу звичайного є вміст обмінного калію у кількості від 6,7 до 7,1 мг/100 г повітряно сухого ґрунту.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина квіток, мм	4,9	5,1	4,8	4,6	5,5	4,9	5,3	5,1	5,4	3,9	4,5	3,9
Висота квіток, мм	2,5	3,6	3,5	3,5	3,6	3,9	3,2	2,3	2,9	2,1	2,2	1,9

Рис. 4. Залежність розмірів квіток *Calluna vulgaris* від зростання вмісту K_2O в ґрунтах Правобережного Полісся України

Найбільша кількість квіток у гронах вересу помічена при найменшій серед виявлених даних вмісту обмінного калію 2,7 мг/кг ґрунту (рис. 5). Зі збільшенням вмісту K_2O у ґрунті кількість квіток у суцвітті зменшуються, тобто досліджувані величини обернено пропорційні. Ці відомості є важливими для вирощування рослин з метою бортництва.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість квіток у суцвітті	28,5	22,4	18,6	17,4	20,4	17,5	16	16,5	13,6	10,2	11	8,7

Рис. 5. Залежність кількості квіток у гронах *Calluna vulgaris* від зростання вмісту K_2O в ґрунтах Правобережного Полісся України

Графік (рис. 6) демонструє, що за умови вмісту обмінного калію до 6,7 мг/100 г повітряно сухого ґрунту коробочки досягають більших розмірів. Плід *Calluna vulgaris* (L.) Hull має дрібні розміри, тому дослідження є важливими для використання рослини з метою культивування.

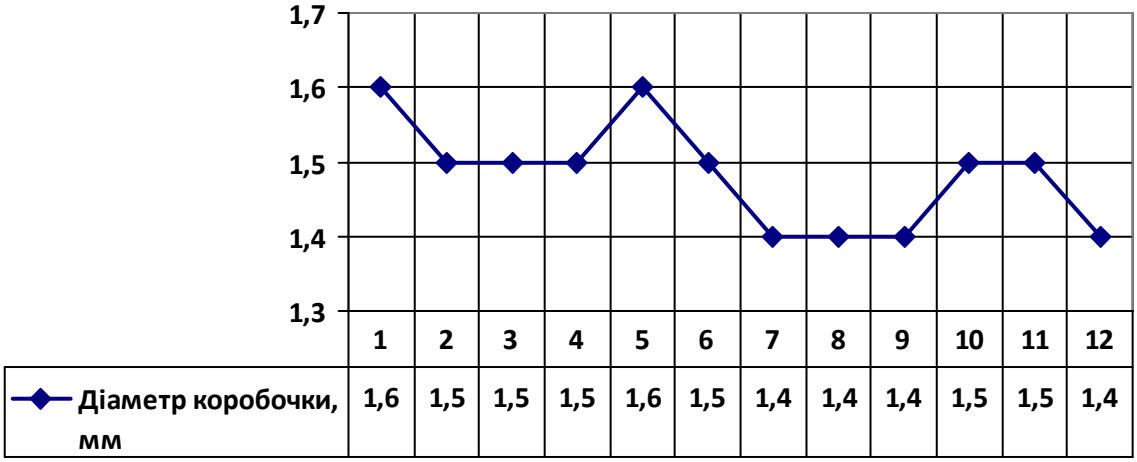


Рис. 6. Залежність діаметру коробочки *Calluna vulgaris* від зростання вмісту K_2O в ґрунтах Правобережного Полісся України

З огляду на попередні дослідження вміст обмінного калію не повинен первищувати 6,7 мг/100 г повітряно сухого ґрунту для *Calluna vulgaris*.

Головна причина зникнення вересовищ — це штучне створення лісових культур на їх місці [4]. Шарон Ган (1997) вказує, що збереження вересових галявин (пустошей) є пріоритетом в охороні природи Великобританії, адже збереглася лише шоста частина від вересовищ, які зростали дотепер у цій країні [2]. Ще в свій час Г. Вальтер (1982) застерігав, що землі, які не дають достатнього доходу або використовуються екстенсивно, швидко зникають. До таких земель автор відносив болота і пустоші. Причому Вальтер відмічав, що часто абсолютна охорона територій, які використовуються екстенсивно, нерідко приводить до прямо протилежних результатів. Для збереження біорізноманіття необхідні знання екологічних особливостей виду і глибоке розуміння функціонування екосистем у цілому [3]. Для збереження або відновлення вересовищ західні фахівці рекомендують продовжити відновлення попереднього традиційного використання території, хоча при цьому допускаються і різні варіанти, необхідні для збереження біорозмаїття пустоші. Парадоксально, але для довготривалого існування вересовищ необхідні такі умови: бідність ґрунту на мінеральні елементи, пошкодження пожежами і фітофагами. При цьому найбільш оптимальний варіант для збереження вересової пустоші — проведення мозаїчного випалювання, яке дає кращі результати, ніж суцільне разове випалювання на значній площі або збереження тривалий час вересовища у невипаленому стані.

Висновки

1. Оптимальна кількість K_2O для продуктивного зростання та успішної вегетації *Calluna vulgaris* (L.) Hull встановлена у межах до 6,7 мг/100 г повітряно сухого ґрунту.

2. Сприятливий діапазон вмісту K_2O для збільшення розмірів листків — 6,7-7,1 мг/100 г повітряно сухого ґрунту.

3. Найбільші розміри квіток та суцвіть спостерігаються у межах від 6,7 до 8,6 мг K_2O/100 г повітряно сухого ґрунту. Коробочки вересу звичайного досягають найбільших розмірів за мінімальної кількості K_2O.

4. Результати дослідження можуть бути корисні у бортництві, сільському господарстві, лісівництві, декоративному садівництві та медицині.

1. *Боголюбов А.Г.* К столетию начала биометрических работ в России / А.Г. Боголюбов // Ботан. журн. — 2003. — Т. 88, № 7. — С. 133—140.
2. *Вальтер Г.* Общая геоботаника / Генрих Вальтер; [пер. с нем. и предисл. А. Г. Еленевского]. — М.: Мир, 1982. — С. 7—13.

3. *Жила С.* Бортництво і вересовища на Поліссі / С. Жила // Полювання та риболовля. — 2010. — № 3. — С. 5—6.
4. *Івченко І.С.* Аналіз дикорослої дендрофлори Українського Полісся / І.С. Івченко // Укр. ботан. журн. — 1978. — Т. 35, № 1. — С.46—50.
5. *Івченко І.С.* Історичне формування дендрології: [монографія] / Ігор Сергійович Івченко. — К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2011. — С. 234—238.
6. *Лакин Г.Ф.* Биометрия / Георгий Филиппович Лакин. — М.: Высшая школа, 1990. — С. 22—36.
7. *Определитель* высших растений Украины / [Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. и др.]. — К.: Наук. думка, 1987. — С. 136.
8. *Определитель* растений лесов УССР: [под ред. А.Л. Бельгарда]. — К.: Вища школа. Головное изд-во, 1984. — С. 127.
9. *Урманцев Ю.А.* О статистической сущности биологических объектов. Основные приемы биометрии / Ю.А. Урманцев // Физиол. растений. — 1967. — Т. 14, № 2. — С. 342—358.
10. *Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике: [учеб. пособие] / Владимир Михайлович Шмидт. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. — С. 8—13.
11. *Якушкина Н.И.* Физиология растений: [учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов] / Наталья Ивановна Якушкина. — М.: Просвещение, 1980. — С. 157—158.
12. *Pagel*. Allgemeine Deutsche Biographie (ADB) / Pagel, J. Weber, Georg Heinrich. // Leipzig: Duncker & Humblot, 1896. — Band 41 — S. 302.

И.Н. Ежель
Национальный педагогический университет им. М.П. Драгоманова

ЗАВИСИМОСТЬ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ CALLUNA VULGARIS (L.) HULL (ERICACEAE JUSS.) ОТ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННОГО КАЛИЯ В ПОЧВЕ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

В статье приведены значение и использование биометрии в прикладной ботанике. Путем экспериментальных исследований выяснено биометрические показатели *Calluna vulgaris* (L.) Hull, благодаря чему установлено оптимальное количество содержания обменного калия для роста данного вида. Эксперимент проведен на территории массового распространения вида — Правобережном Полесье Украины. Определены перспективы разработки данной темы в контексте использования пищевых, декоративных и лекарственных свойств исследуемой растения. Результаты исследования являются оригинальными и необходимыми для мотивации сохранения генетического биоразнообразия вида.

Ключевые слова: биометрия, Calluna vulgaris (L.) Hull, обменный калий, Правобережное Полесье Украины

I.M. Yezhel
National Pedagogical University Dragomanov

DEPENDENCE THE BIOMETRIC INDICATORS OF CALLUNA VULGARIS (L.) HULL (ERICACEAE JUSS.) ON THE CONTENT OF EXCHANGEABLE POTASSIUM IN SOILS IN THE RIGHTBANK POLISSYA OF UKRAINE

The article states the importance and use of biometrics in applied botany. Through experimental studies found biometric indicators *Calluna vulgaris* (L.) Hull, so set the optimum number of exchangeable potassium content for the growth of this species. The experiment was conducted in the mass distribution of species in the Rightbank Polissya of Ukraine. Outlined the prospects of development of this theme in the context of food, ornamental and medicinal properties of the plant. The results are original and motivation necessary for maintaining genetic of species.

Keywords: biometrics, Calluna vulgaris (L.) Hull, exchangeable potassium, Rightbank Polissya of Ukraine

Рекомендує до друку
М.М. Барна

Надійшла 13.04.2013

УДК 582.671: 581.45 : 57.012.4 : 581.132

О.М. КЛИМЕНКО

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного
вул. Терещенківська, 2, Київ, Україна, 01601

АНАТОМІЯ ТА УЛЬТРАСТРУКТУРА КЛІТИН ЛИСТКІВ НАЗЕМНОЇ ФОРМИ ГЕТЕРОФІЛЬНОЇ ВОДНОЇ РОСЛИНИ *NUPHAR LUTEA* (L.) SMITH.

Наведені дані щодо анатомічної будови, ультраструктури хлоропластів, параметрів флуоресценції хлорофілу та вмісту пігментів в наземних листках водної гетерофільної рослини *Nuphar lutea (L.) Smith*. Показано високу пластичність фотосинтезуючого апарату цього виду, що обумовлює адаптацію рослин до зростання у повітряному оточенні.

Ключові слова: Nuphar lutea, листки, анатомія, ультраструктура клітин, пігменти, фотосинтез

Глечики жовті (*Nuphar lutea* (L.) Smith.) з родини *Nympheaceae* є водною багаторічною рослиною, яка зростає у водоймах з нерухомою та повільно текучою водою та охоплює ареал від Африки до північних районів Європи та Америки [7]. Рослини цього виду є яскравим прикладом гетерофілії, вони мають два типи листків: плаваючі та занурені, які створюють розетку на дні водойми на глибині від 0,5 до 3 метрів. Підводні листки перші з'являються навесні з насіння або на кореневищах, які перебували у спокої. Плаваючі листки утворюються пізніше та є основною фотосинтезуючою масою протягом літа. При зниженні рівня води *N. lutea* створює наземну форму "*terrestris*" або "*minoriflore*" [1], листки якої мають короткі черешки та зібрані в розетку на поверхні ґрунту (рис. 1).

В літературі наведені дані щодо морфології [1, 6, 15], анатомії листків *N. lutea* [2, 3], ультраструктури фотосинтетичного апарату [4], деякі показники його роботи [9, 16], вмісту пігментів [8] в плаваючих та підводних листках рослини. Проте, такі відомості щодо наземних листків *N. lutea* відсутні. Тому метою роботи було дослідити анатомічну будову, ультраструктуру хлоропластів, вміст пігментів та функціональні характеристики фотосинтезуючого апарату наземних листків *N. lutea.*

Матеріал і методи досліджень

Матеріал для вивчення збирали на р. Псьол поблизу с.м.т. Велика Багачка. Наземні листки брали з рослин, які зростали на відстані 2 метрів від води. Для фіксації вирізали ділянки мезофілу 0,5х1 см з середньої третини листкової пластинки між краєм листка та центральною жилкою. Фіксацію 2,5 % глутаровим альдегідом та 1 % OsO_4, зневоднення в серії спиртів та заливку зразків в суміш епоксидних смол (епон-аралдит) проводили за загальноприйнятим методом [5]. Для світлової мікроскопії робили напівтонкі зрізи (0,5-1 мкм) на ультрамікротомі RMC MT-XL (США), фарбували 1% метиленовим синім та 0,12% толуїдіновим синім та вивчали під мікроскопом NF (Carl Zeiss, Germany). Для трансмісійної електронної мікроскопії зрізи завтовшки 55-70 нм виготовляли на мікротомі RMC MT-XL (США) та досліджували в електронному трансмісійному мікроскопі JEM 1230EX. Негативні зображення сканували і отримані цифрові зображення аналізували за допомогою програмного забезпечення UTHSCSA Image Tool 3.0.

Флуоресценцію хлорофілу вимірювали за допомогою флуорометра XE-PAM («Walz», Німеччина) за дії актинічного світла інтенсивністю від 30 до 1000 мкЕ·м$^{-2}$·с$^{-1}$. Розраховували максимальний квантовий вихід флуоресценції (F_v/F_m), ефективний квантовий вихід фотосистеми II (Φ_{PSII}), фотохімічне (qP) та нефотохімічне (NPQ) гасіння флуоресценції [12].

Пігменти (хлорофіл та каротиноїди) екстрагували ацетоном. Кількість пігментів вимірювали на спектрофотометрі Specord M40. Розраховували вміст хлорофілу в 1 г сухої ваги [10].

Результати досліджень та їх обговорення

Продихи розташовуються на верхньому (абаксиальному) боці наземного листка, на нижньому боці наявні численні триклітинні гідропоти (211 на 1 мм^2 на поверхні листка), які за будовою подібні до сольових залозок [11]. Клітини верхньої епідерми овальної форми та вкриті товстою кутикулою. Клітини нижньої епідерми більші (18,3±0,22 мкм) за клітини верхнього (11,2±0,12 мкм), витягнуті в тангентальному напрямі. Палісадна паренхіма складається з 3-4 шарів циліндричних клітин, які відрізняються між собою за висотою, міжклітинники невеликі. Губчаста паренхіма складається з овальних клітин та великих міжклітинників - аеренхіми. В паренхімі трапляються астеросклереїди та членисті молочники (рис. 2, а). За анатомічною будовою наземні листки *N. lutea* в основному подібні до плаваючих листків цієї ж рослини, але відрізняються більшою товщиною пластинки (588±2,8 мкм та 545,1±1,65 мкм відповідно), більшими розмірами клітин нижньої епідерми (18,3±0,22 мкм та 14,2±0,18 мкм відповідно), меншим парціальним об'ємом міжклітинників (26,13±0,47 % та 42,8±0,73% відповідно) (рис. 2, б) [2]. Такі ж відмінності спостерігаються між наземними та плаваючими листками гетерофільної водної рослини *Batrachium peltatum* (Shrank) Pres., наземні та плаваючі листки якої значно відрізняються за товщиною пластинки – товщина пластинки наземних листків складає 400±36 мкм, плаваючих - 272±17 мкм. Припускається, що збільшення товщини наземних листків викликана їх існуванням в більш посушливих умовах повітряного оточення порівняно з плаваючими листками [13]. Суттєві відмінності були знайдені між наземними та підводними листками *N. lutea*. *У* підводних листках відсутні продихи, кутикула дуже тонка, мезофіл недиференційований та складається з 2-7 шарів клітин, зменшується товщина листкової пластинки та об'єм міжклітинників [2]. Така ж значна відмінність анатомічної будови наземних та придонних листків була показана на прикладі гетерофільної водної рослини *Ranunculus flabellaris* Raf. Такі зміни можуть бути спричинені сукупним впливом факторів зовнішнього середовища, повітряного та водного, які діють на різні типи листків гетерофільних рослин [17].

Рис. 1. Рослина наземної форми *N. lutea*

Ультраструктура клітин мезофілу наземних листків типова для фотосинтзуючих клітин: центральна частина клітини зайнята великою вакуолю, ядро овальної або витягнутої форми, інші органели розташовуються в периферичній цитоплазмі. Наявні асоціації хлоропластів, мітохондрій та пероксисом. Хлоропласти наземних листків розташовуються вздовж антиклінальних стінок клітин палісадної паренхіми, в них переважають невеликі грани з 2-5 тилакоїдами, наявні пластоглобули та поодинокі крохмальні зерна. В цитоплазмі клітин мезофілу присутні численні ліпідні краплі. За ультраструктурою хлоропластів наземні листки *N. lutea* подібні до плаваючих листків цієї рослини, але значно відрізняються від хлоропластів

підводних листків, які розташовуються вздовж периклінальних клітинних стінок та в гранах яких нараховується понад 40 тилакоїдів [4]. Подібні відмінності в ультраструктурі хлоропластів листків, їх розташуванні, кількості тилакоїдів в грані описано у інших водних гетерофільних рослин (*Rumex palustris* Smith. та *Ranunculus flabellaris* Raf.) [14, 17].

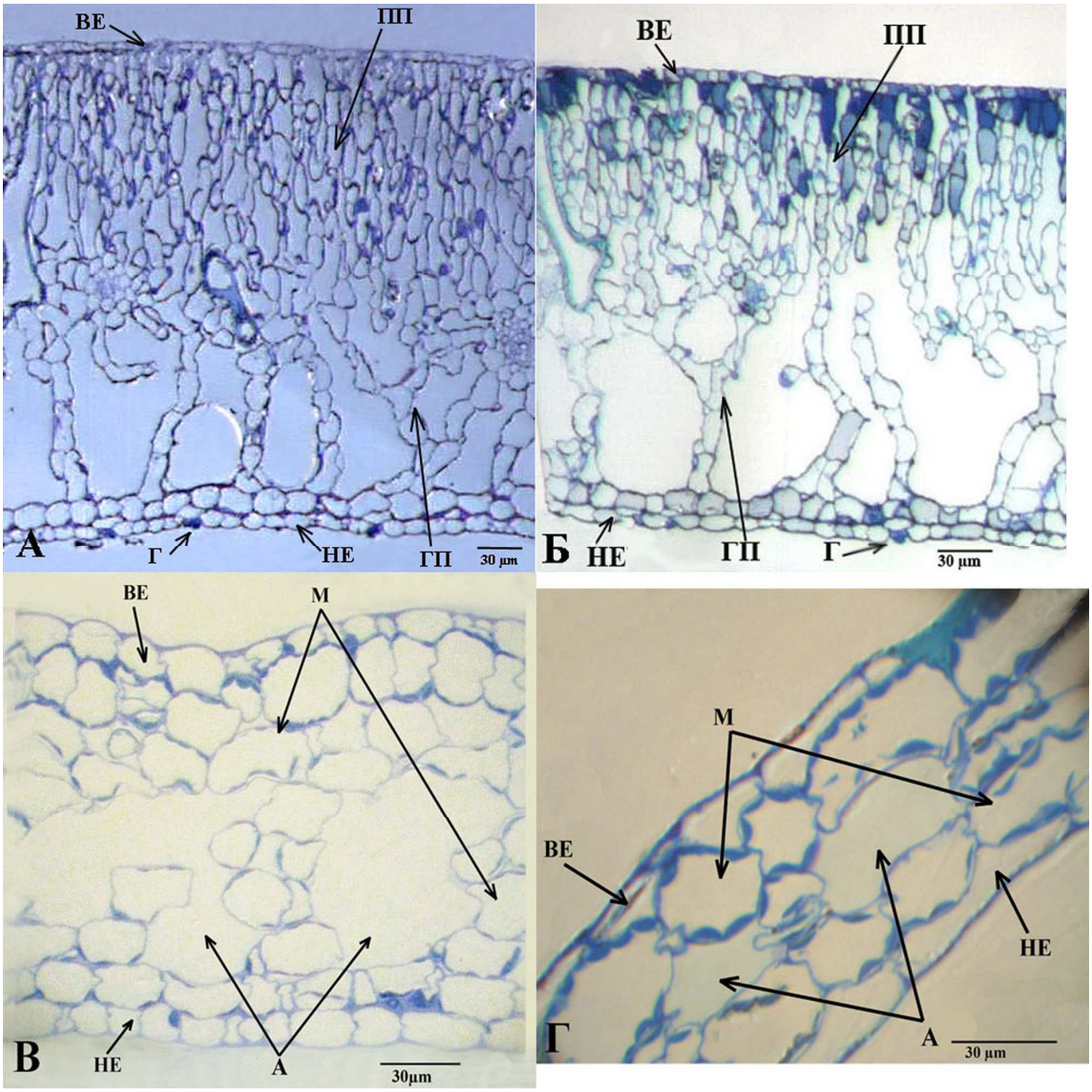


Рис. 2. Поперечні зрізи пластинок наземних (А), плаваючих (Б) і придонних листків (В, Г) *N. lutea* (світлова мікроскопія, 30 µm): ВЕ – верхній епідерміс; А – аеренхіма; ПП – палісадна паренхіма; Г – гідропоти; НЕ – нижній епідерміс; ГП – губчаста паренхіма, М – мезофіл.

Показник максимального квантового виходу фотохімічних реакцій ФСІІ (F_v/F_m) наземних листків в середньому становив 0,78, що вказує на задовільний стан досліджуваної рослини. Показники ефективного квантового виходу ФСІІ (Φ_{PSII}) та фотохімічного гасіння (qP) були високими у наземних листках за умов будь-якої інтенсивності актинічного світла (30, 60, 100, 200, 500, 1000 мкЕ·м$^{-2}$·с$^{-1}$). Оптимальною для наземних листків є інтенсивність світла 1000 мкЕ·м$^{-2}$·с$^{-1}$. Фотохімічне та нефотохімічне гасіння є конкурентними процесами, їх значення залежать від інтенсивності актинічного світла, тому його збільшення призводить до зменшення фотохімічного гасіння та відповідно збільшення нефотохімічного. Таким чином, наземні листки *N. lutea*, як і плаваючі, характеризуються ефективною роботою електрон-транспортного ланцюга в хлоропластах та адаптовані до високої інтенсивності світла порівняно з підводними

листками цієї ж рослини [4, 16]. Наземні та плаваючі листки *N. lutea* за ультраструктурою та функціональними показниками близькі до листків світлолюбних рослин, а придонні листки — до тіньолюбних.

Вміст хлорофілу *a* у наземних листках становив 6,35±0,78 мг/г сухої речовини, хлорофілу *b* — 2,35±0,31 мг/г сухої речовини, каротиноїдів — 1,70±0,12 мг/г сухої речовини, співвідношення хлорофілу *a/b* — 2,74±0,07. Вміст фотосинтетичних пігментів в наземних листках *N. lutea* несподівано виявився більшим, ніж у плаваючих листках при зростанні в умовах однакової інтенсивності світла. У плаваючих листках вміст хлорофілу *a* становив 4,66±0,32 мг/г сухої речовини, хлорофілу *b* — 1,63±0,48 мг/г сухої речовини, каротиноїдів — 1,41±0,27 мг/г сухої речовини, співвідношення хлорофілу *a/b* — 2,88±0,08. Припускається, що високий вміст хлорофілу в наземних листках є проявом пристосувальної реакції рослин до наземних умов існування, як це відомо для ряду інтродукованих в умови високогіря рослин.

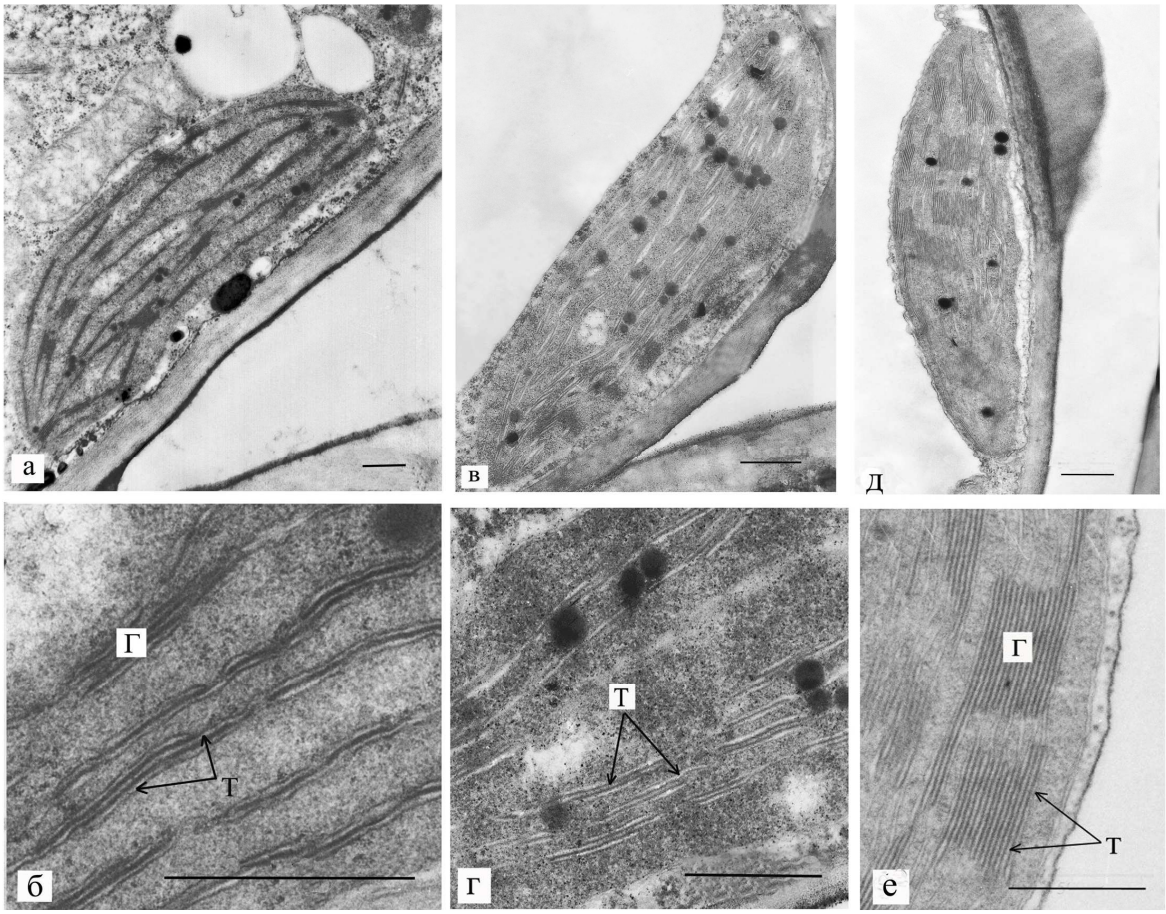


Рис. 3. Фрагменти клітин палісадної паренхіми плаваючих (а, б), наземних листків (в, г) і підводних (д, е) листків *N. lutea*; а, в, д – загальний вигляд хлоропластів; б, г, е – фрагменти гран хлоропластів (500 nm): Г – грана; Т – тилакоїд.

За вмістом пігментів наземні листки займають проміжне положення між плаваючими та підводними листками. Високий вміст хлорофілу не завжди пов’язується з фотосинтезом та може свідчити про реакцію пристосування водної рослини до існування на поверхні ґрунту, де пігментний комплекс в першу чергу реагує на зміни [10].

Висновки

На підставі вперше проведених досліджень мікроморфології та структурно-функціональної організації листків наземної форми водної гетерофільної рослини *N. lutea* встановлено, що за своєю анатомічною структурою та показниками флуоресценції хлорофілу вони подібні до листків світлолюбних рослин, як і плаваючі листки цієї рослини. Одержані дані свідчать про

пластичність фотосинтезуючого апарату *N. lutea*, що забезпечує процес фотосинтезу в умовах повітряного оточення і, таким чином, адаптацію рослини до зростання на березі річки.

1. *Дубына Д.В.* Кувшинковые Украины / Д.В. Дубына. — К.: Наук. думка, 1982. — 230 с.
2. *Клименко О.М.* Анатомічні особливості листків *Nuphar lutea* (L.) Smith. *(Nymphaeaceae)* / О.М. Клименко // Укр. ботан. журн. — 2011. — 68, № 2. — С. 265—270.
3. *Зауралова Н.О.* Ассимиляционный апарат некоторых видов пресноводных растений / Н.О. Зауралова // Ботан. журн. — 1980. — 65, №10. — С.1439—1446.
4. *Клименко Е.Н.* Структурно-функциональные аспекты гетерофилии *Nuphar lutea (L.) Smith.*: ультраструктура и фотосинтез / Е.Н. Клименко // Цитология и генетика. — 2012. — 46, №5. — С.12—20.
5. *Справочник* по ботанической микротехнике. Основы и методы / [Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятов А. Г. и др.] — М.: Изд-во МГУ, 2004. — 312 с.
6. *Arber A.* Water Plants / A. Arber. — Cambridge: Cambridge University Press, 1920. — 436 p.
7. *Cook C.D.K* Aquatic plant book / C.D.K Cook. — Amsterdam: SPB Academic, 1996. — 228 p.
8. *Klančnik K.* Heterophylly results in a variety of “spectral signatures” in aquatic plant species / K. Klančnik, M. Mlinar, A. Gaberščik // Aquat. Bot. — 2011. — 98. — P. 20—26.
9. *Kržič N.S.* Photochemical efficiency of amphibious plants in an intermittent lake / N.S. Kržič, A. Gaberščik // Aquat. Bot. — 2005. — 83. — P. 281—288.
10. *Lichtenthaler H.K.* Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV–VIS spectroscopy / H.K. Lichtenthaler, C. Buschmann // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons Inc, Canada. / Eds. Wrolstad, R.E. — 2000. — P. 171—179.
11. *Lüttge U.* Structure and function of plant glands / U. Lüttge // Ann. Rev. Plant Physiol. — 1971. — 22. — P. 23—44.
12. *Maxwell K.* Chlorophyll fluorescence – a practical guide / K. Maxwell, G.N. Johnson // J. Exp. Bot. — 2000. — 51, №345. — P. 659—668.
13. *Nielsen S.L.* Photosynthetic implications of heterophylly in *Batrachium peltatum* (Shrank) Pres. / S.L. Nielsen, K. Sand-Jensen // Aquat. bot. — 1992. — 44. — P. 361—371.
14. *Mommer L.* Submergence–induced morphological, anatomical, and biochemical responses in a terrestrial species affect gas diffusion resistance and photosynthetic performance / L. Mommer, T.L. Pons, E.J.W. Visser // Plant Physiol. — 2005. — 139. — P. 497—508.
15. *Padgett D.J.* A monograph of *Nuphar (Numphaceae)* / D.J. Padgett // Rhodora. — 2007. — 109, № 937. — P. 1—95.
16. *Snir A.* Alterations in Rubisco activity and in stomatal behavior induce a daily rhythm in photosynthesis of aerial leaves in the amphibious plant *Nuphar lutea* / A. Snir, M. Gurevitz, Y. Marcus // Photosynth Res. — 2006. — 90. — P.233—242.
17. *Young J.P.* Heterophylly in *Ranunculus flabellaris*: the effect of abscisic acid on leaf anatomy / J.P. Young, R.F. Horton // Ann. Bot. — 1987. — 60. — P. 117—125.

О.М. Клименко
Институт ботаники им. Н.Г. Холодного,
ул. Терещенковская, 2, Киев, 01601

АНАТОМИЯ И УЛЬТРАСТРУКТУРА КЛЕТОК ЛИСТЬЕВ НАЗЕМНОЙ ФОРМЫ ГЕТЕРОФИЛЬНОГО ВОДНОГО РАСТЕНИЯ *NUPHAR LUTEA* (L.) SMITH.

Приведены данные по анатомическому строению, ультраструктуре хлоропластов, параметрам флуоресценции хлорофилла и содержанию пигментов в наземных листьях водного гетерофильного растения *Nuphar lutea* (L.) Smith. Показано, что высокая пластичность фотосинтезирующего аппарата этого вида способствует успешной адаптации растения к произрастанию на суше.

Ключевые слова: Nuphar lutea, листья, анатомия, ультраструктура клеток, пигменты, фотосинтез

E.N. Klimenko
Institute of Botany of National Academy of Sciences of Ukraine,
Tereschenkivska St. 2, 01601, Kyiv, Ukraine

LEAF ANATOMY AND CELL ULTRASTRUCTURE OF THE TERRESTRIAL FORM OF A HETEROPHYLLOUS AQUATIC PLANT *NUPHAR LUTEA* (L.) SMITH.

The data of firstly performed investigations of anatomy and cell ultrastructure, chlorophyll fluorescence parameters and the pigment content in leaves of the terrestrial form of heterophyllous aquatic plant *Nuphar lutea* (L.) Smith. Unlike submerged near-bottom leaves terrestrial leaves are similar to floating leaves on investigated patterns and they are similar to leaves of sun-plants. High plasticity of the photosynthetic apparatus in heterophyllous aquatic plant was shown, that provides photosynthesis and water plant adaptation to growth in air at the riverside.

Keywords: Nuphar lutea, leaf, anatomy, heterophylly, cell ultrastructure, pigments, photosynthesis

Рекомендує до друку
М.М. Барна

Надійшла 20.06.2013

УДК 581.526.33(447.43)

І.А. КУЗЬ

Кам'янець-Подільський національний університет ім. І. Огієнка
вул. І. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна, 32300

ФЛОРА СХИЛОВИХ БОЛІТ КАМ'ЯНЕЦЬКОГО ПРИДНІСТРОВ'Я

Досліджено флору схилових боліт Кам'янецького Придністров'я, виявлено її особливості та відмінності у порівнянні з флорами подібних боліт сусідніх регіонів.

Ключові слова: флора, схилове болото, Кам'янецьке Придністров'я

На сучасному етапі розвитку флористики одним із пріоритетних завдань при дослідженні й збереженні фіторізноманіття та формуванні екологічної мережі будь-якого регіону є інвентаризація флори та проведення її порівняльного аналізу з подібними флорами. Кам'янецьке Придністров'я – флористичний підрайон Середнього Придністров'я, що займає південну частину схилу Подільської височини від р.Збруч на заході до р. Калюс на сході. Він вперше був виділений Г.О.Кузнєцовою в 1953 році та названий Б.В. Заверухою в 1985 році [5]. В системі фізико-географічного районування України [11] досліджувана територія належить до Західно-Подільської та Придністровсько-Подільської областей Західно-Української провінції Лісостепової зони. Заболоченість вказаного регіону не перевищує 1% загальної площі. Болота розвиваються переважно в заплавах річок і в балках та належать до заплавних або заплавно-притерасних. В умовах горбистого рельєфу Подільських Товтр трапляються також схилові або, так звані, "висячі болота", тобто болота, що займають схили у місцях виходу джерел або ґрунтових вод. Феномен утворення боліт на схилах в місцях виходу джерельних вод відомий в усіх природних зонах України. Але найбільше вони поширені в лісостепових районах та в Карпатах. Вони одержали назву "висячих боліт" і добре відомі у гірських регіонах в різних місцях Землі [6].

В Україні типові висячі болота описані в Карпатах Ю.Р. Шеляг-Сосонко [14], Т.Л. Андрієнко, С.Ю. Попович [1], І.І. Чорней та ін. [13]. Трапляються вони також і на рівнинній території в місцях зі складним рельєфом та водотривкою корінною породою. Зокрема, в степовій зоні України в північно-західному Причорномор`ї описані висячі болота («мочари») та їх рослинний покрив В.С.Ткаченко [9]. На Поліссі подібні болота описані на схилі долини р. Жерев [4] та на схилах долини р. Тетерів [3]. Відомі вони також і на Західному

Поділлі, де займають середину або нижню третину схилів річкових долин та схилів Подільських Товтр [2,7]. Великих площ болота схилів не займають. Торфові поклади в них неглибокі або відсутні.

Болотна флора будь-якого регіону є лише частиною регіональної флори цієї території. В той же час з екологічної точки зору будь-яка болотна флора досить різноманітна і являє собою об'єднання видових комплексів - парціальних флор, властивих окремим типам болотних ландшафтів, що істотно розрізняються між собою по розташуванню, типу водно-мінерального живлення та характером рослинності. Флора схилових боліт Кам'янецького Придністров'я має ряд особливостей, що зумовлено особливостями їх фізико-географічного розташування та гідрологічним режимом.

Встановлення точного складу флори боліт, в тому числі і схилових, пов'язано, з одного боку, з об'єктивними труднощами точного розподілу в польових умовах болотних і не болотних ділянок, що пояснюється поступовістю переходів від боліт до лісів, лук, прибережно-водної рослинності; з іншого боку, - широким поширенням на болотах так званих «випадкових» або «факультативних» гелофітів - видів, що більш-менш регулярно заходять на болота, але характерних для рослинних покривів інших типів ландшафтів.

Для того щоб виявити і окремо проаналізувати набір видів, пов'язаних у своєму розповсюдженні майже виключно або переважно з болотами, нами використовується поняття «флороценотичний комплекс боліт»,запропоноване Б.А. Юрцевим та В.В. Петровским [15] або «ядро болотної флори», за обсягом близьке поняттю «вірні види» в розумінні Браун-Бланке [16]. Флороценотичний комплекс (ФЦК) дає чіткіше уявлення про природу боліт, ніж болотна флора в цілому, де велика доля випадкових видів.

Метою цієї роботи було дослідження флористичного складу схилових боліт Кам'янецького Придністров'я та виявлення його особливостей. Опис рослинності схилових боліт поданий нами в відповідній статті [8].

Матеріал і методи досліджень

Впродовж 2011-2012 рр. на території Кам'янецького Придністров'я нами було виявлено та описано 13 болотних масивів різного походження. Із них 5 були утворені на схилах різної крутизни та експозиції (Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський район, поблизу с. Грушка (схил західної експозиції, нахил 15-20˚), с. Сурженці (південно-західний схил, 10-15˚) та 3 масиви в урочищі Совий Яр між селами Вихватнівці та Крушанівка (східний схил, 15-20˚, в третьому масиві – до 30-40˚)). Для встановлення видового складу флори боліт були використані власні та літературні дані, а також гербарні колекції Подільської державної аграрно-технічної академії, НПП «Подільські Товтри» (PTR), Кам'янець-Подільського ботанічного саду (PDH).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами власних досліджень, опрацюваних гербарних та літературних даних встановлено, що об'єднана парціальна флора боліт Кам'янецького Придністров'я нараховує 104 види, які належать до 2 відділів, 3 класів, 34 родини та 62 родів. Із них у флорі схилових боліт відмічено 66 види з 24 родини та 51 родів, що становить більше 60% флори боліт досліджуваної території та майже 40% від загальної кількості гелофітів Лісостепу України [12].

Переважна кількість видів належить до відділу Magnoliophyta (64/96,9%). З них на Liliopsida припадає 12 видів (18,2%), а на Magnoliopsida – 54 види (81,8%), що становить пропорцію 1:4,5 і є характерним для флор, пов'язаних із Стародавнім Середзем'ям (1:4-4,5) [10] та значно відрізняється від інших гелофільних флор, де питома вага однодольних значно вища (1:1,5-2,2). Судинні спорові відіграють незначну роль та представлені 4 видами (6%), що є характерним для усіх регіональних флор. Флористична пропорція, що характеризує історичний вік флори становить 1:2,5:3,1 та вказує на порівняно молодий її вік.

Список видів вищих судинних рослин схилових боліт Кам'янецького Придністров'я.

Equisetaceae: Equisetum palustre L., *E. telmateia Ehrh.*, *E. sylvaticum* L.,

E. arvense L.

Juncaceae: *Juncus inflexus* L.

Cyperaceae: *Carex acuta* L., *C. nigra* (L.) *Reichard*, *C. vesicaria* L.,

C. vulpina L., *C. hirta* L., *Scirpus sylvaticus* L.

Poaceae: *Agrostis stolonifera* L., *Alopecurus arundinaceus Poir, Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud, Poa trivialis* L., *P. pratensis* L.

Ranunculaceae: Caltha palustris L., *Ranunculus repens* L., *Thalictrum lucidum* L.

Caryophyllaceae: Myosoton aquaticum (L.) *Moench.*

Polygonaceae: Persicaria hydropiper (L.) *Delabre, Rumex confertus Willd*

Primulaceae: Lysimachia vulgaris L., *L. nummularia* L.

Salicaceae: *Salix fragilis* L.

Brassicaceae: Rorippa palustris (L.) *Bess.*

Rosaceae: *Filipendula ulmaria* (L.) *Maxim, Geum urbanum* L., *Rubus caesius* L, *Fragaria vesca* L.

Lythraceae: *Lythrum salicaria* L., *L. virgatum* L.

Onagraceae: *Epilobium hirsutum* L.

Fabaceae: *Lathyrus palustris* L., *Vicia cracca* L.

Apiaceae: *Daucus carota* L.

Rubiaceae: *Galium palustre* L., *G. aparine* L.

Boraginaceae: *Myosotis scorpioides* L., *Symphytum officinale* L., *Pulmonaria obscura Dumort., P. officinalis* L.

Scrophulariaceae: *Scrophularia umbrosa Dumort., Veronica beccabunga* L.

Lamiaceae: Lycopus europaeus L., *Mentha arvensis* L., *M. longifolia* L. *Huds, M.* × *verticillata* L., *Glechoma hederacea* L., *Marrubium vulgare* L., *Stachys palustris* L.

Asteraceae: *Arctium lappa* L., *Cirsium palustre* (L.) *Scop., Eupatorium cannabium* L., *Tussilago farfara* L., *Inula helenium* L., *Taraxacum officinale Wigg., Carduus crispus* L., *Stenactis annua Nees, Achillea millefolium* L., *Sonchus palustris* L.

Cannabaceae: Humulus lupulus L.

Valerianaceae: Valeriana officinalis L.

Plantaginaceae: *Plantago major* L., *Plantago media* L.

Urticaceae: Urtica dioica L.

Для виявлення флороценотичного комплексу (ФЦК) схилових боліт Кам'янецького Придністров'я всі види рослин, зазначені в рослинному покриві боліт досліджуваного регіону, були розділені на 5 груп по мірі зв'язку («вірності болоту»): I – випадкові види; II – індиферентні; III – види, що трапляються в різних екотопах, але оптимально розвиваються на болотах; IV – види, що віддають перевагу болоту, але іноді трапляються і в інших місцях; V – види, що трапляються майже виключно на болотах.

До ФЦК боліт віднесені групи III–V, що включають види облігатні або переважно пов'язані з болотами. Сукупність цих видів можна об'єднати поняттям «вірні» види і розглядати як ядро болотної флори.

До V та IV групи, що включають види, які трапляються виключно на болотах, або віддають перевагу болоту у флорі схилових боліт Кам'янецького Придністров'я не відноситься жоден із виявлених видів. Це пов'язано, в першу чергу, з особливостями формування таких боліт, їх гідрорежимом та значно вищими температурними показниками, ніж на болотних масивах інших регіонів.

Основні види, що формують болотний покрив досліджуваних боліт відносяться до III групи. Хоч види цієї групи не являються виключно болотними, проте вони відіграють помітну роль в рослинному покриві боліт та виступають домінантами болотних рослинних угруповань. Всього нами виявлено 19 таких видів. До цієї групи відносяться: *Equisetum palustre, Carex acuta, Carex vesicaria, Scirpus sylvaticus, Phragmites australis, Agrostis stolonifera, Lythrum salicaria, Galium palustre, Lycopus europaeus, Sonchus palustris* та ін.

Група індиферентних видів (II) найбільш багаточисельна (28 видів). До неї входять типові лісові, лучні, сміттєві та інші види, які в невеликій кількості постійно трапляються на болотах, знаходячи для себе відповідні екологічні ніші, що відповідають їх екологічним вимогам. Як приклад можна навести *Equisetum sylvaticum, Juncus inflexus, Carex vulpina, Carex hirta, Poa trivialis, Ranunculus repens, Filipendula ulmaria, Valeriana officinalis, Epilobium hirsutum, Humulus lupulus, Mentha longifolia, Urtica dioica, Inula helenium* та багато інших.

До І групи випадкових видів відносяться види, що потрапляють на болота з оточуючих ландшафтів (лісів, лук, полів), але, на відміну від попередньої групи, зустрічаються дуже рідко. До цієї групи відносяться 19 видів: *Equisetum arvense*, *Poa pratensis*, *Rubus caesius*, *Geum urbanum*, *Fragaria vesca*,*Vicia cracca*, *Galium aparine*, *Stenactis annua* та інші.

В цілому у флорі «висячих» боліт Кам'янецького Придністров'я число власне болотних видів (ІІІ – V групи), що складають флороценотичний комплекс боліт даного регіону, дорівнює 19, що становить 28,8% загальної флори боліт.

Велика кількість факультативних, «не болотних», видів у флорі схилових боліт є характерною і для інших регіонів та пояснюється невеликими розмірами болотних масивів з яскраво вираженим мікрорельєфом поверхні і складною просторовою структурою болотних рослинних угруповань.

За частотою трапляння на території досліджень найбільш часто зустрічаються *Phragmites australis*, *Scirpus sylvaticus*, *Carex acuta*, *Lythrum salicaria*, *Epilobium hirsutum*; звичайними для даної території є *Carex vesicaria*, *Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis*, *Lysimachia vulgaris*, *Salix fragilis*, *Cirsium palustre*, *Urtica dioica*, *Lycopus europaeus*, *Equisetum palustre* та ін..; спорадично зустрічаються *Carex vulpina*, *Carex hirta*, *Caltha palustris*, *Rorippa palustris*, *Humulus lupulus*, *Valeriana officinalis*; трапляються рідко: *Equisetum sylvaticum*, *Alopecurus arundinaceus*, *Thalictrum lucidum*, *Pulmonaria officinalis*, *Glechoma hederacea*; дуже рідко трапляються *Equisetum telmateia*, *Carex nigra*, *Fragaria vesca*, *Lathyrus palustris*, *Daucus carota*, *Marrubium vulgare* та ін. види.

На відміну від висячих боліт Карпат [1, 12], для яких характерний строкатий та полідомінантний моховий ярус, що становить 35-50% проективного покриття, у флорі схилових боліт досліджуваної території мохи були виявлені лише на одному болоті (с. Грушка) в невеликій кількості (до 10%). Там зібрано досить рідкісний вид –*Hygroamblistegium humite* (Hedw.) Jenn.

Висновки

Отже, у формуванні травостою схилових боліт Кам'янецького Придністров'я найчастіше беруть участь фітоценози з домінуванням *Phragmites australis*, *Scirpus sylvaticus*, *Carex acuta* з різними видами лучного, лісового, рудерального різнотрав'я, на відміну від подібних боліт Карпат та північного Поділля, які утворені переважно осоково-гіпновими, хвощово-гіпновими або пухівково-гіпновими ценозами. Деревні форми не беруть участі у формуванні даних боліт, інколи трапляються одиничні екземпляри паростків *Salix fragilis*.

1. *Андрієнко Т.Л.* Висячі болота Українських Карпат в долині р. Тереблі / Т.Л. Андрієнко, С.Ю. Попович // Укр. ботан. журн. — 1981. — Т. 38, № 5. — С. 28—32.
2. *Балашов Л.С.* Висяче болото в долині середньої течії річки Тетерів / Л.С. Балашов // Укр. ботан. журн. — 1987. — Т. 44, № 2. — С. 73—77.
3. *Балашов Л.С.* Современное состояние болот Лесостепи / Л.С. Балашов, А.И. Кузьмичев // Изменение растительности и флоры болот УССР под влиянием мелиорации. — Киев.: Наук. думка, 1982. — С.110—121.
4. *Бачуріна Г.Ф.* Торфові болота Українського Полісся / Г.Ф. Бачуріна. — К.: Наук. думка, 1964. — 207 с.
5. *Заверуха Б.В.* Флора Волыно-Подолии и ее генезис / Б.В. Заверуха. — К.: Наук. думка, 1985. — 192 с.
6. *Кац Н.Я.* Болота Земного шара / Н.Я. Кац. — М.: Наука, 1971. — 295 с.
7. *Ковальчук С.І.* Дивні болота Хмельниччини / С.І. Ковальчук, Л.Г. Любінська, Ю.К. Сорочан // Водні багатства Хмельниччини. — Кам-Под.: Абетка, 2001. — 52 с.: іл.
8. *Кузь І.А.* Особливості висячих (схилових) боліт Середнього Придністров`я та необхідність їх охорони / І.А. Кузь // Екологія водно-болотних угідь і торфовищ / Ред. В.В.Коніщук. — Київ, 2013. — С .147-151.
9. *Попов В.П.* Фізико-географічне районування України / В.П. Попов, О.М. Маринич, А.М. Ланько. — К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1968. — 683 с.
10. *Ткаченко В.С.* Інтразональна рослинність на степових схилах Північно-західного Причорномор`я / В.С. Ткаченко // Укр. ботан. журн. — 1982. — Т. 39, № 6. — С. 42—46.

11. *Толмачев А.И.* Введение в географию растений / А.И. Толмачев. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. — 274 с.
12. *Чорна Г.А.* Флора водойм і боліт Лісостепу України. Судинні рослини / Галина Анатоліївна Чорна. — К.: Фітосоціоцентр, 2006. — 184 с.
13. *Чорней І.І.* Болота Буковинських Карпат / І.І. Чорней, В.В. Буджак, Т.Л. Андрієнко // Укр. ботан. журн. — 2008. — Т. 65, № 2. — С. 180—188.
14. *Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Рослинність боліт Верхньо-Дністровських Бескид / Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. — 1965. — Т. 22, № 6. — С. 104—105.
15. *Юрцев Б.А.* Об индикационном значени флористических комплексов на Северо-Востоке СССР / Б.А. Юрцев, В.В. Петровский // Теоретические вопросы фитоиндикации. — Л.: Наука, 1971. — С. 15—31.
16. *Braun-Blanquét J.* Pflanzensociogogie / J. Braun-Blanquét // Grungzüge der Vegetationskunde. Wien. — New York, 1964. — 865 S.

И.А.Кузь
Каменец-Подольский национальный университет им. И. Огиенка, Украина

ФЛОРА СКЛОНОВЫХ БОЛОТ КАМЕНЕЦКОГО ПРИДНЕСТРОВЬЯ

Исследовано флору склоновых болот Каменецкого Приднестровья, обнаружены ее особенности и отличия в сравнении с флорами подобных болот соседних регионов.

Ключевые слова: флора, склоновое болото, Каменецкое Приднестровье

I.A.kuz'
Kamyanets-Podilskiy state university the name of I. Ogienko, Ukraine

FLORA OF SLOPE BOGS ON THE PRIDNESTROV'YA OF KAMYANETS

The flora of slope bogs on the Pridnestrov'ya of Kamyanets is investigational, found out its features and differences by comparison to floras of similar bogs of nearby regions.

Keywords: flora, slope bog, Kamyanets, Pridnestrov'ya

Рекомендує до друку
М.М. Барна

Надійшла 22.03.2013

УДК 504.73.05 (477.46)

І.А. ЧЕМЕРИС[1], С.М. КОНЯКІН[2]

[1]Черкаський державний технологічний університет
бульв. Шевченка, 460, Черкаси, 18006
[2]Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, Одеса, 65086

АНАЛІЗ СТАНУ АМБРОЗІЇ ПОЛИНОЛИСТОЇ В УРБОЕКОСИСТЕМІ М. ЧЕРКАСИ

Розглянуто шкодочинність амброзії полинолистої. Проведено аналіз морфометричних показників рослини, що росте на території м. Черкаси. Дано оцінку деяким методам боротьби з амброзією полинолистою в міських системах.

Ключові слова: карантинні рослини, амброзія полинолиста, алергія, шкодочинність, боротьба з бур'янами

В Україні перші локалітети амброзії полинолистої було ідентифіковано у 1925 році на Київському елеваторі. З моменту виявлення цей бур'ян пройшов усі етапи: від первинного

проникнення до розширення свого ареалу. Нині аналіз розповсюдження амброзії полинолистої в Україні продемонстрував негативний стан: бур'ян став справжнім лихом, адже площа засміченості ним щороку збільшувалася на 50–60 тис. га і нині досягнула небачених масштабів. Це віддзеркалює загальне погіршення екостану ґрунтів та зумовлено значним зниженням культури землеробства, а саме: недотриманням вимог агротехніки під час обробітку ґрунту, сівозміни, строків сівби та збирання сільськогосподарських культур і проведення належного комплексу заходів обмеження чисельності бур'янів.

Крім того, амброзія полинолиста – це не тільки злісний конкурент культурних рослин, а й джерело алергічних захворювань населення. Адже під час цвітіння амброзія полинолиста продукує велику кількість пилку, багаторазове вдихання якого спричиняє важкі захворювання людей з ослабленою імунною системою на поліноз (алергія, бронхіальна астма, риніт, кон'юнктивіт тощо). Вияви захворювань населення на пилковий поліноз щороку частішають [9,10].

Отже, тема роботи є актуальною, оскільки кількість карантинних організмів зростає, тому боротьба з ними має бути одним із найважливіших державних заходів і позачергових завдань усіх землекористувачів. Вирішення цієї проблеми дасть можливість підвищити врожай сільськогосподарських культур і зменшити рівень алергічних захворювань в Україні.

Необхідно відмітити, що питання щодо шкодочинності амброзії полинолистої як у посівах сільськогосподарських культур, так і міських екосистемах та боротьби з нею на сьогодні є достатньо вивченим. Так, цим питанням займалися В.Я. Марьюшкіна (1986), В.Х Лєбєдєва (1993). Гордієнко А.І. (1995), В.В. Онипко (2002), В.П. Борона, Н.О. Хромих (2008), М.М. Неїлик (2009). Але залишається невивченим питання регіонального розповсюдження та особливостей в міських екосистемах цього карантинного бур'яну, а саме оцінка його стану у конкретних містах України [1 – 4].

Метою даної роботи є оцінка сучасного стану поширеності та особливостей росту карантинного бур'яну амброзії полинолистої в урбоекосистемі м. Черкаси.

Матеріал і методи досліджень

При проведенні роботи були використані методи геоботанічного дослідження, а саме визначення проективнго покриття, рясності. Було виділено десять дослідних ділянок розміром 10 м х 10 м = 100 м^2, які розташовані в різних районах м. Черкаси: парк Хіміків, річковий порт, автовокзал, площа 700-річчя, вул. Сумгаїтська, вул. Луначарського, залізничний вокзал, район «Д», Митниця, центр. Дослідні ділянки були типовими і однорідними. Також було використано біометричні методи та статистичної обробки результатів дослідження, які були виконані в програмі Exell [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Біологічне забруднення – випадкове або пов`язане з діяльністю людини проникнення в екосистеми не притаманних їм рослин, тварин і мікроорганізмів, часто має негативний вплив при масовому розмноженні нових видів. Саме тому ми вважаємо, що появу амброзії в екосистемах України слід вважати біологічним забрудненням.

Амброзія полинолиста *(Ambrosia artemisiifolia* L.*)* – однорічна, світлолюбна, посухостійка рослина з родини айстрових. За зовнішнім виглядом дуже нагадує полин гіркий, через що і дістала назву полинолиста. Рослина має пряме високе (до 200 – 250 см), розгалужене у верхній частині, опушене стебло. Товщина стебла в нижній частині 1,0 – 2,5 см. Корінь стрижневий, розгалужений, заглиблюється в ґрунт до 350 – 400 см, а інколи й більше. Глибина проникнення, значною мірою, залежить від рівня вологозабезпеченості.

Розташування верхніх листків на рослині почергове, за формою верхні – одноперисті темно-зеленого кольору, нижні – супротивні, перистороздільні з лінійно – ланцетними частками, знизу опушені.

Амброзія – однодомна рослина, має одностатеві чоловічі та жіночі квітки. Квітки зібрані в роздільностатеві зелені кошики. Чоловічі в колосо – або китицеподібні суцвіття, які розташовані на кінцях стебел і гілок. Жіночі розміщені в пазухах листків або під чоловічими суцвіттями [6].

Розвиваючи велику надземну вегетативну масу, амброзія здатна в польових умовах витісняти та пригнічувати як культурні рослини, так і бур'яни.

Внаслідок надмірного висушування й виснаження ґрунту урожай сільськогосподарських культур значно знижується, а за великого забур'янення культурні рослини гинуть. Великої шкоди амброзія завдає сіножатям і пасовищам. Висока забур'яненість багаторічних трав зменшує можливість сівби їх під покрив зернових культур. Для міських екосистем більш небезпечною є алергічний вплив пилку амброзії на організм людини, що викликає розвиток алергічних реакцій та їх ускладнень.

Амброзія полинолиста має ряд біологічних особливостей, що дають їй змогу швидко поширюватися. Серед них: висока насіннєва продуктивність (80–100 тис. шт. насінин); здатність насіння молочної та воскової стиглості дозрівати і давати повноцінні сходи; потужна коренева система; висока пластичність у вимогах до температури повітря та вологості ґрунту; висока здатність до відростання ходи з'являються в квітні – травні, а цвітіння починається з другої половини липня і триває до жовтня, плоди достигають у вересні – листопаді. Амброзія розмножується насінням, яке не тоне в воді, що сприяє поширенню даного виду дощовою та поливною водою. Проростає краще в пухкому ґрунті.

Амброзії полинолистій властива висока регенераційна здатність. Наприклад, після культивації частини рослини, присипані вологим ґрунтом, здатні утворювати додаткове коріння і добре вкорінюються. При скошуванні амброзії полинолистої від прикореневих частин можуть відростати нові паростки. Відростання починається від стебла, частіше – від його частин, що залягають на 3 – 5 см нижче поверхні ґрунту, але не від коріння. На скошених в період цвітіння рослинах може утворюватися життєздатне насіння. Чим вище зрізане стебло, тим більше на ньому може утворитися додаткових пагонів. Насіння від таких пагонів не достигле, тому має тривалий (до 6 місяців) період спокою і в рік урожаю не проростає (проростає навесні після зимівлі).

Рослини амброзії містять від 0,07 до 0,15 % гірких речовин. Для розвитку амброзія потребує багато вологи, що майже вдвоє перевищує потребу її для культурних злаків. В результаті надмірного висушування й виснаження ґрунту амброзією полинолистою урожай сільськогосподарських культур значно знижується, а за великого забур'янення культурні рослини гинуть [7, 8]. Порівняння стану амброзії полинолистої на 10 модельних ділянках м. Черкаси за 2010 – 2011 роки (табл. 1) показує, що у 2010 році висота рослин зменшилася в 1,05 рази, кількість суцвіть зменшилася в 1,22 рази, кількість насіння зменшилася в 1,15 раз.

Таблиця 1

Динаміка зміни морфометричних показників амброзії полинолистої на модельних ділянках м. Черкаси (2010 – 2011 рр.)

Дослідні ділянки	Морфометричні показники (усереднені дані)					
	Висота рослини, м		Кількість суцвіть, шт		Кількість насінин, шт	
	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.
П. Хім.	1,01±0,044	0,25±0,015	47,30±2,28	8,60±0,76	1071,8±50,8	124,9±10,6
Річ порт.	0,69±0,035	0,89±0,030	94,50±6,89	93,50±6,79	2930,7±353,9	3367,6±351,9
Автовок.	0,45±0,006	0,39±0,004	16,30±0,92	16,50±1,57	829,6±45,8	769,3±56,3
700-річчя.	0,72±0,023	0,74±0,018	105,3±5,50	87,50±4,09	4985,8±652,5	4531,7±287,3
Сумгаїт.	1,16±0,023	0,90±0,063	99,10±9,25	75,50±5,11	3935,5±288,1	3202,2±282,2
Луначар.	1,21±0,014	0,92±0,018	102,70±3,91	89,70±2,80	5530,7±165,7	4910,0±266,6
З/в	0,34±0,011	0,30±0,006	12,20±1,44	11,50±1,05	417,6±48,4	378,8±43,9
Р-н «Д»	0,55±0,013	0,65±0,016	49,20±4,66	39,80±1,54	2155,9±221,7	1794,0±92,2
Митниця	0,97±0,019	0,96±0,016	74,30±2,90	72,00±3,92	3602,2±194,3	3228,9±211,6
Центр	0,59±0,014	0,39±0,013	41,90±1,74	33,90±1,35	1767,3±134,9	1413,0±102,5
M ± m CV%	0,67±0,09 39,817	0,64±0,09 44,069	64,28±11,26 55,406	52,8±10,8 64,900	2742,7±555,8 64,085	2392,0±537,6 71,079
P %	12,59	13,94	17,52	20,54	20,27	22,48

В таблиці представлено середню висоту, кількість суцвіть на рослині, кількість насінин в одному суцвітті та на всій рослині з кожної дослідної ділянки. Результати оброблені статистично в програмі Microsoft Excel, визначено середнє арифметичне значення (M), відносну похибку середнього арифметичного (m), коефіцієнт варіації (CV %) та точність дослідження (P %).

Слід зазначити, що саме скошування стало тим методом, що зменшив середню висоту рослин і тим самим кількість насіння амброзії полинолистої по м. Черкаси в 2011 році.

Незважаючи на те, що скошування при його неправильному проведенні є ненадійним методом боротьби з амброзією полинолистою, оскільки викликає галуження рослини від стебла, що збільшує кількість насіння, але якщо скошування проводити на висоті 2 – 3 см, то це досить дієвий метод (парк Хіміків, Центр), оскільки на такій висоті на стеблі немає бруньок росту.

Отже, можна відмітити, що спостерігається високий коефіцієнт варіації у рості рослин, цьому сприяє скошування на деяких ділянках; коливання у кількості суцвіть і, відповідно, насіння може бути зумовлено різними факторами (вологістю, температурою, щільністю верхнього шару ґрунту та глибини знаходження в ґрунті). При цьому точність досліджень різних показників становить 12 – 23 %.

Для визначення залежності кількості насінин від висоти рослин на модельних ділянках м. Черкаси було визначено коефіцієнт кореляції (табл. 2) (усереднене значення), який складає 0,68 у 2010 році, таке значення коефіцієнта показує середню силу зв’язку між досліджуваними показниками. У 2011 році також був прорахований коефіцієнт кореляції, величина якого становить 0,84 і свідчить, що залежність між масивами досліджуваних ознак є високою. Тобто можна відзначити, що в 2011 році збільшилась залежність між висотою рослин амброзії полинолистої та кількістю її насіння.

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між висотою рослин і кількістю суцвіть та висотою рослин і кількістю насінин (2010 – 2011 роки)

Дослідні ділянки	Коефіцієнт кореляції			
	між висотою рослин і кількістю суцвіть		між висотою рослин і кількістю насінин	
	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.
П. Хім.	0,43	0,76	0,89	0,88
Річпорт	0,16	– 0,31	0,83	0,77
Автовок.	0,13	0,27	0,07	0,27
700-річчя	0,75	0,48	0,28	0,41
Сумгаїт.	0,16	0,28	0,53	0,39
Луначар.	0,45	0,31	0,30	0,64
З/в	0,65	0,70	0,29	0,27
Р-н «Д»	0,92	0,93	– 0,02	0,06
Митниця	0,58	0,39	0,14	0,27
Центр	0,92	0,87	0,76	0,72

Залежність кількості насінин від висоти рослин на модельних ділянках м Черкас (2010 р.) подана на рис.1, а залежність кількості насінин від висоти рослин на модельних ділянках за 2011 р. представлено на рис.2.

Як видно з рис. 1 в 2010 році спостерігається залежність між висотою рослин і кількістю насінин (r = 0,68): чим більша висота рослин, тим більша кількість насінин на даній рослині, лише на ділянці 1 в парку Хіміків при досить великій висоті спостерігається відносно невелика кількість насінин, що можна пояснити високим рівнем забрудненості атмосферного повітря, яке зумовлене близьким знаходженням біля промислових підприємств.

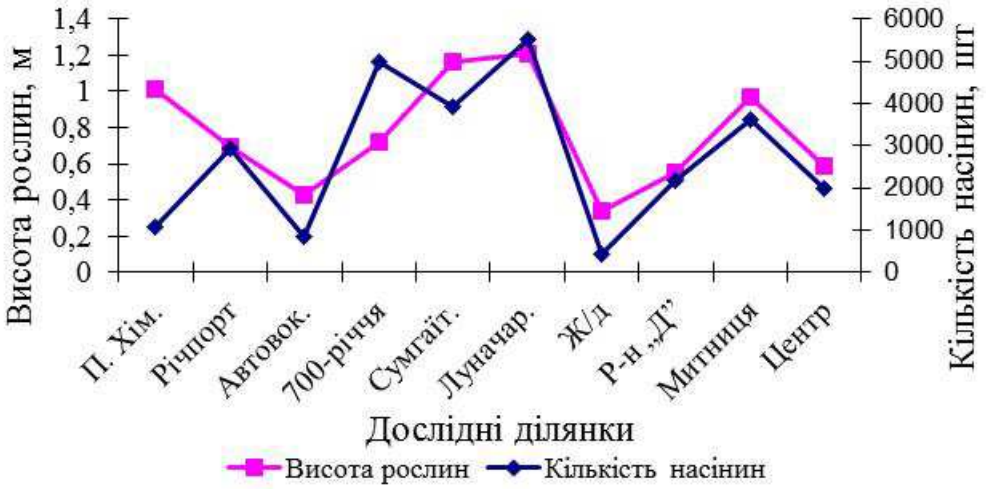


Рис. 1 – Залежність кількості насінин від висоти рослин на модельних ділянках

Як видно з рис. 2 в 2011 році спостерігається залежність між висотою рослин і кількістю насінин: чим більша висота рослин, тим більша кількість насінин на даній рослині. При цьому коефіцієнт кореляції в 2011 році більший (r = 0,84), ніж у 2010 році. Висота рослин в порівнянні з минулим роком також дещо зменшилася, що пов'язано зі скошуванням, яке з кожним роком охоплює все більші площі міста. Можливо, чим менша висота рослин, тим більший коефіцієнт кореляції, оскільки рослина витрачає менше ресурсів на наземну масу нижчої рослини і їй вистачає тих же ресурсів на досить велику кількість суцвіть і насіння відповідно.

Для перевірки ефективності заходів по боротьбі з амброзією полинолистою була обрана частина поля, яка використовувалася під сінокіс. Домінантним видом на даній ділянці є амброзія полинолиста (35 %). Поле розділили на чотири ділянки площею по 100 м^2. На кожній з ділянок застосовувався певний метод. Дослідження проводилося з 15 червня по 1 вересня, спостереження велись через кожні два тижні.

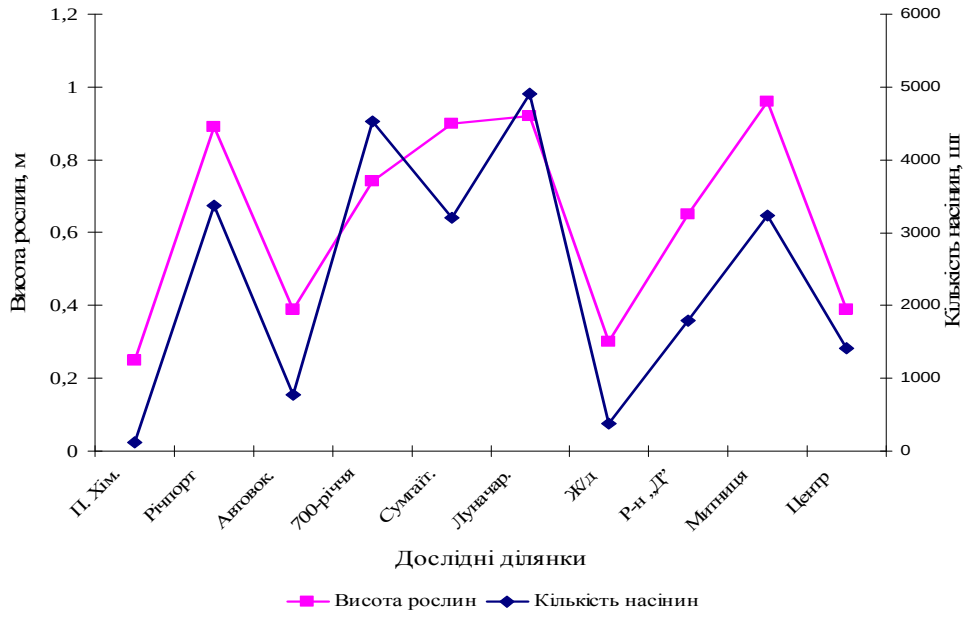


Рис. 2. Залежність кількості насінин від висоти рослин на модельних ділянках м. Черкаси (2011 р)

Скошування амброзії полинолистої. З метою аналізу організаційних та запобіжних заходів боротьби з амброзією полинолистою застосовувалося скошування дослідної ділянки в період, коли рослина вегетувала. Дослідна ділянка знаходилась в 200 м від дороги на полі в с. Мліїв Городищенського району Черкаської області. Загальне проективне покриття – 80 %.

Домінантним видом на даній ділянці є амброзія полинолиста (*A. artemisiifolia* L.) (35 %), субдомінантним – конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.) (15 %), пирій повзучий (*Agropyron repens* L.) (10 %), лобода біла (*Chenopodium album* L.) (5 %).

Як видно з табл. 3 після скошування дослідної ділянки 15.06, площа проективного покриття стала 5 %.

Таблиця 3

Результати скошування амброзії полинолистої на дослідній ділянці

		Дата проведення дослідження					
		15.06.11	01.07.11	15.07.11	01.08.11	15.08.11	01.09.11
Проективне покриття		5 % (після скошув.)	10 %	25 %	30 %	35 %	35 %
Висота рослин, м	1	0,01	0,07	0,13	0,22	0,32	0,39
	2	0,01	0,09	0,14	0,20	0,34	0,41
	3	0,02	0,09	0,14	0,21	0,32	0,40
	4	0,02	0,08	0,13	0,18	0,31	0,39
	5	0,02	0,08	0,15	0,22	0,34	0,41
	6	0,02	0,09	0,14	0,19	0,29	0,37
	7	0,02	0,10	0,16	0,21	0,33	0,40
	8	0,03	0,10	0,17	0,23	0,33	0,39
	9	0,02	0,09	0,15	0,21	0,34	0,41
	10	0,02	0,09	0,14	0,20	0,34	0,40

Скошування проводилось на висоті 0,02 м – при такій висоті не відбулося утворення додаткових пагонів на скошених стеблах. Але з 01.07 почалось збільшення площі амброзії полинолистої за рахунок другого покоління, що було пригнічене першим ярусом, до 35 %. Крім того, скошування необхідно проводити перед самим цвітінням амброзії полинолистої (липень – вересень), адже так можна перешкодити потраплянню алергенного пилку амброзії в повітря і при пізньому скошуванні вона вже не здатна відростати і давати насіння.

З агротехнічних заходів здійснювалося перекопування дослідної ділянки з амброзією полинолистою. На дослідній ділянці площею 100 м^2 було здійснено перекопування 15.06. За період дослідження, яке тривало до 01.09, відбулося відростання пирію повзучого і в набагато меншій кількості конюшини лучної. Сходів амброзії полинолистої не спостерігалося, адже перекопування здійснювалося на глибині близько 0,10 – 0,12 м, а насіння амброзії проростає в основному з глибини не більше 0,08 м. Але не можна робити остаточних висновків стосовно ефективності цього методу. Існує велика ймовірність того, що в наступному році на цій ділянці все ж з'явиться амброзія полинолиста за рахунок насіння, яке зберігається в ґрунті. Якщо ж всі наступні роки здійснювати перекопування і при цьому засівати площу багаторічними травами, то це дасть досить позитивні результати, адже добре розвинені трави пригнічують амброзію та знижують потенційну засміченість. Для знищення амброзії полинолистої на посівах багаторічних трав належить створювати сприятливі умови для росту цих культур: високоякісним обробітком ґрунту, внесенням добрив, оптимальними строками сівби тощо. Добрі результати захисту від амброзії в посівах дає дискування після останнього укосу. Цей прийом призупиняє ріст буряну, не допускає утворення на ньому насіння. Високоефективним способом обмеження чисельності амброзії є спалювання стерні, але виявлено негативний вплив цього способу на ґрунтову мікрофлору.

Внесення гербіцидів є хімічним методом боротьби з амброзією полинолистою. Оскільки дослідна ділянка засмічена різними бур'янами, то доцільним вважалося використання гербіцидів суцільної дії, які знищують у насадженнях усі бур'яни. Для досліду був обраний Раундап: хімічна група – гербіцид, діюча речовина – ізопропіламінна сіль гліфосату, 480 г/л, 48% в.р., водний розчин.

Досліджували норми витрат препаратів 2 та 3 л/га, які застосовували на амброзії полинолистій, заввишки 0,10 – 0,15 м.

Але наведені в табл. 4 дані свідчать про те, що дозування 2,0 л/га є недостатнім для повної загибелі бур'янів. За підвищення норми витрати до 3,0 л/га показники зниження забур'яненості дослідних ділянок були значно кращими. Особливо ефективно знищують гербіциди в цьому дозуванні амброзію полинолисту.

Таблиця 4

Результати застосування гербіциду в боротьбі з амброзією полинолистою

		Дата проведення дослідження					
		15.06.11	01.07.11	15.07.11	01.08.11	15.08.11	01.09.11
Проективне покриття	2 л/га	35 %	15 %	20 %	25 %	30 %	30 %
	3 л/га	35%	5 %	5 %	5 %	10 %	10%

Отже, оцінювання ефективності дії досліджуваного гербіциду, показало, що раціональною нормою витрати проти амброзії полинолистої та супутніх бур'янів є 3,0 л/га, а перша декада червня є оптимальним строком їхнього застосування. Адже за витрати 2,0 л/га результати одержано незадовільні.

Висновки

За результатами дослідження десяти ділянок з різним рівнем антропогенного навантаження в м. Черкаси визначено, що висота рослин амброзії полинолистої становила в середньому 0,90 – 1,20 м, а кількість насінин на рослині 3000 – 5500 шт, що спостерігається на недоглянутих і занедбаних ділянках: на занедбаному полі – вул. Луначарського; на сміттєзвалищах – вул. Сумгаїтська, Митниця, на пустирі – річковий порт. Найменша висота рослин (0,3 – 0,5 м) та кількість насінин на рослині (350 – 1500 шт) відмічається на ділянках, що підлягали скошуванню – залізничний вокзал, автовокзал, центр міста.

Для визначення залежності кількості насінин від висоти рослин на модельних ділянках м. Черкаси був визначений коефіцієнт кореляції, який становив 0,68 у 2010 році. Таке значення коефіцієнта показує середню силу зв'язку між досліджуваними показниками. У 2011 році також був прорахований коефіцієнт кореляції, величина якого становила 0,84 і показує, що залежність між масивами досліджуваних ознак є високою.

Висота рослин в порівнянні з минулим роком дещо зменшилася, що пов'язано зі скошуванням, яке з кожним роком охоплює все більші площі міста. Це можна пояснити тим, що рослина прагне компенсувати скошування шляхом швидкого утворення суцвіть і насіння відповідно.

Вважаємо, що чим менша висота рослин, тим більше сила зв'язку між висотою рослин і кількістю насіння, оскільки рослина витрачає менше ресурсів на наземну масу нижчої рослини і їй вистачає тих же ресурсів на досить велику кількість суцвіть і насіння відповідно.

Основними заходами боротьби з амброзією полинолистою в урбоекосистемі м. Черкаси, на нашу думку, є виривання амброзії полинолистої з корінням з наступним спалюванням та знищення рослин амброзії агротехнічним методом з висівом на цих ділянках багаторічних низькорослих трав, оскільки скошування, яке пропонується, при його неправильному проведенні є ненадійним методом боротьби з амброзією полинолистою, оскільки викликає галуження рослини від стебла, що збільшує кількість насіння. Якщо ж скошування проводити на висоті 2 – 3 см, то це досить дієвий метод (парк Хіміків, Центр), оскільки на такій висоті на стеблі немає бруньок росту.

Найбільш розповсюдженими методами боротьби з амброзією полинолистою є організаційні, агротехнічні та хімічні. Проведене дослідження щодо аналізу ефективності основних методів.

Аналіз заходів боротьби з амброзією полинолистою показав, що скошування дослідної ділянки в період, коли рослина вегетувала, проводилось на висоті 0,02 м – при такій висоті не відбулося утворення додаткових пагонів на скошених стеблах. Але почалось збільшення площі амброзії полинолистої за рахунок другого покоління, що було пригнічене першим ярусом. Скошування необхідно проводити перед самим цвітінням амброзії полинолистої (липень – вересень), адже так можна перешкодити потраплянню алергенного пилку амброзії в повітря і при пізньому скошуванні вона вже не здатна відростати і давати насіння.

Перекопування дослідної ділянки з амброзією полинолистою, яке відноситься до агротехнічних заходів, показало, що спостерігається інтенсивний ріст пирію повзучого і дещо в меншій мірі конюшини лучної. Сходів амброзії полинолистої не спостерігалося, адже перекопування здійснювалося на глибині близько 0,10 – 0,12 м, а насіння амброзії проростає в основному з глибини не більше 0,08 м. Існує достатньо велика ймовірність того, що в наступному році на цій ділянці все ж з'явиться амброзія полинолиста за рахунок насіння, яке зберігається в ґрунті.

Внесення гербіцидів є хімічним методом боротьби з амброзією полинолистою. Оцінювання ефективності дії гербіциду Раундап показало, що раціональною нормою витрати цього засобу боротьби проти амброзії полинолистої та супутніх бур'янів є доза в 3,0 л/га, а перша декада червня є оптимальним строком їхнього застосування, оскільки за витрати гербіциду 2,0 л/га отримано незадовільні результати.

1. *Гордиенко Андрей Иванович*. Иммунобиологические свойства основных пыльцевых аллергенов амброзии полыннолистной [Текст]: дис... канд. биол. наук / Гордиенко Андрей Иванович. — Крымский мед. ин-т. — Симферополь, 1995. — 147 с.
2. *Єрмілов Л.С.* Польовий практикум з ботаніки / Л.С. Єрмілов. — К.: Академія, 2004. — 311 с.
3. *Лебедева В.Х.* Фитоценология амброзии полынолистной (AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA L., ASTERACEAE): автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.05 / В.Х. Лебедева. — С.-Петербургский государственный ун-т. — С.Петербург, 1993. — 16 с.
4. *Марьюшкина В.Я.* Амброзия полыннолистная и основы биологической борьбы с ней / В.Я. Марьюшкина; АН УССР, Центр. респ. ботан. сад. — Киев.: Наук. думка, 1986. — 117 с.
5. *Мар'юшкіна В.Я.* Амброзія полинолиста, фітоценотичний контроль / В.Я. Мар'юшкіна // Карантин і захист рослин. — 2006. — № 10. — С. 21—25.
6. *Неїлик М.М.* Біологічні особливості амброзії полинолистої та хімічні заходи її знищення в агроценозах сої правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01 / М.М. Неїлик. — НУБПУ. — К., 2009. — 20 с.
7. *Онипко В.В.* Биологические особенности амброзии полынолистой и мероприятия борьбы с ею в агроценозах полевых культур левобережной Лесостепи Украины: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / В.В. Онипко // Днепропетр. гос. аграр. ун-т. — Д., 2002. — 17 с.
8. *Острик І.М.* Амброзія полинолиста / І.М. Острик, С.А. Васькова // Карантин і захист рослин. — 2004. — № 6. — С. 17—18.
9. *Сотников В.В.* Амброзія полинолиста – небезпечна карантинна рослина / В.В.Сотников, В.С. Зуза, Е.Т. Бахтіярова. — Харків, 2006. — 64 с.
10. *Хромик Н.О.* Еколого-фізіологічні аспекти гербіцидної дії на амброзію полинолисту (Ambrosia artemisiifolia L.) в умовах степового Придніпров'я: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.16 / Н. О. Хромик. — Дніпропетр. нац. ун-т. — Дніпропетровськ, 2008. — 20 с.

И.А. Чемерис, С.Н. Конякин
Черкасский государственный технологический университет, Украина
Одесский государственный экологический университет, Украина

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АМБРОЗИИ ПОЛЫНОЛИСТОЙ В УРБОЭКОСИСТЕМЕ Г. ЧЕРКАССЫ

Рассмотрено вредоносность амброзии полынолистой. Проведено анализ морфометрических показателей растения, которое растет на территории г. Черкассы. Дана оценка некоторым методам борьбы с амброзией полынолистою в городских системах.

Ключевые слова: карантинные растения, амброзия полынолистая, аллергия вредоносность, борьба с сорняками

I.A. Chemeris, S.M. Konyakin
Cherkasy State Technological University, Ukraine
Odesa State Environmental University, Ukraine

THE ANALYSIS OF THE STATE AMBROSIA ARTEMISIFOLIA IN URBAN ECOSYSTEM OF CHERKASY

The harmfulness of ambrosias artemisifolia was considered. The analysis of morphometric indexes of plant that grows on territory Cherkassy is conducted. An estimation is given to some methods of fight against the ambrosia artemisifolia in the municipal systems.

Keywords: quarantine plants, ambrosia artemisifolia, allergy, harmfulness, fight against weeds

Рекомендує до друку
М.М. Барна

Надійшла 19.02.2013

БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 577.217.334: 577.217.32

В.В. ЩЕРБИК, Л.П. БУЧАЦЬКИЙ

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64, Київ, 01033

МОЛЕКУЛА тРНК – ГЕНЕТИЧНИЙ ТЕНЗОР КРИВИЗНИ У ЧОТИРИВИМІРНОМУ АФІННОМУ ПРОСТОРІ

Молекула тРНК може бути представлена як генетичний тензор кривизни у чотиривимірному афінному просторі, який залежить від трьох індексів, що нумерують 5 складових тензора. Молекула тРНК з підключеною амінокислотою є генетичним тензором кривизни, залежним від чотирьох індексів. Амінокислоти, що приєднуються до тРНК аміноацил-тРНК–синтетазами класу I і II, визначаються алгебрами Кліффорда *Cl*(4, 6) і *Cl*(6, 4) відповідно. Множини аміноацил-тРНК–синтетаз класу I і II еквівалентні. Структура тРНК індукує дві тотожні алгебри Кліффорда *Cl*(10, 10) як з боку акцепторного стебла, так і з боку антикодону.

Ключові слова: тРНК, аміноацил-тРНК–синтетаза, тензор кривизни, алгебра Кліффорда

Транспортні РНК (тРНК) є проміжними ланками, молекулярними адапторами у ланцюзі поліпептиду синтезу на рибосомі [1, 2]. Ці невеликі молекули, що складаються з 74–95 нуклеотидів, ковалентно об'єднують антикодон генетичного коду і амінокислоту. Добре відома вторинна структура тРНК у вигляді листа конюшини і третинна структура, схожа на латинську букву L. Всі молекули тРНК містять багато модифікованих нуклеотидів, які, зокрема, призначені для створення стандартної тривимірної поверхні, особливо в області антикодону, необхідної для позиціонування в А-сайт рибосоми.

Молекули тРНК містять чотири області, кожна з яких має інваріантні ділянки незалежно від амінокислоти, що підключається [3, 4]. На 3'-кінці акцепторного стебла завжди знаходиться триплет нуклеотидів **CCA**, на протилежному кінці – у положенні 34–36 нуклеотидів тРНК – розташований антикодон. Стандартна структура тРНК має 76 нуклеотидів. Однак, D-петля часто має розширену структуру, тобто збільшену довжину петлі; є також варіабельна петля зі змінним числом нуклеотидів. У молекулі тРНК є приблизно 20 спарених нуклеотидів, які не завжди утворюють канонічні пари.

Часто акцепторами однієї і тієї ж амінокислоти служать кілька ізоакцепторних тРНК з різними антикодонами; бувають, проте, тРНК з однаковими антикодонами, але з різною структурою. Призначення таких тРНК незрозуміле. Все ж, форма поверхні та об'єм тРНК мало залежать від особливостей первинної структури.

Для виконання функції адаптера в процесі трансляції мРНК молекула тРНК повинна бути приєднана до відповідного кодону амінокислоти, оскільки ненавантажена тРНК не сприймається рибосомою. Приєднання амінокислоти до тРНК здійснюється високоспецифічними ензимами аміноацил-тРНК – синтетазами [5–7]. Аміноацил-тРНК–синтетази поділяються на два класи і приєднують амінокислоту до 2'-**OH** або 3'-**OH** кінця рибози останнього (**A**76) нуклеотиду тРНК. Надалі за рахунок реакції трансетерифікації всі тРНК входять в рибосому в положенні 3'-**OH** підключеної амінокислоти. Кількість аміноацил-

тРНК – синтетаз у клітині дорівнює кількості амінокислот, тобто 20; вони повністю визначають генетичний код.

Рибосома не реагує на амінокислоту, підключену до тРНК, але добре реагує на відсутність амінокислоти [8]. Причина цього в даний час невідома.

Є багато нез'ясованих питань стосовно поведінки як тРНК, так і аміноацил-т РНК - синтетаз. Чому до тРНК підключається тільки 20 амінокислот, тоді як штучно можна підключити і більше. У чому сенс поділу аміноацил-тРНК – синтетаз на два класи в залежності від розмірів амінокислот і підключення їх до різних кінців рибози? Незрозуміло, чому у амінокислоти **Lys** присутні аміноацил-тРНК – синтетази в двох класах; чому так виділяється амінокислота **Phe**, що приєднується не до 3'-**OH**, а до 2'-**OH** кінця рибози.

У цій статті ми спробуємо відповісти на частину із цих питань.

Алгебри Кліффорда тРНК і аміноацил-тРНК – синтетаз

Взаємодія молекул може відбуватися на основі алгебри Кліффорда [9]. Нехай виділена молекула М (аміноацил-тРНК–синтетаза) взаємодіє з N частинками (нуклеотидами тРНК) довільної природи. Ці N частинок з'єднаємо ланцюгової лінією. Зсув кожної частинки в ланцюзі змінює довжину ланцюгової лінії на $\delta l_i = \mu_{ik} x^k$, де x^k – це чотиривимірні координати вузла k в ланцюзі. Індекс k – подвійний, наприклад x^{k1}, x^{k2}, x^{k3}, x^{k4}. Другий індекс відноситься до нуклеотидів тРНК. Квадратична форма $\Omega_1 = Z^{ip}\delta l_i \delta l_p = Z^{ip}\mu_{ik}\mu_{pj}x^k x^j$ по першому індексу в x^k зводиться до канонічного вигляду з p додатними і q від'ємними квадратами, тобто утворює алгебру Кліффорда $Cl(p, q)$. Друга квадратична форма $\Omega_2 = Z^{ip}\mu_i\mu_p$ відноситься до поверхні в спряженому (функціональному) просторі тРНК на множині аміноацил-тРНК–синтетаз і відповідає деякій алгебрі Кліффорда.

Парування нуклеотидів тРНК можна вважати симетричним щодо псевдоосі 2-го порядку [10], яка відокремлює акцепторну і Т-петлю від D-петлі і антикодонової петлі. Точно визначити кількість пар нуклеотидів тРНК, симетричних щодо псевдоосі 2-го порядку неможливо. Правдоподібна кількість пар дорівнює 10. Тоді структура тРНК індукує дві тотожні алгебри Кліффорда $Cl(10, 10)$: з боку акцепторного стебла і з боку антикодону. Алгебра Кліффорда $Cl(10, 10)$ детермінує наявність двох класів мономерів аміноацил-тРНК – синтетаз.

Мономери аміноацил-тРНК–синтетаз класу I приєднують всі амінокислоти **R**, **C**, **I**, **L**, **V**, **M**, **Q**, **E**, **W**, **Y** до 2'-**OH** кінця рибози. При цьому індукується алгебра Кліффорда $Cl(0, 10)$, якщо припустити, що 3'-**OH** кінець рибози визначає додатну, а 2'-**OH** кінець рибози визначає від'ємну частину сигнатури алгебри Кліффорда.

Мономери аміноацил-тРНК–синтетаз класу II приєднують амінокислоти **G**, **H**, **P**, **T**, **S**, **N**, **D**, **K**, **A** до 3'-**OH** кінця рибози, а амінокислоту **F** до 2'-**OH** кінця рибози. При цьому індукується алгебра Кліффорда $Cl(9, 1)$.

Амінокислоти, що приєднуються до тРНК аміноацил-тРНК–синтетазами класу I і II визначимо як множини Ψ_I і Ψ_{II} відповідно. Визначимо алгебри Кліффорда, які індукуються множинами Ψ_I і Ψ_{II} , якщо розглянути кількість водневих зв'язків центральної пари кодону-антикодону спаровування мРНК-тРНК згідно з генетичним кодом [11] (табл. 1).

Таблиця 1

Число водневих зв'язків
центральної пари кодону мРНК – антикодону тРНК.

Множина Ψ_I	**R**	**C**	**I**	**L**	**V**	**M**	**Q**	**E**	**W**	**Y**
Число водневих зв'язків	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2
Множина Ψ_{II}	**G**	**H**	**P**	**T**	**S**	**N**	**D**	**K**	**A**	**F**
Число водневих зв'язків	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2

Нехай три водневі зв'язки центральної пари кодону мРНК – антикодону тРНК визначають додатну частину сигнатури індукованої алгебри Кліффорда, а два водневі зв'язки – від'ємну частину. Тоді множина Ψ_I індукує алгебру Кліффорда $Cl(3, 7)$, а множина Ψ_{II} індукує алгебру

Кліффорда $Cl(5, 5)$. Але має місце ланцюжки ізоморфізму алгебр $Cl(0, 10) \cong Cl(3, 7) \cong Cl(7, 3) \cong Cl(4, 6)$ і $Cl(5, 5) \cong Cl(10, 0) \cong Cl(9, 1) \cong Cl(1, 9) \cong Cl(6, 4)$. Ми встановили, що алгебри Кліффорда, які визначають аміноацил-тРНК–синтетази для множин амінокислот Ψ_I і Ψ_{II}, ізоморфні алгебрам Кліффорда, що індуковані спаровуванням мРНК-тРНК.

Об'єднання множин Ψ_I і Ψ_{II} визначається алгеброю Кліффорда $Cl(20, 0) \cong Cl(0, 20) \cong Cl(9, 11)$. Експериментально доведено, що всі амінокислоти об'єднуються підключенням до 3'-**OH** кінця рибози тРНК, що відповідає алгебрі Кліффорда $Cl(20, 0)$. Індукована акцепторним стеблом алгебра Кліффорда $Cl(10, 10) \cong Cl(11, 9)$ не об'єднує амінокислоти в одну множину, але ділить їх на дві множини Ψ_I і Ψ_{II} по 10 амінокислот, які "впізнаються" різними класами аміноацил-тРНК–синтетаз.

Не зважаючи на те, що мономери аміноацил-тРНК–синтетаз класу I (Ξ_I) мають в активному центрі укладку Россмана (5, 6 паралельних β-листів), а мономери аміноацил-тРНК–синтетаз класу II (Ξ_{II}) в активному центрі містять сім антипаралельних β-листів, множини аміноацил-тРНК–синтетаз класу I і II повністю еквівалентні. Це пов'язано з тим, що мономери аміноацил-тРНК–синтетаз класу I можуть утворювати ще й димери, а мономери аміноацил-тРНК–синтетаз класу II утворюють димери або тетрамери.

Димеризація – це розташування на побічній діагоналі деякої матриці базисів алгебри Кліффорда $\boldsymbol{e}_k$ із протилежними знаками і впорядкуванням в протилежному напрямку, тобто Ξ і Ξ^{π}, що еквівалентно множенню базисів алгебри Кліффорда на уявну одиницю $\boldsymbol{e}_k \rightarrow i\boldsymbol{e}_k$. Тетрамер – це димер з базисом $i\boldsymbol{e}_k$.

Множини аміноацил-тРНК–синтетаз класу I і II можна представити як $\{\Xi_I, \Xi_I \oplus \Xi_I^{\pi} \sim \Xi_{II}\}$ і $\{\Xi_{II} \oplus \Xi_{II}^{\pi} \sim \Xi_I, i\Xi_{II} \oplus (i\Xi_{II})^{\pi} \sim \Xi_{II}\}$ відповідно. Зрозуміло, що ці множини еквівалентні. Саме тому одна амінокислота обрана як єднальна двох класів аміноацил-тРНК–синтетаз, не зрозуміло лише тільки чому **Lys**.

Тензор кривизни і L-функція тРНК

У чотиривимірному афінному просторі тензор кривизни [12] має 96 компонентів і розпадається на 5 складових, які мають:

1) 64 компоненти, тобто кодон-антикодон у випадку тРНК;

2) два ізоморфні симетричні тензори по 10 компонентів – 20 компонентів;

3) два ізоморфні антисиметричні тензори по 6 компонентів – 12 компонентів.

Кожний компонент тензора кривизни відображається на окремий нуклеотид тРНК. Значить тРНК – це генетичний тензор кривизни у чотиривимірному афінному просторі.

Десять компонентів симетричного тензора кривизни і шість компонентів антисиметричного тензора кривизни (α-спіралі) належать аміноацил-тРНК–синтетазам.

Для опису структури ненавантаженої тРНК розглянемо L-функцію від послідовності нуклеотидів $\boldsymbol{n}$, яка залежить від трьох індексів i, j, k. Формула для L-функції тРНК вельми громіздка. Випишемо її найперші складові:

$$L_{ij}^{\ k} = R_{ijp}^{\ \ k}\boldsymbol{n}^p + R_{ij}^{\ \ kmf}\boldsymbol{n}_{mf} + R_{ijp}^{\ \ kf}\boldsymbol{n}^p{}_f + R_{ijp}^{\ \ km}\boldsymbol{n}^p\boldsymbol{n}_m + \ldots$$

У формулі для L-функції присутні окремі нуклеотиди зі своїми індексами і спарені нуклеотиди. Кожний нуклеотид тРНК може мати один $\boldsymbol{n}^p$, два $\boldsymbol{n}_{mk}$ або три $\boldsymbol{n}_{mk}{}^p$ індекси.

L-функція – відображення в розшаруванні тензора кривизни за допомогою трьох індексів в чотиривимірному афінному просторі.

Індекси i, j, k змінюються в наступних межах: $i = 1 \ldots 64$ – номери звичайних (**A**, **U**, **C**, **G**) нуклеотидів тРНК, що відображають 64 компоненти тензора кривизни; $j = 1 \ldots 20$ – номери нуклеотидів розширення структури тРНК (збільшення довжини петель), що відображають два ізоморфних симетричних тензора кривизни; $k = 1 \ldots 12$ – номери модифікованих нуклеотидів тРНК, що відображають два ізоморфних антисиметричних тензора кривизни.

L-функція завжди залежить від трьох індексів. Перший індекс вказує на звичайний нуклеотид, другий індекс вказує на номер нуклеотиду розширення структури, а третій –на номер модифікації нуклеотиду.

Для визначеності приймемо, що перший індекс нуклеотиду тРНК позначає його розташування вздовж ланцюга (1 ...64): нижній індекс – нуклеотид розташований до центру і в

центрі антикодону; верхній індекс – нуклеотид розташований після центру антикодону. Другий індекс нуклеотиду тРНК позначає розширення стандартної нуклеотидної послідовності (1 ...20); розташування другого індексу збігається з розташуванням першого. Третій індекс завжди розташований протилежно першому і позначає різну хімічну модифікацію нуклеотиду (1 ...12).

Приймемо, що нуклеотиди варіабельної петлі відносяться або до нуклеотидів розширення, або до модифікованих нуклеотидів.

Є труднощі у визначенні статусу таких нуклеотидів як **T**, **D**, **I**, **Ψ**, які можуть бути інтерпретовані як стандартні.

Якщо повний список модифікованих нуклеотидів має довжину більше 12-и, то частину з них необхідно віднести або до розширених, або до модифікованих нуклеотидів.

Кожний нуклеотид містить перший індекс. Якщо другий індекс відсутній, то індекс модифікації завжди міститься протилежно першому і розташований на місці другого індексу.

Модифікований нуклеотид, який розширює структуру тРНК, завжди має 3 індекси. Запис $\boldsymbol{n}_{20,1}{}^{5}$ означає наступне: перше розширення після двадцятого нуклеотиду з номером 5 у списку модифікованих нуклеотидів для конкретної тРНК. Відзначимо, що будь-який модифікований нуклеотид, що має 3 індекси, є стислим відображенням (своєрідним ретрактом) всієї структури тРНК, тому що $L_{ij}{}^{k}$ подібний $\boldsymbol{n}_{sp}{}^{m}$.

Якщо нуклеотид містить частину індексів антикодону або акцепторного стебла, то цей нуклеотид пов'язаний з функцією розпізнавання тРНК аміноацил-тРНК–синтетазою.

Випишемо характерні доданки L-функції тРНК. Решта складових можна отримати шляхом перестановок розташування індексів нуклеотидів.

Індекси підсумовування в R-функціях приймають ті ж значення, що й індекси нуклеотидів.

1. Доданки з одним нуклеотидом. Це нуклеотиди, розташовані в петлях тРНК; підсумовуються R-функціями $R_{ijm}{}^{k}\boldsymbol{n}^{m}$, $R_{ij}{}^{kmp}\boldsymbol{n}_{mp}$, $R_{ijs}{}^{kmp}\boldsymbol{n}_{mp}{}^{s}$.

2. Доданки з двома нуклеотидами. Пари нуклеотидів, підсумовуються R-функціями $R_{ijm}{}^{kp}\,\boldsymbol{n}_{p}\boldsymbol{n}^{m}$, $R_{ij}{}^{kmps}\,\boldsymbol{n}_{mp}\boldsymbol{n}_{s}$, $R_{ijsm}{}^{kp}\boldsymbol{n}_{p}{}^{s}\boldsymbol{n}^{m}$, $R_{ijrm}{}^{ksp}\boldsymbol{n}^{r}\boldsymbol{n}_{sp}{}^{m}$, $R_{ijrsm}{}^{kp}\boldsymbol{n}^{rs}\boldsymbol{n}_{p}{}^{m}$, $R_{ijsm}{}^{kftpr}\,\boldsymbol{n}_{ft}{}^{s}\boldsymbol{n}_{pr}{}^{m}$.

L-функція тРНК не містить антикодону, але може містити пари нуклеотидів ($\boldsymbol{n}_{p}\boldsymbol{n}^{m}$) антикодону. Максимальна кількість індексу R-функції дорівнює 9.

Амінокислоти генетичного коду також є компонентами (2×10) тензора кривизни в чотиривимірному афінному просторі. Чому 64 компоненти тензора кривизни проектуються на інші 20 компонентів тензора кривизни – це загадка. Але це дає генетичний код, у якого алгебри Кліффорда по центральній парі кодон-антикодон збігаються з алгебрами Кліффорда руху аміноацил-тРНК–синтетаз.

Навантажену амінокислотою A_m (m = 1 ...20) тРНК можна описати тензором кривизни $\rho_{ij}{}^{k}{}_{m} = L_{ij}{}^{k}A_{m}$, який містить чотири індекси. Форма запису $\rho_{ij}{}^{k}{}_{m}$ припускає незалежність амінокислоти від тРНК.

Висновки

Молекула тРНК може бути представлена як генетичний тензор кривизни в чотиривимірному афінному просторі. На відміну від геометричного тензора кривизни, залежного від чотирьох індексів, генетичний тензор кривизни тРНК залежить від трьох індексів, які нумерують 5 складових тензора. Це пов'язано з тим, що простір станів тРНК подібний множині станів модифікованих нуклеотидів. Молекула тРНК, яка навантажена амінокислотою, є генетичним тензором кривизни, що залежить від чотирьох індексів.

1. *Грайфер Д.М.* Биосинтез белка / Д.М. Грайфер, Н.А. Моор. — Новосибирск: Изд. Новосиб. гос. ун-та, 2011. — 104 с.
2. *Зенгер В.* Принципы структурной организации нуклеиновых кислот / В. Зенгер. — Москва: Мир, 1987. — 584 с.
3. *Картан Э.* Пространства аффинной, проективной и конформной связности / Э. Картан. — Казань: Изд. Казанского ун-та, 1962. — 210 с.
4. *Сингер М.* Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. — Москва: Мир, 1998. — Т. 1. — 373 с.

5. *Широков Д.С.* Алгебры Клиффорда и спиноры / Д.С. Широков. — Москва: Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2011. — 173 с.
6. *Cavarelli J.* Recognition of tRNAs by aminoacyl-tRNA synthetases / J. Cavarelli, D. Moras // FASEB. — 1993. — Vol. 7. — P. 79—86.
7. *Clark D. P.* Molecular biology. Understanding the genetic revolution / D. P. Clark // Elsevier Academic Press. — 2005. — 784 p.
8. *Molecular* biology of the gene / [J. D. Watson, T. A. Baker, S. P. Bell, Gann, M. Levine, etc.]. — San Francisco: Benjamin Cumming, 2004. — 732 p.
9. *O'Donoghue P.* On the evolution of structure in aminoacyl-tRNA synthetases / P. O'Donoghue, Z. Luthey-Schulten // Microbiol. And Mol. Biol. Rev. — 2003. — Vol. 67. — P. 550—573.
10. *Rich A.* Structural organization of complexes of transfer RNAs with aminoacyl transfer RNA synthetases / A. Rich, P. R. Schimmel // Nucl. Acids Res. — 1977. — Vol. 4, — P. 1649—1665.
11. *Shi H.* The crystal structure of yeast phenylalanine tRNA at 1.93 Å resolution: A classic structure revisited / H. Shi, P. B. Moore // RNA. — 2000 — Vol. 6, — P. 1091—1105.
12. *Weaver R. F.* Molecular biology / *R. F. Weaver*. — New York: McGraw-Hill, 2012. — 892 p.

В. В. Щербик, Л. П. Бучацкий
Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Украина

МОЛЕКУЛА тРНК – ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ТЕНЗОР КРИВИЗНЫ В ЧЕТЫРЕХМЕРНОМ АФФИННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Молекула тРНК может быть представлена как генетический тензор кривизны в четырехмерном аффинном пространстве, который зависит от трех индексов, нумерующих 5 составляющих тензора. Молекула тРНК с подключенной аминокислотой, является генетическим тензором кривизны, зависящим от четырех индексов. Аминокислоты, присоединяемые к тРНК аминоацил-тРНК–синтетазами класса I и II, определяются алгебрами Клиффорда $Cl(4, 6)$ и $Cl(6, 4)$ соответственно. Множества аминоацил-тРНК–синтетаз класса I и II эквивалентны. Структура тРНК индуцирует две тождественных алгебры Клиффорда $Cl(10, 10)$ как со стороны акцепторного стебля, так и со стороны антикодона.

Ключевые слова: тРНК, аминоацил-тРНК–синтетаза, тензор кривизны, алгебра Клиффорда

V. V. Stcherbic, L. P. Buchatsky
Kyiv National Taras Shevchenko University, Ukraine

THE tRNA MOLECULE IS GENETIC CURVATURE TENSOR IN FOUR-DIMENSIONAL AFFINE SPACE

The tRNA molecule can be represented as a genetic curvature tensor in four-dimensional affine space, which depends on the three indices, labeling the 5 components of the tensor. Each component of the curvature tensor is reflected on a single nucleotide of tRNA. Modified nucleotide, which extends the structure, is a retract of the entire structure of the tRNA. The tRNA molecule attached to an amino acid, is the genetic curvature tensor, which depends on the four indexes. Amino acids are attached to tRNA aminoacyl-tRNA synthetase class I and II are defined Clifford algebras $Cl(4, 6)$ and $Cl(6, 4)$, respectively. Set of aminoacyl-tRNA synthetases class I and II are equivalent. The tRNA structure induces two identical Clifford algebra $Cl(10, 10)$ on the part of the acceptor stem and the part of the anticodon.

Keywords: tRNA, aminoacyl-tRNA synthetase, curvature tensor, Clifford algebra

Рекомендує до друку
Н.М. Дробик

Надійшла 22.02.2013

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК574.5(28) : (581.526.323:574.2) (285.3)

О.А. ДАВИДОВ, Д.П. ЛАРІОНОВА

Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210

ЕКОЛОГО-МОРФОЛОГІЧНІ ГРУПИ ВОДОРОСТЕЙ В МІКРОФІТОБЕНТОСІ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ ЛЕНТИЧНОГО ТИПУ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Досліджено основні еколого-морфологічні групи бентонтів у мікрофітобентосі водного об'єкту лентичного типу урбанізованої території. Виявлено аллохтони, що потрапляють на дно з планктону та перифітону. Визначено їх роль у формуванні еколого-морфологічноїструктури мікрофітобентосу.

Ключові слова: мікрофітобентос, еколого-морфологічна структура, екологія водоростей, екотоп, водний об'єкт урбанізованої території

Мікрофітобентос є складним екологічним угрупованням, у складі якого трапляються водорості, приурочені до різних екотопів, де, окрім автохтонних компонентів – бентонтів, присутні й аллохтони, що потрапляють на дно з планктону та перифітону.

Згідно еколого-морфологічного принципу донні угруповання водоростей розділяють на структурні частини. До складу мікрофітобентосу входять різні еколого-морфологічні групи − сукупності водоростей з подібними екологічними та морфологічними ознаками [4, 7].

Встановлення структурних елементів мікрофітобентосу у різнотипних водних об'єктах є важливим завданням, оскільки окремі еколого-морфологічні групи водоростей, насамперед, бентонтів, по-різному проявляють специфічну чутливість до впливу конкретних факторів і можуть бути використані як синбіоіндикатори зміни стану водних об'єктів та середовища існування гідробіонтів [5, 6, 10].

Метою роботи є встановлення еколого-морфологічних груп водоростей в мікрофітобентосі водного об'єкту урбанізованої території та визначення їх ролі у формуванні еколого-морфологічної структури мікрофітобентосу.

Матеріал і методи досліджень

Матеріали зібрані у весняно-осінній період 2011 р. мікрофітобентосу водного об'єкту лентичного типу (оз. Міністерське), що знаходиться на урбанізованій території в межах Києва та зазнає незначного антропогенного впливу.

Проби мікрофітобентосу відбирали на мілководних (1,0 м) та глибоководних (6,0 м) ділянках мікробентометром МБ-ТЕ у трьох повторностях з загальної площі близько 40 см². Донні ґрунти у місцях відбору проб на мілководді були представлені промитим, на глибоководді − слабко замуленим піском. Відбір та камеральна обробка проб проводилась за загальноприйнятою методикою [3]. Для визначення діатомових водоростей виготовляли препарати з використанням спеціальних середовищ.

Еколого-морфологічні групи мікрофітобентосу виділялись з урахуванням апробованих підходів [1, 2, 4–10].

Результати досліджень та їх обговорення

У мікрофітобентосі водного об'єкту лентичного типу урбанізованої території виділено 6 еколого-морфологічних груп водоростей (ЕМГ). Еколого-морфологічними групами бентонтів є: ЕМГ крупних діатомових водоростей – Бкд, ЕМГ евритопних літоральних діатомових – Белд, ЕМГ дрібних та середніх діатомових − Бдсд, ЕМГ нитчастих синьозелених водоростей – Бнс. Аллохтони представлені ЕМГ планктонтів (Апл) та ЕМГ перифітонтів (Апр).

На мілководних ділянках відмічено ЕМГ Бкд, ЕМГ Белд, ЕМГ Бдсд, ЕМГБнс, ЕМГ Апл та ЕМГ Апр. На глибоководних ділянках кількість еколого-морфологічних груп водоростей мікрофітобентосу була меншою і складалася з ЕМГ Бкд, ЕМГ Бдсд, ЕМГ Бнс, ЕМГ Апл та ЕМГ Апр.

Еколого-морфологічна група Бкд містить істинно донні форми з об'ємом клітин більше 20 тис. мкм^3. Типовими представниками цієї ЕМГ є *Cymatopleuraelliptica* (Bréb.) W.Sm., *Cymbellalanceolata* (Ehr.) Kirch. та *Amphoraovalis* Kütz.

У цілому на частку ЕМГ Бкд складала 13,1% видового багатства мікрофітобентосута - 21,7% кількості видів бентонтів, серед яких були як облігатні, так і факультативні бентонти.

Основна роль у формуванні видового багатства мікрофітобентосу належала ЕМГ Бдсд − 28,9% та 47,8% кількості видів бентонтів. До неї належали як дрібні так і середні діатомові водорості.

У дослідженому водному об'єкті досить поширені з ЕМГ Бдсд види роду Navicula *(N.capitata* Ehr., *N. cryptocephala* Kütz., *N. tripunctata* (O.F.Müll.) Bory, *N. vulpine* Kütz. та ін.), *Amphoraveneta* Kütz., *Caloneisamphisbaena* (Bory) Cl., *Placoneisplacentula* (Ehr.) Hein., *Surirellabrebissoniivar. Kuetzingi i*Kram. etL.-B.

Представники ЕМГ Белд – евритопні діатомові водорості, які зустрічаються переважно у прибережній зоні водних об'єктів та можуть мешкати як на дні так і у товщі води, на вищих водяних рослинах та інших субстратах. Частка ЕМГ Белд у видовому багатстві мікрофітобентосу складала 10,5 % та 17,3 % кількості видів бентонтів.

На мілководді рясно вегетували евритопні літоральні форми: *Pseudostaurosira brevistriata* (Grun.) Will. etRound та *Staurosiraconstruens* Ehr., трохи рідше траплялась *Synedraulna* (Nitz.) Ehr.

Нитчасті синьозелені водорості, що належать до ЕМГ Бнс реєструвалися як на мілководних, так і глибоководних ділянках. Насамперед це представники родів Oscillatoriata Lyngbia (*O. Amphibian* Ag., *O. Ucrainica* Vladim., *L. limnetica* Lemm.).

У формуванні видового багатства мікрофітобентосу роль ЕМГ Бнс була найменшою – 7,9% та 13,0% кількості видів бентонтів.

Планктонні синьозелені та зелені водорості, що складали основу ЕМГ Апл, осідаючи з товщі води на дно у кінці вегетації або за несприятливих умов, суттєво впливали на видове багатство мікрофітобентосу, формуючи до 18,4 % видового складу водоростей на дні.

Основними компонентами цієї ЕМГ є Aphanizomenonflos-aquae (L.) Ralfs, Coelastrum microporum Näg., Dictyosphaerium pulchellum Wood,. Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh.

Оскільки літоральна частина оз. Міністерського переважно зайнята вищою водяною рослинністю, з якої опадають на дно, та токами води переносяться на незаростаючі ділянки епіфітні водорості, роль ЕМГ Апр у формуванні видового багатства мікрофітобентосу виявилась навіть більшою за ЕМГ Апл і склала 21,05%.

Основу ЕМГ Апр формують перифітонти: *Cocconeis placentula* Ehr., види роду Gomphonema (*G. augur*Ehr., *G. truncatum*Ehr.) та роду Epithemia (*E. argus* (Ehr.) Kütz., *E. Sorex* Kütz.), *Encyonemasilesiaca* (Bleisch) Mann, *Planothidiumlanceolata* (Bréb.) Bukht. та інші.

Слід зазначити, що аллохтони, які часом досить суттєво впливають на характеристику еколого-морфологічної структури мікрофітобентосу за своєю природою є нестабільним, у багатьох ситуаціях випадковим компонентом бентосних угруповань, на що необхідно звертати увагу при встановленні біоіндикаційних можливостей мікрофітобентосу та його структурних елементів для оцінки впливу антропогенних факторів на водні екосистеми.

Висновки

Встановлено, що у мікрофітобентосі водного об'єкту лентичного типу урбанізованої території, окрім бентонтів, постійно присутні і нерідко відіграють суттєву роль у видовому багатстві аллохтони: планктонти, що осідають на дно з товщі води та перифітонти, привнесені водою з вищих водяних рослин та обростань твердих субстратів.

За морфологічними та екологічними характеристиками водорості мікрофітобентосу водного об'єкту, що досліджувався, підрозділяються на 6 еколого-морфологічних груп. Основу видового складу мікрофітобентосу формують бентонти, серед яких важлива роль належить ЕМГ Бдсд та ЕМГ Бкд, особливо на мілководних ділянках.

1. *Давидов О.А.* Формування видового різноманіття мікрофітобентосу на річкових ділянках дніпровських водосховищ / О.А.Давидов // Природ.альм. Біол. науки, вип. 8. Зб.наук. пр. / Херсон, ПП Вишемирський, 2006. — С. 35—44.
2. *Давидов О.А.* Структурні компоненти мікрофітобентосу як індикатори впливу антропогенних чинників на водні об'єкти / О.А. Давидов // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. — 2009. — №3 (40). — С. 47—56.
3. *Методи* гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [Арсан О.М., Давидов О.А., Дьяченко Т.М. та ін.]; за ред. В.Д.Романенка. — НАН України, Ін-т гідробіології. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
4. *Оксиюк О.П.* Донная растительность речного участка Каневского водохранилища / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов, Т.Н. Дьяченко [та ін.]. — Киев: Институт гидробиологии НАНУ, 2005. — 40 с.
5. *Оксиюк О.П.* Оценка экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов. — НАН Украины. Ин−т гидробиологии. — Киев: ЛОГОС, 2006. — 32 с.
6. *Оксиюк О.П.* Методические принципы оценки экологического состояния водних объектов по микрофитобентосу / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов // Гидробиол. журн. — 2006. — Т. 6, №2. — С. 98—112.
7. *Оксиюк О.П.* Эколого-морфологическая структура микрофитобентоса / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов, Ю.И. Карпезо // Гидробиол. журн. — 2008. — Т. 44, № 6. — С. 15—27.
8. *Оксиюк О.П* .Альгоценозы микрофитобентоса водохранилищ Днепра и Днепровско-Бугской устьевой области / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, №2. — С. 48—70.
9. *Оксіюк О.П.* Мікрофітобентос Каховського водосховища в сучасний період / О.П. Оксіюк, О.А. Давидов, Ю.Г. Карпезо // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-туім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. — 2010. — №2 (43). — С. 377—379.
10. *Оксиюк О.П.* Санитарно-гидробиологическая характеристика водных экосистем по микрофитобентосу / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов // Гидробиол. журн. — 2011. — Т. 47, № 4. — С. 66—79.

О.А. Давыдов, Д.П. Ларионова
Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ВОДОРОСЛЕЙ В МИКРОФИТОБЕНТОСЕ ВОДНОГО ОБЪЕКТА ЛЕНТИЧЕСКОГО ТИПА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Установлены эколого-морфологические группы водорослей в микрофитобентосе водного объекта урбанизированной территории. Определена их роль в формировании эколого-морфологической структуры микрофитобентоса.

Ключевые слова: микрофитобентос, эколого-морфологическая структура, экология водорослей, водный объект урбанизированной территории

O.A. Davydov, D.P. Larionova
Institute of Hydrobiologyof NAS of Ukraine, Kyiv

ECOLOGIC-MORPHOLOGICAL ALGAE GROUPS OF MICROPHYTOBENTHOS FROM THE LENTIC TYPE OF THE WATER BODY OF THE URBANIZED TERRITORY

Ecologic-morphological algae groups of the microphytobenthos from urbanized territory were determined. It's role in the ecologic-morphological structure of microphytobenthoswas established.

Key words: microphytobenthos, ecologic-morphological structure, algae ecology, water body of urbanized territory

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 18.06.2013

УДК [574.583:(579.68+556.114.7)](285.33)

Г.М. РОМАНИШИН, В.М. ЯКУШИН, К.П. КАЛЕНІЧЕНКО, М.І. ЛІНЧУК
Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210

СУЧАСНИЙ СТАН КИЇВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЗА ДЕЯКИМИ ГІДРОХІМІЧНИМИ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Досліджено сучасний стан Київської ділянки Канівського водосховища за деякими гідрохімічними і мікробіологічними показниками. Показано, що в сучасних умовах у порівнянні з 2002-2004 рр. істотних змін як у концентрації неорганічних форм азоту, фосфору та органічної речовини у воді, так і в кількісному розвитку бактеріопланктону та його репродуктивній активності на дослідженій ділянці не відбувалось. Основними чинниками, що впливають на стан Київської ділянки Канівського водосховища є режим роботи Київської ГЕС і міжрічні флуктуації клімату.

Ключові слова: хімічний склад води, бактеріопланктон, константа швидкості росту, стан Київської ділянки Канівського водосховища

Київська ділянка Канівського водосховища, довжиною 43 км вниз за течією від греблі Київської ГЕС, характеризується річковим режимом та розгалуженою придатковою мережею і включає основне русло шириною 600-800 м, заплавні водойми, притоки, рукави та затоки.

Формування екологічного стану на цій ділянці відбувається під впливом різноманітних чинників: режиму роботи Київської ГЕС, надходження деснянської води, антропогенного забруднення зі сторони мегаполіса, гідрометеорологічних умов тощо.

Дослідженню стану екосистеми Київської ділянки Канівського водосховища, враховуючи її важливе значення для населення м. Києва, приділялася значна увага [2, 3, 4, 7, 11]. Зокрема, у період з кінця 90-х років минулого століття і до 2006 р. вивчалася сезонна динаміка структурно-функціональних показників бактеріопланктону та його роль у формуванні якості води на цій ділянці [2, 3, 4, 7]. Значна частина цих робіт виконувалася на стаціонарній русловій станції, розташованій на відстані 11 км від Київського гідровузла. Результати досліджень, одержаних на цій станції, на якій ще не відчувається помітного антропогенного впливу м. Києва, дають можливість, з одного боку, визначити вплив гідрологічного чинника і міжрічних гідрометеорологічних флуктуацій на формування гідрохімічного і мікробіологічного режиму, а з іншого – оцінити роль антропогенної складової у формуванні екологічного стану Київської ділянки по її довжині. Слід зазначити, що останні роботи щодо

оцінки процесів формування якості води на Київській ділянці за комплексом гідрохімічних і мікробіологічних показників були виконані 10 років тому [11].

Метою наших досліджень було з'ясування особливостей формування сучасного стану Київської ділянки Канівського водосховища за деякими гідрохімічними і мікробіологічними показниками.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на стаціонарній русловій станції, розташованій на відстані 11 км від греблі Київської ГЕС вниз за течією. Відбір проб води з поверхневого шару (0,5 м) здійснювали один раз на місяць в ранковий час (об 11 год.) – з березня 2012 р. по лютий 2013 р. Концентрацію розчиненого кисню визначали йодометричним методом Вінклера, вміст неорганічних сполук азоту і фосфору – колориметричним методом, кількість органічної речовини – методом перманганатної (ПО) і дихроматної (ДО) окиснюваності води [10]. Величини $БСК_5$ визначали згідно загальноприйнятої методики [6].

Загальну чисельність бактерій у воді визначали методом прямого підрахунку на мембранних фільтрах, забарвлених еритрозином [6], кількість гетеротрофних бактерій – на РПА і молочному агарі [8,9]. На останньому підраховували бактерії з протеолітичними властивостями (по зонах розщеплення казеїну молока). Амілолітичні бактерії пророщували і підраховували на крохмальному агарі після його обробки розчином Люголя; підраховували освітлені зони, що утворилися внаслідок гідролізу крохмалю [9]. Для оцінки репродуктивної активності бактеріопланктону визначали показники константи швидкості росту бактерій Kt [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Гідрохімічні показники. Розчинений у воді кисень є одним із інтегральних показників стану і функціонування водних екосистем, оскільки характеризує баланс продукційно-деструкційних процесів і ступінь забруднення та самоочищення водних об'єктів.

Кисневий режим Київської ділянки Канівського водосховища формується під впливом внутрішньоводоймних процесів і скидів води через греблю Київської ГЕС в нижній б'єф. Досить часто дефіцит розчиненого кисню на цій ділянці виявляється в різні сезони, особливо взимку і в літню межень [7].

В період наших досліджень концентрація розчиненого кисню коливалась в межах 5,16-13,49 мг Ог/л (36-98% насичення). Найбільш глибокий дефіцит кисню відмічався в лютому 2013 р., що зазвичай спостерігається в умовах тривалого льодоставу на Київському водосховищі і надходження у нижній б'єф Київської ГЕС води з низькою концентрацією розчиненого кисню. Найбільш високий вміст кисню спостерігався у квітні, листопаді і грудні 2012 р. при низькій температурі води – 0,1 - 9,0ºС. В період з травня по вересень концентрація кисню становила 70-79% насичення (табл. 1).

Вміст амонійного азоту у воді на стаціонарній станції протягом року коливався в межах 0,188-0,651 мг N/л. Протягом майже усіх сезонів його концентрація не досягала помітних величин. Весною на його вміст на дослідженій ділянці впливало водопілля, влітку та осінню – процеси асиміляції первиннопродуцентами. Найбільша концентрація амонійного азоту спостерігалась в грудні, в умовах низької температури води і затухання біологічних процесів, що призводило до його накопичення у воді до 0,651 мг N/л.

Вміст азоту нітритів, як перехідної і нестійкої форми мінералізації органічної речовини (ОР), змінювався протягом року від аналітичного нуля (у травні, червні і липні) до 0,020 мг N/л (у листопаді). В середньому за сезон найвищі показники спостерігалися взимку.

Концентрація азоту нітратів у воді на дослідженій станції досягала максимальних значень на початку квітня – 0,936 мг N/л. Однак, з розвитком водопілля вона зменшувалася, і в травні складала 0,075 мг N/л. В літній період, а також восени, включно до жовтня, вміст нітратного азоту знижувався до мінімальних значень – 0,057-0,149 мг N/л, що обумовлювалося його асиміляцією первиннопродуцентами. Наступне помітне зростання концентрації азоту нітратів у воді відмічено наприкінці листопада – 0,766 мг N/л. Значне його зниження відбувалося взимку – до 0,076 мг N/л в лютому 2013 р. Загалом, річна динаміка вмісту азоту нітратів у воді Київської ділянки Канівського водосховища (на стаціонарній станції), як це

було встановлено раніше [11], характеризувалась його зростанням в зимовий період з досягненням максимальних значень в лютому–березні. Така ж динаміка цього показника спостерігається і в Київському водосховищі [5]. В зимовий сезон 2012-2013 рр. цей закономірний процес був порушений. Протягом тривалого льодоставу на Київському водосховищі у верхню частину Канівського водосховища надходила вода з низькою концентрацією розчиненого кисню. За таких умов друга фаза нітрифікації істотно гальмувалася, внаслідок чого вміст азоту нітратів у воді Київської ділянки Канівського водосховища взимку 2012-2013 рр. не перевищував 0,147 мг N/л.

Таблиця 1

Гідрохімічна характеристика Київської ділянки Канівського водосховища (березень 2012 – лютий 2013 рр.)

Показники		**Весна**	**Літо**	**Осінь**	**Зима**
t , *C*		1,0-18,6	20,8-24,2	5,5-18,0	0,1-0,8
Розчинений кисень	*мгO_2/л*	6,6-11,4 9,2	5,8-6,8 6,3	7,2-11,8 9,4	5,2-13,5 0,32
	% насичення	65,4-98,7 79,2	70,2-78,8 73,4	76,2-94,5 85,8	36,0-92,0 64,2
NH^+_4 , *мг N/л*		0,230-0,296 0,259	0,242-0,389 0,335	0,188-0,258 0,220	0,275-0,651 0,410
NO^-_2, *мг N/л*		0,007-0,013 0,008	0-0,015 0,005	0-0,020 0,008	0,004-0,015 0,010
NO^-_3 , *мг N/л*		0,075-0,936 0,512	0,086-0,149 0,110	0,057-0,766 0,296	0,076-0,147 0,119
PO^{3-}_4, *мг P/л*		0-0,059 0,020	0,029-0,135 0,071	0,033-0,082 0,058	0,019-0,042 0,029
ПО, *мг O/л*		10,57-16,89 13,64	14,40-16,70 15,27	9,21-12,39 11,23	11,52-14,62 12,66
ДО, *мг O/л*		21,43-32,29 26,45	29,88-32,90 31,20	18,94-23,71 21,24	19,20-24-86 21,62

Концентрація фосфору фосфатів протягом дослідженого періоду коливалась в межах від аналітичного нуля до 0,135 мг P/л. Мінімальний його вміст спостерігався весною, найбільший – влітку, що, очевидно, було пов’язано з інтенсифікацією деструкційних процесів у воді ділянки в цей період.

Для оцінки вмісту у воді Київської ділянки Канівського водосховища органічної речовини використовували такі показники як перманганатна і дихроматна окиснюваність води. Динаміка ПО води на дослідженій станції характеризувалась мінімальними значеннями восени і взимку, в середньому 11,23 і 12,60 мг O/л відповідно, і максимальними влітку – в середньому 15,27 мг O/л, тобто в період зростання розвитку первиннопродуцентів. Аналогічна динаміка була притаманна і ДО води – підвищення загального вмісту органічної речовини влітку, в середньому до 31,20 мг O/л і зниження восени до 21,24 мг O/л. Слід зазначити, що аналогічна динаміка ДО води на стаціонарній станції відмічалася і в 2002 р.

Динаміка $БСК_5$, як індикатора наявності у воді лабільної фракції ОР, в річному аспекті характеризувалася максимальними величинами у квітні і грудні 2012 р. – 3,24-4,49 мг О/л, мінімальними – влітку 2012р. і лютому 2013 р., знижуючись до 1,25 мг О/л. Тобто, у досліджений період відбувалося суттєве порушення закономірного ходу сезонної динаміки $БСК_5$, яка не співпадала з динамікою ПО і ДО.

Такі особливості динаміки $БСК_5$ пояснюються істотним недонасиченням води киснем та обумовленим ним дефіцитом останнього протягом майже всього року. Внаслідок цього відбувалося гальмування процесу біохімічного споживання кисню. Встановлено, що залежність величин $БСК_5$ від концентрації розчиненого кисню має вид експоненти (рис. 1). У порівнянні з 2002 р. з більш сприятливим кисневим режимом на Київській ділянці Канівського водосховища динаміка $БСК_5$ характеризувалася мінімальними значеннями взимку і максимальними влітку [11].

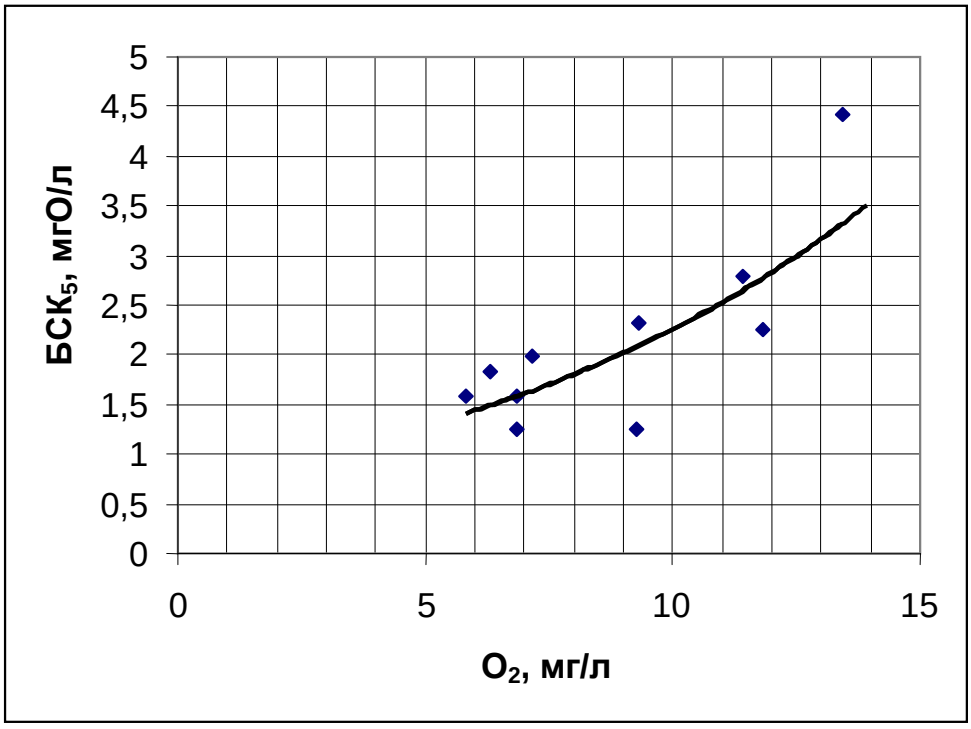


Рис.1. Зв'язок між концентрацією розчинного кисню та середніми величинами $БСК_5$ у воді Київської ділянки Канівського водосховища протягом досліджуваного часу.

Мікробіологічні показники. Загальна чисельність бактерій у воді на стаціонарній станції протягом дослідженого періоду коливалась в межах 1,52–5,52 млн. кл/мл. В сезонному аспекті найменша чисельність бактеріопланктону відмічалась весною (у березні), найбільша – осінню (табл. 2). За результатами досліджень, проведених на цій станції в минулі роки (2003-2006), загальна кількість бактерій у воді була мінімальною зимою або навесні і досягла максимальних значень влітку або осінню.

Вміст гетеротрофних бактерій (на РПА), в тому числі з протеолітичними і амілолітичними властивостями був тісно пов'язаний з сезонними змінами температури води і розвитком інших біотичних компонентів, як джерел надходження у воду білкових речовин і полісахаридів, зокрема крохмалю.

Чисельність гетеротрофних бактерій на РПА протягом року змінювалась в межах 184-915 кл/мл, бактерій з протеолітичними властивостями – 54-220 кл/мл, амілолітичних – 13-110 кл/мл, досягаючи максимальних величин влітку і мінімальних – взимку (рис. 2).

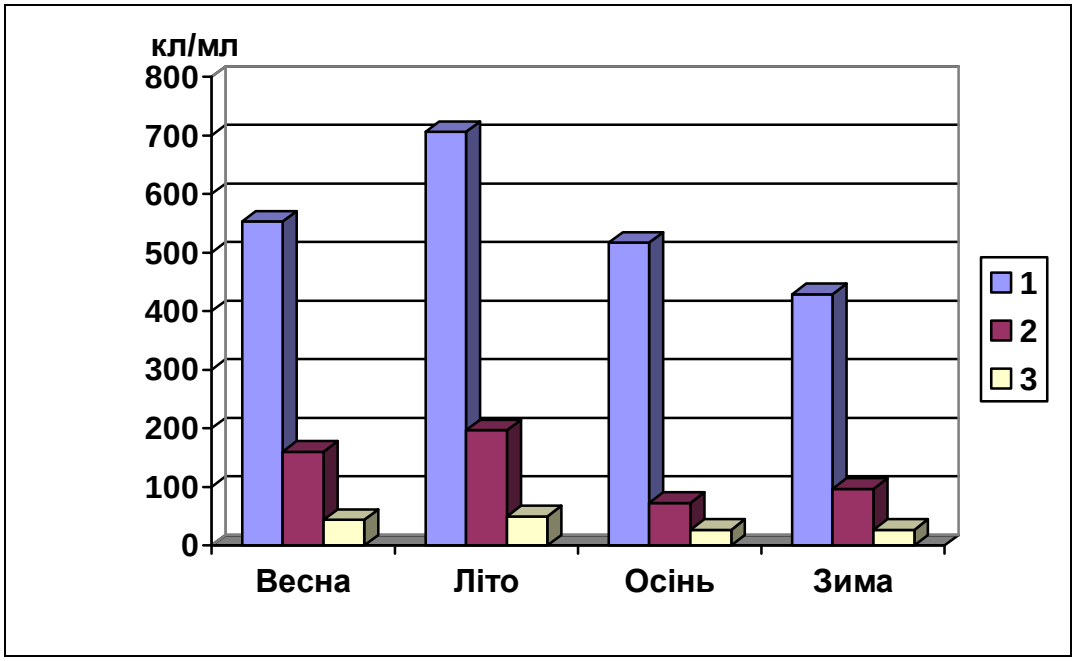


Рис. 2. Сезонна динаміка чисельності гетеротрофних бактерій у воді Київської ділянки Канівського водосховища: 1 - на РПА, 2 - з протеолітичними, 3 - з амілолітичними властивостями.

Таблиця 2

Сезонна динаміка загальної чисельності бактерій (ЗЧБ) і константи швидкості їх росту (Kt) у воді Київської ділянки Канівського водосховища (березень 2012 – лютий 2013 рр.)

Показники	**Весна**	**Літо**	**Осінь**	**Зима**
ЗЧБ, млн. кл/мл	1,59-2,33 1,97	1,52-2,58 2,12	2,96-5,52 3,92	1,95-5,42 2,93
К, доба$^{-1}$	0,01-0,26 0,12	0,40-0,54 0,48	0,04-0,55 0,29	(-0,10)-0,17 0,06

Для оцінки репродуктивної активності бактеріопланктону нами були використані показники константи швидкості росту бактерій – Kt (див. табл. 2). Остання залежить, головним чином, від температури води, вмісту і якісного складу ОР [1]. Аналіз динаміки Kt бактеріопланктону за період досліджень свідчить, що починаючи з березня 2012 р. вона поступово зростала і набувала максимальних значень влітку і на початку осені – 0,40-0,55, доба$^{-1}$, тобто, за умов підвищення температури води і вмісту в ній ОР. В осінній період відбувалося зниження репродуктивної активності бактерій. В грудні відбувалося часткове відмирання бактерій; Kt набувала від'ємних значень –до (-0,1), доба$^{-1}$. Починаючи з другої декади січня 2013р. і в лютому Kt зростала до 0,10-0,17, доба$^{-1}$, що вказує на активізацію функціонування бактеріопланктону в цей період. Подібні результати щодо питомої швидкості розмноження бактерій в зимовий період були отримані в Київському і верхній частині Канівського водосховища раніше [1,11]. Це можна пояснити тим, що в умовах низької температури води починають домінувати психрофільні бактерії і відбувається активізація їх метаболізму. Така температурна адаптація бактеріопланктону може істотно впливати на кисневий режим водосховища в умовах льодоставу.

Аналіз результатів досліджень, проведених нами на стаціонарній станції Київської ділянки Канівського водосховища, у порівнянні з отриманими даними в минулі роки свідчить про наступне. В сучасних умовах вміст неорганічних форм азоту і фосфору у воді на цій станції протягом року знаходився в межах, відмічених 10 років тому [11]. Незначне підвищення концентрації ОР спостерігається за показниками ДО, що, можливо, обумовлене зниженням інтенсивності деструкційних процесів у воді внаслідок помітного дефіциту розчиненого кисню.

Дефіцит кисню також істотно впливав на величини і сезонну динаміку $БСК_5$, яка не співпадала з динамікою ПО і ДО. За сучасними даними в зимовий період розвиток дефіциту розчиненого кисню у воді Київської ділянки водосховища суттєво впливав на процеси нітрифікації, на відміну від результатів, отриманих у 2002 р. в умовах сприятливого кисневого режиму.

Кількісний розвиток бактеріопланктону протягом дослідженого періоду не виходив за межі коливань, відмічених у минулі роки [2]. В сучасних умовах репродуктивна активність бактеріопланктону знаходилась на рівні, відміченому у 2002-2004 рр. Аналогічною була і сезонна динаміка показників Kt; як і в минулому, так і в сучасних умовах із зниженням температури води до зимових значень спочатку відмічалось часткове відмирання бактерій, а в другій половині січня показники Kt зростали, що свідчить про активізацію функціонування бактеріопланктону з домінуванням психрофільних бактерій.

Висновки

Серед багатьох чинників, що впливають на формування стану Київської ділянки Канівського водосховища за гідрохімічними і мікробіологічними показниками, основними є Київська ГЕС, через греблю якої здійснюються скиди води з Київського водосховища та надходження деснянської води. Більш відчутно цей вплив реєструється на стаціонарній станції; далі по довжині Київської ділянки зростає роль антропогенної складової [4].

В сучасних умовах істотних змін у концентрації неорганічних форм азоту і фосфору у воді на стаціонарній станції у порівнянні з даними 2002-2004 рр. не відбулося, як не відмічено помітних змін і в кількісному розвитку та активності функціонування бактеріопланктону.

Міжрічна мінливість кліматичних умов, в тому числі наявність чи відсутність зимою тривалого льодоставу на Київському водосховищі і р. Десні, впливає на стан їхніх екосистем, що певним чином позначається на особливостях сезонної динаміки та межах коливань деяких гідрохімічних і мікробіологічних показників на Київській ділянці Канівського водосховища, однак не призводить до радикальної зміни її стану за вказаними показниками.

1. *Гак Д.З.* Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ / Д.З. Гак. — М.: Наука, 1975. — 251 с.
2. *Головко Т.В*. Пространственно-временная характеристика бактериопланктона верхней части Каневского водохранилища / Т.В.Головко, Л.И.Багнюк // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, №4. — С. 73—81.
3. *Головко Т.В*. Бактериопланктон Каневского водохранилища и его продукционные характеристики / Т.В. Головко, В.М. Якушин, Н.И. Тронько // Гидробиол. журн. — 2003. — Т. 39, № 4. — С. 58—71.
4. *Головко Т.В*. Особенности функционирования бактериопланктона верхнего участка Каневского водохранилища на современном этапе его существования / Т.В. Головко, В.М. Якушин, Н.И. Тронько // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 5. — С. 90—101.
5. *Гидрология* и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / [Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е.П. и др.]. — К.: Наук. думка, 1989. — 216 с.
6. *Кузнецов С.И.* Методы изучения водних микроорганизмов / С.И. Кузнецов, Г.А. Дубинина. — М.: Наука, 1989. — 288 с.
7. *Состояние* экосистемы Киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования / [Оксиюк О.П., Тимченко В.М., Давидов О.А и др.]. — К.: Ин-т гидробиологии НАНУ, 1999. — 60 с.
8. *Олейник Г.Н.* К методике выделения гетеротрофных бактерий из воды / Г.Н. Олейник, Л.Г. Ленчина, П.И. Новикова // Материалы IV науч.конф. мол. ученых Ин-та гидробиол.АНУССР. — К., 1972. — С. 37—39.
9. *Родина А.Г.* Методы водной микробиологии / А.Г. Родина. — М.: Наука, 1965. — 363 с.
10. *Руководство* по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семенова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 542 с.
11. *Якушин В.М.* Оцінка процесів формування якості води на Київській ділянці Канівського водосховища за деякими гідрохімічними і мікробіологічними показниками / В.М. Якушин, Т.В. Головко, К.П. Каленіченко, М.І.Лінчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. зб. — Т.6. — Київ: ВГЛ „Обрії, 2004. — С. 267—272.

Г.М. Романишин, В.М. Якушин, К.П. Калениченко, М.И. Линчук
Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КИЕВСКОГО УЧАСТКА КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО НЕКОТОРЫМ ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Исследовано современное состояние Киевского участка Каневского водохранилища по некоторым гидрохимическим и микробиологическим показателям. Показано, что в современных условиях по сравнению с 2002-2004 гг. существенных изменений в концентрации неорганических форм азота, фосфора, органического вещества, количественном развитии бактериопланктона и его репродуктивной активности в воде на исследованном участке не произошло. Основными факторами, влияющими на состояние Киевского участка Каневского водохранилища, являются режим работы Киевской ГЭС и межгодовые изменения климата.

Ключевие слова: химический склад води, бактериопланктон, константа скорости роста, состояние Киевского участка Каневского водохранилища

H.M. Romanishyn, V.M. Yakushyn, K.P. Kalenichenko, M.I. Linchuk
Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv

CURRENT STATE OF KIEV SECTION OF KANEV RESERVOIR ACCORDING TO SOME HYDROCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS

Current state of Kiev section of Kanev Reservoir according to some hydrochemical and microbiological parameters has been investigated. It is shown that in current conditions, compared to 2002-2004, there was no substantial changes in concentration of inorganic forms of nitrogen, phosphorus, organic substances, bacterioplankton quantitative growth and reproductive activity at the investigated section. The main factors affecting the state of Kiev section of Kanev Reservoir are the Kiev HPP mode and inter-annual climate change.

Key words: chemical state of water, bacterioplankton, constant growth rate, state of Kiev section of Kanev Reservoir

Рекомендує до друку Надійшла 30.05.2013

В.В. Грубінко

УДК 597.583.1:639.2

Н.Я РУДИК-ЛЕУСЬКА, А.В. ЧУКЛІН, М.Л. МАКСИМЕНКО
Інститут рибного господарства НААН
вул. Обухівська, 135, м. Київ, 03164

СУЧАСНИЙ СТАН ПОПУЛЯЦІЇ ПЛІТКИ (*RUTILUS RUTILUS* (L.) КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Досліджено основні біологічні показники популяції плітки Каховського водосховища. Встановлено, що за останні 10 років спостерігається стабільне їх погіршення. Основними тенденціями зміни структури популяції є скорочення вікового ряду, збільшення загальної смертності, зменшення наповнення правого крила варіаційного ряду. Основною причиною цього є надмірна елімінація (в основному за рахунок вилучення) молодших і середніх вікових груп. Для оптимізації кількісних та якісних параметрів промислового навантаження необхідно зменшити інтенсивність промислу на 60 % і переорієнтувати його на використання сіток з кроком вічка не менше 40 мм.

Ключові слова: водосховище, плітка, вікова структура, коефіцієнт смертності, організація промислу

Рибодобувний промисел, який є важливою складовою господарського комплексу Каховського водосховища традиційно базується на природному відтворенні масових промислових видів, одним з яких є плітка. Протягом практично всього періоду рибогосподарської експлуатації Каховського водосховища плітка відігравала помітну роль у формуванні валової промислової рибопродукції, а в окремі роки на її частку припадало до 50 % загального вилову. Фактично весь промисел дрібночастикових видів на водосховищі був зорієнтований саме на плітку, що, безумовно, вплинуло на її популяційні та біологічні показники [1, 2].

Інтенсивність та спрямованість промислового навантаження є одними з визначальних чинників формування популяційних характеристик об'єкту лову, проте ця система має чітко виражений зворотній зв'язок – суттєва зміна популяційних характеристик призводить до необхідності зміни рибопромислової стратегії [3]. У цьому аспекті основним завданням регулювання промислу є підтримка динамічної рівноваги системи "вилов-залишок-поповнення".

Забезпечення оптимальної експлуатації запасу полягає не тільки в обмеженні кількісних показників вилову (тобто дотримання лімітів), а і в забезпеченні максимального вилову на одиницю поповнення, при цьому максимум питомого (за віковими групами) накопичення іхтіомаси повинен співпадати з максимумом промислового навантаження [4]. Відповідно, забезпечення адекватної регламентації кількісних та якісних параметрів промислового навантаження повинно грунтуватися на фактичних розмірно-вагових показниках популяції, що експлуатується.

Метою даної роботи є визначення та аналіз показників популяції плітки Каховського водосховища, які характеризують її реакцію на вплив промислу та можуть бути використані як вихідні дані для розробки заходів з оптимізації рибопромислової стратегії на сучасному етапі.

Матеріал і методи досліджень

Іхтіологічний матеріал відбирався з виловів ставних сіток (крок вічка 38-100 мм), які виставлялись протягом промислового періоду 2010-2013 рр. в середній та верхній частинах Каховського водосховища та виловів контрольних сіток (крок вічка 30-120 мм) у 2010 та 2012 рр. Збір та обробку польових матеріалів здійснювали за загальноприйнятими методиками [5]. Всього за період досліджень було перевірено вилови 985 сіткодіб контрольних і промислових сіток, з яких проаналізовано 4671 екз. плітки.

Коефіцієнт миттєвої загальної смертності (Z) визначався графічним методом з використанням натуральних логарифмів чисельності вікових груп в контрольних уловах, як тангенс кута нахилу лінії регресії [4]. Показники природної смертності визначались методом Чена-Ватанабе, на підставі коефіцієнтів рівняння Берталанфі [1, 6]. Статистична обробка даних здійснювалась за допомогою електронних таблиць MS Excel [7].

Результати досліджень та їх обговорення

Динаміка промислових виловів плітки Каховського водосховища в останні 20 років характеризується різким зниженням – з 800-1400 т у 1992-1998 рр. до 400-600 т у 2000-2004 рр., 320-370 т у 2007-2009 рр. та деякою стабілізацією у 2010-2012 рр. на рівні 287-312 т. Зменшення відмічено і для питомого вилову – частка плітки в загальному вилові по водосховищу знизилась з 36-49 % у 1992-1998 рр. та 23-27 % у 2000-2003 рр. до 12-13 % у 2010-2012 рр.

У виловах контрольного порядку сіток 2012 р. була відмічена плітка 6-ти вікових груп, граничний вік у порівнянні з минулим роком дещо зменшився – до 8 років (проти 9 років). Основу виловів (97,5 %) складали три-п'ятирічки довжиною 16-19 см, тобто у порівнянні з минулим роком відбулось помітне омолодження популяції плітки. Збільшення частки молодших вікових груп та відсутність у виловах старших вікових груп зумовили суттєве зниження середнього віку – до 4,1 років (проти 5,4 років у 2011 р), тобто структура популяції набула рис, характерних для періоду 2008-2010 рр. Графічно варіаційний ряд плітки зберігає вигляд кривої з достатньо гострою вершиною та різким спадом, який припадає на п'ятирічок – частка наступної вікової групи зменшується більш ніж в 10 разів.

В промислових виловах 2011 р. цей вид був представлений, в основному, (на 85,4 %) особинами чотири-шестирічного віку, довжиною 20-24 см (табл. 1). Основний вилов плітки (67,9 % за чисельністю та 62,5 % за іхтіомасою), як це характерно для останніх років, припадав на сітки з кроком вічка 38 мм.

Таблиця 1

Віковий склад плітки в промислових виловах у Каховську водосховищі, %

Вікові групи	2011 р.	2012 р.	2013 р. (І півріччя)
2-2+	0,1	1,6	0,0
3-3+	9,1	30,4	13,0
4-4+	25,9	39,0	26,2
5-5+	44,6	25,0	46,7
6-6+	15,0	3,3	5,7
7-7+	3,2	0,4	1,1
8-8+	0,9	0,1	1,2
9-9+	0,7	0,1	3,9
10-10+	0,5	0,1	1,9
11-11+	+	0,0	0,2
12 і старші	+	0,0	0,1
Серед. вік, років	4,9	4,0	4,9
Серед. довжина, см	22,2	20,2	22,1
Кількість екз.	1662	1944	384

В 2012 р. спостерігались певні зміни вікового ряду: частка шестирічників-семиліток різко зменшилась, основне промислове навантаження було перенесено в бік лівого крила варіаційного ряду. Тобто, чисельне поповнення, яке відмічалось в 2012 р., одразу потрапило під інтенсивне вилучення. У 2013 р. розподіл промислового навантаження практично був подібним такому у 2011 р. і, за відсутності чисельного поповнення, базувався на чотири-п'ятирічних особинах довжиною 19-22 см. Таким чином, аналіз динаміки вікового складу контрольних і промислових виловів показує, що негативні наслідки надмірної експлуатації популяції плітки зберігаються протягом останніх 10 років. Якщо покоління, яке вступає до промислового ядра, має високу чисельність, при вузьких рамках розподілу промислового навантаження воно обловлюється достатньо швидко, і до старших вікових груп переходить нечисельний залишок. Цікаво також відмітити певну циклічність коливань середньовиваженого віку в промислових виловах (з амплітудою в 1 рік), яка добре простежується при аналізі результатів попередніх досліджень [3]: кожне зменшення середньвиваженого віку плітки, зумовлене вступом чисельної генерації до промислового стада, супроводжується його збільшенням у наступний рік.

Розподіл вилову плітки за розміром вічка контрольних сіток повністю відповідає описаним вище закономірностям. Основний вилов у 2012 р. як за чисельністю (92,5 % від загальної), так і масою (88,4 %) припадав на сітки з кроком вічка 30 мм. В крупновічкових сітках плітка не фіксувалась, в сітках з кроком вічка=40 мм її частка складала всього 3,0 %. Таким чином, тенденція до посиленого вилучення вікових груп плітки, які підпадають під вплив дозволених знарядь лову, зберігається вже протягом останніх 10 років.

Найбільш показовою інтегральною характеристикою умов існування певного виду в контексті проблеми, що розглядається, можна вважати загальну смертність, причому праве

крило кривої вилову буде тотожним кривій населення [8]. Для порівняння нами обраний показник загальної смертності за 1986-1989 рр. (тобто період стабілізації сировинної бази промислу Каховського водосховища) [3]. Аналіз кривої вилову, побудованої за даними 2010-2013 рр. свідчить, що показник миттєвої загальної смертності за періоди, що розглядаються, збільшився з 0,73 до 0,91, що свідчить про критичний стан популяції цього виду. В основному це зумовлене різким скороченням вікового ряду та низькою часткою старших вікових груп, тобто спостерігаються класичні ознаки перелову.

Для оцінки ролі вилучення у формуванні структури популяції нами були обраховані величини природної смертності, диференційованої за віковими групами. При цьому, для нівелювання впливу скорочення граничного віку на величину природної смертності, її визначення проводились на підставі даних рівняння Берталанфі, яке ґрунтується виключно на даних з лінійного росту. Результати розрахунків показують, що в модальних вікових групах показник природної смертності становить 0,18-0,27, тобто посилена елімінація особин в цих групах пов'язана, насамперед, з інтенсивним вилученням.

Умови нагулу плітки у Каховському водосховищі, виходячи з індивідуальних розмірно-вагових показників середніх вікових груп, можна вважати сприятливими. Відмічене попередніми дослідниками зменшення темпів лінійного росту в старших вікових групах [3] внаслідок малочисельності останніх не може розглядатися як суттєвий чинник впливу на показники промислових виловів.

Відповідно, головним засобом регулювання промислу плітки на сучасному етапі є обмеження обсягів її вилучення. Це обмеження доцільно здійснювати двома паралельними шляхами – скорочення лімітів, зокрема, за рахунок встановлення більш низьких коефіцієнтів допустимого промислового вилучення та зменшення технічної інтенсивності її лову. Розрахунки оптимальної кількості сіток, проведені на підставі емпіричної залежності – "чисельність об'єкту лову – вилов на одиницю зусилля" [3], показали, що кількість сіток, задіяних на спеціалізованому промислі плітки (тобто сіток з кроком вічка менше 40 мм) слід зменшити на 60 %, у порівнянні з середньою фактичною за останні 3 роки.

Важливе значення у формуванні структури та величини виловів мають також якісні характеристики промислового зусилля. Змодельований вилов плітки за різних рибопромислових стратегій показує (рис. 1), що при використанні сіток з а=40-45 мм перші 4 роки показники вилову будуть суттєво (у 3-6 разів) нижчими внаслідок недоступності чисельних молодих генерацій. Проте у подальшому вилов буде зростати і після стабілізації промислу загальний вилов при використанні сіток з кроком вічка 40-45 мм буде перевищувати такий сітками з кроком вічка 30-36 мм в 1,5-2,0 рази.

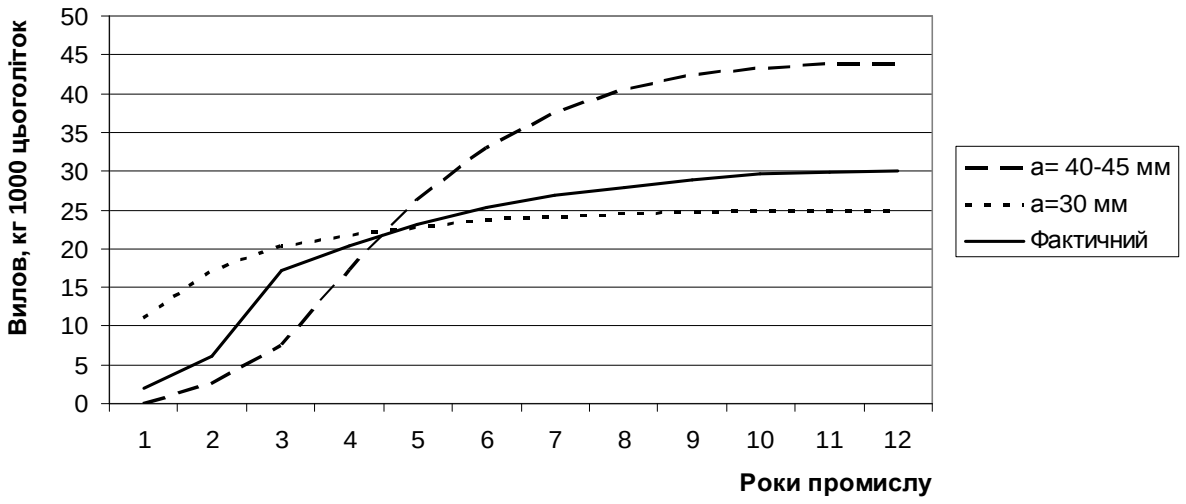


Рис. 1. Змодельований вилов плітки на одиницю поповнення за різними рибопромисловими стратегіями

Слід також зазначити, що у першому випадку середня маса плітки у виловах буде становити 90 г, а у другому – 160 г, тобто переважне використання сіток з кроком вічка 40 мм дозволить значно покращити і якісний склад виловів. Крім того, перенесення промислового навантаження на старші вікові групи зумовить збільшення середньої кратності нересту з 1,8 до 3,5 разів, що дуже позитивно вплине на відтворювальну здатність популяції.

Висновки

Динаміка промислових уловів плітки Каховського водосховища в останні 20 років виявляє стійку тенденцію до зниження, що насамперед зумовлене погіршенням кількісних та якісних характеристик популяції даного виду, як сировинної бази промислу.

Основними структурними змінами в популяції плітки в останні роки є скорочення вікового ряду, зменшення наповненості правого крила варіаційного ряду та нестабільна чисельність поповнення.

Показники загальної смертності плітки у 2011-2013 рр. характеризувались дуже високими значеннями, що в основному пов'язане з посиленою елімінацією молодших та середніх вікових груп.

Для оптимізації промислового навантаження на популяцію плітки Каховського водосховища слід внести корективи в організацію промислу, головними з яких є зменшення кількості знарядь лову та перехід на використання сіток з кроком вічка 40-45 мм.

1. *Бузевич І.Ю.* Стан та перспективи рибогосподарського використання промислової іхтіофауни великих рівнинних водосховищ України: дис. … доктора біол. наук: 03.00.10 / Бузевич Ігор Юрійович. — К., 2012. — 297 с.
2. *Засосов А.В.* Теоретические основы риболовства / А.В. Засосов. — М.: Пищевая пром-ть, 1970. — 291 с.
3. *Лапач С.Н.* Статистика в науке и бизнесе / С.Н. Лапач, А.В. Чубенок, П.Н. Бабич — К.: МОРИОН, 2002. — 640 с.
4. *Методика* збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України. — К., ІРГ УААН. — 1998. — 47 с.
5. *Спесивый Т.В.* О росте плотвы (*RUTILUS RUTILUS* (L.)) в Каховском водохранилище / Т.В. Спесивый // Вісник Запорізького державного університету. Фізико-математичні науки. Біологічні науки. — № 3. —Запоріжжя: ЗДУ, 2002. — С. 132—134.
6. *Шибаев С.В.* Промысловая ихтиология / С.В. Шибаев. — М.: Проспект науки. — 2007. — 400 с.
7. *Юдович Ю.Б.* Методика прогнозирования вылова рыбы в озерах, реках и водохранилищах / Ю.Б. Юдович, Б.Н. Доценко, А.В. Антонюк — М.: ВНИИПРХ, 1982. — 46 с.
8. *Chen S.* Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics / Chen S., Watanabe S. // Nippon Suisan Gakkaishi. — Vol. 55. — 1989. — P. 205—208.

Н.Я Рудык-Леуская, А.В. Чуклин, М.Л. Максименко
Институт рыбного хозяйства НААН

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ПЛОТВЫ (*RUTILUS RUTILUS* (L.) КАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Исследованы основные биологические показатели популяции плотвы Каховского водохранилища. Установлено, что за последние 10 лет наблюдается стабильное их ухудшение. Основными тенденциями изменения структуры популяции является сокращение возрастного ряда, увеличения общей смертности, уменьшения наполнения правого крыла вариационного ряда. Основной причиной этого является чрезмерная элиминация (в основном за счет изъятия) младших и средних возрастных групп. Для оптимизации количественных и качественных параметров промысловой нагрузки необходимо уменьшить интенсивность промысла на 60 % и переориентировать его на использование сетей с шагом ячеи не менее 40 мм

Ключевые слова: водохранилище, плотва, возрастная структура, коэффициент смертности, организация промысла

N. Rudik-Leuska, A.V. Chuklin, M. Maksimenko
Institute of Fisheries of NAAS

CURRENT STATE OF ROACH (*RUTILUS RUTILUS* (L.) POPULATIONS IN THE KAKHOVKA RESERVOIR

Current state of roach population, which previously was the main commercial species in the Kakhovka reservoir, is characterized by significant deterioration of main structural-functional indices. The main trends of population structure changes are shortening of the age series, increase of total mortality, and decrease of filling of the variation series right wing. During last 30 years, total mortality coefficient of this species increased from 0.73 to 0.91, at the same time estimated natural mortality was at the level typical for normal existence conditions for this species: 0.18-0.27. The main cause of this is excessive elimination of mean age groups (mainly at the expense of their removal). Mean roach age in commercial catches of 2011-2013 was 4.0-4.95 years and at the same time the portion of old age groups did not exceed 5%. Variation series of roach in control nets looks as a curve with sharp peak and sharp drop, which falls on age-5 fish – the portion of the next age group drops by almost ten times.

To optimize qualitative and quantitative parameters of commercial pressure, it is necessary to reduce its intensity by 60% and redirect it on deploying gillnets with mesh size not less than 40 mm. This measure will allow increasing roach catch per unit effort by 2.0-2.5 times during a 4-year period with an improvement of qualitative indices of catches and increase of reproductive capacity of the population.

Key words: reservoir, roach, age structure, coefficient, fishing organizing

Рекомендує до друку Надійшла 19.06.2013

В.З. Курант

УДК 591.5: 594.1

А.П. СТАДНИЧЕНКО, В.К. ГИРИН

Житомирський державний університет ім. Івана Франка
вул. В. Бердичівська, 40, Житомир 10008, Україна

ВПЛИВ НІТРОФОСУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПОГЛИНАННЯ КИСНЮ МОЛЮСКОМ *UNIO PICTORUM (BIVALVIA, UNIONIDAE)*

Досліджено вплив різних концентрацій (0,009, 0,09, 0,9, 9, 90, 900, 9000 мг/дм^3) нітрофосу на поглинання кисню перлівницею *U. pictorum ponderosum*. З'ясовано, що він спричиняє отруєння молюсків, яке, починаючи з концентрації токсиканта 0,09 мг/дм^3, супроводжується прогресуючим зниженням інтенсивності поглинання ними кисню.

Ключові слова: Unio pictorum ponderosum, нітрофос, поглинання кисню

Рівень поглинання кисню з водного середовища – необхідна умова нормального перебігу аеробного обміну у гідробіонтів, включно у двостулкових прісноводних молюсків. Надходження його в організм цих тварин здійснюється завдяки постійному функціонуванню їх гідрокінетичного апарату як через зябра, так і через шкіру.

Останнім часом у тих регіонах України, де серед інших видів виробничої діяльності провідне місце займає сільськогосподарське виробництво, досить поширеним є забруднення природних і штучних водойм і водотоків різними мінеральними добривами. Це пов'язано, здебільшого, з недотриманням правил їх перевезення і зберігання, а також з порушенням норм

і кратності застосування. Відтак, з дощовими і талими водами ці речовини потрапляють у водойми, у тій чи іншій мірі забруднюючи їх і викликаючи у притаманного їм тваринного населення різні морфо-фізіологічні і етологічні порушення.

Метою дослідження було з'ясувати, як різні концентрації нітрофосу впливають на рівень поглинання кисню перлівницею важкою *Unio pictorum ponderosum* Spitzi in Rossmaessler, 1844 – найпоширенішим і найчисельнішим видом родини Unionidae в Україні. Від нього через це у значній мірі залежить продуктивність її прісноводних екосистем. На сьогодні такі відомості щодо *U. p. ponderosum* є вкрай скупими: вони обмежуються лише відомостями кінця 80-их років ХХст. [2, 3], наведеними Г. С. Іванчиком [1], і нашим короткими повідомленнями.

Матеріал і методи досліджень

За матеріал слугували 251 екз. *U. p. ponderosum* з р. Гуйва (хутір Довжик Житомирської обл.), добутих як вручну, так і за допомогою гідробіологічного сачка. Призначених для транспортування особин обгортали складеною у кілька шарів вологою рядниною. У лабораторії до початку досліду тварин розкладали в один шар в емальованих кюветах, заповнених вологим піском, і накривали їх згори багатошаровою вологою рядниною. Утримували матеріал до початку токсикологічного досліду (від 0,5 до 1 доби) у прохолодному приміщені (9ºС).

Токсикологічний дослід поставлено за [4]. Як токсикант використано нітрофос (=нітрофосфат) – складне азотно-фосфорне мінеральне добриво, що містить у середньому по 20% азоту та P_2O_5, застосовуване під усі, без виключення, сільськогосподарські культури.

Насамперед орієнтаційним дослідом було встановлено значення $ЛК_0$=0,001 і $ЛК_{100}$ =1000 мг/дм^3. Опісля у межах $ЛК_0$ і $ЛК_{100}$ було підібрано 7 концентрацій нітрофосу для постановки основного токсикологічного досліду – 0,009, 0,09, 0,9, 9, 90, 900, 9000 мг/дм^3. У токсичні розчини, приготовані на дехлорованій відстоюванням (впродовж доби) водопровідній воді, на дві доби поміщали молюсків (щільність посадки – 1 особ./дм^3). Через добу середовище замінювали свіжоприготовленим. Температура розчинів становила 19–23ºС. Перед початком токсикологічного досліду і одразу після його завершення визначали методом Вінклера вміст кисню у воді. Далі розрахунковим методом визначали рівень поглинання кисню (на одну особину), а також на 1 г загальної маси тіла і маси м'якого тіла *U. p. ponderosum*.

Кількісні результати дослідження опрацьовано методами базової варіаційної статистики [5].

Результати досліджень та їх обговорення

З'ясовано, що за шкалою ступеня токсичності хімічних речовин для гідробіонтів [6] нітрофос для *U. p. ponderosum* є речовиною слабкотоксичною.

У тварин контрольної групи поглинання кисню кожною окремою особиною становить 8,5–9 мл O_2/год. У перерахунку на 1 г загальної маси тіла це становить 0,25, а маси м'якого тіла – 0,5 мл O_2/год. Статистично вірогідних відмінностей за всіма трьома означеними вище показниками не виявлено. Що до вікових відмінностей, то у інших перлівницевих вони мають місце [3, 7] і полягають у тому, що з віком поглинання кисню ними (на особину) зростає. Відсутність аналогічного результату для досліджених нами *U. p. ponderosum* гуйвинської популяції зумовлена, гадаємо, швидше всього тим, що в опрацьованій нами сукупності кількісно переважали особини молодших вікових груп (2- і 3-річні), натомість доля 4–7-річних тварин була незначною (близько 5%). Це, звісно, не могло не відобразиться на значеннях усереднених даних.

За 0,009 мг/дм^3 нітрофосу у середовищі зростання поглинання кисню на особину спостерігається лише у самок (таблиця) – на 10,6% ($P > 95\%$), а у самців лише наявна така тенденція, яка, однак, не сягає рівня статистичної вірогідності. Відтак, 0,009 мг/дм^3 нітрофосу, на перший погляд, є концентрацією незначимою для самців, тоді як у самок вона викликає явне отруєння, а саме ту стадію (фазу) патологічного процесу, яку називають стимуляцією [8, 9]. На ній шкодочинному впливові токсиканта самки U. p. ponderosum протиставляють піднесення інтенсивності поглинання кисню (на особину). За цієї концентрації поглинання кисню (на 1 г загальної маси тіла) залишається у них без змін, тоді як на 1 г маси м'якого тіла – суттєво

зменшується (P > 99,9%) – на 21,6% у самок і на 28,1% у самців. Отже, нижній поріг витривалості *U. p. ponderosum* щодо нітрофосу водного середовища є у них дещо нижчим за концентрацію 0,009 мг/дм^3.

Концентрація 0,009 мг/дм^3 нітрофосу – це поріг, на якому відбувається зниження інтенсивності поглинання кисню (на особину) як самцями, так і самками (на 50 і 41,7% відповідно; P > 99,9%). Це свідчить про розвиток у них наступної стадії процесу отруєння – депресії. Концентрації нітрофосу у межах 0,09–900 мг/дм^3 є шкодочинним для *U. p. ponderosum* середовищем, яке зумовлює зниження інтенсивності поглинання молюсками кисню. Це є можливим свідченням того, що під впливом 0,09–900 мг/дм^3 нітрофосу у цих тварин пригнічується аеробне розщеплення їх основного енергетичного субстрату – вуглеводів, і внаслідок цього зменшується здатність їх протистояти несприятливим чинникам середовища. Слід, одначе, зазначити, що у токсичному середовищі прісноводні молюски відзначаються наявністю у них своєрідного біохімічного захисно-пристосувального механізму, котрий дозволяє їм «перемикати» аеробний спосіб розщеплення вуглеводів на спосіб анаеробний [10, 11]. Не виключено, що це має місце у *U. p. ponderosum* вже тоді, коли вони опиняються у середовищі, що містить 0,09 мг/дм^3 нітрофосу. Адже починаючи лише з цієї концентрації токсиканта відмічено різкий спад рівня поглинання кисню у *U. p. ponderosum*. Це добре ілюструється результатами (таблиця), котрі стосуються поглинання ними кисню у перерахунку на 1 г як загальної маси тіла, так і маси м'якого тіла. За 0,09 мг/дм^3 нітрофоса у воді значення першого із вказаних вище показників зменшується порівняно з контролем на 41% у самок і на 50% у самців, а другого – на 36 і 33% відповідно. Зазначене вище підтверджують і отримані нами дані, що стосуються залежності смертності молюсків від концентрації нітрофосу у середовищі: 90 мг/дм^3 – 27%, 150 – 50, 900 мг/дм^3 – 89%.

Таблиця

Поглинання кисню (мл O_2/год) перлівницею у залежності від концентрації ніrофосу у водному середовищі

Нітрофос, мг/дм^3	Стать	На особину	На 1 г загальної маси тіла	На 1 г маси м'якого тіла
		$x \pm m_x$ υ	$x \pm m_x$ υ	$x \pm m_x$ υ
0	Самки	8,46 ± 0,22 2,56	0,24 ± 0,03 5,32	0,51 ± 0,05 10,20
	Самці	9,07 ± 0,40 4,33	0,26 ± 0,04 14,10	0,57 ± 0,07 12,70
0,009	Самки	9,36 ± 0,38 14,65	0,21 ± 0,40 14,63	0,44 ± 0,02 18,30
	Самці	9,61 ± 0,21 6,42	0,28 ± 0,10 58,70	0,41 ± 0,01 4,63
0,09	Самки	8,40 ± 0,02 10,00	0,14 ± 0,01 24,30	0,33 ± 0,06 45,20
	Самці	8,59 ± 0,22 9,00	0,13 ± 0,01 17,74	0,38 ± 0,01 8,9
0,9	Самки	8,09 ± 0,15 6,20	0,13 ± 0,04 10,80	0,33 ± 0,01 10,61
	Самці	8,21 ± 0,21 7,14	0,14 ± 0,01 20,70	0,36 ± 0,02 13,60
9	Самки	6.97 ± 0,13 2,01	0,11 ± 0,03 7,27	0,30 ± 0,01 4,39
	Самці	6,89 ± 0,17 2,41	0,12 ± 0,01 8,20	0,30 ± 0,06 20,14
90	Самки	7,61 ± 0,22 7,60	0,13 ± 0,01 14,4	0,32 ± 0,01 9,55
	Самці	7,69 ± 0,22 8,92	0,13 ± 0,01 6,69	0,31 ± 0,01 8,12

Продовження таблиці				
900	Самки	7,58 ± 0,07 2,20	0,12 ± 0,01 16,70	0,27 ± 0,03 25,90
	Самці	7,20 ± 0,13 5,33	0,11 ± 0,03 30,12	0,31 ± 0,02 22,79
9000	Самки	7,20 ± 0,15 5,74	0,13 ± 0,02 28,50	0,13 ± 0,01 10,58
	Самці	7,61 ± 0,26 8,50	0,11 ± 0,01 23,63	0,35 ± 0,02 14,27

Інтервал концентрацій нітрофосу від 9000 до 10000 мг/дм^3 – це ті межі токсичності, в яких у *U. p. ponderosum* стрімко перебігають одна за одною останні стадії процесу отруєння – сублетальна і летальна. Варто зазначити, що на цих стадіях попри наявність виразних, надійних симптомів, характерних для сублетальної стадії отруєння, впродовж її і до моменту загибелі піддослідних тварин показники поглинання ними кисню як на 1 г загальної маси тіла, так і на 1 г маси м'якого тіла утримуються на тому ж рівні, що й за 0,09 мг/дм^3 токсиканта у середовищі. Тому можна припустити, що 100%-ва загибель тварин за 10000 мг/дм^3 нітрофосу не є наслідком виключно дефіциту кисню, а результатом сукупної дії і якихось інших порушень в їх організмі, викликаних отруєнням молюсків цим міндобривом.

Висновки

За шкалою токсичності хімічних речовин для гідробіонтів нітрофос щодо *U. p. ponderosum* є сполукою слабкотоксичною.

Проте у межах його концентрацій у середовищі 0,09 – 10000 мг/дм^3 він викликає у цих молюсків отруєння, у процесі якого послідовно виявляються одна за другою 5 стадій патологічного процесу: байдужість (до 0,009 мг/дм^3 нітрофосу), стимуляція (0,009 – 0,09 мг/дм^3), депресія (0,09 – 900 мг/дм^3), сублетальна і летальна (9000 – 10000 мг/дм^3). На трьох останніх стадіях отруєння відбувається прогресуюче зниження поглинання кисню цими тваринами.

У процесі подальших досліджень доцільно з'ясувати якими є межі концентрацій нітрофосу, характерні для кожної зі стадій отруєння, щодо всіх вікових груп *U. p. ponderosum*; «вагітних» самок; особин інвазованих партенітами (спороцисти, редії) і личинками (церкарії, метацеркарії) трематод.

У збиранні матеріалу і проведенні експерименту взяла участь О. Ю. Федчук, за що висловлюємо їй щиру вдячність.

1. *Алексеев В. А.* Основные принципы сравнительно токсикологического эксперимента / В. А. Алексеев // Гидробиол. журн. — 1971. — Т. 17, № 3. — С. 92—100.
2. *Биргер Т. И.* Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде / Т. И. Биргер. — К.: Наук. думка, 1979. — 190 с.
3. *Веселов Е. А.* Основные фазы действия токсических веществ на организмы / Е. А. Веселов // Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. по вопр. водн. токсикологии. — М.: Наука. — 1968. — С. 15—16.
4. *Иванчик Г. С.* Интенсивность потребления кислорода унионидами в разном возрасте / Г. С. Иванчик // Тез. докл. межвуз. науч. – метод. конф. по изуч. пресноводн. моллюсков Сибири. — Томск.: Томск. ун-т, 1969. — С. 19—21.
5. *Лакин Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1973. — 343 с.
6. *Маляревская А. Я.* Биохимические механизмы адаптацыи гидробионтов к токсическим веществам / А. Я. Маляревская // Гидробиол. журн. — 1985. — Т. 21, № 3. — С. 70—82.
7. *Метелев В. В.* Водная токсикология / Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. — М.: Колос, 1971. — 247 с.
8. *Стадниченко А. П.* Влияние нитрофоса на потребление кислорода перловицей тяжелой / А. П. Стадниченко, Е. Ю. Беленко, А. А. Прощалыкина, Н. Е. Рухлина. — 1987. — 19 с. — Деп. в УкрНИИНТИ 18.04.1987. №1270.
9. *Стадниченко А. П.* Влияние различных концентрацый нитрофоса на интенсивность потребления кислорода перловицевыми / А. П. Стадниченко, Е. Ю. Беленко, Н. Е. Рухлина. — 1988. — 11 с. — Деп. в УкрНИИНТИ 05.10.1988. № 2551.

10. *Строганов Н. С.* Действие сточных промышленных вод на водне организмы (новые пути решения проблемы) / Строганов Н. С. — М.: МГУ, 1941. — 88 с.
11. *Проссер Л.* Сравнительная физиология животных / Л. Проссер, Ф. Браун. — М.: Мир, 1967. — 766 с.

А. П. Стадниченко, В. К. Гирин
Житомирский государственный университет им. Ивана Франко, Украина

ВЛИЯНИЕ НИТРОФОСА ВОДНОЙ СРЕДЫ НА ПОГЛОЩЕНИЕ КИСЛОРОДА МОЛЛЮСКОМ *UNIO PICTORUM (BIVALVIA,UNIONIDAE)*

Исследовано влияние разлиных концентраций (0,009, 0,09, 0,9, 9, 90, 900, 9000 мг/дм^3) нитрофоса на поглощение кислорода перловицей *U. pictorum ponderosum*. Установлено, что он вызывает отравление молюсков, которое, начиная с концентрации токсиканта 0,09 мг/дм^3, сопровождается прогрессирующим снижением интенсивности поглощения ими кислорода.

Ключевые слова: Unio pictorum ponderosum, нитрофос, поглощение кислорода

A.P. Stadnychenko, V.K.Gyrin,
Zhytomyr Ivan Franko State University, Ukraine

THE INFLUENCE OF NITROFOS IN WATER ENVIRONMENT ON OXYGEN APSORPTION BY MOLLUSK *UNIO PICTORUM (BIVALVIA, UNIONIDAE)*

The level of oxygen absorption from water environment is the necessary condition for normal aerobic hydrocarbons metabolism in many hydrobionts including bivalve freshwater mollusks. Its entrance info these animals organisms is done thanks to constant functioning of hydrokinetic organs via gills and skin. Under the growing anthropogenic pressure on water environment it is expedient to establish the way different in their chemical nature, origin and concentration pollutants influence physiological processes necessary for hydrobionts normal activity. These data are required in biological tests while monitoring the natural waters pollution. In agricultural regions of Ukraine water pollution with different fertilizers including nitrofos is rather wide-spread. That's why it's necessary to establish the way its different concentrations influence on oxygen absorption by *U. pictorum ponderosum* – one of the most distributed and numerous species from Unionidae family in the region. Nitrofos different concentrations (0,009, 0,09, 0,9, 9, 90, 900, 9000 mg/dm^3) influence *U. pictorum ponderosum* oxygen absorption is researched. It causes these mollusks poisoning starting from 0,09 mg/dm^3 concentration and is accompanied with this function progressive deterioration.

Key words: Unio pictorum ponderosum, nitrofos, oxygen absorpt

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 29.02.2013

ЕКОЛОГІЯ

УДК 54.01:661.162.6

В.М. ГАВІЙ, С.О. ПРИПЛАВКО, В.В. СУХОВЄЄВ, О.В. СУХОВЄЄВ

Ніжинський державний університет ім. Миколи Гоголя,
вул. Кропив'янського, 2, м. Ніжин, Чернігівська обл., 16600

ВПЛИВ МЕТАЛОКОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК НА ОСНОВІ МАНГАНУ НА ПРОЦЕСИ КОРЕНЕУТВОРЕННЯ ЖИВЦІВ СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ

У статті наведені результати досліджень впливу комплексних сполук на основі фенілантранілової, параамінобензольної кислот та уротропіну, які як центральний атом містять Mn^{2+} на процеси коренеутворення живців смородини чорної *(Ribes nigrum L.)*. Показано результати дії цих препаратів залежно від їх концентрації та природи ліганду на процеси коренеутворення. Відповідно до одержаних даних, досліджувані металокомплекси доцільно використовувати для стимулювання процесів ризогенезу живців смородини у концентраціях розчинів 1 та 10 мг/дм^3.

Ключові слова: металокомплекси, живці, смородина чорна, процеси коренеутворення, лінійний ріст коренів

Нині за допомогою регуляторів росту рослин вирішується багато завдань рослинництва: вдосконалюється ряд агротехнічних прийомів, технологія вирощування окремих видів культур, на основі чого скорочуються витрати і підвищується продуктивність праці та якість рослинного матеріалу.

У нашій країні регулятори росту знайшли широке застосування в рослинництві для вкорінення живців або дорослих дерев. Такі препарати дозволяють стимулювати коренеутворення на стеблі тих культур, які не утворюють корені в звичайних умовах і, таким чином, прискорюють їх розмноження. На даний час для обробки живців у виробничих умовах найбільш часто застосовують α-індолілмасляну кислоту (ІМК), β-індолілооцтову кислоту (ІОК) і α-нафтилоцтову кислоту (НОК) [1, 2].

Різні види і сорти рослин при живцюванні по різному реагують на обробку регуляторами росту. У одних істотно стимулюється процес коренеутворення, в інших це проявляється в меншій мірі, а у деяких видів і сортів при звичайних методах живцювання реакція практично відсутня. Багато невдач із застосуванням регуляторів росту пов'язані з неправильним вибором концентрації препарату або терміну обробки. Слабкі концентрації можуть недостатньо або зовсім не надавати позитивної дії, завищена концентрація може гальмувати вкорінення живців, а дуже висока – викликати омертвіння тканин, особливо у тих ділянках, які зазнали обробки [2].

Метою цієї роботи є дослідження впливу металокомплексних сполук на основі Мангану на процеси коренеутворення живців смородини чорної *(Ribes nigrum L.)*.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження процесів коренеутворення на живцях смородини були проведені з використанням комплексних сполук на основі фенілантранілової кислоти (рис.1), уротропіну (рис. 2), параамінобензольної кислоти (рис. 3), які як центральний атом містять хімічний елемент Манган. Ці препарати синтезовані в спільній проблемній науково-дослідній лабораторії Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя та Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України. Як еталон у цих дослідах використовували гетероауксин – калієву сіль індолілоцтової кислоти (рис. 4.), як контроль – дистильовану воду.

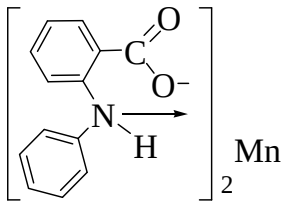


Рис. 1. Фенілантранілатовий комплекс

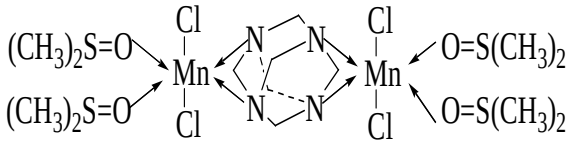


Рис. 2. Уротропіновий комплекс на основі Mn^{2+}

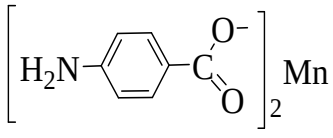


Рис. 3. Комплекс Мангану на основі параамінобензойної кислоти

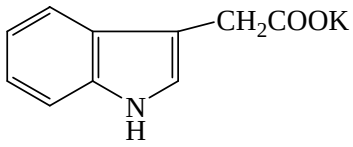


Рис. 4. Гетероауксин

Препарати, які застосовувались для вкорінення живців, досліджували в концентраціях 1, 10 та 20 мг/дм^3.

Живці смородини, які використовували для виконання досліду, нарізали з однорічних пагонів, що виросли з основи куща або з нижніх ростових дво-, трирічних гілок довжиною 18-20 см і діаметром не менше 8 мм. Живці заготовляли до розпускання бруньок. Їх поміщали в банки з розчинами досліджуваних препаратів та тримали в них сім діб у темному приміщенні. Після цього розчини препаратів замінили на воду і поставили у темне прохолодне місце на 2 тижні. По закінченню вказаного терміну підраховували кількість коренів на кожному з живців та довжину кожного кореня. Повторність досліду триразова.

Статистична та математична обробка результатів здійснювалась за допомогою програми Excel 7.0 для Windows.

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що досліджувані сполуки виявляють суттєвий вплив на процес коренеутворення живців смородини чорної і за дією, у більшості варіантів перевищують показники еталона та контролю. Виявлено, що фізіологічна дія металокомплексів залежить від концентрації препаратів у розчині та його природи. Середні значення з трьох повторностей відображено у табл. 1.

З даної таблиці видно, що більшість досліджуваних сполук у всіх концентраціях перевищують показники контролю. Відповідно до неї, найкращі показники у концентрації 1 мг/дм^3 мали металокомплекси параамінобензойної кислоти та уротропіну, які перевищували показники контролю на 45 та 55% відповідно, а показники еталону на 12 та 22%. Дія фенілантранілового металокомплексу у цій концентрації була дещо меншою, ніж гетероауксину.

У концентрації 10 мг/дм^3 найефективніше стимулювали процеси коренеутворення металокомплекси параамінобензойної кислоти та уротропіну, які перевищували показники контролю на 50 та 63%. Таку фізіологічну дію досліджуваних сполук можна пояснити тим, що параамінобензойна кислота входить до складу молекули фолієвої кислоти (вітамін H_1) і відграє ключову роль у біосинтезі білків і нуклеїнових кислот [3, 4]. Уротропін широко використовується у фармації. Відомо, що він виявляє протимікробну, протизапальну та місцево-анестезуючу дії, а також підвищує проникність речовин через мембрани клітин [3], що

забезпечує легке перенесення діючих речовин до них. Уротропін здатний до комплексоутворення, а у кислому середовищі розкладається до формальдегіду і тому виявляє фунгіцидну, бактерицидну, віруліцидну, спороцидну та антисептичну дії [3, 4].

Таблиця 1

Вплив металокомплексів на основі Мангану на коренеутворення живців смородини чорної

Варіант, концентрація, мг/дм^3			Кількість коренів, шт.	% до контролю
Контроль			4,0±0,37	100
Гетероауксин		1	5,3±1,30	133
		10	5,6±0,58	140
		20	5,0±0,57	125
Досліджувані комплекси Мангану на основі:	уротропіну	1	6.2±0,37	155
		10	6,5±1,17	163
		20	5,5±0,86	138
	парааміобензойної кислоти	1	5,8±0,58	145
		10	6,0±0,57	150
		20	5,6±0,80	140
	фенілантранілової кислоти	1	4,8±0,37	120
		10	5.2±0.52	130
		20	6.0±0.57	150

З підвищенням концентрації до 20 мг/дм^3 ефективність дії зазначених металокомплексів знизилася, що ймовірно пов'язано з токсичною дією лігандів. Однак, слід зазначити, що у концентрації 20 мг/дм^3 спостерігається значна ефективність фенілантранілового металокомплексу, який перевищує показники контролю на 50%, а еталону на 25%. Це може бути пов'язано з тим, що фенілантранілова кислота впливає на процеси росту рослин, а також є ефективним протизапальним препаратом нестероїдного типу та антиоксидантом органічних сполук [5, 6].

Ефективність досліджуваних сполук на процеси коренеутворення живців смородини зменшується залежно від природи ліганду у металокомплексі у такій послідовності:

У концентрації 1 мг/дм^3:

уротропіновий комплекс > сполука на основі парааміобензойної кислоти > гетероауксин > фенілантраніловий комплекс.

У концентрації 10 мг/дм^3:

гетероауксин > уротропіновий комплекс > сполука на основі парааміобензойної кислоти > фенілантраніловий комплекс.

У концентрації 20 мг/дм^3:

фенілантраніловий комплекс > сполука на основі парааміобензойної кислоти > уротропіновий комплекс > гетероауксин.

Слід зазначити, що концентрація досліджуваних розчинів та природа металокомплексів впливають і на лінійний ріст коренів живців смородини. Тільки у випадку застосування фенілантранілового комплексу спостерігається оберненопропорційна залежність довжини коренів живців смородини чорної від концентрації металокомплексів. Вплив металокомплексних сполук на лінійний ріст коренів живців смородини чорної наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив металокомплексів на основі Мангану на лінійний ріст коренів живців смородини чорної

Варіант, концентрація, мг/дм^3			Довжина кореня, см	Відсоток до контролю
Контроль			6,5±1,1	100
Гетероауксин		1	8,0±0,98	123
		10	7,4±1,02	114
		20	8,0±0,48	123
Досліджувані комплекси Мангану на основі:	уротропіну	1	9,8±1,23	151
		10	9,1±1,09	140
		20	10,6±0,97	163
	парааміобензойної кислоти	1	12,3±1,00	189
		10	14,3±0,8	220
		20	7,6±1,10	117
	фенілантранілової кислоти	1	13,6±1,19	209
		10	8,6±0,56	132
		20	7,7±0,89	118

Відповідно до таблиці 2, комплекси Мангану на основі уротропіну, парааміобензойної та фенілантранілової кислоти у концентрації 1 мл/дм^3 стимулюють лінійний ріст коренів живців на 89 та 109% порівняно з контролем та на 66 і 86% порівняно з еталоном – гетероауксином.

З підвищенням концентрації до 10 мг/дм^3 ефективність дії зазначених металокомплексів знижується, крім металокомплексу на основі парааміобензойної кислоти, який перевищив показники контролю на 120%, а еталону на 106%. У зазначеній концентрації цей препарат виявляє найвищу ефективність за показником лінійного росту кореня.

У концентрації 20 мг/дм^3 ефективність дії металокомплексних сполук знижується. Показники дії металокомплексів парааміобензойної та фенілантранілової кислоти близькі до показників еталону, що пов’язано із збільшенням токсичної дії ліганду. Виняток у зазначеній концентрації складає уротропіновий металокомплекс Мангану, який перевищує показники контролю на 63%, а еталону – на 40%.

Ефективність досліджуваних металокомплексів за показником лінійного росту кореня зменшується залежно від природи металокомплексів у такій послідовності:

У концентрації 1 мг/дм^3:

фенілантраніловий комплекс > сполука на основі парааміобензойної кислоти > уротропіновий металокомплекс > гетероауксин.

У концентрації 10 мг/дм^3:

сполука на основі парааміобензойної кислоти > уротропіновий металокомплекс > фенілантранілатовий комплекс > гетероауксин.

У концентрації 20 мг/дм^3:

уротропіновий металокомплекс > гетероауксин > фенілантранілатовий комплекс > сполука на основі парааміобензойної кислоти.

Висновки

1. Ефективність впливу досліджуваних металокомплексів на процеси коренеутворення живців смородини залежить від природи та концентрації металокомплексів. Найвищу ефективність виявив комплекс Мангану на основі уротропіну у концентрації розчину 10 мг/дм^3.

2. Досліджувані металокомплекси стимулюють лінійний ріст коренів живців смородини. Найбільш ефективними за цим показником були сполуки параамінобензойної кислоти у концентрації 10 мг/дм^3 та фенілантранілової кислоти у концентрації 1 мг/дм^3.

3. Комплекси Мангану на основі фенілантранілової кислоти, уротропіну, параамінобензойної кислоти є ефективними коренеутворювачами і можуть бути рекомендовані до застосування в практиці сільського господарства як стимулятори цих процесів.

1. *Гайдукевич О.М.* Аналітичні можливості і кількісні співвідношення "структура – біологічна активність" сульфамоїльних похідних фенілантраніловой кислоти / [О.М. Гайдукевич, Т.В. Жукова, О.М. Свєчнікова та ін.]. // Вісник фармації. — 1996. — № 1-2. — С. 61—65.
2. *Лекарственные* препараты Украины. 1999-2000: Справ: в 3 т. / [сост. Р.В. Богатырева, А.Ф. Возианов, Ю.П. Спиженко, В.П. Черных, И.А. Зупанец и др]. — А-К. — Х.: Прапор. — Т. 1. — 1999. — 622 с.
3. *Моргун В.В.* Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні / Моргун В.В., Яворська В.К., Драговоз І.В. // Физиология и биохимия культурных растений. — 2002. — Т. 34, № 5. — С. 371—375.
4. *Пономаренко С.П.* Регуляторы роста растений / С.П. Пономаренко — К.: Институт биоорганической химии и нефтехимии, 2003. — 319 с.
5. *Справочник* по клинической фармакологии и фармакотерапии / И.С. Чекман, А.И. Пелещук, О.А. Пятак и др.; Под ред. И.С. Чекмана, А.П. Пелещука, О.А. Пятака. — К.: Здоров'я, 1987. — 736 с.
6. *Тринус Ф.П.* Нестероидные противовоспалительные средства / Тринус Ф.П., Мохорт Н.А., Клебанов Б.М. — К.: Здоровье, 1975. — 240с.

В.Н. Гавий, С.А. Приплавко, В.В. Суховеев, А.В. Суховеев
Нежинский государственный университет им. Николая Гоголя, Украина

ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ МАРГАНЦА НА ПРОЦЕССЫ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРЕНКОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ

В статье приведены результаты исследований влияния комплексных соединений на основе фенилантраниловой, парааминобензойной кислот и уротропина, которые как центральный атом содержат Mn^{2+} на процессы корнеобразования черенков смородины чёрной *(Ribes nigrum L.)*. Показано действие этих препаратов в зависимости от их концентрации и природы лиганда на процессы корнеобразования. Исследуемые металлокомплексы целесообразно использовать для стимулирования процессов ризогенеза черенков смородины в концентрациях растворов 1 и 10 мг/дм^3.

Ключевые слова: металлокомплексы, черенки, смородина чёрная, корнеобразование, линейный рост корней

V.N. Gaviy, S.A. Pryplavko, V.V. Sukhoveev, V.A. Sukhoveev
Nizhyn Gogol State University, Ukraine

IMPACT METAL-BASED COMPOUNDS MANGANESE ON THE ROOT CUTTINGS OF BLACK CURRANTS

The results of studies of the impact of complex compounds based fenilantranilovoyi, paraaminobenzolnoyi acid and hexamine which the central atom containing Mn^{2+} on the processes of root cuttings of black currant *(Ribes nigrum L.)*. Displaying the results of these drugs, depending on their concentration and nature of the ligand on the process root. According to the data obtained, studied metal complexes should be used to stimulate processes rhizogeny currant cuttings solutions at concentrations of 1 and 10 mg/dm^3.

Keywords: metal complexes, cuttings, black currant, root processes, linear root growth

Рекомендує до друку Надійшла 03.04.2013

Н.М. Дробик

УДК 504.453:546.3 (477.81)

І.Б. ГРЮК, І.Л. СУХОДОЛЬСЬКА

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна

ДИНАМІКА ВМІСТУ ЕСЕНЦІАЛЬНИХ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ МАЛИХ РІЧОК РІВНЕНЩИНИ З РІЗНИМ РІВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Визначено середньорічний вміст есенціальних важких металів у воді малих річок Рівненщини на територіях з різним рівнем антропогенного навантаження. Проаналізовано динаміку вмісту Феруму, Мангану, Цинку, Купруму у поверхневих водах екосистем рекреаційної, аграрної, урбанізованої та техногеннотрансформованої територій Рівненської області впродовж 2005-2010 рр. Здійснено порівняльний аналіз результатів дослідження з ГДК та фоновими показниками. Знайдено залежність вмісту важких металів у воді малих річок від рівня антропогенного навантаження, температурних умов та обсягів атмосферних опадів. Стан води малих річок щодо вмісту біотичних компонентів забруднення свідчить про високу антропогенну трансформацію малих річок Рівненщини.

Ключові слова: малі річки, вода, Купрум, Манган, Ферум, Цинк, Рівненщина

Головним чинником антропогенного впливу на природні водні об’єкти є забруднення хімічними сполуками антропогенного походження. Серед них особливу небезпеку для водних екосистем становлять важкі метали (ВМ) [19, 28]. На відміну від інших токсикантів, іони ВМ при потраплянні до водойм у подальшому не виводяться з екосистеми, а перерозподіляються в ній [3, 10]. Потрапивши у водне середовище в активному стані, ВМ мігрують, залучаючись у колообіг і за певних умов здатні впливати на фізіологічні і біохімічні процеси у організмах, а унаслідок цього порушувати самоочищення водойм з погіршенням якості поверхневих вод [2, 3, 19]. Насамперед, активними щодо біоти є так звані ессенціальні (біогенні) метали, що беруть участь у забезпеченні багатьох метаболічних процесів у організмах як мікроелементи (Купрум, Манган, Ферум, Цинк), але у понаднормових концентраціях щодо біоти можуть виявляти токсичність.

Суттєво вміст іонів металів у воді регулюють водневі іони (pH), вміст розчиненого кисню, наявність завислів, органічних сполук, розвиток фітопланктону і вищих рослин тощо [1, 3, 11]. Тому існує пряма залежність якості природних вод від рівня антропогенного навантаження [23], збільшення якого актуалізує проблему моніторингу вмісту ВМ у поверхневих водах. Для Рівненської області це питання є вкрай актуальним з урахуванням високого ступеня антропогенного навантаження територій.

З огляду на зазначене, метою досліджень є визначення вмісту найбільш поширених есенціальних ВМ у воді малих річок екосистем з різним рівнем антропогенного навантаження та співставлення цих даних з фоновими показниками і значеннями ГДК, а також встановлення деяких факторів, що визначають вміст і форму знаходження металів у воді.

Матеріал і методи досліджень

Об’єктом дослідження була вода малих річок Рівненської області з різним рівнем антропогенного навантаження. Умовно виділено 4 типи територій, що відрізняються за рівнем антропогенного навантаження: рекреаційна, аграрна, урбанізована та техногеннотрансформована.

З огляду на те, що до основних об’єктів природно-заповідного фонду Рівненщини належить Рівненський природний заповідник, який складається з чотирьох масивів, один з яких розташований у Рокитнівському районі та регіональний ландшафтний парк «Прип’ять-Стохід», розміщений у Зарічненському районі, до рекреаційної території було віднесено Зарічненський та Рокитнівський райони Рівненської області. Найбільш розорені південні райони області (Радивилівський, Дубенський, Млинівський та Демидівський) – до аграрної території. За

урбанізовану територію було обрано м. Рівне, за техногеннотрансформовану - Здолбунівський район, в якому зосереджено найбільші підприємства Рівненщини (ВАТ «Укрцемремонт» та ВАТ «Здолбунівський ремонтно-механічний завод»).

З метою оцінки якості водних об'єктів було використано результати аналізів хімічного складу води, виконаних службами Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Рівненській області [6, 7]. Зокрема проаналізовано проби води з 12 малих річок, відібрані впродовж 2005-2010 рр. Зразки води було відібрано по різних створах Рівненщини на зазначених вище територіях відповідного рівня антропогенного навантаження. Було досліджено 117 зразків води із 40 контрольних створів 8 районів Рівненської області та м. Рівне, розміщених на територіях з різним рівнем антропогенного забруднення. Зокрема, на рекреаційній території було досліджено 30 зразків води, на аграрній – 35, на урбанізованій – 31, на техногеннотрансформованій – 21.

Відбір проб води проводився у 2005-2010 рр. Методику вибору місць відбору води викладено в [20]. Проби води відбирали з середини річки з поверхневого горизонту водойм з глибини 0,5-0,7 м за допомогою пластикових пробовідбірників. Воду фільтрували через мембранний фільтр з розміром пор 0,45 мкм, концентрували у 10 разів і визначали вміст ВМ методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії з допомогою С-115-М1 при відповідних довжинах хвиль, які відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних металів згідно зі стандартними методиками [22, 26].

Статистичне опрацювання одержаних даних здійснювали за методом [13].

Результати досліджень та їх обговорення

Динаміку середньорічного вмісту важких металів у воді малих річок екосистем з різним рівнем антропогенного навантаження Рівненщини впродовж 2005-2010 рр. наведено на рис. 1. Фонові показники вмісту ВМ та значення їх ГДК у воді наведено у табл. 1.

Ферум. Вміст Феруму у воді малих річок рекреаційної території у 2006-2007 р. збільшився відносно 2005 р. у 4-4,5 рази до максимальних за весь період досліджень показників (4,54 мг/дм^3), а впродовж 2008-2009 рр. поступово зменшувався. У 2009 р. було зафіксовано мінімальний вміст Феруму, що склав 0,22 мг/дм^3, проте вже у 2010 р. знову спостерігалося значне зростання середньої концентрації Феруму (у 6 разів в порівнянні з 2009 р.) до 1,26 мг/дм^3. Отже, щорічний середній вміст Феруму у поверхневих водах рекреаційної території Рівненської області впродовж 2005-2010 рр. значно перевищував фонові значення і ГДК.

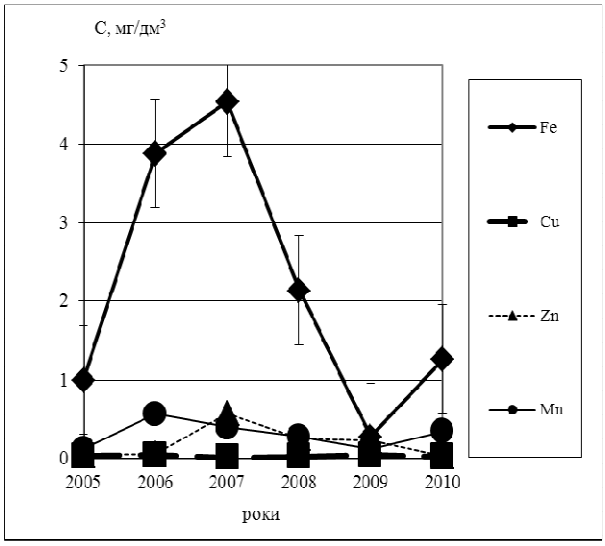
На аграрній території найбільші концентрації Феруму у воді малих річок спостерігалися у 2006 р. (1,19 мг/дм^3) та 2007 р. (2,25 мг/дм^3), але впродовж наступних років вони поступово зменшувались. У 2010 р. середня концентрація Феруму у воді становила 0,3 мг/дм^3.

У воді малих річок урбанізованої території найбільші концентрації Феруму спостерігалися у 2006 р. (1,46 мг/дм^3) та 2007 р. (2,6 мг/дм^3), найменші – у 2005 р. (0,07 мг/дм^3).

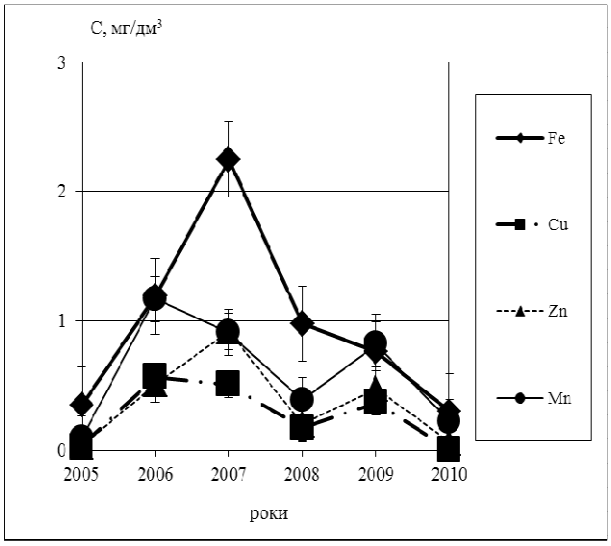
Вміст Феруму у воді річок техногеннотрансформованої території був значно підвищеним у 2008 р. (2,25 мг/дм^3) та 2010 р. (2,1 мг/дм^3) порівняно з попередніми роками дослідження.

Ферум у розчині існує переважно у вигляді іонів, проте у поверхневих водах він часто зустрічається в органічних сполуках. Якщо pH води нижче значення 3,0, то в ній присутні іони Fe^{3+}. При вищому pH Fe^{3+} може бути присутнім у вигляді комплексного іона. Якщо величина Eh не дуже висока, вода містить двовалентний Ферум. В розчиненому стані поверхневими та підземними водами переноситься лише невелика кількість Феруму, а більша його частина переміщається поверхневими водами у вигляді твердих часток, включаючи колоїди, та органічної речовини [31].

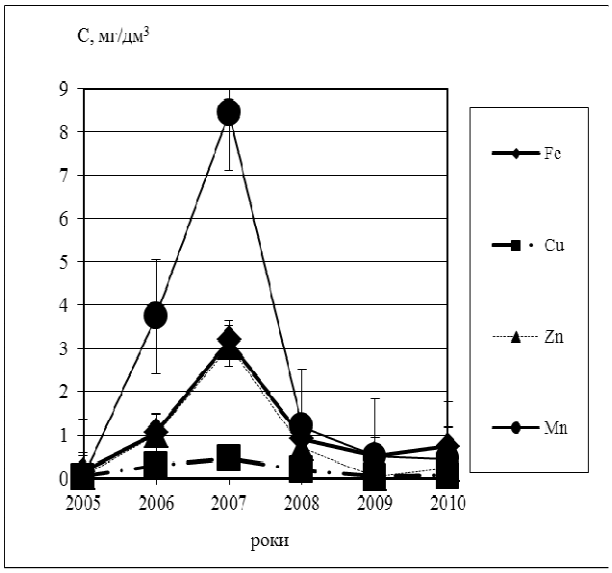
Крім того, іони Феруму характеризуються значною міграційною рухливістю, особливо при зменшенні pH води, що контактує з донними відкладами [4, 5, 17, 18]. Разом з тим частина Феруму може знаходитись у складі комплексних сполук, і його перехід із донних відкладів у воду та навпаки лімітується, оскільки залежить від інтенсивності міграції органічних речовин, з якими метал зв'язаний у комплекси [18, 29].



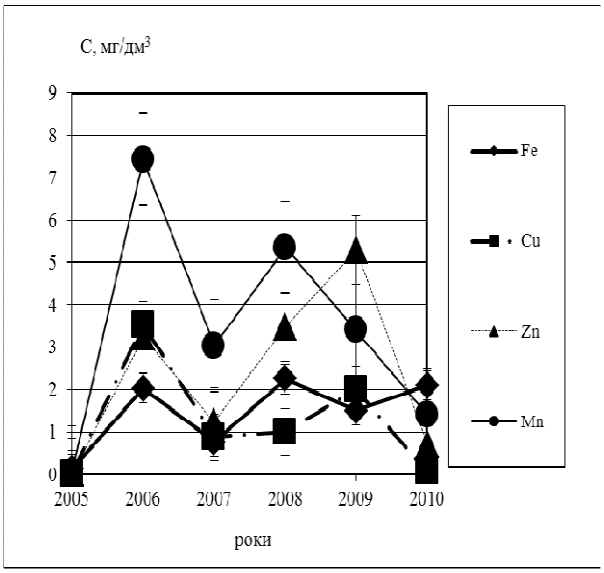
А. Рекреаційна територія



Б. Аграрна територія



В. Урбанізована територія



Г. Техногеннотрансформована територія

Рис. 1. Динаміка середньорічного вмісту важких металів у воді малих річок екосистем з різним рівнем антропогенного навантаження Рівненщини впродовж 2005-2010 рр., *мг/дм*^{3} (M±m, n=2-11)

Таблиця 1

ГДК та фонові показники вмісту важких металів у воді

Метали	Концентрація важких металів, мг/дм^3		
	Регіональні фонові показники [1]	ГДК [9]	
		Господарсько-питтєве та культурно-побутове	Рибогосподарське
Fe	0,1	0,3	0,1
Cu	0,002	0,1-0,5	0,001-0,01
Zn	0,015	1,0-5,0	0,01
Mn	0,1	0,1	0,01

Купрум. Вміст Купруму у воді малих річок рекреаційної території впродовж 2005-2010 рр. практично не змінювався і залишався у межах 0,01-0,04 мг/дм^3.

У поверхневих водах малих річок аграрної території найбільші концентрації Купруму спостерігалися в 2006 (0,56 мг/дм^3) та 2007 рр. (0,51 мг/дм^3), а найменші (сліди) - в 2010 р.

У воді річок урбанізованої території найбільші концентрації Купруму були виявлені у 2006 (1,83 мг/дм^3) та 2007 рр. (1,48 мг/дм^3). В 2009 р. у поверхневих водах урбанізованої території спостерігали найменше значення вмісту Купруму (0,03 мг/дм$^{3)}$.

Перевищення над ГДК вмісту Купруму у поверхневих водах техногеннотрансформованої території було виявлено у 2008 і 2009 рр. та склало, відповідно, 1,0 і 0,99 мг/дм^3.

Відсутність чітко визначеної динаміки вмісту Купруму у воді малих річок Рівненщини може свідчити про наявність залежності від значної кількості чинників, вплив яких не завжди можливо оцінити, проте основними серед них є вміст розчиненого кисню, рівень кислотності водного середовища (pH), присутність розчинених органічних речовин та завислих частинок органічної та мінеральної природи [12, 21, 24]. Крім того, певний вплив створюють деякі випадкові фактори, наприклад, надходження іонів металу з стічними водами (токсикогенний стік) та атмосферними опадами.

Найбільші концентрації іонів Купруму спостерігаються у водах з низьким pH або високою температурою [31]. У природних водах небезпечні концентрації Купруму зустрічаються дуже рідко.

Цинк. Вміст Цинку у воді малих річок рекреаційної території впродовж 2005-2010 рр. коливається у межах від 0,03 до 0,57 мг/дм^3.

Найменший вміст Цинку у поверхневих водах аграрної території було виявлено у 2005 р., він становив 0,03 мг/дм^3. У 2007 р. було зафіксовано найбільше значення показника – 0,92 мг/дм^3.

Середній вміст Цинку у поверхневих водах урбанізованої території Рівненщини впродовж 2005-2010 рр. варіював від 0,02 до 3,2 мг/дм^3. Найменші значення концентрації Цинку було виявлено у 2005 та 2009 рр. (0,02 мг/дм^3), найбільші (3,2 мг/дм^3) - у 2007 р.

У 2009 р. вміст Цинку у воді малих річок техногеннотрансформованої території Рівненської області становив 5,3 мг/дм^3, що значно перевищувало ГДК (табл. 1). Найменший вміст Цинку спостерігався у 2005 р. і склав у середньому 0,02 мг/дм^3, а в окремих створах таких річок як Устя та Світенька - 0,05 та 0,02 мг/дм^3, відповідно.

Оскільки Цинк є біогенним металом, можна передбачити його активне засвоєння фітогідробіонтами, в клітинах яких іони Цинку беруть участь у ключових реакціях фотосинтезу [8], з чим можна пов’язати зменшення вмісту цього металу у воді з настанням вегетаційного періоду. Аналогічно Купруму, найбільші концентрації іонів Цинку спостерігаються у водах з низьким pH або високою температурою [31]. У природних водах небезпечні концентрації Цинку майже не зустрічаються.

Манган. Вміст Мангану у воді малих річок рекреаційної території збільшився у 2006 р. в порівнянні з 2005 р. у 5 разів, а у 2009 р., навпаки, зменшився до мінімального значення (0,10 мг/дм^3), і знову підвищився у 2010 р. до 0,33 мг/дм^3, що у тричі більше показників 2009 та 2005 рр.

У 2006 р. було виявлено перевищення середньої концентрації Мангану у воді малих річок аграрної території Рівненської області в 13 разів у порівнянні з 2005 р., що в 11 разів більше норми ГДК$_{рибгосп.}$ (0,01 мг/дм^3).

У водах малих річок урбанізованої території значні концентрації Mn спостерігали у 2006 р. (4,92 мг/дм^3) та 2008 р. (6,98 мг/дм^3), відповідно, найменшу концентрацію вмісту Mn виявили у 2005 році, вона становила 0,01 мг/дм^3 і не перевищувала ГДК.

Вміст Мангану у воді малих річок техногеннотрансформованої території впродовж усього періоду дослідження був значно підвищеним, особливо у 2006 р. (5,35 мг/дм^3) та 2008 р. (9,0 мг/дм^3). У 2010 р. порівняно з 2009 р. спостерігається зменшення середньої концентрації Мангану у 3 рази, але все ще залишається перевищення ГДК.

Підвищений вміст Мангану в зазначені роки можна пояснити характерним для Mn невисоким показником комплексоутворення [2, 19, 27]. Зв’язування Mn залежить від таких факторів як pH середовища, вміст розчиненого кисню, наявність органічних та інших

комплексоутворюючих речовин, концентрація завислих компонентів та окисно-відновна здатність води [23].

Геохімічні властивості Мангану та Феруму дуже схожі. У природних водах концентрація сполук Мангану складає менше половини концентрації сполук Феруму [31]. Деякі кислі води містять сполук Мангану більше 1 ч на 1 млн., але більшість вод — менше 0,2 ч на 1 млн. Подібно до Феруму присутність сполук Мангану у воді сприяє розвитку бактеріопланктону. Хоча Манган є життєво необхідним для рослин, його кількість, що вноситься до грунту атмосферними опадами і зрошувальними водами, ймовірно, незначна у порівнянні з кількістю Мангану, що вивільняється в результаті вивітрювання мінералів. За певних умов Манган здатен вивільнятися із донних відкладів, чому найбільшою мірою сприяє зниження рівня pH [14-16, 18, 23, 29]. Зростання вмісту металу у воді малих річок Рівненщини може бути наслідком зазначеного процесу.

Отже, у досліджуваний період спостерігалося збільшення вмісту есенціальних елементів - важких металів (Fe, Cu, Zn, Mn) у воді малих річок Рівненської області незалежно від ступеня антропогенного навантаження території.

Водневий показник. Середньорічні результати визначення pH у воді малих річок Рівненщини з різним рівнем антропогенного навантаження впродовж періоду дослідження наведено на рис. 2, коефіцієнти кореляційного зв'язку pH і ВМ – у табл. 2.

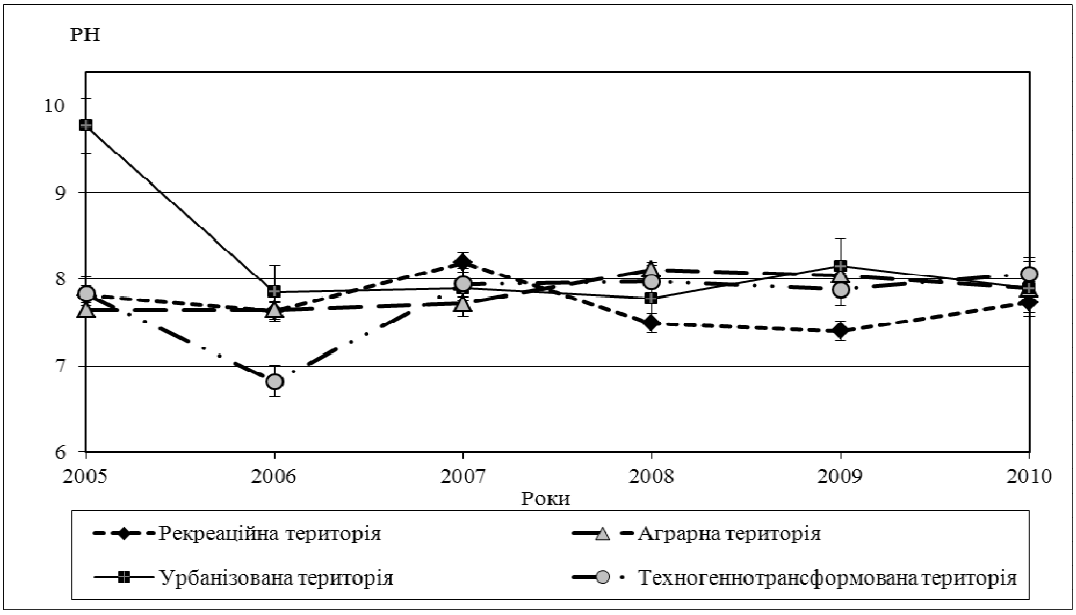


Рис. 2. Середньорічні зміни величин pH води малих річок Рівненської області з різним рівнем антропогенного навантаження впродовж 2005-2010 рр. (M±m, n=4-12)

Отримані результати по визначенню водневого показника у пробах води із контрольних створів виявилися в лужній області pH у межах 7,22-8,19, що дещо нижче оптимальних значень pH у поверхневих водах річок ($pH_{опт} \leq 8,4$ [33]). Різниця у максимальному і мінімальному значеннях pH склала в цілому близько одиниці, що свідчить про збільшення концентрації H^+ майже у 10 разів, тобто про значне закислення природних вод річок дослідженої території.

Величина водневого показника визначає розвиток і життєдіяльність водних рослин, стійкість різних форм міграції елементів, змінює токсичність забруднюючих речовин. Нижче подано коефіцієнти кореляційного зв'язку між середньорічним вмістом розчинних форм ВМ та середньорічним pH у поверхневих водах малих річок (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнт кореляційного зв'язку між середньорічним вмістом розчинних форм ВМ та середньорічним значенням pH у поверхневих водах малих річок (2005-2010 рр.)

Досліджені території	Коефіцієнт кореляційного зв'язку, *r*			
	Fe	Cu	Zn	Mn
Рекреаційна	0,271	-0,080	0,082	0,117
Аграрна	-0,710	-0,539	-0,478	-0,443
Урбанізована	-0,042	0,283	0,034	0,158
Техногеннотрансформована	0,264	0,032	0,220	-0,046
Середнє значення	*-0,054*	*-0,076*	*-0,036*	*-0,054*

Слід відмітити, що за визначення зв'язку між вмістом ВМ і pH за досліджуваний період в середньому отримано від'ємні коефіцієнти кореляції (r=-0,076÷-0,036). Найзначніша залежність між фактором кислотності середовища та вмістом металу виявлена для Купруму.

Очевидно, що показник кислотності води є результатом перебігу комплексу хімічних та біохімічних процесів, пов'язаних, насамперед, з вмістом розчиненого кисню та окисно-відновним потенціалом води, що формується також за рахунок інших компонентів: спиртів, фенолів, органічних кислот тощо.

Розчинений кисень. Динаміка середньорічної концентрації розчиненого кисню у поверхневих водах малих річок Рівненщини на територіях різного рівня навантаження наведена на рис. 3.

Зниження pH води тісно пов'язане з витратою розчиненого кисню на процеси окислення [27]. У поверхневих водах вміст розчиненого кисню варіює в широких межах і схильний до сезонних і добових коливань, що залежать від інтенсивності його продукування і споживання і можуть досягати 2,5 мг/дм^3 [25]. Концентрація кисню визначає розмір окисно-відновного потенціалу і значною мірою спрямування і швидкість хімічного і біохімічного окислення органічних і неорганічних сполук. Концентрація розчиненого кисню у воді зменшується при потраплянні у річку з побутовими і промисловими стічними водами органічних речовин [30]. Це викликано окисленням органічних речовин водяними організмами.

Середньорічний вміст розчиненого кисню у поверхневих водах малих річок усіх досліджених територій Рівненщини впродовж 2005-2010 рр. незначно відрізнявся і склав у середньому 8,84 мг/дм^3, що в 1,6 разів менше ГДК (ГДК$(O_2)_{рибгосп.}$ = 14 мг/дм^3) [9]. Максимальна концентрація кисню (10,68 мг/дм^3) спостерігалась у 2005 р. у водах річок техногеннотрансформованої та у 2010 р. – аграрної територій, мінімальна (7,49 мг/дм^3) – у 2009 р. у поверхневих водах рекреаційної території.

Збільшення вмісту розчиненого кисню означає поліпшення якості води [30]. Навпаки, зниження його концентрації свідчить про погіршення якості води в досліджуваному регіоні, що й спостерігалося впродовж 2005-2010 рр. у поверхневих водах рекреаційної, у 2005-2008 рр. – аграрної та урбанізованої, 2005-2006 рр. – техногеннотрансформованої територій Рівненської області. Найімовірніше, що погіршення кисненасичення річок є результатом збільшення вмісту органічних відходів, що потрапляють у воду.

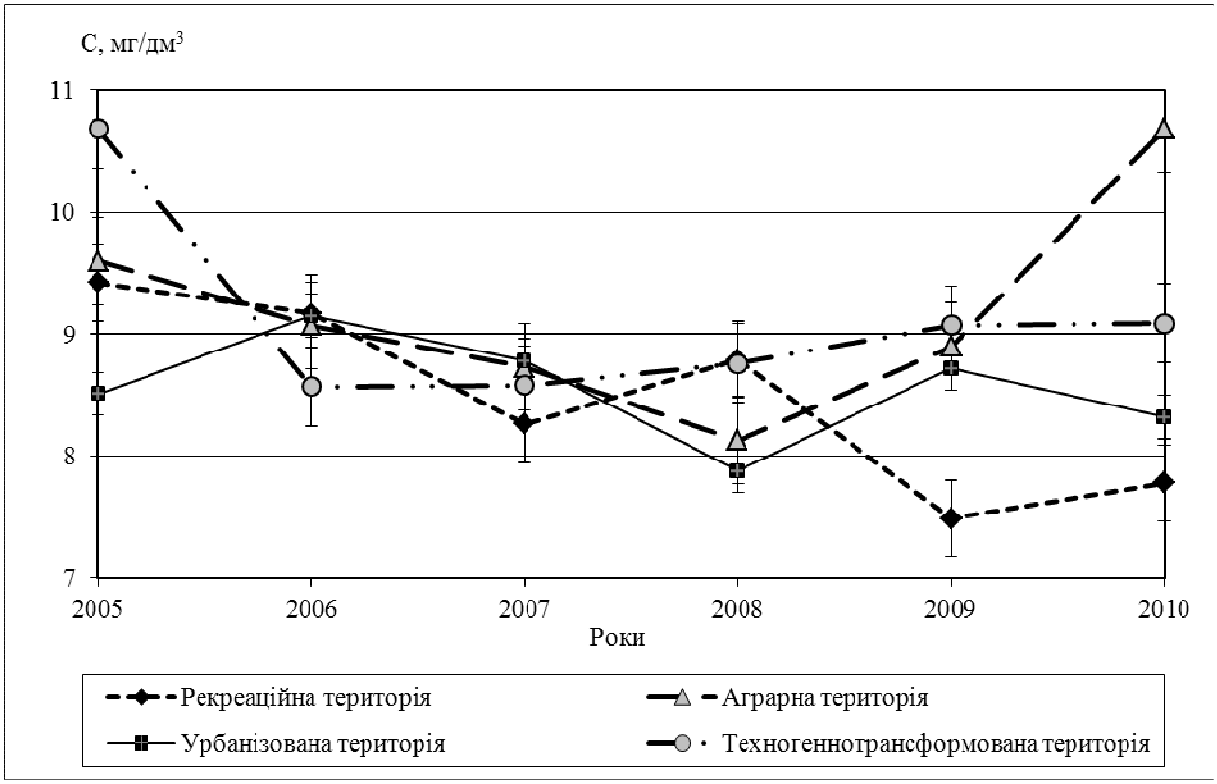


Рис. 3 Динаміка середньорічного вмісту розчиненого кисню у воді малих річок екосистем з різним рівнем антропогенного навантаження в період 2005-2010 рр. (мг/дм^3; M±m; n=4-12)

Проведений кореляційний аналіз дозволив встановити зв'язок середньорічних величин pH з середньорічним вмістом розчиненого кисню у поверхневих водах Рівненської області впродовж 2005-2010 рр. (табл. 3). Отриманий середній коефіцієнт кореляції *r* склав 0,444.

Таблиця 3

Коефіцієнт кореляційного зв'язку між середньорічною величиною pH та середньорічним вмістом розчиненого кисню (2005-2010 рр.)

Досліджені території	Коефіцієнт кореляційного зв'язку, *r*
1	*2*
Рекреаційна	0,657
Аграрна	0,380
Урбанізована	0,158
Техногеннотрансформована	0,581
Середнє значення	0,444

Високий позитивний кореляційний зв'язок між середньорічними значеннями pH та вмісту розчиненого кисню було виявлено у поверхневих водах річок усіх досліджених територій, причому найвищий (0,657) - рекреаційної, найнижчий (0, 158) – урбанізованої.

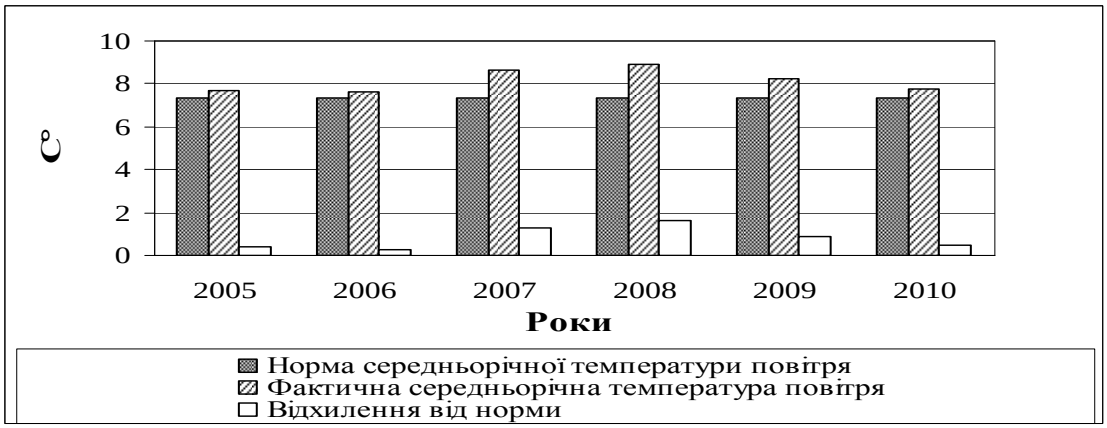
Отже, високий вміст розчиненого кисню сприяє зменшенню pH.

У процеси хімічних (біохімічних) перетворень у поверхневих водах річок з територій з високим антропогенним навантаженням за участю розчиненого кисню здатні вступати важкі метали. При надлишку органічної речовини у воді утворюються органо-мінеральні комплекси з важкими металами, в деяких випадках більш токсичні, ніж самі метали [32]. На окислення величезної кількості новоутвореної органічної речовини витрачається значна частина розчиненого у воді кисню – виникає кисневий дефіцит, що вкрай негативно впливає на цінні породи риб і їх кормову базу – зообентос. Крім того, дефіцит кисню призводить до того, що з

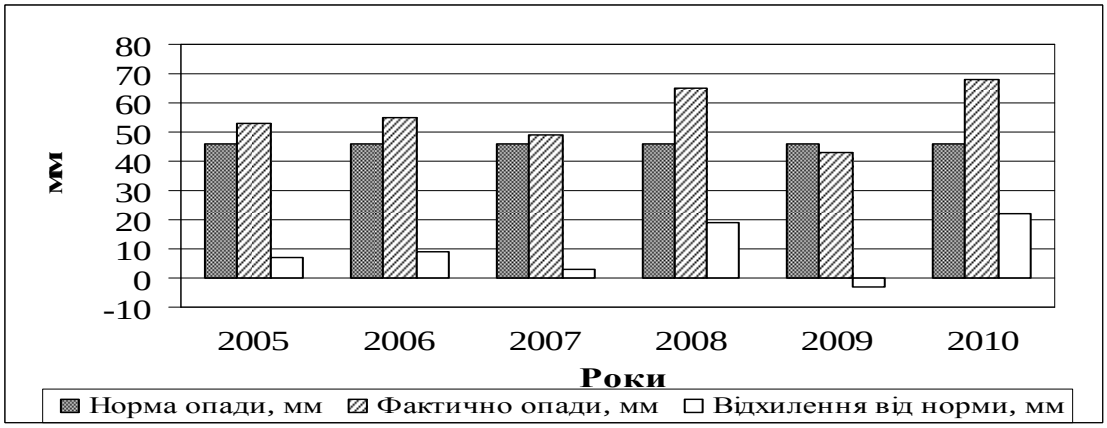
донних відкладів у воду більш активно вивільняється ряд речовин, у тому числі фосфор, а це, у свою чергу інтенсифікує процес евтрофування. Отже, починаючи з певного моменту евтрофування, отримуючи внутришньоводне прискорення, стає незворотним, викликаючи деградацію водойм.

Абіотичні фактори впливу на вміст есенціальних елементів у воді. В результаті зміни атмосферного тиску і температури, викликаних переміщенням повітряних мас, повітря насичується водяною парою, що конденсується довкола найдрібніших твердих часток, які знаходяться в повітрі. На урбанізованій та техногеннотрансформованій територіях ядрами конденсації переважно є частки пилу і диму, що утворюються в результаті роботи заводів, вуличного руху та іншої діяльності людини. Пил, дим і різні гази викликають значне підвищення загальної мінералізації дощової води поблизу міст [31].

З метою визначення факторів впливу на вміст есенціальних елементів у поверхневих водах було досліджено особливості температурних умов та атмосферних опадів впродовж 2005-2010 рр. На рис. 4 наведено динаміку середньорічної температури повітря *(а)* та обсяги опадів *(б)* впродовж періоду досліджень.



(а)



(б)

Рис. 4 Динаміка середньорічної температури повітря (а) та опадів (б) впродовж 2005-2010 рр.

Проведений кореляційний аналіз дозволив встановити зв'язок погодних умов 2005-2010 рр. з вмістом ВМ у поверхневих водах Рівненської області (табл. 4, 5).

Таблиця 4

Коефіцієнт кореляційного зв'язку між вмістом ВМ у воді та температурою повітря (2005-2010 рр.)

Досліджувані території	Коефіцієнт кореляційного зв'язку, *r*			
	Fe	Cu	Zn	Mn
Рекреаційна	0,199	-0,561	0,775	-0,153
Аграрна	0,528	0,142	0,369	0,058
Урбанізована	0,389	-0,06	0,309	0,203
Техногенно-трансформована	0,516	0,548	0,493	0,277
Середній результат	*0,408*	*0,017*	*0,487*	*0,096*

Таблиця 5

Коефіцієнт кореляційного зв'язку між вмістом ВМ у воді та кількістю опадів (2005-2010 рр.)

Досліджувані території	Коефіцієнт кореляційного зв'язку *r*			
	Fe	Cu	Zn	Mn
Рекреаційна	-0,015	-0,382	-0,387	0,283
Аграрна	-0,368	-0,576	-0,600	-0,517
Урбанізована	-0,149	-0,213	-0,203	-0,270
Техногенно-трансформована	0,394	0,123	-0,518	-0,156
Середній результат	*-0,034*	*-0,262*	*-0,427*	*-0,165*

Слід відмітити що, за визначення зв'язку між вмістом ВМ із температурою повітря за досліджуваний період в середньому отримано додатні коефіцієнти кореляції (r=0,408÷0,096), а із кількістю опадів – від'ємні (r=-0,034÷-0,165). Найзначніша залежність між температурним фактором та вмістом металу виявлена для Цинку, рухливість якого у біогеосистемах пов'язана, насамперед з активністю метаболізму біоти, яка зростає зі збільшенням температури. Щодо залежності між температурним фактором та вмістом Феруму, особливо на забруднених територіях, то вона може бути пов'язана з прискоренням за підвищених температур хімічної рухливості сполук цього металу (гідроліз, комплексоутворення тощо).

Інтенсивність опадів найменше визначає вміст металів на аграрних територіях, ймовірно у зв'язку з їх комплексуванням гуміновими та фульвокислотами грунтів. Найбільше опади сприяють накопиченню металів, крім Цинку, у воді річок техногеннотрансформованої території. При цьому відмітимо високий від'ємний зв'язок між інтенсивністю опадів і вмістом металу для Купруму і Цинку, що також може бути пов'язано з їх значним залученням до метаболізму рослин, про що свідчать найвищі абсолютні значення коефіцієнтів кореляції у річках агронавантаженої території.

Висновки

У водах малих річок на рекреаційній та аграрній територіях за весь період дослідження впродовж 2005-2010 рр. серед важких металів переважав Ферум, у поверхневих водах техногеннотрансформованої та урбанізованої територій – Манган.

Найбільша концентрація Купруму серед усіх досліджених територій була зафіксована в малих річках урбанізованої території. Найбільший вміст Цинку та Мангану був виявлений у водах техногеннотрансформованої території.

Негативним явищем є перевищення фонових показників по вмісту у воді Феруму, Купруму, Цинку та Мангану. Особливу небезпеку становить збільшення у 2006 році концентрації Мангану до 9 мг/дм^3 у поверхневих водах техногеннотрансформованої території.

Вміст важких металів у природних водах змінюється в залежності від їх потрапляння із забрудненими стічними водами, з поверхневим та підземним стоком, а також у складі

атмосферних опадів. Рухливість ессенціальних елементів у воді досліджуваних річок значною мірою визначається такими чинниками як вміст розчиненого кисню та pH води.

1. *Балюк С.А.* Оцінка забруднення зрошувальної води і ґрунтів важкими металами / С.А. Балюк, В.Я. Ладних, Л.І. Мошник // Вісник аграрної науки. — 2003. — №1. — С. 65—68.
2. *Геоглобус*.ру - Геолого-географическое и техно-экологическое обозрение [электронный ресурс]. Режим доступа — URL: http://www.geoglobus.ru/info/review.
3. *Гидрогеология:* Курс лекций Стендсфордского университета. - 2001-2002 [электронный ресурс]. Режим доступа — URL: *http://geohydrology.ru.*
4. *Гуменюк Г.Б.* Порівняльна характеристика розподілу важких металів у гідроекосистемах різного типу / Г.Б. Гуменюк // Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. вип.: Гідроекологія. — 2010. — № 2 (43). — С. 139—148.
5. *Давыдова С.Л.* Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: Учебн. пос. / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. — М., 2002. — 140 с.
6. *Денисова А.И.* Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды / А.И. Денисова, Е.П. Нахшина, Б.И. Новиков [и др.]. — К.: Наукова думка, 1987. — 164 с.
7. *Денисова А.И.* Процессы обмена биоэлементов в системе вода – донные отложения в водохранилищах днепровского каскада / А.И. Денисова, Е.П. Нахшина // Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах. — Л.: Наука, 1984. — С. 106—114.
8. *Доповідь* про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2009 р. — Рівне: Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Рівненській області, 2010.
9. *Екологічний* паспорт Рівненської області за даними 2005-2010 року. — Рівне: Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Рівненській області, 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011.
10. *Забокрицька М.Р.* Характеристика антропогенного навантаження в басейні р. Західний Буг / М.Р. Забокрицька, В.І. Осадчий // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2003. — Т. 5. — С. 218−225.
11. *Забруднення* води [электронный ресурс]. Режим доступа – URL: http://www.npblog.com.ua/index.php/ekologiya/zabrudnennja-vodi.html.
12. *Загальний* перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм (№ 12-04-11 від 09.08.1990).
13. *Инженерная* энциклопедия: Очистка сточных вод от соединений азота [электронный ресурс]. Режим доступа — URL: http: // engineeringsystems.ru/o/ochistka-stochnih-vod-ot-soed-azota.php.
14. *Клименко М.О.* Кругообіг важких металів у водних екосистемах. Монографія / М.О. Клименко, О.О. Бєдункова. — Рівне: НУВГП, 2008. — 216 с.
15. *Клименко М.О.* Накопичення важких металів гідрофітами / М.О. Клименко, Ю.Р. Гроховська, О.О. Бєдункова / Вісник національного університету водного господарства та природокористування. — 2006. — Вип. 1(33). — С. 159—164.
16. *Короблева А.И.* Оценка загрязнения водных екосистем тяжелыми металлами / А.И. Короблева // Вод. ресурсы. — 1991. — № 2. — С. 105—111.
17. *Лакин Г. Ф.* Биометрия / Г. Лакин. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.
18. *Ларина Н. С.* Оценка химико-экологического состояния водоемов по результатам анализа вод и донных отложений / Н.С. Ларина // Успехи современного естествознания. — 2008. — № 7. — С. 77—82.
19. *Линник П.М.* Десобрція сполук азоту, фосфору і заліза з донних відкладів за дії різних чинників / П.М. Линник, А.О. Морозова // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — К.: Обрії, 2006. — Т. 10. — С. 73—81.
20. *Линник П.Н.* Влияние различных факторов на десорбцию металлов из донных отложений в условиях экспериментального моделирования / П.Н. Линник // Гидробиол. журн. — 2006. — Т. 42, № 4. — С. 111—118.
21. *Линник П.Н.* Влияние pH на миграцию различных форм металлов в системе «донные отложения-вода» в экспериментальных условиях / П.Н. Линник, А.В.Зубко, И.Б. Зубенко, И.И. Игнатенко [и др.] // Гидрохимия. — 2009. — Т. 45, № 1. — С. 99—109.
22. *Линник П.Н.* Особенности миграции металлов в системе «донные отложения-вода» при снижении pH и повышении концентрации фульвокислот / П.Н. Линник, В.А. Жежеря // Гидробиол. журн. — 2011. — Т. 47, № 3. — С. 91—109.
23. *Линник П.Н.* Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции / П.Н. Линник // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 3, № 1. — С. 22—42.

24. *Малахов І.М.* Результати досліджень розподілу питомої щільності техногенних донних відкладів р. Інгулець / І.М. Малахов, А.О.Бобко // Доповіді НАН України. — 2007. — № 5. — С. 190—193.
25. *Никаноров Н. А.* Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / Н.А. Никаноров, А.В. Жулидов. — Л.: Гидрометиздат, 1991. — 312 с.
26. *Новиков Ю.В.* Методы исследования качества воды водоемов / [Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина]. — М.: Медицина, 1990. — 400 с.
27. *Перевозников М.А.* Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах / М.А. Перевозников, Е.А. Богданова. — С.-Пб.: ГосНИОРХ, 1999. — 228 с.
28. *Руденко Л. Г.* Екологічна оцінка сучасного стану поверхневих вод (методичні аспекти) / Л.Г. Руденко, О.І. Денісова, А.В. Яцик // Укр. геогр. журн. — 1996. — № 3. — С. 35—38.
29. *Руководство* по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977.
30. *Сборник* санитарно-гигиенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей среды. — М., 1991. — 55 с.
31. *Трахтенберг И. М.* Тяжелые металлы как химические загрязнители производственной и окружающей среды / И.М. Трахтенберг // Довкілля та здоров'я. — 1997. — №2. — С. 48—51.
32. *Тяжелые* металлы как фактор экологической опасности: Метод. указ. / Сост. Ю.А. Холопов. – Самара: СамГАПС, 2003. — 16 с.
33. *Linnik P.M.* Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy-metal compounds / P.M. Linnik, I.B. Zubenko // Lakes and Reservoirs: Research and Management. — 2000. — Vol. 5. — P. 11—21.

И.Б. Грюк, И.Л. Суходольская
Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка, Украина

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ МАЛЫХ РЕК РОВЕНЩИНЫ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Определено среднее содержание биогенных тяжелых металлов в воде малых рек Ровенщины на территориях с разным уровнем антропогенной нагрузки. Проанализирована динамика содержания железа, марганца, цинка, меди в поверхностных водах экосистем рекреационной, аграрной, урбанизированной и техногеннотрансформированной территорий Ровенской области в течение 2005-2010 гг. Проведен сравнительный анализ результатов исследования с ПДК и фоновыми показателями. Выявлена зависимость содержания тяжелых металлов в воде малых рек к уровням антропогенной нагрузки, температурных условий и объёмов атмосферных осадков. Состояние воды малых рек в отношении содержания биотических компонентов загрязнения свидетельствует о высокой антропогенной нагрузке Ровенщины.

Ключевые слова: малые реки, вода, Феррум, Манган, Купрум, Цинк, Ровенская область

I.B. Gryuk, I.L. Sukhodolska
Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Gnatyuk, Ukraine

DYNAMICS CONTENT OF ESSENTIALE HEAVY METALS IN WATER OF SMALL RIVERS ECOSYSTEMS WITH DIFFERENT LEVELS ANTROPOGENEOUS LOAD RIVNE

The article analyzes the dynamics of heavy metal content in water of small rivers ecosystems with different levels of anthropogenic load of Rivne region. A comparative analysis of survey results with MPC and background characteristics.

Key words: small rivers, water, ferrrum, manganese, copper, zinc, Rivne region

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 06.03.2013

УДК 504.064.3:574:546.56/.57

О.О. КРАВЧЕНКО[1], В.І. МАКСІН[1], В.Ф. КОВАЛЕНКО[2]

[1]Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 17, м. Київ, 03041
[2]Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В.Думанського НАН України
бульвар Академіка Вернадського, 42, Київ, 03680

ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ НАНОАКВАЦИТРАТІВ СРІБЛА ТА МІДІ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕСТ-ОРГАНІЗМІВ РІЗНИХ ТРОФІЧНИХ РІВНІВ

За допомогою методів біотестування досліджено ступінь токсичності наноаквацитратів срібла і суміші наноаквацитратів міді та срібла з концентрацією 0,01-0,3 мг/дм^3 при внесенні у води різного походженні. Показано, що досліджувані концентрації наноаквацитратів срібла і суміші срібла та міді виявляють гостру токсичність для біоти при 0,02 мг/дм^3 для штучної води і 0,05 мг/дм^3 для природної води. Виняток становлять ракоподібні дафнії (*Daphnia magna*), для яких всі досліджувані концентрації препаратів виявилися летальними. Таку високу чутливість до дії цих речовин можна пояснити порушенням наночастинками фільтруючих здібностей їх організму.

Ключові слова: штучна і природна вода, наноаквацитрати, біотестування, тест-організми

При застосуванні нових речовин у навколишньому середовищі набуває актуальності питання щодо їх токсичності. Особливу тривогу викликають речовини, отримані методами нанотехнологій. Нез'ясованим залишається механізм взаємодії наночастинок із екосистемою в цілому і живим організмом зокрема, крім цього, токсичність даних речовин не можна обмежувати методами екстраполяції до наномасштабів [5, 6, 12].

Наноаквацитрати металів, які були розроблені українськими вченими [9], широко використовуються в сільському господарстві та тваринництві. Попередньо виявлено, що препарати володіють антибактеріальною дією щодо збудників захворювань риб [8]. У той же час залишається нез'ясованим, як ці речовини будуть впливати на біологічні системи і водну екосистему в цілому. Одним із можливих рішень даного питання є використання методів біотестування, які дають змогу простежити вплив речовин на об'єкти різних трофічних рівнів, і разом з цим не потребують дорогого обладнання, обмежені в часі, легкі в дослідженні, універсальні [10].

Мета роботи - проаналізувати вплив різних концентрацій наноаквацитратів срібла і суміші наноаквацитратів міді та срібла на представників різних трофічних рівнів водної екосистеми з використанням методів біотестування.

Матеріал і методи досліджень

Експерименти проводилися на базі лабораторії біомаркерів та біотестування вод ІКХХВ ім. А.В. Думанського та навчально-науково-виробничої лабораторії рибництва НУБіП України [1-3].

В дослідах використовували організми різних трофічних рівнів, які культивувалися в штучно підготовленій воді, близькій до ідеальної питної. Гідробіонти адаптувалися до цього водного середовища і при будь-якій зміні якості вод відповідно реагували на зміни умов.

Як тест-об'єкти використали:

Allium cepa L.- багаторічної трав'янистої рослини підродини Цибулевих (*Alliaceae*). Цибулини витримували в дослідному і контрольному розчинах. Критерієм токсичності слугували зміни масово-розмірних показників проростків корінців.

Triticum aestivum L. однорічної трав'янистої рослини родини злакових (*Poaceae*). Вплив наноаквацитратів визначали за швидкістю і часткою схожості насіння, а також порівнювали показники маси і довжини проростків.

Hydra attenuata - представника прісноводних кишковопорожнинних; при біотестуванні реєстрували морфологічні зміни і виживаність особин при 96-годинній експозиції в досліджуваних розчинах.

D.magna - планктонного ракоподібного з підряду гіллястовусих (Cladocera). Показником токсичності культури дафній був летальний ефект протягом 1-4 діб.

Danio rerio – представника прісноводних риб родини Коропові *(Cyprinidae).* Оцінювали дію наноаквацитратів за кількістю померлих особин протягом 96 годин.

Щоб проаналізувати вплив препаратів на модельні і природні водні екосистеми і оцінити можливість використання їх в прикладних цілях, було прийнято рішення проводити дослідження у двох напрямках.

Перше - контролем слугувала штучна вода середньої твердості (до дистильованої води додавали солі натрію, калію, кальцію та магнію), друге - досліди проводилися на ставковій воді з водойм навчально-науково-виробничої лабораторії рибництва в смт Немішаєве Київської області.

Природня вода використовується при штучному нересті і культивуванні ікри та ембріонів риб. Ставкова вода містить у своєму складі велику кількість органічних речовин, в тому числі гумінових кислот, які можуть зменшувати токсичність важких металів по відношенню до водних організмів.

Піддослідні групи тест-організмів утримувалися в розчинах, виготовлених шляхом додавання до ставкової та еталонної води наноаквацитратів срібла і суміші срібла і міді з концентрацією 0,01-0,3 мг/дм^3.

Умови утримання під час процедури біотестування контрольних і піддослідних груп тест-організмів не відрізнялися за фізико-хімічними параметрами за винятком відсутності або наявності наноаквацитратів. Досліди проводили в трикратній повторюваності.

Результати досліджень та їх обговорення

Як видно з таблиці 1, в штучно підготовленій воді наноаквацитрати срібла не виявляють токсичного ефекту при концентрації 0,025 мг/дм^3, а в природній ставковій воді - при 0,05 мг/дм^3. Схожі результати при проведенні біотестуванні отримані для риби даніо при внесенні у водне середовище різних концентрацій суміші наноаквацитратів срібла і міді (див. табл. 2).

Встановлено, що для риб, які культивуються в штучно підготовленій воді, гостра токсична дія суміші наноаквацитратів срібла і міді спостерігається для даніо реріо на рівні 0,05 мг/дм^3, а для ставкової природної води - 0,08 мг/дм^3.

При концентрації 0,01-0,025 мг/дм^3, наноаквацитрати не мали токсичної дії на риб в штучній воді і при вмісті 0,03-0,05 мг/дм^3 - в природній ставковій воді.

При концентраціях суміші наноаквацитратів срібла і міді 0,02 мг/дм^3 для штучно підготовленої води і 0,05 мг/дм^3 для ставкової виживаність прісноводної гідри (*H.attenuata*) склала 100%.

Для ракоподібних дафній (*D.magna*) всі досліджувані концентрації наноаквацитратів срібла і суміші срібла та міді виявилися летальними, що вказує на їх високу чутливість до дії цих речовин. Такий ефект можна пояснити фізіологічними особливостями харчування дафнії. При добуванні кормових об'єктів (одноклітинні організми і частинки детриту) з водного середовища за допомогою фільтрації, у цих ракоподібних, відбувається механічне накопичення наночастинок препаратів міді та срібла на фільтруючому органі з подальшою інтоксикацією організму.

Дослідження впливу наноаквацитратів срібла і суміші срібла та міді на показники росту корінців озимої пшениці «Миронівська - 808» (*T. aestivum* L.) показало, що достовірні зміни розмірно-вагових показників спостерігалися при концентрації 0,05 мг/дм^3 для ставкової води. В цих умовах відбувалося пригнічення проростання тестової рослини. У той же час, для штучної води достовірні зміни розмірно-масових показників не спостерігалися.

Таблиця 1

Виживаність риби даніо реріо (*Danio rerio*) при внесенні різної концентрації наноаквацитратів срібла

Варіант	Загиблих риб %			
	4 од.	8 од	2 од	6 од
Штучно підготовлена вода				
Контроль				
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,01 мг/дм^3				
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,025 мг/дм^3				
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,05 мг/дм^3	6	6	6	6
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,1 мг/дм^3	00			
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,3 мг/дм^3	00			
Ставкова вода				
Контроль				
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,03 мг/дм^3				
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,05 мг/дм^3				
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,08 мг/дм^3	0	0	0	00
з додаванням наноаквацитратів срібла 0,1 мг/дм^3	00			

Таблиця 2

Виживаність риби даніо реріо (*Danio rerio*) при внесенні різної концентрації наноаквацітратів срібла

Варіант	Загиблих риб, %			
	4 од	8 од	2 од	6 од
Штучно підготовлена вода				
Контроль				
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,01 мг/дм^3				
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,025 мг/дм^3				
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,05мг/дм^3	0	0	0	0
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,1 мг/дм^3	00			
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,3 мг/дм^3	00			
Ставкова вода				
Контроль				
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,03 мг/дм^3				
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,05 мг/дм^3				
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,08 мг/дм^3	0	3	0	6
з додаванням наноаквацитратів срібла і міді 0,1 мг/дм^3	00			

Дослідження впливу наноаквацитратів срібла і суміші срібла та міді на розмірно-масові показники корінців цибулі (*Allium cepa*) виявили наступні результати: при пророщуванні цибулі в водах з різним сольовим складом без наноаквацитратів змін розмірно-масових показників майже не відбувалося; при додаванні наноаквацитратів до штучної воді достовірних змін в довжині проростків корінців не спостерігалося і було зафіксовано невелике зменшення масових показників, у той час, як при пророщуванні цибулі в ставковій воді з додаванням наноаквацитратів відбувалася стимуляція росту (див. рис.1-2).

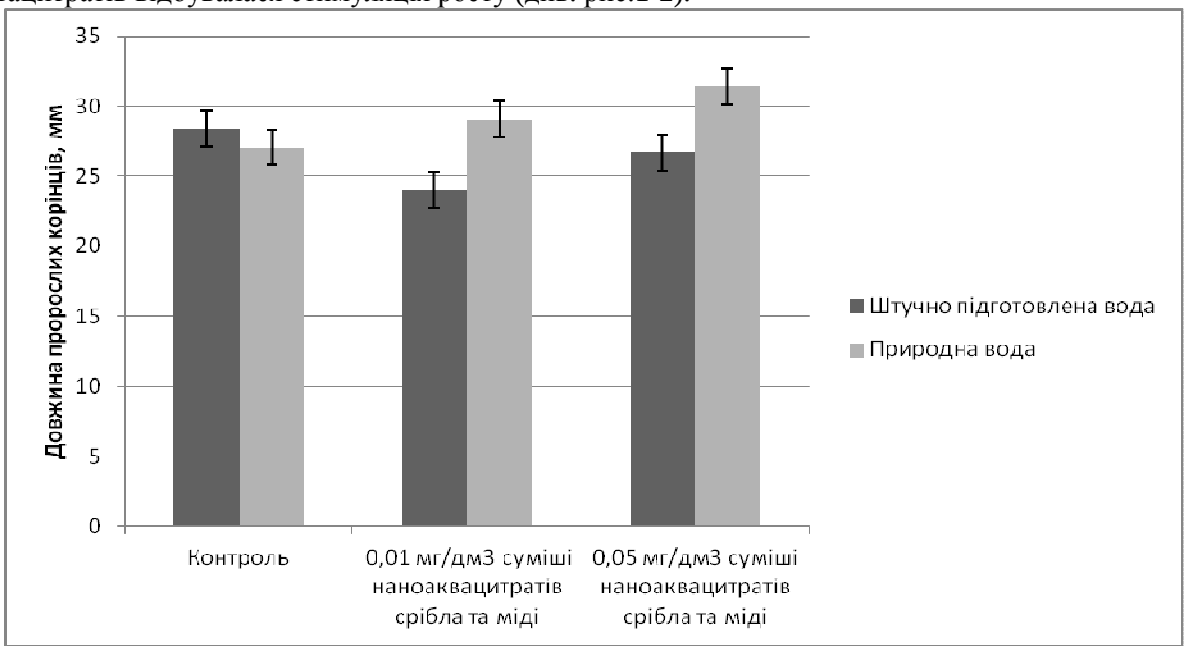


Рис 1. Порівняльна характеристика середньої довжини проростків корінців цибулі при додаванні наноаквацитратів.

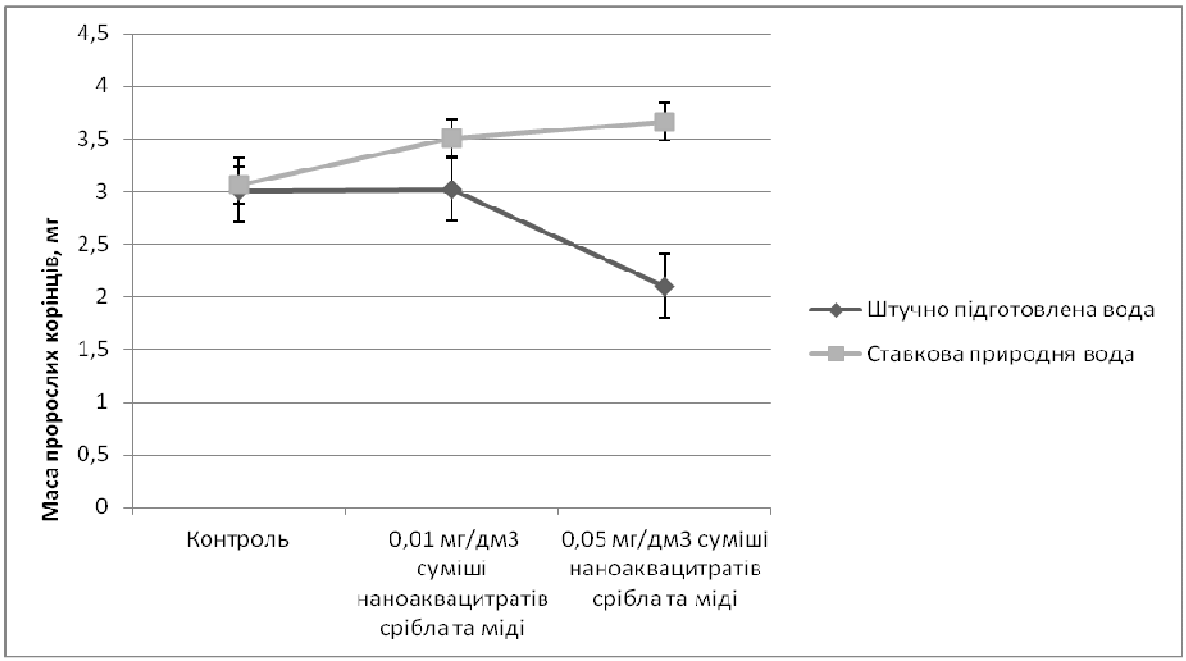


Рис. 2. Порівняльна характеристика сумарної маси корінців цибулі при додаванні наноаквацитратів.

Встановлено, що токсична дія більшості важких металів, зокрема міді та срібла на гідробіонтів, обумовлена іонами. Їх концентровані сольові розчини порушують функції органів дихання у тварин. У слабких розчинах, потрапляючи до організму, важкі метали блокують

проникність біологічних мембран, знижують вміст розчинних протеїнів, зв'язуються з сульфгідрильними і аміногрупами білків, викликаючи пригнічення активності ферментів [11]

Виявлено, що наноматеріали срібла і міді володіють як біогенною, так і бактерицидною активністю щодо збудників хвороб, і в той же час, на відміну від іонних форм відповідних металів, не виявляють токсичної дії [7].

Оскільки за [4], токсичність наночасток металів у багато разів нижча від токсичності їх іонів, отриманих із застосуванням солей, використання наноаквацитратів металів є перспективним і економічно доцільним застосуванням при знезараженні води та при лікуванні і попередженню хвороб риб бактеріологічної етіології. Отримані результати біотестування свідчать про перспективи можливого практичного застосування наноаквацитратів срібла та міді як препаратів комплексної і антибактеріальної дії.

Висновки

За результатами біотестування за допомогою тваринних і рослинних тест-організмів встановлено, що концентрації наноаквацитратів 0,02 мг/дм^3 для штучно підготовленої води і 0,05 мг/дм^3 для ставкової води не викликали летальних наслідків у всіх тест-об'єктів. Залишається відкритим питання щодо нетоксичної дози наноаквацитратів для ракоподібних дафній: всі концентрації препаратів викликали летальний ефект, що пояснюється порушенням фільтруючих здібностей їх організму. В цілому, результати досліджень свідчать про можливість використання наноаквацитратів в акваріумістиці і рибному господарстві.

1. *Архипчук В.В.* Оценка качества природных вод методами биотестирования / В.В. Архипчук, В.В. Гончарук // Химия и технология воды. — 2004. — Т. 26, № 5. — С.485—525.
2. *Архипчук В.В.* Применение комплексного подхода в биотестировании природных вод / В.В. Архипчук, М.В. Малиновская // Химия и технология воды. — 2000. — Т. 22, № 4. — С.428—444.
3. *Гончарук В.В.* Теоретические аспекты биотестирования природных и питьевых вод / В.В. Гончарук, В.Ф. Коваленко // Химия и технология воды. — 2012. — Т. 34, № 2. — С. 171—178.
4. *Использование* биологических активных препаратов на основе наночастиц металлов в медицине и сельском хозяйстве / Глущенко Н.Н., Арсентьева И.П., Павлов Г.В., Фолманис Г.Э. // В кн.:Индустрия наносистем и материалы: оценка нынешнего состояния и перспективы развития. — М.: Центр «Открытая экономика», 2006. — С. 26—33.
5. *Каркищенко Н.Н.* Нанобезопасность: новые подходы к оценке рисков и токсичности наноматериалов / Н.Н. Каркищенко // Биомедицина. — 2009. — № 1. — С.5—28.
6. *Колесниченко А.В.* Токсичность наноматериалов – 15 лет исследований / Колесниченко А.В., Тимофеев М.А., Протопопова М.В. // Российские нанотехнологии. — 2008. — Т. 3, № 3-4. — С. 54—61.
7. *Копілевич В.А.* Функціональні нанобіоматеріали для потреб сільського господарства / В.А. Копілевич, В.І. Максін, В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов // Науковий вісник Національного аграрного університету. — 2008. — № 130. — С. 349—354.
8. *Кравченко О.О.,* Антибактеріальна активність наноаквахелатів щодо збудників хвороб риб / Кравченко О.О., Максін В.І., Вовк Н.І., Каплуненко В.Г. // Біоресурси та природокористування. — 2012. — Т. 4, № 3-4. — С.44—48.
9. *Пат. 39392* Україна, МПК C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, B82B 3/00. Спосіб отримання карбоксилатів харчових кислот з використанням нанотехнології. / Косінов М. В., Каплуненко В. Г.: Опубл. 25.02.2009, бюл. № 4.
10. *Черкашин С.А.* Биотестирование: терминология, задачи, основные требования и применение в рыбохозяйственной токсиколог. / С.А. Черкашин. // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). — 2001. — Т. 128, № 1-3. — С.1020—1035.
11. *Чернавина И.А.* Физиология и биохимия микроэлементов / И.А. Чернавина. — М.: Высшая школа, 1970. — 309 с
12. *Singh Surya*, Nalwa Hari Singh. Nanotechnology and Health Safety - Toxicity and Risk Assessments of Nanostructured Materials on Human Health / Singh Surya // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. —2007. —Vol. 7, № 9. —P. 3048—3070.

О.А. Кравченко[1], В.И. Максин[1], В.Ф. Коваленко[2]
[1]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
[2]Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ НАНОАКВАЦИТРАТОВ СЕРЕБРА И МЕДИ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТ-ОРГАНИЗМОВ РАЗЛИЧНЫХ ТРОФИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ

С помощью методов биотестирования исследована степень токсичности наноаквацитратов серебра и смеси наноаквацитратов меди и серебра с концентрацией 0,01-0,3 мг/дм^3 при внесении в воды различного происхождении. Показано, что исследуемые концентрации наноаквацитратов серебра и смеси серебра и меди проявляют острую токсичность для биоты при 0,02 мг/дм^3 для искусственной воды и 0,05 мг/дм^3 для природной воды. Исключение составляют ракообразные дафнии (*D.magna*), для которых все исследуемые концентрации исследуемых препаратов оказались летальными. Такую высокую чувствительность к действию этих веществ можно объяснить нарушением наночастицами фильтрующих способностей их организма.

Ключевые слова: искусственная и природная вода, наноаквацитраты, биотестирование, тест-организмы

O.O. Kravchenko[1], V.I. Maksin[1], V.F. Kovalenko[2]
[1]National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
[2]Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry. A.V.Dumanskoho National Academy of Sciences of Ukraine.

DETERMINATION OF SILVER AND COPPER NANOAQUAHELATES TOXICITY USING TEST ORGANISMS OF DIFFERENT TROPHIC LEVELS

The toxicity degree of silver and mixture of silver and copper nanoaquahelates at a concentration of 0.01-0.3 mg/L, prepared with artificial and natural (pond) water using biological testing methods has been estimated. It was shown that the tested concentration of silver and copper nanoaquahelates mixtures have a acute toxic effect to the biota within the concentrations of 0.02 mg/dm^3 for artificial and 0.05 mg/dm^3 for natural water respectively.

The exception was D.magna for which all tested concentrations of silver and a mixture of silver and copper nanoaquahelates were fatal. Such a high sensitivity to these substances can be explained via disturbing of their body filtering abilities by nanoparticles.

Keywords: artificial and natural water, nanoakvatsytraty, nanoaquahelates, the test organisms

Рекомендує до друку
В.З. Курант

Надійшла 22.03.2013

УДК 614.9:639.2.09

О.С. ПОКОТИЛО, Ю.Ю ЯРИШ

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя
вул. Танцорова 2, м. Тернопіль, Україна, 6001

ВЕТЕРИНАРНО-САНІТАРНИЙ МОНІТОРИНГ СТАНУ УРАЖЕННЯ РИБИ АНІЗАКІДОЗОМ НА РИНКАХ М. ТЕРНОПОЛЯ

Ключові слова: анізакідоз, личинки анізакід, інтенсивність та екстенсивність інвазій, риба, паразитологічні дослідження

Анізакідоз – кишковий нематодоз, який розвивається при вживанні морської риби, ураженої личинками нематод з сімейства Anisakidae. Внаслідок зростання популярності страв із сирої риби поширеність анізакідозу підвищилася в ряді країн, зокрема в Японії, Нідерландах та Чилі – країнах, де національна кухня немислима без суші, малосольного оселедця і севіче (страви з сирої риби) [1, 5, 7].

При вживанні людиною зараженої риби живі личинки здатні швидко проникати в слизову оболонку шлунка, при цьому утворюються виразки, поліпи, пухлини. У зв'язку зі схожістю симптоматики анізакідозу і захворювань органів травлення інвазія може проходити під діагнозами апендициту, виразкової хвороби, гастриту, перитоніту, холециститу, непрохідності кишечника, раку підшлункової залози та ін. [5]. Ця інвазія малодосліджена, є багато невирішених питань як біолого-епідеміологічного, так і клініко-діагностичного характеру.

Личинки анізакід частіше локалізуються в порожнині тіла і в печінці, значно рідше у м’язах риб. Вони стійкі до низьких температур і можуть довго жити у мертвій рибі. Охолодження риби до -4 °С тривалий час не викликає загибелі личинок. Відомо, що й після загибелі риби вони можуть довго перебувати у воді і вільно плавати. Личинки роду Anisakis при слабкому посолі оселедця і охолодженні до -3 °С залишаються живими близько 1 місяця. В кальмарі личинки гинуть при температурі -20 °С за 24 години [6, 8].

Метою дослідження було визначення екстенсивності та інтенсивності інвазії анізакідами риби (оселедець, мойва, скумбрія), яку реалізовували на Центральному ринку м. Тернополя.

Матеріал і методи досліджень

Для виявлення личинок анізакід використовували метод «Неповного паразитологічного дослідження» [2, 8]. Дослідження починали з розтину риби, видаляючи внутрішні органи, які оглядали окремо, проводили обстеження м`язів. Життєздатність личинок перевіряли відразу ж після їх вилучення з риби.

Паразитологічні дослідження продукції здійснювали згідно з нормативними актами (ГОСТ 7631-85, ГОСТ 8714-72, ГОСТ 20438–75) та методичними вказівками з гельмінтологічної оцінки риби [3, 4]. Для дослідження було відібрано 64 проби оселедця, 64 проби мойви та 64 проби скумбрії у період 2010-2011 років щоквартально.

Для підрахунку виявлених паразитів використовували такі показники: екстенсивність інвазії, інтенсивність інвазії та середня кількість паразитів на 1кг риби.

Інтенсивністю інвазії вважали кількість паразитів в одній рибині. Екстенсивність (ЕІ) розраховували за формулою як співвідношення кількості інвазованих риб Х 100 до кількості обстежених риб.

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті проведених досліджень отримано нові дані про ступінь інвазії анізакідами окремих видів риб (оселедця, мойви та скумбрії). Встановлено, що ступінь інвазії анізакідами у різних видів досліджуваних риб упродовж 2010 року зменшувався в ряді оселедець > мойва > скумбрія (табл. 1).

Таблиця 1

Екстенсивність інвазій анізакідами у риб в 2010 році, n=8

Вид риб	Квартали			
	I	II	III	IV
Alosa immaculata	6	3	2	5
Mallotus villosus	4	2	2	3
Scomber scombrus	3	2	1	2

Найменша ступінь інвазії анізакідами у всіх видів досліджуваних риб була в II-III кварталах як у 2010, так і у 2011 році. Ступінь інвазії анізакідами у різних видів досліджуваних риб упродовж 2011 року також зменшувався в ряді оселедець > мойва > скумбрія (табл. 2).

Таблиця 2

Екстенсивність інвазій анізакідами у риб в 2011році, n=8

Вид риб	Квартали			
	I	II	III	IV
Alosa immaculata	5	3	2	5
Mallotus villosus	3	2	2	3
Scomber scombrus	2	1	1	2

З наведених у табл. 3 даних видно, що інтенсивність інвазій анізакідами у риб в 2010 – 2011 роках своєрідна, бо дещо відрізняються по кварталах дослідження. Подібна тенденція описана в роботах вітчизняних дослідників [7]. Так, найвищий показник інтенсивності інвазій був виявлений у оселедця в першому кварталі як у 2010, так і у 2011 році. Дещо меншою інтенсивність інвазії була у мойви та скумбрії у цей період. У наступні квартали обох років спостерігали поступове зниження рівня інтенсивності інвазії. При цьому така тенденція характерна для усіх видів досліджуваних риб.

Таблиця 3

Інтенсивність інвазій анізакідами у риб у 2010 – 2011 рр.

Вид риб	Квартали			
	I	II	III	IV
Alosa immaculata	6-9	5-7	4-5	5-7
Mallotus villosus	4-3	3-2	2-1	3-2
Scomber scombrus	3-2	2-1	2	3-2

Висновки

Встановлені сезонні особливості інтенсивності та екстенсивності ураження анізакідами окремих видів риб (оселедець, мойва, скумбрія), які реалізувалися на центральному ринку м. Тернополя у 2010 – 2011 роках. Виявлено наявність анізакідної інвазії серед всіх видів дослідженої риби. Ступінь інвазії анізакідами у різних видів досліджуваних риб упродовж 2010-2011 років зменшувався в ряді: оселедець > мойва > скумбрія.

Найвищий показник інтенсивності інвазій був виявлений у оселедця, мойви та скумбрії в першому кварталі як у 2010, так і у 2011 році. Проте інтенсивність інвазії у мойви та скумбрії у цей період була дещо меншою.

1 *Алексеенко С.А*. Анизакидоз: проблемы диагностики и лечения / С.А. Алексеенко // Фарматека. — 2009. — № 13. — С. 26—28.

2 *Гаєвська А*. Ураження промислової риби атлантичного океану паразитами / А. Гаєвська, А. Владимирцев // Ветеринарна медицина України. — 1998. — №3. — С.20—21.

3 *Галат В.Ф.* Паразитологія та інвазійні хвороби тварин / В.Ф. Галат, А.В. Березовський, М.П. Прус, Н.М. Сорока. За ред. В.Ф. Галата. — К.: Вища школа, 2003. — 205 с.
4 *Горохов В.В.* Анизакидоз сложная экологическая проблема / *В.В. Горохов* // Ветеринария. — 1999. — №4. — С. 7—14.
5 *Джміль В.* Ветеринарно-санітарна експертиза та оцінка риби при анізакідозі / *В. Джміль* // Ветеринарна медицина України. — 2000. — №4. — С. 36—37.
6 *Достоєвський П.* Анізакідоз риби – це небезпечно / П. Достоєвський, О. Давидов, П. Нікітін // Ветеринарна медицина України. — 1996. — №4. — С. 26—27.
7 *Михайлов С.В.* О распределении личинок нематод ANISAKIS SIMPLEX в рыбах с различным типом накопления депозитного жира / С.В. Михайлов, С.Е. Поздняков, Г.В. Швидкий // Паразитология. — 1998. — № 4. — С. 368—372.
8 *Правила* ветеринарного огляду та ветеринарно-санітарної експертизи прісноводної і морської риби, інших гідробіонтів та продуктів їх переробки. — Київ, 2002. — 324 с.

О.С. Покотило, Ю.Ю. Ярыш
Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя, Украина

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗАРАЖЕНИЯ РЫБЫ АНИЗАКИДОЗОМ НА РЫНКАХ ГОРОДА ТЕРНОПОЛЯ

В статье приведены данные по определению анизакидной инвазии некоторых видов рыбы (сельди, мойвы, скумбрии) за 2010-2011 года. Наибольшая интенсивность инвазии обнаружена при исследовании сельди в первом квартале как в 2010, так и в 2011 году. Несколько меньше интенсивность инвазии была в мойвы и скумбрии в этот период.

Ключевые слова: анизакидоз, личинки анизакид, интенсивность и экстенсивность инвазии, рыба, паразитологические исследования

O.S. Pokotylo, Yy.Yy. Yarysh
Ivan Puluy Ternopyl national technical university, Ukraine

VETERINARY SANITARY MONITORING OF FISH INFECTED WITH ANISAKIASIS IN TERNOPIL MARKETS

Anisakiasis is a human parasitic infection of the gastrointestinal tract caused by the consumption of seafood containing larvae of the nematode Anisakis. The larvae passing into the gastrointestinal tract causes ulcers, polypi, tumours.

The article represents the assessment data of Anisakiasis invasion in fish species (herring, capelin, mackerel) in Ternopil in 2010-2011. The highest invasion rate was revealed in herring during the first quarter of 2010 and 2011. The lower invasion rate was demonstrated in capelin and mackerel respectively during this period.

Keywords: anizakidoz, larvae anizakid, intensity and extensity invasions, fish, parasitological research

Рекомендує до друку
В.З. Курант

Надійшла 25.02.2013

УДК 591.524.1 : (595.371 : 591.543.1)

В.Д. РОМАНЕНКО, Ю.Г. КРОТ, Т.І. ЛЕКОНЦЕВА, А.Б. ПОДРУГІНА

Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграду, 12, 04210

РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ГАМАРИД *CHAETOGAMMARUS ISCHNUS* S T E B B I N G (CRUSTACEA: AMPHIPODA) ДО ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Досліджували резистентність гамарид *Chaetogammarus ischnus* до дії підвищених температур водного середовища. Виявлено особливості змін рівня теплостійкості організму в залежності від характеру впливу чинника (статичний або динамічний режими) та попередніх умов існування. Показано міжпопуляційні, вікові відмінності поведінкових реакцій та індивідуальної мінливості рівня резистентності особин.

Ключові слова: резистентність, гамариди, температура, адаптація, толерантність, культивування, регульовані системи

Температура є одним із головних чинників середовища, що визначає екологічні межі існування гідробіонтів. При цьому діапазон температурної толерантності виду в значній мірі обумовлений ступенем мінливості температури у середовищі існування [4]. У зв'язку з цим, важливим є вивчення адаптивних можливостей організму в залежності від особливостей зміни температури водного середовища. Одним із фізіологічних критеріїв оцінки температурної адаптації та функціональної стійкості організму є рівень теплостійкості.

Метою даної роботи було вивчення теплостійкості *Chaetogammarus ischnus*, який являється представником літоральних біоценозів, характеризується широкою екологічною валентністю [3], є цінним кормовим об'єктом для риб [1], сировиною для отримання біологічно активних речовин [5], завдяки чому може бути перспективним об'єктом для масового культивування в регульованих системах.

Матеріал і методи досліджень

Лабораторна популяція *Ch. ischnus* створена у 2008 р. в біотехнологічному комплексі Інституту гідробіології НАН України. Маточна культура утримується в ємностях об'ємом 100 $дм^3$ з регульованими параметрами водного середовища: температура – 20±1 ºС, кисневий режим – 6,8–8,2 $мг/дм^3$. Корм – личинки хірономід, ряска, штучний рослинний корм «Tetramin».

З метою виявлення особливостей зміни терморезистентності *Ch. ischnus* лабораторної популяції в залежності від температурних умов утримання, у жовтні 2011 р, для порівняння, було відловлено гамарид *Ch. ischnus* на русловій ділянці Канівського водосховища (температура води 12^0С). Відбір і аналіз проб здійснювали згідно із загальноприйнятими методами [2]. Видову належність гамарид визначали за [6]. До початку експерименту представники природної популяції проходили аклімацію протягом трьох тижнів (температура 20^0С) в системах з регульованими параметрами (об'єм 100 $дм^3$), середовище – річкова вода.

Оцінку резистентності *Ch. ischnus* до змін температури водного середовища проводили в умовах статичної та динамічної дії чинника. Тварин різних розмірних груп (довжиною 2–5 та 9–14 мм) по 6–12 екз. висаджували у пластикові садки з сітчастим дном (планктонний газ № 72) об'ємом 250 $см^3$, які розміщували у скляних ємностях об'ємом 5 $дм^3$ (статичний режим) і 10 $дм^3$ (динамічний режим), обладнаних системою термостабілізації, аерації та перемішування води. Середовище – вихідна вода, в якій утримувалися ракоподібні. У «статичному» варіанті тварин утримували в середовищі з константною температурою (20 (контроль), 26, 29, 30, 31, 32, 35, 38^{0}С; ±0,5^{0}С) і визначали смертність особин за певний проміжок часу. У «динамічному» – летальну температуру та час переживання тварин в умовах підвищення температури водного середовища зі швидкістю 6 і 12^0С/год.

Протягом експерименту реєстрували особливості поведінкових реакцій тварин (локомоторна активність, порушення координації рухів). Верхньою межею теплостійкості

вважали момент настання повного знерухомлення ракоподібних. По закінченні кожного досліду визначали довжину (відрізок від переднього краю головної капсули до заднього краю тельсону) та сиру масу рачків.

Обробку одержаних даних проводили з використанням стандартних статистичних програм (STATISTICA 6.0).

Результати досліджень та їх обговорення

Діапазон температурної толерантності більшості еврибіонтних видів водяних тварин помірних широт становить 2–32ºС, при цьому верхні летальні температури для ракоподібних знаходяться в межах 32–42ºС [7].

Згідно отриманих нами даних, за умов статичної дії підвищених температур водного середовища недіяльна температура для обох популяцій *Ch. ischnus* становила 29°С, летальна – 32°С (рис. 1).

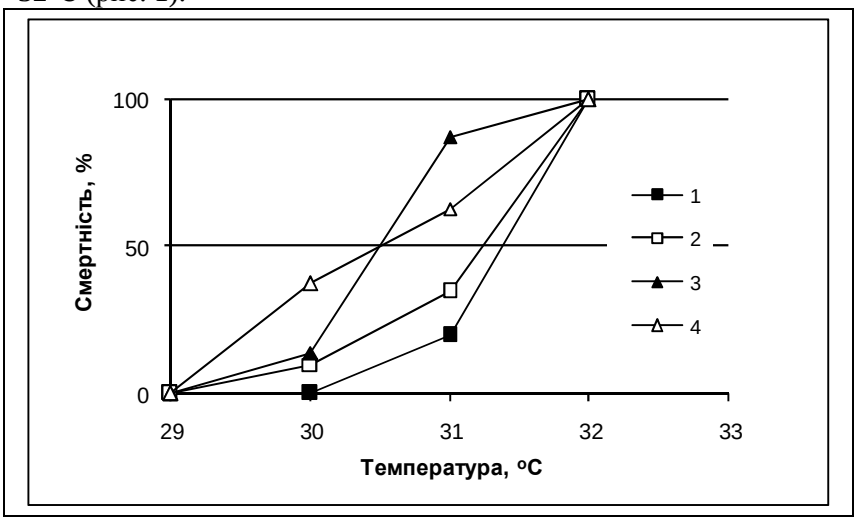


Рис. 1. Теплостійкість гамарид *Ch. ischnus* за умов статичного впливу підвищених температур водного середовища (1, 2 – лабораторна, 3, 4 – природна популяції; 1, 3 – молодші, 2, 4 – старші розмірно-вікові групи)

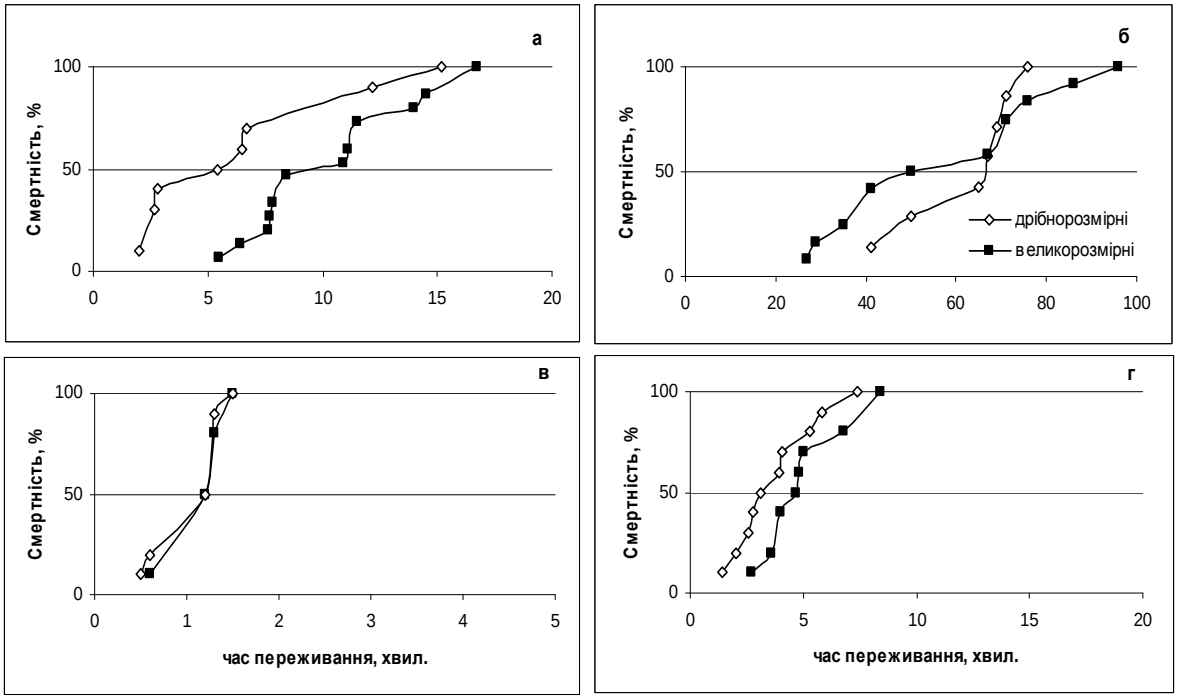


Рис. 2. Теплостійкість *Ch. ischnus* за умов статичного впливу екстремальних температур водного середовища (а, б – лабораторна, в, г – природна популяції; а, в – 38ºС, б, г – 35ºС)

Статичний вплив більш високих температур, що знаходяться поза межами толерантної шкали, виявив значну перевагу представників лабораторної популяції *Ch. ischnus* (температурні умови попереднього утримання обмежуються інтервалом 17–25ºС) порівняно з природною (рис. 2).

Так, при температурі середовища 35ºС час переживання рачків молодших і старших розмірно-вікових груп з лабораторної популяції *Ch. ischnus* становив відповідно 62,7±4,7 і 57,5±6,7 хвил., тоді як рачки природної демонстрували гіперчутливість до теплового стресу (відповідно 3,8±0,6 і 5,2±0,6 хвил.). При температурі 38ºС середній час переживання особин з обох популяцій суттєво скорочується, однак рівень теплостійкості молодших (6,8±1,5 хвил.) і старших (10,6±0,9 хвил.) вікових груп лабораторної популяції залишається у 6 і 9 разів вище за показники природної (відповідно 1,1±0,1 і 1,2±0,1 хвил.).

Таким чином, тривала дія підвищених температур водного середовища з відносно невеликою амплітудою коливань (в межах 19–21ºС), яку зазнавала лабораторна популяція, призвела до підвищення загального рівня теплостійкості особин та їх здатності протидіяти стресовому впливу екстремально високих температур порівняно з природною популяцією.

В умовах безперервного зростання температури водного середовища зі швидкістю 6 та 12ºС/год., на відміну від статичного впливу чинника, різниця між терморезистентністю особин *Ch. ischnus* з лабораторної та природної популяцій стає менш вираженою (рис. 3).

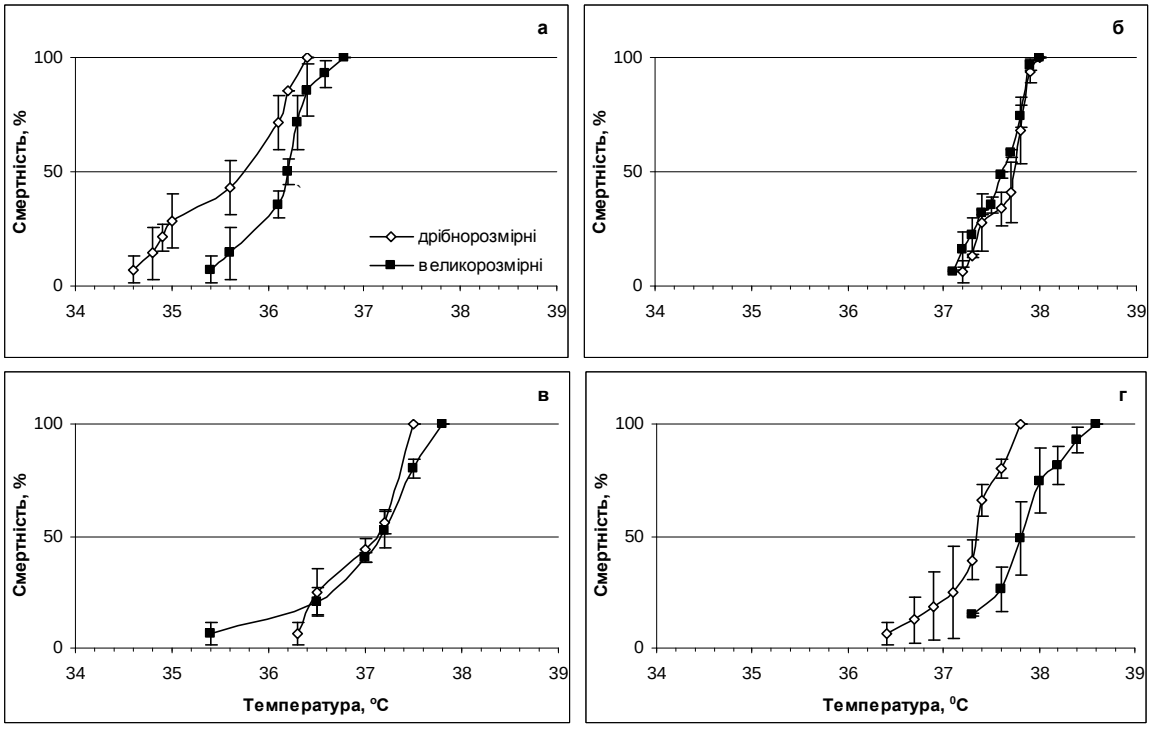


Рис. 3. Теплостійкість різних розмірно-вікових груп *Ch. ischnus* в умовах підвищення температури водного середовища з постійною швидкістю (а, в – природна, б, г – лабораторна популяції; а, б – 6°С/год, в, г– 12°С/год.)

Для лабораторної популяції *Ch. ischnus* середні значення летальних температур при повільнішому нагріванні середовища для молодших і старших розмірно-вікових груп майже не відрізнялись (відповідно 37,7±0,1 і 37,5±0,1) і були вірогідно вище ($p<0,05$) за показники природної популяції (35,7±0,2 і 36,2±0,1). З підвищенням швидкості зростання температури різниця у терморезистентності між дрібно- та великорозмірними особинами лабораторної популяції посилюється ($p<0,05$) за рахунок зниження рівня критичного температурного максимуму (КТМ) у молоді (37,3±0,1) та зростання – у дорослих (37,9±0,1). У представників природної популяції *Ch. ischnus* за цих умов середні значення КТМ для обох розмірних груп зближуються (відповідно 37,1±0,1 і 36,9±0,1 $p>0,05$).

Важливо відмітити, що в природній популяції максимальні рівні теплостійкості молоді мало поступаються показникам дорослих тварин. За нашими спостереженнями, при підвищеній температурі водного середовища молодь бокоплавів може відносно тривалий час знаходитись у поверхневій плівці води в малоактивному стані, що, очевидно, суттєво пом'якшує пошкоджуючу дію температури. Однак, при повільнішому прогріванні середовища, коли доза теплового впливу зростає, молодші особини стають більш вразливими порівняно з дорослими. При швидкому прогріванні середовища, навпаки, спостерігається суттєве підвищення та зближення рівнів теплостійкості обох розмірних груп, що свідчить про значний адаптаційний потенціал молоді.

На відміну від природної популяції, в лабораторній зближення рівнів теплостійкості різнорозмірних особин було відмічено за умов повільнішої зміни температури водного середовища та супроводжувалось значним зниженням варіювання показника. При збільшенні швидкості зростання температури адаптаційні можливості молоді знизились, що виявилося у підвищенні чутливості, зниженні теплостійкості та збільшенні амплітуди індивідуальної мінливості ознаки. Слід звернути увагу, що діапазон летальних температур у представників лабораторної популяції *Ch. ischnus*, в цілому, значно вужче, ніж у природної, що свідчить про зменшення різноякісності індивідуальних рівнів теплостійкості особин.

Важливими індикаторами змін функціонального стану водяних тварин під впливом чинників оточуючого середовища є поведінкові реакції [8–11]. Найбільш інформативним параметром, який дозволяє характеризувати потенційний ефект впливу чинника на популяційному рівні, є локомоторна активність. Відмічені нами особливості поведінкових реакцій *Ch. ischnus* в умовах змін температурного режиму середовища представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Поведінкові реакції *Ch. ischnus* в умовах підвищення температури водного середовища з постійною швидкістю (6 і 12°С/год.)

Поведінкові реакції	Температурні умови існування тварин			
	18–25°С (лабораторна популяція)		4–28°С (природна популяція)	
	6°С/год	12°С/год	6°С/год	12°С/год
Підвищення локомоторної активності	28,5	28,0	28,2	27,5
Підйом до поверхні води («свічки»)	31,3	31,8	30,5	29,4
Зависання у поверхневій плівці води	31,5	32,4	31,0	30,5
Зниження локомоторної активності; порушення координації рухів	35,0	33,5	32,4	32,4
Судоми	35,8	36,5	34,3	36,0
Смерть	> 37,0	> 36,5	> 35,0	> 35,0

Як видно з таблиці 1, в обох популяціях *Ch. ischnus* підвищення рухової активності тварин спостерігалось при температурі 27,5–28,5°С, тобто при її наближенні до крайніх значень толерантного діапазону, що у природних умовах дає можливість гамаридам залишити несприятливу зону. З подальшим зростанням температури на фоні підвищеної активності тварин з'являються ознаки нестачі кисню (зависання у поверхневій плівці води, стрімкі підйоми до поверхні води).

Вихід температури у зону летальних значень супроводжується зниженням рухової активності рачків, що свідчить про обмеження енергетичних витрат і перерозподіл наявної енергії на компенсацію негативного впливу. Подальше перебування тварин під впливом екстремальних температур призводить до порушення координації рухів, судом та загибелі. Наведені особливості поведінкових реакцій гамарид в умовах прогресуючого підвищення температури водного середовища добре узгоджуються з даними, отриманими для *Ch. ischnus* в умовах стресової дії константних температур.

Висновки

Дослідження резистентності гамарид *Ch. ischnus* до дії підвищених температур водного середовища виявило зміни рівня теплостійкості особин в залежності від характеру дії чинника та попередніх температурних умов існування тварин. При статичному впливі високих температур в межах толерантного діапазону недіяльна температура становила 29°С, летальна – 32°С як для представників лабораторної популяції, адаптованої до більш вузького інтервалу температур 19–21°С, так і для природної, що існує в діапазоні температурних коливань 4–28°С. В умовах статичної дії екстремальних температур (35°С) та прогресуючого зростання температури водного середовища зі швидкістю 6 та 12°С/год. витривалість і середні значення КТМ для особин лабораторної популяції *Ch. ischnus* були вірогідно вищими (відповідно 57,5±6,7 хвил. і 37,3–37,9°С; $p<0,05$) за показники природної популяції (відповідно 3,8±0,6 хвил. і 35,7–37,1 °С).

Таким чином, тривала дія підвищених температур водного середовища з відносно невеликою амплітудою коливань (20±1°С), яку зазнавала лабораторна популяція *Ch. ischnus*, призвела до підвищення загального рівня теплостійкості особин та їх здатності протидіяти стресовому впливу високих температур порівняно з природною популяцією.

Отримані результати свідчать про можливість створення ліній гамарид *Ch. ischnus* з підвищеною терморезистентністю, стійкістю до стресових ситуацій та зниженою чутливістю до підвищеної щільності посадки, біотехнічних маніпуляцій тощо. Цілеспрямований вплив на метаболічні процеси при культивуванні гамарид, оптимізація умов їх росту, розвитку і відтворення на різних етапах онтогенезу сприятиме підвищенню продуктивності регульованих систем.

1. *Біргер Т.І.* Кормова цінність безхребетних для риб / Т.І. Біргер. — К.: Вид-во АН УРСР, 1961. — 109 с.
2. *Жадин В.И.* Методы гидробиологического исследования / В.И. Жадин. — М.: Высш. школа, 1960. — 190 с.
3. *Жукинский В.Н.* Адвентивные виды и изменение ареалов аборигенных гидробионтов в поверхностных водных объектах Украины. Сообщ. 1 Водные беспозвоночные / В.Н. Жукинский, Т.А. Харченко, А.В. Ляшенко // Гидробиологический журнал. — 2006. — Т. 42, № 6. — С. 3—21.
4. *Ивлева И.В.* Количественные закономерности изменения скоростей энергетического обмена у водных животных под влиянием температуры : автореф. дисс. на соискание уч. степ. докт. биол. наук / И.В. Ивлева. — Севастополь, 1981. — 50 с.
5. *Романенко В.Д.* Водяні ракоподібні – продуценти хитину / В.Д. Романенко, Ю.Г. Крот // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2008. — № 2 (36). — С. 178—184.
6. *Определитель* фауны Черного и Азовского морей: в 3 т. / [под рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского]. — К.: Наук. думка, 1969. — Т. 2: Свободноживущие ракообразные. — 545 с.
7. *Светотемпературная* взаимосвязь и ее значение при определении экологических границ существования гидробионтов / Ю.Г. Гигиняк: тр. зоол. ин-та [«Продукционные гидробиол. исследования водных экосистем]. — 1987. — Т. 165. — С. 91—97.
8. *Dick J. T. A.* Intraguild predation and speciesexclusion in amphipods: The interaction of behaviour, physiologyand environment / J. T. A. Dick, D. Platvoet // Freshwater Biology. — 1996. — Vol. 36. — P. 375—383.

9. *Gerhardt H.C.* Phonotaxis in female frogs and toads: execution and design of experiments / H.C. Gerhardt // Animal Psychophysics: Design and Conduct of Sensory Experiments; Ed. by in: G. M. Klump, R. R. Dooling, R. R. Fay, W. C. Stebbins. — Basel: Birkhäuser Verlag, 1995. — P. 209—220.
10. *Kivivuori L.* Thermal resistance and behaviour of the isopod *Saduriaentomon*(L.) / L. Kivivuori, K. Y. H. Lagerspetz // Ann. Zool. Fennici. — 1990. — Vol. 27. — P. 287—290.
11. *Physiological* and behavioral responses of *Gammaruspulex* (Crustacea: Amphipoda) exposed to cadmium / V. Felten, G. Charmantier, R. Mons [et al] // Aquatic Toxicology. — 2008. — Vol. 86. — P. 413—425.

В.Д. Романенко, Ю.Г. Крот, Т.И. Леконцева, А.Б. Подругина
Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ГАММАРИД *CHAETOGAMMARUS ISCHNUS* S T E B B I N G (CRUSTACEA: AMPHIPODA) К ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Исследована резистентность гаммарид *Chaetogammarus ischnus* к действию повышенных температур водной среды. Выявлены особенности изменений уровня теплостойкости организма в зависимости от характера влияния фактора (статический или динамический режимы) и предварительных условий существования. Показаны межпопуляционные, возрастные отличия поведенческих реакций и индивидуальной изменчивости уровня резистентности особей.

Ключевые слова: резистентность, гаммариды, температура, адаптация, толерантность, культивирование, регулированные системы

V.D. Romanenko, Y.G. Krot, T.I. Lekontseva, A.B. Podrugina
Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv

THE RESISTANCE OF THE *CHAETOGAMMARUS ISCHNUS* S T E B B I N G (CRUSTACEA: AMPHIPODA) TO THE INFLUENCE OF FLUCTUATING TEMPERATURES OF AQUATIC ENVIRONMENT

Resistance of the *Chaetogammarus ischnus* Gammaridae to the influence of increased temperatures were examined. The features of the thermostability level changes of organisms depending on the character of factor influence (static or dynamic modes) and condition of precedent existence were revealed. The interpopulation and age-related differences, behavioural reactions and individual changeability of the resistance level of Gammaridae were set.

Key words: resistance, gammaridae, temperature, adaptation, tolerance, cultivation, regulated systems

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 06.06.2013

УДК 582.288

Я.І. САВЧУК, І.М. КУРЧЕНКО

Інститут мікробіології і вірусології НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, МСП, Д03680, Україна

АНТИФУНГАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ДЕЯКИХ МІКРОМІЦЕТІВ ЩОДО ШТАМІВ *ALTERNARIA ALTERNATA* (FR.) KEISSL.

Досліджено антифунгальну активність очищених екстрактів *Aspergillus niveus* 2411, *Myrothecium cinctum* 910, *Penicillium* sp. 10-51 щодо 27 штамів *A. alternata*, серед яких 13 штамів представлені фітопатогенними ізолятами, а 14 - ендофітами.

Екстракт *M. cinctum* 910 володіє найвищим рівнем активності, а чутливими до метаболітів гриба виявились 15 тест-штамів. Екстракти інших грибів були менш активними. Так, екстракт *Penicillium* sp. 10-51 проявляв антифунгальну дію щодо 9 досліджених штамів *A. alternata*, а екстракт *A. niveus* 2411 - щодо 6. Поряд з цим, не виявлено різниці чутливості до екстрактів грибів між фітопатогенними та ендофітними штамами *A. alternata.*

Ключові слова: мікроміцети, метаболіти, біологічна активність, фітопатогенні мікроорганізми, мікотоксини

Нині існує багато чинників, що є причинами зниження урожайності сільськогосподарських культур (посухи, ерозія ґрунтів, антропогенний вплив). Разом з цим, є проблема фітопатогенних організмів, зокрема міцеліальних грибів. Як відомо, види рр. *Alternaria, Fusarium, Botrytis* здатні уражувати широке коло сільськогосподарських рослин.

З огляду на викладене, розробка засобів захисту рослин від фітопатогенних мікроміцетів і зокрема *A. alternata* є надзвичайно актуальним завданням, яке суттєво ускладнюється тим, що поряд з патогенними властивостями, вони здатні утворювати ряд мікотоксинів, що негативно впливають на теплокровних тварин, а спори і міцелій цих грибів можуть викликати алергічні реакції у людини.

Раніше нами [1-3] був виконаний системний скринінг широкого спектру мікроміцетів за антибіотичними, фунгіцидними та фітотоксичними активностями. За результатами скринінгу щодо фунгіцидних властивостей було відібрано 3 найбільш активних штами, результати дослідження яких наведено у цій статті.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами дослідження були екстракти з культуральних фільтратів активних штамів мікроміцетів (*Aspergillus niveus* 2411 Blochwitz, *Myrothecium cinctum* 910 (Corda) Sacc., *Penicillium* sp. 10-51), які отримували шляхом триразової екстракції хлороформом (1:4) з культурального фільтрату досліджених грибів. Отриманий екстракт випарювали і очищали від білкових (осадження 10% розчином ацетату свинцю) та ліпідних домішок (рідина-рідинний перерозподіл н-гексан:ацетонітрил), а також від пігментів за допомогою активованого вугілля БАУ-1 [4].

Як тест-системи використовували міцеліальні гриби. Всього було досліджено 27 штамів *A. alternata*, з яких 13 були фітопатогенними і 14 – ендофітними культурами. Досліджені штами були виділені з різних субстратів і, зокрема, з багатьох видів культурних рослин.

Антибіотичну активність екстрактів визначали загальноприйнятим методом дисків [5,6]. Висновок про активність робили за наявністю чи відсутністю та величиною зон затримки росту тест-організмів навколо дисків.

Для тестів використовували міцеліальні культури, вирощені в пробірках на скошеному сусло-агарі при 26^{o}C впродовж 12 діб. В пробірку додавали стерильну дистильовану воду та струшували до одержання однорідної суспензії; 0,2 мл такої суспензії вносили стерильно у пробірку з 20 мл розплавленого та охолодженого до 40^{o}C агаризованого середовища, перемішували і виливали в стерильну чашку Петрі. Після застигання на поверхню середовища розкладали диски, оброблені екстрактами з культуральних фільтратів досліджених мікроміцетів.

На кожен диск наносили по 20 мкл хлороформного розчину екстракту. Для його приготування використовували 10 мг сухого екстракту, який розчиняли в 10 мл розчинника. Зони затримки росту досліджуваних штамів тест-культур вимірювали після інкубації впродовж семи діб [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Як видно з даних, наведених в таблицях 1 та 2, одержані екстракти мікроміцетів виявляли різний рівень антифунгальної активності щодо досліджених штамів *A. alternata.*

Таблиця 1

Антифунгальна активність екстрактів з культуральних фільтратів деяких мікроміцетів щодо фітопатогенних штамів *Alternaria alternata*

№	Екстракт мікроміцета	Діаметр зони затримки росту тест-культури, мм												
		16827	16765	16821	16822	16829	16818	16866	16867	16762	16819	16817	16823	16838
1	*A. niveus* 2411	0	0	19	0	0	0	0	14	10	0	0	0	0
2	*M. cinctum* 910	14	16	0	22	16	0	37	0	18	0	0	26	0
3	*Penicillium* sp. 10-51	0	29	0	10	0	19	0	0	15	0	24	0	21

Примітка: 0 – активність відсутня

Так, екстракти *A. niveus* 2411 та *Penicillium* sp. 10-51 проявляли незначну антифунгальну активність. Зокрема *A. niveus* 2411 був активним лише щодо 6 із 27 досліджених тест-культур. Проте, слід відмітити активність цього препарату щодо фітопатогенних ізолятів *A. alternata* 16821 та 16867, до яких інші препарати не були активними. Поряд з цим, препарат *A. niveus* 2411 проявляв активність щодо трьох ендофітних ізолятів *A. alternata* 16799, 16800 та 16830 з діаметрами зон затримки росту 20, 18 та 22 мм відповідно.

Таблиця 2

Антифунгальна активність екстрактів з культуральних фільтратів деяких мікроміцетів щодо ендофітних штамів *Alternaria alternata*

№	Екстракт мікроміцета	Діаметр зони затримки росту тест-культури, мм												
		16832	16799	16796	16797	16798	16836	16815	16800	16816	16828	16837	16830	16831	16829
1	*A. niveus* 2411	0	20	0	0	0	0	0	18	0	0	0	22	0	0
2	*M. cinctum* 910	30	0	26	12	12	0	0	16	0	10	0	35	0	19
3	*Penicillium* sp. 10-51	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	27	0

У попередніх дослідженнях [1] нами також виявлено антифунгальний потенціал метаболітів цього гриба щодо інших тест-культур. Так, екстракти *A. niveus* 2411 виявляли незначну фунгістатичну активність щодо фітопатогена *Phoma betae* 16865 та *A. niger* 51. Отримані активності *A. niveus* 2411 щодо досліджених представників *A. alternata* дають підстави твердити про антифунгальний потенціал активних метаболітів цього гриба. При цьому *P. betae* здатен уражувати корінці та проростки цукрового буряка, завдаючи значної шкоди урожайності цієї сільськогосподарської культури [7]. Нині розробляється широкий спектр методів біоконтролю цього шкодочинного агента. Зокрема повідомляється [8, 9], що бактерії родів *Pseudomonas, Enterobacter, Bacillus* здатні проявляти антагоністичні властивості щодо *P. betae.* В інших дослідженнях показано, що гриби *Beaveria brassiana, B. brongniartii, Paecilomyces farinosus, Metarhizium anisopliae* виявляють достатній рівень контролю популяції фітопатогена в тепличних умовах [10]. Повідомляється також про перспективність використання з цією метою *Chaetomium globosum* [11]. Викладене свідчить про актуальність таких досліджень.

Поряд з цим, штами *A. alternata* уражують такі важливі сільськогосподарські рослини як томати, картоплю, моркву, кабачки, яблука, брокколі, цитрусові та багато інших, зокрема

значної шкоди цей фітопатоген завдає плантаціям квітів [12]. Штами гриба здатні уражувати різні частини рослин. Перші симптоми ураження цим фітопатогеном супроводжуються появою маленьких (декілька міліметрів) чорних плям, які надалі збільшуються і стають коричневими [13]. Слід зауважити, що плями формуються концентричними колами, що характерно лише для штамів цього виду. Інші представники р. *Alternaria* (*A. radicina*, *A. brassicae* та *A. solani*) також характеризуються високим ступенем вірулентності щодо сільськогосподарських рослин [14-16]. З огляду на це, можемо сподіватись, що активні метаболіти *A. niveus* 2411 можуть мати перспективи в боротьбі з такими фітопатогенами як *A. alternata* та *P. betae.*

Екстракт з *Penicillium* sp. 10-51 проявляв вищу антифунгальну активність щодо тест-культур (табл. 1 та 2). Так, метаболіти гриба були активними щодо шести фітопатогенних ізолятів, зокрема слід відмітити його активність щодо ізолятів *A. alternata* 16765 та 16817 із зонами затримки росту 29 та 24 мм відповідно. Поряд з цим, екстракти *Penicillium* sp. 10-51 проявляли антифунгальну активність щодо досліджених ендофітних штамів. Зокрема, заслуговує на увагу його активність щодо штамів *A. alternata* 16830 та 16831 із зонами затримки росту понад 25 мм. Таким чином, антифунгальна активність екстракту *Penicillium* sp. 10-51 щодо досліджених штамів *A. alternata* була вищою, ніж у *A. niveus* 2411. Наші попередні [3] дослідження також засвідчили, що препарат *Penicillium* sp. 10-51 більш активний щодо дріжджових та міцеліальних тест-культур. Зокрема було показано, що метаболіти гриба проявляють фунгістатичну активність щодо фітопатогенних ізолятів *B. cinerea* та *P. betae.*

Як ми вже зазначили, представники *A. alternata* характеризуються широким спектром фітопатогенних властивостивостей. Одночасно повідомляється, що вони є продуцентами ряду токсичних речовин. Так, найбільш широко досліджені властивості таких токсинів як тенуазонова кислота, альтертоксин, альтернаріол, альтернаріол монометил естер, альтенуен та тентоксин, які продукують штами цього виду [17, 18]. Ці метаболіти проявляють різною мірою виражену токсичну дію щодо теплокровних, зокрема для них є характерною гепатотоксична, нефротоксична та мутагенна активність [17, 19].

Поряд з цим, представники *A. alternata* синтезують і досить специфічні фітотоксини, такі як *AAL*-токсин [20]. Цей метаболіт є гідроксильованим алкіламіном з довгим ланцюжком, близький за структурою до сполук ряду фумонізинів [21, 22]. Основним продуцентом *AAL*-токсину є *A. alternata* f. sp. *lycopersici.* Цей метаболіт здатен викликати утворення некрозів у чутливих сортів томатів. Фітотоксичні властивості *AAL*-токсину близькі до таких фумонізину, поряд з цим він, як і фумонізин, може виявляти токсичну дію щодо ссавців [20].

З огляду на актуальність застосування біологічних методів боротьби з фітопатогенними та токсигенними мікроміцетами, слід сподіватись на те, що активні метаболіти *Penicillium* sp. 10-51 та *A. niveus* 2411 після більш глибоких досліджень будуть мати перспективи практичного застосування щодо фітопатогенних штамів *A. alternata*.

На відміну від метаболітів згаданих грибів, екстракт *M. cinctum* 910 проявляв значний рівень фунгістатичної активності щодо міцеліальних тест-культур. Так, активні метаболіти гриба пригнічували ріст дев'яти фітопатогенних *A. alternata* та восьми ендофітних штамів. Зокрема, слід відмітити високу активність екстракту щодо штамів 16866, 16832 та 16830 із зонами затримки росту цих культур понад 30 мм, що може свідчити про значний потенціал антифунгальної активності метаболітів цього гриба.

Поряд з цим, наші дослідження засвідчили, що екстракт *M. cinctum* 910 проявляє фунгістатичну активність щодо фітопатогенних ізолятів і токсигенних грибів [1]. Зокрема найактивнішими метаболіти *M. cinctum* 910 були щодо фітопатогенів *B. cinerea* F-16812 та *Rhizoctonia solani* 16036. Менш активним екстракт гриба виявився щодо видів р. *Aspergillus* та трьох фітопатогенних ізолятів *F. lactis*.

Високу фунгіцидну активність штаму *M. cinctum* 910 можна пояснити його здатністю до продукування макроциклічних трихотеценових мікотоксинів (МЦТЦ). Цьому класу речовин притаманний широкий спектр біологічних активностей і зокрема яскраво виражені фунгістатичні властивості [23, 24].

Згідно з даними деяких дослідників ізоляти *M. cinctum* здатні продукувати речовини з фунгістатичною активністю іншої природи. Так, з культуральних фільтратів *M. cinctum* [25]

було виділено та охарактеризовано активний метаболіт FR227244, який належить до ряду тритерпенових глікозидів, і одним із можливих механізмів його дії є пригнічення синтезу глюкану, що підтверджується також і даними щодо морфології гіф *A. fumigatus* [26]. Поряд з цим повідомляється, що представники р. *Myrothecium* здатні синтезувати ряд сполук циклопептидної природи, які мають антибіотичні властивості [27].

Отже, препарат *M. cinctum* 910 має широкий спектр антифунгальної активності, зокрема щодо більшості досліджених нами штамів *A. alternata*. Це дає підстави сподіватись в майбутньому на можливість практичного застосування не лише активних метаболітів, але й самого гриба-продуцента. Адже, за даними літератури [28], ізоляти *M. cinctum* здатні паразитувати на міцелії фітопатогенних грибів і на *A. alternata* зокрема. Слід зауважити, що на сьогодні розроблено способи біологічного контролю цього фітопатогена. Так, повідомляється про можливість застосування гриба-антагоніста *Trichoderma harzianum*, який в тепличних умовах продемонстрував високий рівень контролю *A. alternata* на тютюні [29]. Для остаточного висновку щодо можливості практичного застосування препарату *M. cinctum* 910 необхідно провести комплекс додаткових досліджень.

Висновки

Проведено дослідження антифунгальної активності очищених екстрактів *A. niveus* 2411, *M. cinctum* 910, *Penicillium* sp. 10-51 щодо 27 штамів *A. alternata*, серед яких 13 штамів представлені фітопатогенними ізолятами, а 14 - ендофітами. Екстракти *A. niveus* 2411 та *Penicillium* sp. 10-51 проявляли помірну антифунгальну активність щодо досліджених тест-культур. З іншого боку, препарат *M. cinctum* 910 проявляв високу антифунгальну активність як щодо фітопатогенних, так і ендофітних ізолятів *A. alternata*. В деяких випадках зони затримки росту тест-організмів перевищували 30 мм. Слід зауважити, що не було встановлено різниці в чутливості до екстрактів грибів між фітопатогенними та ендофітними штамами *A. alternata*. З огляду на актуальність розробки засобів захисту рослин від фітопатогенів ми показали, що активні компоненти досліджених нами екстрактів матють потенційні перспективи практичного застосування.

1. *Егоров Н.С.* Микробы-антагонисты и биологические методы определения антибиотической активности / Н.С. Егоров. — М.: Высш. шк., 1965. — 212 с.
2. *Методы* экспериментальной микологии / [под. ред. В. Й. Билай]. — К.: Наук. думка, 1982. — 550 с.
3. *Савчук Я.І.* Оцінка потенціалу мікроміцетів щодо синтезу біологічно активних речовин / Я.І. Савчук, О.М. Зайченко // Мікробіол. журн. — 2010. — Т. 72, № 2. — С. 15—20.
4. *Савчук Я.И.* Биологическая активность внеклеточных метаболитов *Penicillium* sp. 10-51 / Я.И. Савчук, А.М. Зайченко, Е.С. Цыганенко // Мікробіол. журн. — 2012. — Т. 74, № 3. — С. 43—48.
5. *Савчук Я.И.* Гербицидная активность некоторых микромицетов / Я.И. Савчук // Мікробіол. журн. — 2012. — Т. 74, № 4. — С. 52—57.
6. *Тутельян В. А.* Микотоксины (медицинские и биологические аспекты) / В.А. Тутельян, Л.В. Кравченко. — М.: Медицина, 1985. — 320 с.
7. *Черонис Н.* Микро- и полумикрометоды органической химии / Н. Черонис. — М.: Иностр. лит-ра, 1960. — 521 с.
8. *Bamburg J.R.* Biological and biochemical actions of trichothecene mycotoxins / J.R. Bamburg // Progr. Mol. and Subcell. Biol. — 1983. — Vol. 8, № 1. — P. 41—110.
9. *Barahona E. Zea-Bonilla* Pseudomonas fluorescens F113 mutant with enhanced competitive colonization ability and improved biocontrol activity against fungal root pathogens / Barahona E., Navazo A., Martínez-Granero F. // Appl. Environ. Microbiol. — 2011. — Vol. 77, № 15. — P. 5412–5419.
10. *Bezuindenhout S.* Structure elucidation of the fumonisins mycotoxins from *Fusarium moniliforme* / Bezuindenhout S., Gelderblom W.C.A., Gorst-Alaman C.P. // J. Chern. Soc. Chern. Commun. — 1998. — Vol. 44. — P. 743—745.
11. *Bottini A. T.* Phytotoxins I. I-Aminodimethylgetadecapentol from *Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici* / Bottini A. T., Gilchrist D. G. // Tetrahedron Lett. — 1981.— Vol. 22. — P. 2719—2722.
12. *El-Morsy E.M.* Diversity of Alternaria alternata a common destructive pathogen of Eichhornia crassipes in Egypt and its potential use in biological control / El-Morsy E.M., Dohlob S.M., Hyde K.D. // Fungal Diversity. — 2006. — Vol. 23. — P. 139—158.

13. *Gveroska B. Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent against *Alternaria alternata* on tobacco / Gveroska B., Ziberoski J. // Applied Technologies & Innovations. — 2012. — Vol. 7, № 2. — P. 67—76.
14. *Gülay T.* Antagonistic Activity of five *Myrothecium* species against fungi and bacteria *in vitro* / Gülay T., Grossmann F. // Phytopathology. — 1994. — Vol. 140, № 2. — P. 97—113.
15. *Kobayashi M.* FR227244, a novel antifungal antibiotic from Myrothecium cinctum No. 002. I. Taxonomy, fermentation, isolation and physico-chemical properties / Kobayashi M., Kanasaki R., Ezaki M. // J. Antibiot. — 2004. — Vol. 57. — P. 780—787.
16. *Kobayashi M.* FR227244, a novel antifungal antibiotic from Myrothecium cinctum No. 002. II. Biological properties and mode of action / Kobayashi M., Sato I., Abe F., Nitta K. // J. Antibiot. — 2004. — Vol. 57. — P. 788—796.
17. *Kober S. K.* Growth chamber evaluations of seedborne fungi as seed and seedling pathogens of sugarbeet / Kober S. K., Gallian L. // Phytopathology. — 1988. — Vol. 78. — P. 1515.
18. *Kohmoto K.* Alternaria alternata pathogens. — In: Pathogenesis and Host specificity in Plant Diseases: histological, biochemical, genetic and molecular bases / Kohmoto K., Otani H., Tsuge T. (eds. K. Kohmoto, U.S. Shin, and R.P. Shin). — Eukaryotes Vol. II. — Pergamon, Oxford, UK, 1995. — P. 51—63.
19. *Lovic B.* Inhibition of the sugarbeet pathogens *Phoma betae* and *Rhizoctonia solani* by bacteria associated with sugarbeet seeds and roots / Lovic B., Heck C., Gallian J.J., Anderson A.J. // Sugar beet research. — 1993. — Vol. 30, № 3. — P. 46—52.
20. *Mohan Babu R.* Alternaria alternata toxin detection by fluorescence derivatization and separation by high performance liquid chromatographi / Mohan Babu R., Sajeena A., Seetharaman K., Rangasamy P. // Phytoparasitica. — 2003. — Vol. 31. — P. 61—68.
21. *Nishimura S.* Host-specific toxins and chemical structures from *Alternana* species / Nishimura S., Kohmoto K. // A. Rev. Phytopathology. — 1983. — Vol. 21. — P. 87—116.
22. *Ohra J.* Production of two phytotoxic metabolites by the fungus Alternaria cassia / Ohra J., Morita K., Tsujino Y., Fujjimori T. // Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. — 1995. — Vol. 59. — P. 1782—1783.
23. *Otani H*. Host-Specific Toxins of Alternaria Species. In: Topics in Secondary Metabolism., 3, Alternaria - Biology, Plant Diseases and Metabolites / Otani H. ((Eds.) J. Chelkowski, A. Visconti). Amsterdam - London – New York – Tokyo: ELSEIVER, 1992. — P. 123—156.
24. *Otani H.* Production of host-specific toxin by germinating spores of Alternaria brassicicola / Otani H., Kohnobe A., Kodama M., Kohmoto K. // Physiol. Mol. Plant Pathol. —1998. — Vol. 52. — P. 285—295.
25. *Roberti R.* Biological control of blackleg of beet (*Phoma betae*) by *Metarhizium anisopliae* / Roberti R., Ghisellini L., Innocenti G. // Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. — 1993. — Vol. 100, № 2. — P. 203—210.
26. *Strandberg J.O.* Alternaria species that attack vegetable crops: Biology and options for disease management/ (Eds.). Chelkowski J, & Visconti A / Strandberg J.O. // Amsterdam Elsevier Science Publishers, 1992. — P. 175—184.
27. *Walther D.* Biological control of damping-off of sugar-beet and cotton with *Chaetomium globosum* or a fluorescent *Pseudomonas sp.* / Walther D., Gindrat D. // Can. Journal of Microbiology. — 1988. — Vol. 34, № 5. — P. 631—637.
28. *Wheeler H.* Microbial toxins in plant disease / Wheeler H., Luke H.H. // Annual Rev. Microbiol. — 1963. — Vol. 17. — P. 223—242.
29. *Xianwei Z.* Verrucamides A-D, Antibacterial Cyclopeptides from *Myrothecium* verrucaria / Xianwei Z., Shubin N., Jinwei R. // J. Nat. Prod. — 2011.— Vol. 74. — P. 1111—1116.

Я.И. Савчук, И.Н. Курченко
Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины

АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ МИКРОМИЦЕТОВ В ОТНОШЕНИИ ШТАММОВ *ALTERNARIA ALTERNATA* (FR.) KEISSL.

Исследована антифунгальная активность очищеных экстрактов *Aspergillus niveus* 2411, *Myrothecium cinctum* 910, *Penicillium* sp. 10-51 по отношению к 27 штаммам *A. alternata*, среди которых 13 штаммов представлены фитопатогенными изолятами, а 14 – эндофитами.

Экстракт *M. cinctum* 910 оказался наиболее активным. Он проявлял активность по отношению к 15 тест-штаммов. Экстракты других грибов были менее активными. Так, экстракт *Penicillium* sp. 10-51 проявлял антифунгальное действие по отношению к 9 исследованным штаммам *A. alternata*, а экстракт *A. niveus* 2411 – к 6. Наряду с этим, не было отмечено

различий в чувствительности к экстрактам грибов фитопатогенных и эндофитных изолятов *A. alternata.*

Ключевые слова: микромицеты, метаболиты, биологическая активность, фитопатогенные микроорганизмы, микотоксины

Y.I. Savchuk, I.M. Kurchenko
Institute of microbiology and Virology National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF SOME FUNGI AGAINST *ALTERNARIA ALTERNATA* (FR.) KEISSL. STRAINS

Antifungal activity of pure extracts of cultural filtrates of *Aspergillus niveus* 2411, *Myrothecium cinctum* 910, *Penicillium* sp. 10-51 against wide spectrum of *Alternaria alternata* strains (13 plant pathogenic and 14 endophytic isolates) was investigated.

The highest levels of fungistatic activity were shown by metabolites of *M. cinctum* 910. They show activity against 7 plant pathogenic and 8 endophytic strains. Rest of extracts weren't so active concerning fungal test-cultures. Extract of *Penicillium* sp. 10-51 suppressed the growth of 9 *A. alternata* stains and extract of *A. niveus* 2411 suppressed the growth of 6 stains. It was mention that there is no difference between the sensitivities of plant pathogenic and endophytic strains to the fungal extracts.

Key words: fungi, metabolites, biological activity, plant pathogenic microorganisms, mycotoxins

Рекомендує до друку
Н.М. Дробик

Надійшла 22.03.2013

БІОХІМІЯ

УДК 546.766+615.281.221.1]-06:612.015.11-092.9

Н.І. БУРМАС, Л.С. ФІРА, П.Г. ЛИХАЦЬКИЙ

Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського

АКТИВНІСТЬ ОКИСНЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА УМОВ ОДНОЧАСНОГО ОТРУЄННЯ ЩУРІВ СПОЛУКАМИ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМУ, ІЗОНІАЗИДУ ТА РИФАМПІЦИНУ

У дослідженнях на білих щурах встановлено, що при одночасному ураженні ізоніазидом (0,05г/кг), рифампіцином (0,25 г/кг) та сполуками шестивалентного хрому (3мг/кг) відбувається посилення процесів ліпопероксидації та окиснювальної модифікації білків сироватки крові. Це супроводжується порушенням проникності клітинних мембран гепатоцитів, що підтверджується підвищенням активності амінотрансфераз у сироватці крові уражених тварин.

Ключові слова : хром, ізоніазид, рифампіцин, окиснювальні процеси

З публікацій останніх років стає очевидним, що накопичення сполук токсичних металів у навколишньому середовищі [13], викликає у організмі різноманітні функціональні та метаболічні порушення [3], у тому числі пов'язані з розвитком вільнорадикальних процесів.

Доведено, що при надходженні до організму людини і тварин Хром (VI) шкідливо впливає на діяльність різних органів і тканин [8, 9, 12]. Встановлені особливості шкідливої дії Cr (VI) значною мірою опосередковують активні форми оксгену (АФК), які утворюються під час відновлення елемента в організмі та клітинах [4, 5], а також особливу увагу заслуговують встановлені дані про зміну активності ферментів, які каталізують окремі ланки катаболізму моносахаридів (піруваткіназа, лактатдегідрогеназа, глюкозо-6-фосфатдегідрогеназа) у гепатоцитах [8, 9].

Поряд з тим, науковцями продовжується вивчення питання медикаментозного отруєння організму, зокрема токсичної дії ізоніазиду та рифампіцину на печінку [2, 6]. Доведено, що вищевказані протитуберкульозні препарати порушують функціонально-біохімічну структуру печінки, призводять до значних змін окиснювальних процесів в організмі.

Проте, в літературі зовсім немає повідомлень про вплив металів, зокрема сполук шестивалентного хрому, на організм тварин на тлі ізоніазидного та рифампіцинового ураження печінки. У зв’язку із вище зазначеним, доцільним є вивчити активність окиснювальних процесів в організмі тварин за умов поєднаного впливу сполук шестивалентного хрому та туберкулостатиків.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на білих щурах-самцях старечого віку масою 280—300 г, що утримувались на стандартному раціоні віварію Тернопільського державного медичного університету. Експериментальне ураження тварин здійснювалось за умов поєднаного застосування ізоніазиду, рифампіцину та сполук шестивалентного хрому. Ізоніазид вводили у дозі 0,05 г /кг маси тіла, рифампіцин – 0,25 г/кг, сполуки шестивалентного хрому (розчин

біхромату калію) – 3 мг/кг щодобово. Названі засоби використовувались інтрагастрально (за допомогою металічного зонда) протягом семи діб. Тварин поділили на чотири групи: три дослідні (по 6 особин у кожній) і одну контрольну (6 особин). Щури першої дослідної групи ($Д_1$) отримували розчин $K_2Cr_2O_7$ у зазначеній дозі, тварини другої дослідної групи ($Д_2$) – рифампіцин і ізоніазид, третьої дослідної групи ($Д_3$) - розчин $K_2Cr_2O_7$, ізоніазид, рифампіцин. Щури контрольної групи (К) отримували фізіологічний розчин за такою самою схемою. Через 24 години після останнього введення здійснювали евтаназію щурів усіх дослідних груп під тіопенталовим наркозом. Об'єктом дослідження слугували гомогенат печінки та сироватка крові.

Утримання тварин та експерименти проводилися у відповідності до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» [10].

Активність окиснювальних процесів оцінювали за вмістом продуктів окиснювальної модифікації білків (2,4-ДНФГ) [1] та ТБК-активних продуктів (ТБК-АП) [7]; проникність плазматичних мембран гепатоцитів – за активністю аланін- та аспартатамінотрансфераз (АлАТ, АсАТ) [14].

Результати досліджень та їх обговорення

У таблиці 1 наведені результати дослідження вмісту продуктів окиснювальної модифікації білків – 2,4 динітрофенілгідразонів нейтрального (370 нм) та основного (430 нм) характеру у сироватці крові та печінці старечих щурів після ураження Cr^{6+}, ізоніазидом та рифампіцином.

Встановлено, що вміст 2,4-ДНФГ$_{(370)}$ у сироватці крові найбільшого підвищення зазнав у групі $Д_3$ і становив 227%, вміст 2,4-ДНФГ$_{(430)}$ у цій же групі становив 492%. Найменш чутливими до даного показника виявились тварини, які були уражені тільки Cr^{6+}. Аналогічна тенденція стосовно названих показників відмічалась у печінці уражених тварин. У групі $Д_3$ вміст 2,4-ДНФГ$_{(370)}$ збільшився на 194% порівняно з контролем, вміст 2,4-ДНФГ$_{(430)}$ – на 184%.

Таблиця 1

Вміст продуктів окиснювальної модифікації білків у сироватці крові та печінці щурів, уражених туберкулостатиками та сполуками Cr^{6+}, ммоль/г·білка (M ± m; n = 6)

Матеріал дослідження	370 нм				430 нм			
	К	$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$	К	$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$
Сироватка крові	0,120± 0,004	0,180± 0,003*	0,202± 0,003*	0,272± 0,004*	0,053± 0,002	0,121± 0,004*	0,153± 0,005*	0,261± 0,005*
Печінка	0,124± 0,006	0,248± 0,005*	0,280± 0,007*	0,364± 0,005*	0,094± 0,006	0,184± 0,004*	0,205± 0,004*	0,267± 0,003*

Примітка: * - вірогідні зміни між інтактними тваринами та ураженими ксенобіотиками

Таку тенденцію до зростання окиснювальних процесів в організмі можна пояснити тим, що при одночасному ураженні ізоніазидом, рифампіцином та розчином біхромату калію в організмі посилено утворюються АФК. Останні взаємодіють із клітинними біополімерами, беручи участь у реакціях пероксидного окиснення та пошкодження біомолекул.

Таблиця 2

Вміст ТБК–активних продуктів у сироватці крові щурів, уражених туберкулостатиками та сполуками Cr^{6+}, мкмоль/л (M ± m; n = 6)

Матеріал дослідження	К	$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$
Сироватка крові	0,62± 0,02	2,50±0,11*	2,91±0,12*	3,60±0,14*

Поряд із вивченням кінцевих процесів ОМБ нами досліджено активність процесів ліпопероксидації, одним із проміжних продуктів якої є ТБК-АП. Із таблиці 2 видно, що при потраплянні до організму сполук Cr^{6+} та туберкулостатиків у сироватці крові активуються

процеси ПОЛ, причому найбільш виражені вони у тварин, яких одночасно отруювали усіма названими ксенобіотиками.

Так на 7-ий день після ураження вміст ТБК-АП у сироватці крові щурів групи $Д_1$ збільшився у 4 рази, $Д_2$ – у 4,7 раза, $Д_3$ – у 5,8 раза.

Отже, при поєднаному ураженні сполуками шестивалентного хрому та протитуберкульозними препаратами відбувається значне посилення процесів вільнорадикального окиснення в біомембранах. Встановлено, що при надмірному накопиченні продуктів ПОЛ в організмі розвивається синдром ліпідної пероксидації, який включає такі патологічні компоненти як пошкодження мембранних ліпідів, ліпопротеїдів і білків, інактивацію ферментів, порушення клітинного поділу та фагоцитозу [11]. Це призводить до змін структурно-функціональної організації мембран та їх проникності.

Нами вивчена активність амінотрансфераз у сироватці крові щурів різних груп після ураження їх ксенобіотиками. Відомо, що АлАТ є маркерним ферментом цитолізу гепатоцитів і збільшення його активності у сироватці крові свідчить про тропність використаних нами токсикантів саме до печінки.

Ми відмітили зростання активності АлАТ (таб. 3) у всіх групах тварин, причому найвищою вона була у групі $Д_3$ і у 2,5 раза перевищувала таку у контрольній групі.

Найменш чутливими виявились тварини, які уражались сполуками шестивалентного хрому (група $Д_1$), активність АлАТ у них перевищувала норму у 1,6 раза.

Таблиця 3

Активність амінотрансфераз у сироватці крові щурів, уражених туберкулостатиками та сполуками cr^{6+}, мкмоль/л·год (m ± m; n = 6)

Показник	К	$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$
АлАТ	2,34±0,15	3,75±0,36*	4,44±0,32*	5,87±0,30*
АсАТ	1,05±0,20	2,04±0,14*	2,61±0,09*	3,22±0,14*

Аналогічні зміни характерні і для активності АсАТ, зростання якої було найвищим у групі $Д_3$ (у 3,1 раза). У групі $Д_1$ та $Д_2$ активність АсАТ збільшилась у 1,9 та 2,5 раза відповідно при порівнянні з контрольною групою.

Встановлене нами підвищення активності амінотрансфераз у сироватці крові є підтвердженням токсичної дії Cr^{6+} та туберкулостатиків на печінку, що супроводжується порушенням проникності плазматичних мембран гепатоцитів і зумовлює потрапляння значної кількості ензимів у кров.

Висновки

Отримані експериментальні дані дають можливість стверджувати, що ураження тварин сполуками шестивалентного хрому та туберкулостатиками супроводжується значною активацією процесів перекисного окиснення ліпідів та окиснювальної модифікації білків, внаслідок чого підвищується проникність плазматичних мембран гепатоцитів. Відмічено потенціюючий вплив ксенобіотиків на печінку при одночасному їх застосуванні в порівнянні з окремим поступленням до організму. Проведені дослідження спонукають до пошуку коригуючих чинників, які б змогли усунути виявлені порушення в організмі щурів, уражених сполуками Cr^{6+} та туберкулостатиками, що і стане метою нашої подальшої роботи.

1. *Арчаков А.И.* Модификация белков активным кислородом и их распад / А.И. Арчаков, Михосоев И.М. // Биохимия. — 1998. — Т. 54, № 2. — С. 179—186.
2. *Куничан А.Д.* Действия изониазида и рифампицина на клеточные элеиенты культуры интоктной легочной ткани экспериментальных животных / А.Д. Куничан, М.Н. Шапатова, Г.Б. Соколова // Пробл. туберкулеза. — 1991, № 2. — С. 9—12.
3. *Кухарчук О.Л.* Неонатальний гіпотиреоз і ліпопероксидація: патогенетична роль важких металів / О.Л. Кухарчук, Н.К. Зальцман // Медична хімія. — 2001. — Т. 3, № 4. — С. 22—25.
4. *Матюшин Б.Н.* Антиоксидантные энзимы печени при ее хроническом поражении / Б.Н. Матюшин, А.С. Логинов, В.Д. Ткачев // Пат физиол. и эксперим. тер. — 1992, № 2. — С. 41—42.

5. *Осипов А.Н.* Активные формы кислорода и их роль в организме / А.Н. Осипов, О.А. Азизова, Ю.А. Владимиров // Успехи биол. химии. — 1990. — Т. 31. — С. 180—208.
6. *Скакун Н.П.* Сравнительное действие изониазида, рифампицина и этамбутола на функциональное состояния печени / Н.П. Скакун, О.Е. Табачук // Эксперим. и клинич. фармакология. — 1992. — Т. 55, № 2. — С. 45—47.
7. *Сологуб Л.І.* Хром в організмі людини і тварин. Біохімічні, імунологічні та екологічні аспекти / Л.І. Сологуб, Г. Л. Антоняк, Н. О. Бабич. — Львів: Євросвіт, 2007. — 127 с.
8. *Стальная И.Д.* Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / И.Д. Стальная, Т.Г. Гаришвили // В кн.: Современные методы в биохимии. Под ред. В.Н. Ореховича. — М.: Медицина, 1977. — С. 66—68.
9. *Chromosome* aberration and lipid peroxidation in chromium-exposed workers / S. H. Maeng , H. W. Chung, K. J. Kim [et al.] // Biomarkers. — 2004. — Vol. 9, N 6. — P. 418—434.
10. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. — Council of Europe. Strasbourg. — 1986. — № 123. — 52 p.
11. *Harman D.* Free radicals, aging and degenerative disease / D. Harman. — N. Y.: Liss, 1986. — 150 p.
12. *Hexavalent* chromium ingestion: biological markers of nephrotoxicity and genotoxicity / P. Hantson, O. Van Caenegem, I. Decordier [et al.] // Clin. toxicol. (Phila). — 2005. — Vol. 43, № 2. — P. 111—112.
13. *Makin A. J.* 7-years experience of severe acetaminophen-induced hepatotoxicity (1987—1993) / A. J. Makin, J. Wendon, R. A. Williams // Gastroenterology. — 1995. — V. 109. — P. 1907—1916.
14. *Reitman S.* Definition of biochemical indicators of the toxicity of liver / S. Reitman, S. Frankel // Amer. j. clin. path. — 1957. — Vol. 28, № 1. — P. 56—60.

Н.И. Бурмас, Л.С. Фира, П.Г. Лихацкий
Тернопольской государственный медицинский университет им. И. Я. Горбачевского

АКТИВНОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ОДНОВРЕМЕННОГО ОТРАВЛЕНИЯ КРЫС СОЕДИНЕНИЯМИ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА, ИЗОНИАЗИДА И РИФАМПИЦИНА

В исследованиях на белых крысах установлено, что при одновременном поражении изониазидом (0,05 г / кг), рифампицином (0,25 г / кг) и соединениями шестивалентного хрома (3мг/кг) происходит усиление процессов липопероксидации и окислительной модификации белков. Это сопровождается нарушением проницаемости клеточных мембран гепатоцитов, что подтверждается увеличением активности аминотрансфераз в сыворотке крови пораженных животных.

Ключевые слова: хром, изониазид, рифампицин, окислительные процессы

N.I. Burmas, L.S. Fira, P.G. Luhackuy
Ternopil I.Ya. Horbachevskiy State Medical University, Ukraine

THE ACTIVITY OF OXIDATIVE PROCESSES THE CONDITIONS OF SIMULTANEOUS POISONING OF RATS BY THE HEXAVALENT CHROMIUM COMPOUNDS, ISONIAZID AND RIFAMPICIN

In the experiments on white rats showed that when simultaneous affection of isoniazid (0.05 g/kg), rifampicin (0.25 g/kg) and hexavalent chromium compounds (3mg/kg) are the strengthening processes of lipoperoxidation and oxidative modification of proteins. It is violating the permeability of the cell membranes of hepatocytes, as evidenced by increased the activity of aminotransferases in a blood serum of affected animals.

Key words: chromium, isoniazid, rifampicin, oxidative processes

Рекомендує до друку
О.Б. Столяр

Надійшла 15.03.2013

UDK 577.161.19:636.084

O.I. DUH[1], S.O. VOVK [2]

[1]Kremenets Regional Humanitarian-Pedagogical institute named after Taras Shevchenko

[2]Lviv National Agrarian University

THE INTENSITY OF LIPIDS' PEROXIDE OXIDATION IN HENS' ORGANISMS UNDER DIFFERENT AMOUNTS OF CAROTENOIDS IN THE RATIO

It was found that there is a strong correlative relation between the level of carotenoids in the ration of breeding hens during the reproductive period and the content of lipid peroxidation products in their liver and liver of embryos. In particular, increasing of the level of carotenoids in the mixed fodder for chickens from 8 g to 32 g per tonne during the intense oviposition reduces MDA level and diene conjugates as well as in the liver of adult hens, as in the liver of embryos before the hatching, which is an important biochemical mechanism during the oxidative stress prevention of one-day chickens.

Key words: carotenoids, diene conjugates, malondialdehyde, hens, embryos, liver

It was established that carotenoids play an important role in the regulation of lipid peroxidation processes in tissues and organs of animals and fowl [3; 12]

As natural antioxidants, carotenoids, due to the presence of conjugated double relations, intercept the singlet oxygen in cells and inhibit the formation of free radicals [1; 2]. However, under the conditions of interaction with oxygen intermediate radicals carotene can form peroxide radicals, thus initiating chain reactions of lipid peroxidation [7].

Antioxidant properties of carotenoids in tissues are determined by many factors, including oxygen tension, concentration of carotenoids and their interaction with other antioxidants [8; 10]

According to this, the research interest is in studying the influence of the carotenoids level in the ration of fowl during the reproductive period on the processes of lipid peroxidation in the tissues of embryos and bred chickens.

It is known [4; 6] that the intensification of processes of lipid peroxidation in tissues, especially in the liver of fowl embryos before hatching from the eggs is the determining factor of appearing of the oxidative stress in one-day chickens.

That's why the purpose of our work was studying the influence of the level of carotenoids in the ration of hens during the period of intensive eggs laying capacity on the content of lipid peroxidation products in the hens' liver of parent herd and embryos at 19 days of growth.

Materials and Methods

Researches were conducted on 4 groups of 220 days Shaver-579 chickens on the base of LLC «Chortkiv breeding poultry». Chickens were kept in cages with free access to fodder and water. Main parameters of indoor climate were as following: 17 ° C air temperature, 65% relative humidity, 17 hours per day lighting with the intensity of 17 lux. In each group there were 10 hens and 1 cock. Hens of the first (control) group received standard mixed fodder, balanced according to the nutrition norms [10] without supplements of carotenoids in the ration. Hens of the second group received 8 g of carotenoids additionally, of the third one - 16 g, and of the fourth one - 32 g of carotenoids per 1 tonne of mixed fodder, that stands accordingly for 0.92 mg, 1.84 mg, 3.68 mg for one unit of fowl.

In our studies we used carotenoids preparation «ORO GLO 20 DRY» of «Kemin Europa NV» (Belgium) as a fodder additive. The content of the xanthophylls (lutein and zeaxanthin) in the «ORO GLO» was 20 g / kg.

The duration of experiment was 90 days. At the end of the experiment the specimens from each group were killed and the samples of the liver were taken. Received eggs from each group of chickens were incubated in the «Universal-55» incubator. The liver of embryos of the 19-day incubation was taken from each group. Then the level of malondialdehyde [11] and diene conjugates [5] was determined in the liver of chickens and 19-day-embryos. Obtained figures were processed statistically.

Results and Discussion

As it is evident from Fig. 1, the level of malondialdehyde decreased in the liver of chickens of the 2nd experimental group by 26.8% (P <0.05), the 3rd one – by 35.5% (P <0.01), and the 4 th one – by 57.9% (P <0.001) in comparison with the 1st control group.

Together with the decrease in the level of malondialdehyde in the liver of chickens of the research groups, reduction of diene conjugates is observed.

In particular, the content of diene conjugates in the liver of chickens of the 2nd experimental group decreased by 35.3% (P <0.01) in the 3rd one – by 47.2% (P <0.001), and in the 4th – by 58.4% (P <0.001) compared with the control group.

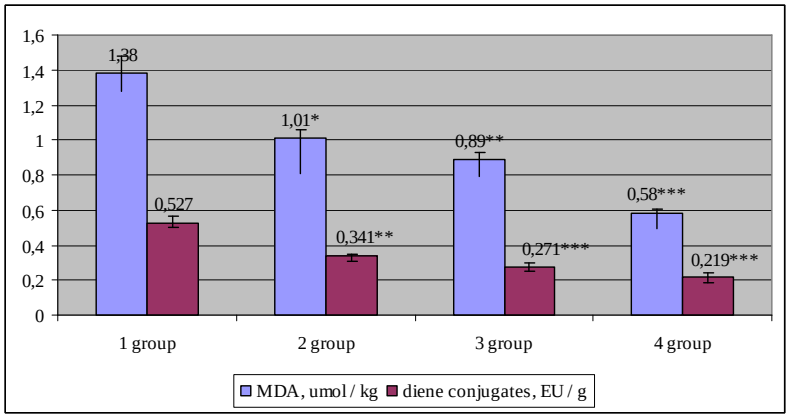


Fig.1. Concentration of lipid peroxidation products in the liver of chicken parent stock for various levels of carotenoids in the feed (M ± m, n = 7)

It should be noticed that the addition of carotenoids to the fodder for the chickens is in inverse correlation with the content of malondialdehyde and diene conjugates in their liver with correlation coefficient -0.97; -0.90, respectively.

As to the products of lipid peroxidation (Fig. 2.), it was found, that their level in the liver of embryos derived from eggs of hens research groups, decreased. Thus, MDA levels decreased by 19.5% (P <0.001) 3rd one – by 32.4% (P <0.001), 4 th – by 35.8% (P <0.001) in the liver of the 2nd experimental group embryos, and the content of diene conjugates of the 2nd one decreased by 21.4% (P <0.01) in the 3rd one – by 29.4% (P <0.001), and by 36.9% (P <0.001) in the 4th one as compared with the control group embryos.

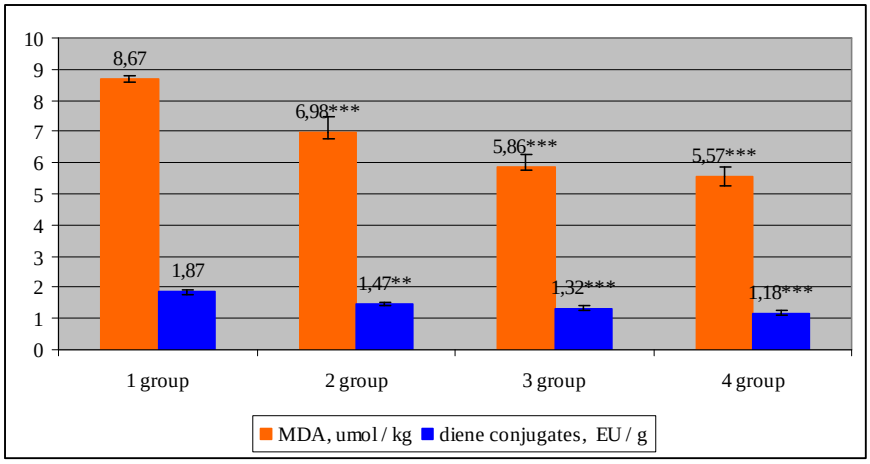


Fig.2. Concentration of lipid peroxidation products and vitamin E in the liver of 19-day-embryo chickens on terms of various carotenoids levels in the ration of chicken parent herd (M ± m, n = 7)

The received results show that the decrease of lipid peroxidation products such as MDA and diene conjugates takes place in the liver of 19-day-embryo research groups. On the basis of this we can assume that the increase in the level of carotenoids in the ration of parent herd will reduce oxidative stress at hatching and give more stable generation.

In general, the following conclusion comes out from the received results: there is a strong correlative connection between the level of carotenoids in the ration of breeding chickens during the reproductive period and the content of lipid peroxidation products in their liver and liver of the embryos. In particular, increased level of carotenoids in the chickens fodder from 8 g to 32 g per tonne during the intense oviposition reduces MDA and diene conjugates level in the liver of adult fowl as well as in the liver of embryos before hatching, which is an important biochemical mechanism in terms of prevention of oxidative stress in one-day chickens.

1. *Abd El-Baky Hanaa H.* Production of carotenoids from marine microalgae and its evaluation as safe food colorant and lowering cholesterol agent / Hanaa H. Abd El-Baky, Farouk K. El Baz, Gamal S. El-Baroty // Journal of Agriculture and Environmental Science. — 2007. — V. 6, N. 1. — P. 792—800.
2. *Britton G.* Structure and properties of carotenoids in relation to function. / G. Britton // FASEB Journal. — 1995. — V. 9, N. 15. — P.1551—1558.
3. *Danchuk V.* Lipid peroxidation in the cattle and poultry / V. Danchuk. — Kamianets-Podilskyi: Abetka, 2006. — P.126—132.
4. *Eremenko A.* Peculiarities of oxidative stress and antioxidant defense in the pheasants` bodies on terms of artificial breeding: author`s abstract. dis. for a science degree candidate. Agricultural sciences: specials 03.00.04 «Biochemistry» / A. Eremenko. — K., 2006. — 20 p.
5. *Kolesova O.* Lipid peroxidation and methods of lipid peroxidation products in biological environments / Kolesova O., Markin A., Fedorova T. / Lab. case. — 1984, № 9. — P.540—546.
6. *Kolomoets O.* The regularities in the courses of lipid peroxidation processes and antioxidant defense of hens' organism: abstract. dis. for a Science degree candidate. Biol. Sciences: specials 03.00.04 «Biochemistry» / O. Kolomoyets. — Simferopol, 2004. — 21 p.
7. *Liebler D. C.* Antioxidant reactions of carotenoids / D. C. Liebler // Ann. NY. Acad. Sci. — 1993. — 691. — P.20—31.
8. *Palozza P.* Prooxidant actions of carotenoids in biologic systems / P. Palozza // Nutr. Rev. — 1998 . — V. 56. — P. 257—265.
9. *Recommendations* for rationing of feeding poultry / Ed. Y. Ryabokon. Birky: NTMT. — 2005. — 101 p.
10. *Song Y.* Factors of antioxidant and prooxidant activities of carotenoids / Y. Song, C. Lu, J. Chen // Journal of hygiene research. — 2003. — V. 32, N. 4. — P. 417—419.
11. *Vladimirov Y.* Lipid peroxidation in biological membranes / Y. Vladimirov, A. Archakov. — Moscow: Medicine, 1972. — P.241—243.
12. *Yankowskyi O.* Oxygen toxicity and biological systems (Evolutionary, ecological and medical health aspects). — St. Petersburg : Igra, 2000. — 157 p.

О.І. Дух[1] *С.О. Вовк* [2]

[1]Кременецький обласний гуманітарно-педагогічний інститут ім. Тараса Шевченка

[2]Львівський національний аграрний університет

ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕННЯ ЛІПІДІВ В ОРГАНІЗМІ КУРЕЙ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ КАРОТИНОЇДІВ У РАЦІОНІ

Встановлено, що між рівнем каротиноїдів в раціоні племінних курей у репродуктивний період і вмістом продуктів перекисного окиснення ліпідів як у їх печінці, так і печінці ембріонів, існує тісний корелятивний зв'язок. Зокрема, підвищення рівня каротиноїдів в комбікормі курей із 8 г до 32 г на тону в період інтенсивної яйцекладки знижує рівень дієнових кон'югатів і малонового діальдегіду як у печінці дорослої птиці, так і в печінці ембріонів перед їх вилупленням, що є важливим біохімічним механізмом у плані профілактики виникнення оксидативного стресу в добових курчат.

Ключові слова: каротиноїди, дієнові кон'югати, малоновий діальдегід, кури, ембріони, печінка

О. И. Дух[1], *С.О. Вовк* [2]
[1]Кременецкий областной гуманитарно-педагогический институт им. Тараса Шевченко
[2]Львовський национальный аграрный университет

ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ОРГАНИЗМЕ КУР ЗА РАЗНОГО УРОВНЯ КАРОТИНОИДОВ В РАЦИОНЕ

Установлено, что между уровнем каротиноидов в рационе племенных кур в репродуктивный период и содержанием продуктов перекисного окисления липидов как в их печени, так и печени эмбрионов, существует тесная коррелятивная связь. В частности повышение уровня каротиноидов у комбикорме кур с 8 г до 32 г на тонну в период интенсивной яйцекладки снижает уровень диеновых конъюгатов и малонового диальдегида как в печени взрослой птицы, так и в печени эмбрионов перед их вылупливанием, что является важным биохимическим механизмом в плане профилактики возникновения оксидативного стресса в суточных цыплят.

Ключевые слова: каротиноиды, диеновые конъюгаты, малоновый диальдегид, куры, эмбрион, печень

Рекомендує до друку
О.Б. Столяр

Надійшла 15.06.2013

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ БОТАНІК, МОРФОЛОГ І ЦИТОЕМБРІОЛОГ РОСЛИН

(до 75-річчя від дня народження професора М. М. Барни)

ПРОФЕСОР МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ БАРНА

«І я бачив, — нема чоловікові кращого,
як ділами своїми радіти,
бо це доля його!»

Еклезіаст, 3.22

8 лютого 2013 року виповнюється 75 років від дня народження і 50 років виробничої, наукової, педагогічної, громадської та суспільно-корисної діяльності доктора біологічних наук, професора, дійсного члена Академії наук вищої школи України, дійсного члена Української екологічної академії наук, заслуженого діяча науки і техніки України, почесного члена Українського ботанічного товариства, голови Тернопільського відділення Українського ботанічного товариства, головного редактора наукового збірника «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка», завідувача кафедри ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка Миколи Миколайовича Барни.

Народився М.М. Барна 8 лютого 1938 р. на Лемківщині в селі Радоцина Горлицького повіту Краківського воєводства в працьовитій селянській родині. У 1945 р. разом з батьками був депортований в с. Криштопівка Близнюківського району Харківської області тодішньої УРСР. У 1946 р. закінчив 1-й клас Криштопівської семирічної школи і в цьому ж році разом з батьками переїхав в Тернопільську область, село Скоморохи Великобірківського (нині Тернопільського) району. У 1952 р. з Похвальною грамотою закінчив Скоморохівську семирічну школу. Після закінчення Баворівської СШ у 1956 р. вступив до Львівського лісотехнічного інституту, навчання в якому успішно завершив у 1961 р., одержавши диплом з відзнакою. Навчання на лісогосподарському факультеті, науково-дослідна робота на кафедрі ботаніки-дендрології, активна громадська робота в органах студентського самоврядування (голова студентського наукового товариства лісогосподарського факультету) формують людські і професійні якості Миколи Миколайовича.

Від 1961 р. розпочинається трудова діяльність Миколи Барни на посаді помічника лісничого Діловецького лісництва, а відтак інженера Великобичківського лісокомбінату тресту «Закарпатліс». З 1964 по 1967 р. навчається в аспірантурі в лабораторії цитоембріології відділу селекції та інтродукції Українського науково–дослідного інституту лісового господарства і агролісомеліорації (УкрНДІЛГА, м.Харків). З 1967 по 1971 рр. — молодший, старший науковий співробітник Карпатського філіалу УкрНДІЛГА (м. Івано-Франківськ). У 1969 р. в Інституті ботаніки Академії наук України захистив дисертацію на тему: «Цитоембріологічне дослідження деяких видів роду *Populus* L. у зв'язку з гібридизацією» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 094 – ботаніка.

Микола Барна працює на кафедрі ботаніки Тернопільського педагогічного університету імені Володимира Гнатюка з серпня 1971 р. до червня 1975 р. — викладачем та старшим викладачем, з червня 1975 р. — доцентом з листопада 1996 р. — професором кафедри ботаніки, з липня 2002 р. — завідувачем кафедри, із жовтня 1977р. по червень 1985 р. — заступником декана природничого факультету, з грудня 1990 р. по червень 2006 р. — деканом хіміко–біологічного факультету. У 1997 р. отримав вчене звання професора кафедри ботаніки. У 2002 р. в Інституті ботаніки ім М. Г Холодного НАН України захистив дисертацію на тему: «Репродуктивна біологія видів і гібридів родини Вербових (*Salicaceae* Mirb.)» на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка.

Багато уваги приділяв громадській роботі в університеті, обирався членом профспілкового комітету, заступником голови місцевого комітету профспілки, брав активну участь в озелененні території університету. За його участю відкрито в університеті Голицький біологічний стаціонар (нині лабораторія біології та укології — біостаціонар університету), що в Бережанському районі та дві нові спеціальності «Біологія (додатково англійська мова)» та «Біологія (додатково екологія)». Був одним з активних учасників ліцензування спеціальностей факультету та університету за четвертим рівнем акредитації. У 1997 р. заснував на факультеті наукове фахове видання ВАК України «Наукові записки Тернопільського державного (з 2004 року – національного) педагогічного університету імені Володимира Гнатюка Серія: Біологія», головним редактором якого він є з дня заснування понині. Микола Миколайович Барна був членом спеціалізованих вчених рад Д 26.211.01 Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України та Д 35.072.02 у Національному лісотехнічному університеті України із захисту докторських і кандидатських дисертацій.

Під його керівництвом успішно розвиваються флористичні та ембріологічні дослідження, за результатами яких підготовлено та захищено 7 кандидатських дисертацій, 10 магістерських робіт та продовжується виконання магістерських і дипломних робіт студентами. За його безпосередньою участю на факультеті відкриті та успішно функціонують магістратура, аспірантура та докторантура. За активну участь у розробці наукової тематики з біології, екології та охорони природи Микола Барна обраний у 1995 р. дійсним членом Української Екологічної Академії наук, у 2004 р. — дійсним членом Академії наук вищої школи України, у 2006 р. Указом Президента України йому присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України».

Вагомий внесок професора М. М. Барни у становлення факультету та університету, розвиток біологічних досліджень на факультеті та на кафедрі ботаніки, про що свідчать організовані і проведені ним на базі кафедр хіміко–біологічного факультету університету міжнародні і всеукраїнські наукові конференції, з'їзди наукових товариств: XVI–та Українська конференція з органічної хімії (1992 р.), І–ша всеукраїнська наукова конференція «Екологічний стрес і адаптація в біологічних системах» (1998 р.), Національна школа–семінар теріологів України (1999 р.), всеукраїнська наукова конференція «Інтродукція і акліматизація рослин на Волино–Поділлі» (1999 р.), з'їзд Гідроекологічного товариства України (2001 р.), міжнародна наукова конференція «Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм» (2001 р.), з'їзд Українського товариства фізіологів рослин (2002 р.), всеукраїнська науково–практична конференція «Природничо–наукова освіта школярів: реалії та перспективи» (2003 р.), всеукраїнська наукова конференція «Шляхи дослідження та охорони орнітофауни: теоретичні і практичні аспекти» (2005 р.), міжнародна наукова конференція «Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження. Історія та перспективи» (2007 р.), регіональна науково-практична конференція «Дослідження флори і фауни Західного Поділля», присвячена 10-річчю створення Голицького біостаціонару Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка (2008), регіональна науково-практична конференція «Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940-2010)», присвячена 70-річчю створення хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка (2010), видання за редакцією професора М. М. Барни двох колективних монографій «Бібліографія наукових і науково–методичних праць викладачів хіміко–біологічного факультету 1962–2002 рр.» (2002), і «Бібліографія наукових і науково–методичних праць викладачів хіміко–біологічного факультету 2003–2012 рр.» (2013) та ін.

Микола Барна нагороджений медалями «Ветеран праці», (1987 р.), Ярослава Мудрого АН ВШ України (2007 р.), нагрудним значком «Відмінник народної освіти УРСР» (1987 р.), нагрудним знаком «Відмінник охорони природи УРСР» (1983 р.), Почесною грамотою Міністерства освіти України (1995 р.), Грамотою Тернопільської обласної державної адміністрції (2000 р.). У 1998 р. за значні досягнення в освіті і науці виборов гранд «Соросівський професор».

Наукова біологічна і педагогічна громадськість знає Миколу Миколайовича Барну як автора монографій, бібліографій, словників, навчальних посібників і методичних рекомендацій для студентів біологічних спеціальностей університетів, вчителів біології, учнів середньої загальноосвітньої школи, гімназій, ліцеїв, коледжів, автора 5 винаходів, наукових і науково–методичних статей, організатора всеукраїнських з'їздів наукових товариств, міжнародних і всеукраїнських наукових конференцій, головного редактора наукового фахового журналу.

Наукові інтереси вченого охоплюють широке коло питань загальнобіологічного, ботаніко–екологічного, біоосвітнього та екоосвітнього спрямувань:

репродуктивної біології;
селекції та гібридизації рослин;
цитоембріології;
застосування постійного магнітного поля в біології;
екології і охорони природи;

методичних аспектів викладання біології.

Ботаніко–екологічні дослідження Микола Барна розпочав ще у студентські роки в студентському науковому гуртку кафедри ботаніки–дендрології під керівництвом кандидата біологічних наук, доцента Степана Михайловича Стойка (нині доктор біологічних наук, професор, академік УЕАН, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки). Робота в студентському гуртку була спрямована на те, щоб прищепити любов до наукових методів дослідницької діяльності. Починаючи з другого і включно по п'ятий курс (1957–1961 рр.) Микола Барна був головою студентського наукового товариства лісогосподарського факультету Львівського лісотехнічного інституту.

Дослідження з цитоембріології квіткових рослин, зокрема видів роду *Populus* L. родини *Salicaceae* Mirb. М. Барна розпочав, навчаючись в аспірантурі. Наукові дослідження М. Барни упродовж майже 50 років торкалися в основному репродуктивної біології, цитоембріології, селекції та гібридизації рослин; застосування постійного магнітного поля в біології; екології і охорони природи. Дослідження з репродуктивної біології квіткових рослин узагальнені ним в докторській дисертації. Чільне місце в дослідженнях ювіляра посідають методичні аспекти викладання біології. Одноосібно та у співавторстві ним опубліковано 30 навчальних посібників для студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів, вчителів біології, учнів середньої загальноосвітньої школи, гімназій, ліцеїв і коледжів.

Основні наукові праці професора Миколи Миколайовича Барни

НАУКОВІ МОНОГРАФІЇ ТА БІБЛІОГРАФІЇ

1. Барна Микола. Декоративні лікарські рослини: монографія / Барна Микола, Барна Любов, Яцук Ганна. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2006. — 80 с.: іл.
2. Барна Микола. Декоративні лікарські рослини: монографія / Барна Микола, Барна Любов, Яцук Ганна. — [2-ге вид., доп. та пер.]. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. — 112 с.: іл.
3. Бібліографія наукових і науково–методичних праць викладачів хіміко–біологічного факультету Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка 1962–2002 рр. / [уклад. Барна М. М. , Похила Л. С., ГрубінкоВ. В., Грищук Б. Д., Кваша В. І., Олійник А. М., Степанюк А. В.]; за ред. М. М. Барни. — Тернопіль: Видав. відділ ТДПУ, 2002. — 182 с.
4. Бібліографія наукових і науково–методичних праць викладачів хіміко–біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка 2003–2012 рр. / [уклад. Барна М. М. , Барна Л. С., Грищук Б. Д., Грубінко В. В. ,Кваша В. І., Степанюк А. В.]; за ред. М. М. Барни. — Тернопіль: Терно-граф, 2013 — 156 с.
5. Голицький ботаніко–ентомологічний заказник загальнодержавного значення: монографія / [М. М. Барна, Л. П. Царик, В. М. Черняк, С. В. Зелінка, Б. Р. Пилявський, М. В. Питуляк, С. С. Подобівський, Н. Д. Шанайда, М. І. Адамів]. — Тернопіль: Лілея, 1997. — 164 с.

СЛОВНИКИ

6. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття.Персоналії. Словник:. навч. посіб. [для студентів біол. спец. вищих закладів освіти / Микола Миколайович Барна. — К.: Видавничий центр «Академія», 1997. — 272 с. *Рекомендовано МО України як навчальний посібник для студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів.*
7. Барна Микола. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії: навч. посіб. [для студентів біол. спец. вищих закладів освіти / Микола Миколайович Барна. [2-е вид. доп. та змін.]. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2013. — 360 с. *Рекомендовано МОН України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.*
8. Барна М. М. Тлумачний словник біологічних термінів і понять у курсі «Біологія» (VI клас): навч. посіб. [для вчителів біолог., учнів заг. освіт. шкіл та студентів біол. спец. вищих пед. закладів освіти / Барна М. М., Пида С. В., Шанайда Н. Д.. — Тернопіль: Мандрівець, 1997. — 56 с. *Допущено МО України як додаток до тематичного планування навчального курсу «Біологія»* (*VI клас*).

НАУКОВО-ПОПУЛЯРНІ КНИГИ

9. Барна Микола. Curriculum vitae: наук.-попул. вид. [уклад. Л. С. Барна, Н. В. Герц. Автор передм. акад. НАН України К. М. Ситник. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2008. — 288 с.: іл.
10. Барна Микола. Радоцина в моєму серці: наук.-попул. вид. / Микола Барна. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2011 — 240 с.: іл.
11. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940-2010): наук.-попул. вид. / [Барна М. М., Курант В. З, Барна Л. С., Грубінко В. В., Грищук Б. Д., Кваша В. І., Степанюк А. В.]; за ред. М. М. Барни. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2010. — 308 с.: іл.

НАВЧАЛЬНІ ПОСІБНИКИ

12. Барна І. В. Збірник задач і розв'язків з біології: навч. посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 3–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — Тернопіль: Мандрівець, 1996. — Ч. І. — 104 с.
13. Барна І. В. Збірник задач і розв'язків з біології: навч. посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 3–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — Тернопіль: Мандрівець, 1996. — Ч. ІІ. — 112 с.
14. Барна І. В. Збірник задач і розв'язків з біології: **н**авч. посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 4–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — Тернопіль: Мандрівець, 1997. — Ч. І. — 104 с.
15. Барна І. В. Збірник задач і розв'язків з біології: **н**авч. посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 4–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — Тернопіль: Мандрівець, 1997. — Ч. ІІ. — 112 с.
16. Барна І. В. Збірник задач і розв'язків з біології: **н**авч. посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 4–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — Тернопіль: Мандрівець, 1997. — Ч. ІІІ. — 96 с.
17. Барна І. В. Біологія. Задачі та розв'язки: навч. посіб.[для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 4–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — [2-е вид.] — Тернопіль: Мандрівець, 1998. — Ч. IV. — 80 с.
18. Барна І. В. Біологія. Задачі та розв'язки: навч. посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 2–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна — Тернопіль: Мандрівець, 2000. — Ч. І. — 224 с. *Рекомендовано МО України* (*протокол 8/3–18 від 28. 07.1999 р.*)
19. Барна І. В. Біологія. Задачі та розв'язки: навч. посіб.[для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 2–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — Тернопіль: Мандрівець, 2000. — Ч. ІІ. — 160 с. *Рекомендовано МО України* (*протокол 8/3–18 від 28. 07.1999 р.*).
20. Барна І. В. Біологія. Задачі та розв'язки: навч. посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 2–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — [2-ге вид.]. — Тернопіль: Мандрівець, 2001. — Ч. І. — 224 с. *Рекомендовано МО України* (*протокол 8/3–18 від 28. 07.1999 р.*)
21. Барна І. В. Біологія. Задачі та розв'язки: навч. посіб.[для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] у 2–х ч. / І. В. Барна, М. М. Барна. — [2-ге вид.]. — Тернопіль: Мандрівець, 2001. — Ч. ІІ. — 160 с. *Рекомендовано МО України* (*протокол 8/3–18 від 28. 07.1999 р.*).
22. Барна І. В. Біологія. Задачі та розв'язки: навч. посіб. для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів / Барна І. В., Барна М. М., Барна Л. С. — [3-є вид.]. — Тернопіль: Мандрівець, 2005. — 384 с. *Рекомендовано МОН України.*
23. Барна І. В. Біологія. Задачі та розв'язки: навч. посіб. для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів / Барна І. В., Барна М. М., Барна Л. С. — [4-е вид.]. — Тернопіль : Мандрівець, 2006. — 384 с. *Рекомендовано МОН України.*
24. Барна І. В. Біологія. Задачі та розв'язки: навч. посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів] / Барна І. В., Барна М. М., Барна Л. С. — [5-те вид.]. — Тернопіль: Мандрівець, 2008. — 384 с. . *Рекомендовано МОН України.*
25. Барна М. М. Форми навчання біології**:** посіб. / Барна М. М., Похила Л. С., Яцук Г. Ф. — Тернопіль, 1996. — 140 с.
26. Барна М. М. Тематична атестація з біології. 6 клас / Барна М. М., Похила Л. С., Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Астон, 2000. — 62 с.

27. Барна М. М. Біологія для допитливих. І ч. Дроб'янки. Рослини. Гриби: навч. посіб. / Барна М. М., Похила Л. С., Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Навчальна книга–Богдан, 2000. — 88 с.
28. Барна М. М. Біологія. 10 клас. Завдання для тематичного контролю знань: посіб.–зошит / Барна М. М., Похила Л. С., Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2001. — 64 с.
29. Барна М. М. Біологія. 11 клас. Завдання для тематичного контролю знань / Барна М. М. , Похила Л. С., Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2001. — 64 с.
30. Барна М. М. Біологія для допитливих: ІІ частина. Царство Тварини: навч. посіб. / [Барна М. М., Похила Л. С., Шевчик Л. О., Яцук Г. Ф.]. — Тернопіль: Навчальна книга–Богдан, 2002. — 144 с.
31. Барна М. М. Біологія. 11 клас. Завдання для тематичного контролю знань / Барна М. М., Похила Л. С., Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Навчальна книга–Богдан, 2002. — 72 с.
32. Барна М. М. Біологія. 6 клас. Робочий зошит / М. М. Барна, Л. С. Похила, Г. Ф. Яцук. — Тернопіль: Навчальна книга–Богдан, 2002. — 96 с.
33. Барна М. М. Біологія. Тематичний контроль навчальних досягнень учнів. 6 клас / Барна М. М., Барна Л. С., Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Астон, 2004. — 112 с.
34. Барна М. М. Біологія для допитливих. І частина. Дроб'янки, Рослини, Гриби: навч. посіб. / Барна М. М., Похила Л. С., Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Навчальна книга –Богдан, 2005. — 88 с.
35. Барна М. М. Навчальні заняття з біології: Можливі варіанти: посіб. / Барна М. М. , Барна Л. С. , Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Астон, 2005. — 140 с.
36. Барна М. М. Навчальні заняття з біології 7–11 класи / Барна М. М. , Барна Л. С. , Яцук Г. Ф. — Тернопіль: Навчальна книга–Богдан, 2012. — 168 с.
37. Біологія для допитливих. ІІ частина. Царство Тварини: навч. посіб. / Барна М. М, Похила Л. С., Шевчик Л. О., Яцук Г. Ф. **—** Тернопіль: Навчальна книга–Богдан, 2005. — 144 с. *Схвалено комісією з біології та екології Науково-методичної Ради з питань освіти МОН України.*
38. Кімнатні рослини у навчально–виховному процесі з біології: навч. посібник / [Барна М. М., Барна Л. С., Семенів О. О., Яцук Г. Ф.]. — Тернопіль: Навчальна книга–Богдан, 2006. — 160 с. іл.
39. Організація роботи з обдарованими школярами. Мала академія**:** посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл і ПТУ, вчителів біолог., основ екології та валеології / М. М. Барна, В. М. Черняк, Л. С. Похила [та ін.]. — Тернопіль: Мандрівець, 1996. — 96 с. *Допущено МО України для регіонального використання.*
40. Організація роботи з обдарованими школярами. Всеукраїнська олімпіада еколого–природничого спрямування: посіб. [для учнів заг. освіт. шкіл та ПТУ, вчителів біол., основ екол. та валеол.ї / [М. М. Барна, В. М. Черняк, Л. С. Похила та ін.]. — Тернопіль: Мандрівець, 1997. — 104 с. *Допущено МО України для регіонального використання.*
41. Педагогічна практика студентів хіміко–біологічного факультету: навч.–метод. посіб. / [Степанюк А. В., Грубінко В. В., Похила Л. С., Міщук Н. Й., Барна М. М., Єфімова Л. Г., Жирська Г. Я., Гладюк М. М., Черняк В. М.]. — Тернопіль: ТДПУ, 2003. — 104 с. *Рекомендовано МОН України* (*Лист № 14/18.2-1598 від 07.10.2003 р.*).
42. Педагогічна практика студентів хіміко–біологічного факультету (за кредитно-трансферною системою організації навчального процесу): навч.–метод. посіб. / [Степанюк А. В., Грубінко В. В., Барна Л. С., Міщук Н. Й., Барна М. М., Єфімова Л. Г., Жирська Г. Я., Гладюк М. М., Троцька О. С.]. — [2-ге вид. доп. і перер.] — Тернопіль: Вид-во «Вектор», 2009. — 80 с. *Рекомендовано МОН України* (*Лист № 14/18.2-1598 від 07.10.2003 р.*).

ЕЛЕКТРОННІ ВЕРСІЇ НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ

43. Барна М. М Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин [Електронний ресурс]**:** навч. посіб**.** для студ. спец. «Біологія» і «Хімія» / М. М. Барна, Н. В. Корнукова — 80 Min. / 700 MB. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2004. — (Наукова бібліотека ун–ту). — Систем. вимоги: Pentium: 32 Mb RAM: Windows 95, 98, 2000. XP; MS Word 97-2000. — Назва з контейнера.
44. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. біол. спец. вищих закладів освіти / Микола Миколайович Барна — 80 Min. / 700 MB. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2004. — (Наукова бібліотека ун–ту). — Систем. вимоги: Pentium: 32 Mb RAM: Windows 95, 98, 2000. XP; MS Word 97-2000. — Назва з контейнера.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

45. Барна М. М. Програмований безмашинний контроль за самостійною роботою студентів з анатомії та морфології рослин / М. М. Барна // Методичні рекомендації для студентів природничих факультетів пед. ін–тів. — К.: РНМК Міносвіти УРСР, 1985. — 48 с. Затверджено комісією з біологічних наук Науково-методичної ради МО УРСР (протокол № 2 від 27 вересня 1985р.).
46. Барна М. М. Організація і проведення самостійної роботи студентів з анатомії та морфології рослин / М. М. Барна, І. В. Мороз // Методичні рекомендації для студентів природничих факультетів пед. ін–тів. — К.: РНМК Міносвіти УРСР, 1988. — 48 с. Рекомендовано комісією з біологічних наук Науково-методичної ради МО УРСР (протокол № 1 від 11 вересня 1988р.).
47. Барна М. М. Методичні рекомендації до навчально–польової практики з ботаніки (морфології рослин) для студентів І–го курсу (спеціальність «Біологія і хімія» та «Біологія») / М. М. Барна, Н. Д. Шанайда, М. І. Шанайда. — Тернопіль, 1999. — 48 с.
48. Ботанічна номенклатура: методичні рекомендації [для студ. спец. «Біологія і хімія», «Біологія і англійська мова», «Біологія», «Хімія і біологія», та «Географія і біологія»] / [Барна М. М., Шанайда Н Д., Шанайда М. І., Мшанецька Н. В.]. — Тернопіль, 2001. — 42 с.

АВТОРСЬКІ СВІДОЦТВА НА ВИНАХОДИ

49. А. с. 1423115 СССР, МКИ А 61 D 3/00. Столик для закрепления, фиксации и оперирования лабораторных животных / Н. Н. Барна, М. М. Мороз, О. Н. Барна (СССР). — № 4104218/30—15; зявл. 09.07.86: опубл. 15.09.88, Бюл. № 34.
50. А. с. 1438694 СССР, МКИ А 61 В 5/00. Устройство для выделения участка коры головного мозга / Н. Н. Барна, М. М. Мороз (СССР). — № 4092389/28 —14; зявл. 14.07.86: опубл. 23.11.88, Бюл. № 43.
51. А. с. 1457866 СССР, МКИ А 01 Н 1/04. Способ Барны Н.Н. прогнозирования гетерозиса у гибридов тополей и ив / Н. Н. Барна (СССР). — № 4104950/30—13; заявл. 02.06.86: опубл. 15.02.89, Бюл. № 6.
52. А А. с. 1567139 СССР, МКИ А 01 К 61/00. Способ приготовления искусственного корма для товарного карпа / С. В. Крутовский, А. В. Лутцев, Н. Н. Барна, Р. Н. Шандрук, В. З. Курант, О. Б. Столяр, Л. М. Романишина, Н. В. Середа (СССР). — № 4189117/31—13; заявл. 02.02.87: опубл. 30.05.90, Бюл. № 20.
53. А. с. 1655388 СССР, МКИ А 01 Н 1/04. Способ Барны Н. Н. подбора родительских пар для получения гетерозисных гибридов ивовых / Н. Н. Барна (СССР). — № 4664259/13; заявл. 26.01.89: опубл. 15.06.91, Бюл. № 22.

ДИСЕРТАЦІЇ ТА АВТОРЕФЕРАТИ

Кандидатська дисертація

54. Барна Н. Н. Цитоэмбриологическое исследование некоторых видов рода *Populus* L. в связи с гибридизацией. — Харьков, 1968. — 184 с.
55. Барна Н. Н. Цитоэмбриологическое исследование некоторых видов рода *Populus* L. в связи с гибридизацией: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 094 «Ботаніка» / Н. Н. Барна. — Киев, 1969. — 24 с.

Докторська дисертація

56. Барна М. М. Репродуктивна біологія видів і гібридів родини Вербових (Salicaceae Mirb.): дис. …доктора біол. наук: 03.00.05 / Микола Миколайович Барна. — Тернопіль, 2001. — 368 с.:іл.
57. Барна М. М. Репродуктивна біологія видів і гібридів родини Вербових (Salicaceae Mirb.): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / М. М. Барна. — К., 2002. — 40 с.

СТАТТІ. НАУКОВІ РЕЦЕНЗІЇ. МАТЕРІАЛИ Й ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

1962

58. Барна Н. Н. Ценный буковый массив / Н. Н. Барна // Лесное хозяйство.— 1962. — № 10. — С. 79—81.

1963

59. Стойко С. М. Порівняльно–екологічні дослідження бука європейського на Поділлі, Розчоччі і в Карпатах / С. М. Стойко, М. М. Барна // Матеріали до вивчення природних ресурсів Поділля. — Тернопіль–Кременець, 1963. — С. 120—123.

1964

60. Барна Н. Н. Заложение и дифференциация генеративных почек у осины (*Populus tremula* L.) / Н. Н. Барна // Пятая науч. конф. аспирантов и молодых ученых УкрНИИЛХА по итогам науч.–исслед. работ за 1964 г.: науч. конф., 1965 г.: тезисы докл. — Харьков, 1965. — С. 210—214.

1965

61. Барна Н. Н. Цитоэмбриологические исследования у осины (*Populus tremula* L.) в естественных условиях / Н. Н. Барна // Ботаніка, лесоводство, агролесомелиорация. Метеорология: науч. конф., 1965 г.: тезисы докл. — Харьков, 1965. — Вып. 5. — С. 58—59.

1966

62. Барна Н. Н. Эмбриогенез некоторых видов рода *Populus* L. / Н. Н. Барна // Совещание по лесной генетике, селекции и семеноводству: совещ., 1966 г: тезисы докл. — Петрозаводск, 1966. — С. 15—17.

1967

63. Барна М. М. Особливості розвитку жіночого гаметофіта у триплоїдної осики (*Populus tremula* L. var. gigas Müntz.) / М. М. Барна // Укр. ботан. журн. – 1967. — Т. 24, № 6. — С. 42-49.

1968

64. Барна М. М. Порівняльне цитоембріологічне дослідження жіночого гаметофіта диплоїдної та триплоїдної осики / М. М. Барна // Досягнення ботан. науки на Україні 1965–1966 рр. — К.: Наук. думка, 1968. — С. 36.
65. Барна Н. Н. Морфогенез генеративных органов и эмбриональное развитие осины / Н. Н. Барна // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев: Урожай, 1968. — Вып. 15. — С. 126-135.
66. Барна Н. Н. Некоторые особенности эмбрионального развития при скрещивании триплоидной осины с диплоидной / Н. Н. Барна // Всесоюзное совещание по отдаленной гибридизации растений и животных: совещ.,1968 г.: тезисы докл. — М., 1968. — С. 338—41.
67. Барна Н. Н. Эмбриональное развитие осины при внутривидовых скрещиваниях / Н. Н. Барна // Вопросы лесоводства и агролесомелиорации. — Киев: Урожай, 1968. — С. 124—27.

1969

68. Барна М. М. Ембріологічне дослідження тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis* Roz.) / М. М. Барна // Укр. ботан. журн. — 1969. — Т. 26, № 1. — С. 93—100.
69. Барна Н. Н Изучение биологии цветения прививок хвойных в Карпатах / Н. Н. Барна. // Вопросы лесного хозяйства и агролесомелиорации: вторая респ. конф., 1969 г.: тезисы докл. — Харьков, 1969. — С. 72—74.

1970

70. Барна М. М. Біологія цвітіння щеп європейської та японської модрини в умовах Українських Карпат / М. М. Барна, Ю. Ю. Боберський // Укр. ботан. журн. — 1970. — Т. 27, № 3. — С. 377—379.
71. Барна М. М. Дослідження біології цвітіння сосни кедрової (*Pinus cembra* L.) в Карпатах / М. М. Барна // Досягнення ботан. науки на Україні 1967-1968 рр. — К.: Наук. думка, 1970. — С. 26—27.
72. Барна М. М. Мікроспорогенез тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis* Roz.) / М. М. Барна // Досягнення ботан. науки на Україні 1967-1968 рр. — К.: Наук. думка, 1970. — С. 27—28.
73. Барна М. М. Про розвиток репродуктивних органів сосни кедрової європейської в зв‘язку з елітним насінництвом / М. М. Барна // Підвищення продуктивності і раціональне використання лісів Українських Карпат: наук.–техн. конф., 1970 р.: тези доп. — Івано–Франківськ, 1970. — С. 65—66.

74. Барна М. М. Розвиток тичинок та мікроспорогенез у деяких представників роду тополя / М. М. Барна // IV з‘їзд Укр. ботан. т–ва: з’їзд, 1970 р.: матеріали з‘їзду. — К.: Наук. думка, 1970. — С. 58—59.
75. Барна Н. Н. Некоторые особенности эмбрионального развития при скрещивании триплоидной осины с диплоидной / Н. Н. Барна // Отдаленная гибридизация растений. Зерновые и зернобобовые культуры. Науч. тр. ВАСХНИЛ. — М.: Колос, 1970. — С. 182—187.
76. Барна Н. Н Сравнительное исследование морфогенеза репродуктивных органов осины и тополя пирамидального / Н. Н. Барна // Вопросы лесоводства и агролесомелиорации. — Киев: Урожай, 1970. — С. 3—8.
77. Барна Н. Н. Цитоэмбриологические особенности формирования семян при отдаленной гибридизации тополей / Н. Н. Барна // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев: Урожай, 1970. — Вып. 23. — С. 86—95.

1971

78. Барна М. М. Локалізація полісахаридів у тканинах генеративних органів деяких видів тополь / М. М. Барна // Укр. ботан. журн. — 1971. — Т. 28, № 4. — С. 487—493.
79. Барна Н. Н. О создании и семеношении прививочных плантаций хвойных пород в условиях Карпат / Н. Н. Барна, Р. Г. Моисеев // Повышение эффективности научных исследований и внедрение достижений науки в лесохозяйственное производство и полезащитное лесоразведение.: респ. науч.–техн. конф., 1971 г. — Харьков, 1971. — С. 179—180.

1972

80. Барна М. М. Макроспорогенез і розвиток жіночого гаметофіту тополі білої / М. М. Барна // V з‘їзд Укр. ботан. т–ва: з‘їзд, 1972 р.: тези доп. — Ужгород, 1972. — С. 196.
81. Барна М. М. Про морфогенез генеративних органів модрини європейської (*Larix decidua* Mill.) / М. М. Барна // Досягнення ботан. науки на Україні 1969 р. — К.: Наук. думка, 1972. — С. 41—42.

1973

82. Барна Н. Н. Цитоэмбриологическое исследование процесса семеношения прививок сосны кедровой европейской / Н. Н. Барна // Лесоводственные исследования и производственный опыт в Карпатах. — Ужгород: Карпаты, 1973. — С. 93—98.

1974

83. Барна М. М. Про розвиток мікроспорофілів та формування пилку на щепах модрини європейської / М. М. Барна // Досягнення ботан. науки на Україні 1970 р. — К.: Наук. думка, 1974. — С. 43.

1975

84. Барна Н. Н. Сравнительная эмбриология видов *Salicaceae* в связи с их филогенией и эволюцией / Н. Н. Барна // XII междунар. ботан. конгр., (Ленинград, 3–10 июл. 1975 г.): тезисы докл. — Л.: Наука, 1975. — Т. 1. — С. 243.

1976

85. Барна М. М. Про можливість одержання насіння на клонових плантаціях шпилькових порід в умовах Прикарпаття / М. М. Барна // Досягнення ботан. науки на Україні 1971–1973 рр. — К.: Наук. думка, 1976. — С. 91—92.
86. Барна М. М. Про репродуктивну фазу розвитку клонів дуба звичайного і скельного / М. М. Барна // Досягнення ботан. науки на Україні 1971–1973 рр. — К.: Наук. думка, 1976. — С.137—138.
87. Барна М. М. Розвиток макростробілів на щепах модрини європейської / М. М. Барна // Досягнення ботан. науки на Україні 1971–1973 рр. — К.: Наук. думка, 1976. — С. 187—188.
88. Барна Н. Н. Цитоэмбриологические аспекты несовместимости при отдаленной гибридизации в роде *Populus* L. / Н. Н. Барна // III сьезд генетиков и селекционеров Украины: съезд, 1976 г.: тезисы докл. — Киев: Наук. думка, 1976. — Ч. I. Общая генетика. — С. 58.

1977

89. Барна М. М. Проростання пилку та ріст пилкових трубок при міжвидовій гібридизації в роді *Juglans* / М. М. Барна, П. П. Бадалов // YI з’їзд Укр. ботан. т–ва: з‘їзд , 1977 р.: тези доп. — К.: Наук. думка, 1977. — С. 140—141.
90. Барна М. М. Розвиток тичинок та мікроспорогенез у міжвидових гібридів роду *Populus* L. / М. М. Барна // YI з’їзд Укр. ботан. т–ва: з‘їзд, 1977 р.: тези доп. — К.: Наук. думка, 1977. — С. 139—140.

91. Барна М. М. Міжвидові схрещування в роді *Juglans* / М. М. Барна, П. П. Бадалов // Досягнення ботан. науки на Україні 1974–1975 рр. — К.: Наук. думка, 1977. — С. 105—106.

1978

92. Барна Н. Н Влияние постоянного магнитного поля на прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок при межвидовом опылении тополей / Н. Н. Барна // Проблемы гаметогенеза, оплодотворения и эмбриогенеза: всесоюзн. совещ., 1978 г.: тезисы докл. — Киев: Наук. думка, 1978. — Ч. 2. — С. 8—9.

1979

93. Барна Н. Н. Развитие семяпочек и формирование женского археспория у чозении крупночешуйчатой / Н. Н. Барна, Н. Д. Шанайда // Проблемы гаметогенеза, оплодотворения и эмбриогенеза: всесоюз. совещ., 1978 г.: тезисы докл. — Киев: Наук. думка, 1979. — Ч. 3. — С. 110—112.

1980

94. Барна Н. Н. Влияние воды, обработанной постоянным магнитным полем, на прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок при отдаленной гибридизации тополей / Н. Н. Барна, И. М. Костиник, Н. Д. Шанайда // Генетико–физиологическая природа опыления у растений. — Киев: Наук. думка, 1980. — С. 89—92.

1981

95. Барна Н. Н. Влияние воды, обработанной постоянным магнитным полем, на активность ферментов в генеративных органах при внутривидовом опылении тополя берлинского / Н. Н. Барна, С. И. Галантюк, И. М. Костиник // Цитолого–эмбриологические основы опыления и оплодотворения растений: всесоюз. совещ., 1981 г.: материалы совещ. — Киев: Наук. думка, 1981. — С. 153—156.

1982

96. Активность окислительно–восстановительных ферментов в пестичных и тычиночных цветках тополя берлинского / [Барна Н. Н, Галантюк С. И., Костиник И. М., Стецив И. И.] // VII сьезд Укр. ботан. о–ва: съезд УБО, 1982 г.: тезисы докл. — Киев: Наук. думка, 1982. — С. 81—82.
97. Барна Н. Н. Микроспорогенез и развитие мужского гаметофита у чозении крупночешуйчатой / Н. Н. Барна // VII сьезд Укр. ботан. о–ва: сьезд УБО, 1982 г . : тезисы докл. — Киев: Наук. думка, 1982. — С. 75—76.

1983

98. Барна М. М. Ембріологія видів родини Salicaceae Mirb. у зв’язку з їх філогенією та еволюцією / М. М. Барна // Укр. ботан. журн. — 1983. — Т. 40, № 2. — С. 30—36, 42.
99. Барна Н. Н. Гистохимическое исследование пыльника и пыльцевого зерна некоторых видов Salicaceae Mirb. / Н. Н. Барна // Развитие мужской генеративной сферы растений (морфо–физиологические аспекты): все союз. совещ., 1983 г.: тезисы докл. — Симферополь, 1983. — С. 8—9.
100. Барна Н. Н. О сравнительно–эмбриологическом исследовании представителей родов *Populus* и *Chosenia* (Salicaceae) / Н. Н. Барна //. VII Делегатский съезд всесоюз. ботан. о–ва: съезд, 1983 г.: тезисы докл. — Л.: Наука, 1983. — С. 256—257.
101. Барна Н. Н. Применение программированного обучения на лабораторных занятиях по ботанике / Н. Н. Барна // Отражение достижений ботан. науки в учебном процессе естественных факультетов пед. ин-тов: всесоюз. совещ., 1983 г.: тезисы докл. — Пермь, 1983. — С. 245—247.
102. Барна Н. Н. Развитие пыльника и пыльцевого зерна у *Populus pruinosa* Schrenk. / Н. Н. Барна // Проблемы гаметогенеза, оплодотворения и эмбриогенеза: всесоюз. совещ., 1983 г.: материалы совещ. — Ташкент: Фан, 1983. — С. 38—39.
103. О возможности применения постоянного магнитного поля при отдаленной гибридизации ивовых в искусственных условиях / [Барна Н. Н., Костиник И. М., Грушко С. И., Галантюк С. И.] // Всесоюз. совещ. по лесной генетике, селекции и семеноводству: совещ., 1983 г.: тезисы докл. — Петрозаводск, 1983. — Ч. 1. — С. 60—61.

1984

104. Барна Н. Н. Гистохимическое изучение семязачатка и зародышевого мешка у некоторых видов семейства Salicaceae Mirb. / Н. Н. Барна, Н. Д. Шанайда // Морфо–функциональные аспекты развития женских генеративных структур семенных растений: всесоюз. симпоз., 1984 г.: материалы симпоз. — Телави, 1984. — С. 7—8.

105. Барна Н. Н. Мегаспорогенез и развитие зародышевого мешка у некоторых видов рода *Salix* L. / Н. Н. Барна // Морфо–функциональные аспекты развития женских генеративных структур семенных растений: всесоюз. симпоз., 1984 г.: материалы симпоз. — Телави, 1984. — С. 5—6.

1986

106. Барна Н. Н. Влияние воды, обработанной постоянным магнитным полем, на прорастание пыльцы при межвидовом опылении ив / Н. Н. Барна, И. М. Костиник // Гаметогенез, оплодотворение и эмбриогенез семенных растений, папоротников и мхов: всесоюзн. совещ., 1986 г.: тезисы докл. — Кишинев, 1986. — С. 141—142.
107. Барна Н. Н. Локализация окислительно–восстановительных ферментов в репродуктивных органах отдаленных гибридов Salicaceae Mirb. / Н. Н. Барна, С. И. Галантюк // Y съезд генетиков и селекционеров Украины: съезд, 1986 г.: тезисы докл. — Киев, 1986. — Ч. II. — С. 114—115.
108. Барна Н. Н. Некоторые особенности эмбрионального развития при отдаленной гибридизации видов рода *Salix* L. / Н. Н. Барна // Y съезд генетиков и селекционеров Украины: съезд, 1986 г.: тезисы докл. — Киев, 1986. — Ч. 1. — С. 126—127.
109. Барна Н. Н. Сравнительное исследование эмбриогенеза видов семейства Salicaceae Mirb. / Н. Н. Барна // Гаметогенез, оплодотворение и эмбриогенез семенных растений, папоротников и мхов: все союз. совещ., 1986 г.: тезисы докл. — Кишинев, 1986. — С. 177—178.
110. Барна Н. Н. Формирование общебиологических понятий в процессе преподавания дисциплин биологического цикла / Н. Н. Барна, С. И. Грушко // Совершенствование процесса формирования научных понятий в учащихся школ и студентов педвузов : все союз. науч.–практ. конф., 1986 г.: тезисы докл. — Челябинск, 1986. — С. 117—118.

1987

111. Барна Н. Н. Влияние воды, обработанной постоянным магнитным полем на гистохимические показатели репродуктивных органов некоторых видов семейства Salicaceae Mirb. в период цветения / Н. Н. Барна // Проблемы размножения цветковых (прикладные аспекты): совещ., 1987 г.: тезисы докл. — Пермь, 1987. — С. 50—51.

1988

112. Комплексный подход к изучению репродуктивной биологии ивовых в связи с их селекцией / [Барна Н. Н., Костиник И. М., Галантюк С. И., Шанайда Н. Д.] // Развитие генетики и селекции в лесохозяйственном производстве: всесоюз. науч.–техн. совещ., 1988г.: тезисы докл. — М., 1988. — С. 72—73.
113. Барна Н. Н. Морфогенез вегетативных и репродуктивных структур некоторых видов семейства ивовых / Н. Н. Барна // Вопросы охраны и рационального использования растительного и животного мира Украинских Карпат. — Ужгород: МОИП, Ужгород. отд–ние, 1988. — С. 33—39.
114. Барна Н. Н. Некоторые аспекты экологического образования и воспитания студентов / Н. Н. Барна, С. И. Грушко // Совершенствование природоохранного образования и воспитания ученической и студенческой молодежи в свете требований реформы общеобразовательной и профессиональной школы: респ. семинар, 1988 г.: тезисы докл. — Мелитополь, 1988. — С. 5—6.
115. Барна Н. Н. Органогенез репродуктивных структур видов рода ива (*Salix* L.) / Н. Н. Барна // Охрана, изучение и обогащение растительного мира: [респ. Междувед. сб. науч. тр.]. — Киев: Изд–во при Киев. гос. ун–те издат. объед. «Вища школа», 1988. — Вып. 15. — С. 53—60.
116. Барна Н. Н. Особенности организации самостоятельной работы студентов по ботанике / Н. Н. Барна // Актуальные вопросы преподавания химии и биологии в вузах в свете требования перестройки высшей школы: науч.-метод. конф., 1988 г.: тезисы докл. — Ош, 1988. — С. 178.
117. Барна Н. Н. Цитологическая оценка гетерозиса у гибридов ивовых / Н. Н. Барна // Развитие генетики и селекции в лесохозяйственном производстве: всесоюз.. науч.–тех.. совещ., 1988 г.: тезисы докл. — М., 1988.— С. 11—12.
118. Охрана и рациональное использование видов рода *Populus* L., занесенных в Красную книгу СРСР / [Барна Н. Н., Зелинка С. В., Грушко С. И., Шанайда Н. Д.] // Рациональное использование, охрана, воспроизводство биологических ресурсов и экологическое воспитание: респ. конф., 1988 г.: тезисы докл. — Запорожье, 1988. — С. 148.

1989

119. Барна М. М. Програмоване навчання в курсі ботаніки / М. М. Барна, Н. Д. Шанайда // Розвиток освіти і культури в західних областях УРСР (1939–1989): наук.–практ. конф., 1989 р.: тези доп. — Тернопіль, 1989. — С. 19—20.

120. Барна Н. Н. Некоторые морфологические аспекты репродуктивной биологии видов семейства Salicaceae Mirb. / Н. Н. Барна // Лесная генетика, селекция и физиология древесных растений: междунар. симпоз., 1989 г.: материалы симпоз. — М., 1989. — С. 124—125.
121. Барна Н. Н. Онтогенез и типы побегов видов семейства Salicaceae Mirb. / Н. Н. Барна, Н. Д. Шанайда // Онтогенез высших цветковых растений. Рекомендации. — Киев, 1989. — С. 11—12.
122. Барна Н. Н. Цитологическое исследование соматического гетерозиса у гибридов тополей / Н. Н. Барна // Пути совершенствования обучения генетики и цитологии в системе педагогического образования: семинар–совещ., 1989 г.: тезисы. докл. — Ульяновск,1989. — С. 34—35.
123. Применение магнитных систем для предпосевной обработки семян / [Барна Н. Н., Костиник И. М., Галантюк С. И., Шанайда Н. Д.] // Применение магнитоактивных систем в народном хозяйстве: респ. науч.–тех. конф., 1989 г.: тезисы докл. — Киев, 1989. — С. 65—66.
124. Роль екології в сучасному світі (за круглим столом) / Ю. Р. Шеляг–Сосонко, М. А. Голубець, М. М. Барна [та ін.] // Укр. ботан. журн. — 1989. — Т. 46, № 4. — С. 68—92.
125. Barna N. N. Some morphological aspects of reproductive biology of species of Salicaceae Mirb. Family / N.N. Barna // Forest Genetcs, Breeding and Physiology of woody plants: International Sympos., 1989: Proceedings. — M., 1989. — P. 156—157.

1990

126. Барна М. М. Вивчення репродуктивної біології в курсі ботаніки / М. М. Барна // Розвиток педагогічної освіти і науки в західних областях України: наук.– практ. конф., 1990 р.: тези доп. — Тернопіль, 1990. — Ч. ІІ. — С. 282—284.
127. Барна М. М. Особливості організації та проведення самостыйноъ роботи студентів при вивченні репродуктивної біології рослин / М. М. Барна // Зміст, форми і методи самостійної роботи студентів: обл. наук.–практ. конф., 1990 р.: тези доп. — Тернопіль, 1990. — С.191—192.
128. Барна М. М. Охорона видів родини Salicaceae Mirb. флори України / М. М. Барна // Проблеми охорони природи і відтворення природно–ресурсного потенціалу Західного Поділля: регіон. наук.–практ. конф., 1990 р.: тези. доп. — Тернопіль, 1990.— С. 58—60.
129. Барна М. М Раціональне використання та охорона видів родини Salicaceae Mirb./ М. М. Барна // Система ведення лісового господарства в гірських умовах Карпат: респ. наук.–практ. конф., 1990 р.: тези доп. — Івано–Франківськ, 1990. — С. 232—233.
130. Барна М. М. Формування культури спілкування з природою під час навчально-польової практики з ботаніки / М. М. Барна, Н. Д. Шанайда // Педагогічне стимулювання художньо–естетичної діяльності учнів: обл. наук.–практ. конф., 1990 р.: тези доп. — Тернопіль, 1990. — С. 82—83.
131. Барна М. М. Формування репродуктивних структур — основа цвітіння та плодоношення деревних порід / М. М. Барна, Н. Д. Шанайда, О. Є. Олійник // Система ведення лісового господарства в гірських умовах Карпат: респ. наук.–практ. конф., 1990 р.: тези доп. — Івано–Франківськ, 1990. — С. 154—155.
132. Барна Н. Н. Активизация учебной деятельности студентов в курсе ботаники путем применения программированного обучения / Н. Н. Барна, Н. Д. Шанайда // Совершенствование учебно–воспитательного процесса в школе и педвузе: науч.–практ. конф., 1990 г.: тезисы докл. — Кривой Рог, 1990. — С. 267-269.
133. Барна Н. Н. Исследование процесса оплодотворения у некоторых видов семейства Salicaceae Mirb. / Н. Н. Барна // Ботанические исследования на Украине. Доклады УБО. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 3—4.
134. Демонстрационное моделирование микро–мегаспорогенеза, микро– и мегагаметогенеза и процесса оплодотворения с помощью ЭВМ в курсе ботаники / [Барна Н. Н., Шанайда Н. Д., Олейник А. Е., Калиняк П. П.] // Подготовка учителей биологии в условиях новой информационной технологии обучения: 1-е всерос. совещ.–семинар, 1990 г.: тезисы докл. — Петрозаводск, 1990. — С. 22—24.
135. Barna N. N. Peculiarities of development of ovules and female archesporium in Salicaceae Mirb. Family species / N. N. Barna // Embryology and seed reproduction: XI International Sympos., 1990: Abstracts of the papers and posters.— L.: Nauka, 1990. — P. 16—17.

1991

136. Барна М. М. До вивчення репродуктивної біології деревних рослин /. М. М Барна // Перша звітна наукова конференція викладачів та студентів географічного факультету Тернопільського педагогічного інституту за 1990 рік: звіт. наук. конф.,1991 р.: тези. доп. — Тернопіль, 1991. — С. 45.
137. Барна М. М. Екологічне виховання студентів у процесі викладання морфології та анатомії рослин / М. М. Барна, Н. Д. Шанайда // Биологическая фиксация молекулярного азота и азотный метаболизм

бобовых растений:. респ. конф., посвящ. памяти чл.– кор. АН УССР А. В. Манорика, 1991 г.: тезисы докл. — Киев, 1991. — С. 83.

138. Барна М. М. Закладання бруньок та органогенез репродуктивних структур видів родини вербових / М. М. Барна // Охорона, вивчення і збагачення рослинного світу. — К.: Либідь, 1991. — Вип. 18. — С. 79—88.
139. Барна М. М. Формування моральних норм у студентів під час самостійної роботи з ботаніки / М. М. Барна, Н. Д. Шанайда // Формування морально–професійної культури майбутнього вчителя:. наук.–практ. конф., 1991 р.: тези доп. — Тернопіль, 1991. — С. 196—197.
140. Барна Н. Н. Исследование репродуктивной биологии интродуцированных видов рода *Populus* L. / Н. Н. Барна // Репродуктивная биология интродуцированных растений: всесоюзн. конф., 1991 г.: тезисы докл. — Умань, 1991.— С. 12—13.
141. Ботаніка у вищій школі (за круглим столом) / К. М. Ситник, В. І. Чопик, М. М. Барна [та ін.] // Укр. ботан. журн. — 1991. — Т. 8, № 5. — С. 83—98.

1992

142. Барна М. М. Екологічна освіта молоді / М. М. Барна // XVI укр. конф. з орг. хімії: конф., 1992 р.: тези доп. — Тернопіль, 1992. — Ч. ІІ. — С. 30.
143. Барна М. М. Екологічне навчання студентів у процесі вивчення ботаніки / М. М. Барна // Актуальні проблеми екології рослинного світу України (на фоні антропогенного впливу) та його охорона: наук.–практ. конф., 1992 р.: тези доп. — Черкаси, 1992. — С. 175.
144. Барна М. М. Органогенез репродуктивних структур видів роду *Populus* L**.** / М. М. Барна // ІХ з‘їзд Укр. ботан. т–ва: з‘їзд, 1992 р.: тези доп. — К.: Наук. думка, 1992. — С. 251.
145. Барна М. М. Підвищення професіоналізму майбутніх вчителів біології шляхом впровадження програмованого навчання в курсі ботаніки / М. М. Барна // Формування професіоналізму майбутніх педагогів в умовах педагогічного вузу: наук.–практ. міжвуз. конф., 1992 р.: тези доп. — Кривий Ріг, 1992. — Ч. 2. Шляхи і засоби формування професіоналізму майбутніх учителів. — С. 130—132.
146. Барна М. М. Роль ботаніки у підготовці вчителів біології / М. М. Барна // Ботаніка у педвузах України: виробн. нарада, 1992 р.:тези доп. — Луцьк, 1992. — С. 65—66.

1993

147. Барна М. М. Гістологічні особливості розвитку репродуктивних структур видів родини *Salicaceae* Mirb. / М. М. Барна // Матеріали звітної наукової конференції викладачів і студентів природничого ф-ту Терноп. держ. пед. ін-ту за 1992 рік: звіт. наук. конф., 1993 р.: матеріали конф. — Тернопіль, 1993. — С. 6.
148. Барна М. М. Деякі аспекти застосування модульно–рейтингової системи при вивченні ботаніки / М. М. Барна, Н. Д. Шанайда. // Формування творчої особистості вчителя для оновлюваної національної школи: Всеукр. наук.–практ. конф., 1993 р.: тези доп. — Умань, 1993. — Ч. ІІ. — С. 207—209.
149. Барна М. М. Деякі підходи до складання навчальних планів підготовки вчителя природознавства / М.М. Барна С.Й. Грушко, Б.П. Воляник // Українознавство та проблеми інтеграції природничих знань в умовах сучасної школи: наук.–практ. конф., 1993 р.: тези доп. — Тернопіль, 1993. — С. 123—124..
150. Барна М. М. Теоретичні основи гібридизації і селекції лісових деревних порід / М. М. Барна, Н. Д. Шанайда // Лісова селекція, насінництво та інтродукція в Українських Карпатах:. наук.–практ. конф., 1993 р.: тези доп. — Івано–Франківськ, 1993. — С. 19—20.
151. Барна М. М. Філогенетичні в заємозв’язки родини Salicaceae Mirb. з іншими родинами покритонасінних / М. М. Барна // Матеріали звіт. наук. конф. викладачів і студентів природничого ф-ту Терноп. держ. пед. ін-ту за 1992 рік: звітн. наук. конф., 1993 р.: матеріали конф. — Тернопіль, 1993. — С. 7—8.
152. Барна М. М**.** Цитологічні і гістологічні особливості ранніх етапів органогенезу репродуктивних структур видів родини вербових (Salicaceae Mirb.) / М. М. Барна. — Тернопіль, 1993. — 12 с. — Укр. — Деп. в ОНП НПЭЦ «Верас Эко» и ИЗ АН Беларуси 15.07.93 г., № 239.
153. Барна Н. Н. Заложение, дифференциация и типы почек видов семейства ивовых (Salicaceae Mirb.) / Н. Н. Барна — Тернополь, 1993. — 11 с. — Рус. — Деп. в ОНП НПЭЦ «Верас Эко» и ИЗ АН Беларуси 14.08.93 г., № 206.
154. Барна Н. Н. Изучение репродуктивной биологии видов семейства ивовых (Salicaceae Mirb.) / Н. Н. Барна // Терноп. гос. пед. ин-т. — Тернополь, 1993. — 18 с. — Рус. — Деп. в ОНП НПЭЦ «Верас Эко» и ИЗ АН Беларуси 8.12.93 г., № 217.

155. Декоративні рослини Кременецьких гір і прилеглих територій та їх охорона / С. В. Зелінка, М. М. Барна, Н. Д. Шанайда [та ін.] // Матеріали звітн. наук. конф. викладачів і студентів природничого ф-ту Терноп. держ. пед. ін-ту за 1992 рік: звіт. наук.конф., 1993 р.: матеріали конф. — Тернопіль, 1993. — С. 18—21.
156. Деякі рідкісні рослини Тернопільщини, стан їх популяцій та заходи охорони / С. В. Зелінка, М. М. Барна, Н. Д. Шанайда [та ін.] // Матеріали звітн. наук. конф. викладачів і студ. природничого ф–ту Терноп. держ. пед. ін–ту за 1991 рік.: звіт. наук. конф., 1993 р.: матеріали конф. — Тернопіль, 1993. — С. 27—31.

1994

157. Барна М. М. Вступ / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ін–ту. Сер. біол., хім., пед. — 1994. — Вип. 1. — С. 3—5.
158. Барна М. М. Деякі аспекти дослідження репродуктивної біології видів і гібридів Вербових (*Salicaceae* Mirb.) / М. М Барна. // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ін–ту. Сер. біол., хім.., пед. — 1994. — Вип. 1. — С. 7—11.
159. Охорона генофонду флори і рослинності Голицького державного ботаніко–ентомологічного заказника на Тернопільщині / С. В. Зелінка., М. М. Барна., Н. Д. Шанайда [та ін.] // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ін–ту. Сер. біол., хім., пед. — 1994. — Вип. 1. — С. 35—38.

1995

160. Рідкісні рослини Кременецького філіалу державного заповідника «Медобори» та заходи по їх відновленню і збереженню / С. В. Зелінка, М. М. Барна, Н. Д. Шанайда [та ін.] // Проблеми становлення і функціонування новостворених заповідників: наук.–практ. конф., 1995 р.: тези доп. — Гримайлів, 1995. — С. 44—45.

1996

161. Семенюк В. В. Профільна орієнтація учнів у Славутському обласному спеціалізованому ліцеї–інтернаті. Специфіка та проблеми становлення / В. В. Семенюк, М. М. Барна // Елітарна освіта: історія, теорія, методика. — Кіровоград: Укр. гімназ., 1996. — С. 332—334.
162. Семенюк В. В. Система виховної роботи у Славутському обласному спеціалізованому ліцеї-інтернаті. Роль вихователя-куратора у закладах нового типу / В. В. Семенюк, М. М. Фіцула, М. М. Барна // Елітарна освіта: історія, теорія, методика. — Кіровоград: Укр. гімназ., 1996. — С. 208—210.

1997

163. Барна М. М. Аналіз покритонасінних флори Малого Полісся (Україна) за цитоембріологічними ознаками / М. М. Барна, Н. В. Мшанецька // Наук. вісн. Ужгор. ун–ту. Сер. Біол. — 1997. — Вип. 4. — С. 244—246.
164. Барна М. М. Біологія репродуктивної сфери видів родини вербових Salicaceae Mirb./. М. М. Барна // Проблеми ботаніки і мікології на порозі третього тисячоліття: матеріали X з'їзду Укр. ботан. т–ва. — Київ–Полтава, 1997. — С. 113—114.
165. Барна М. М. Вивчення репродуктивної біології видів родини вербових Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун.–ту. Сер. Біол. — 1997. — № 1(4). — С. 3—10.
166. Барна М. М. Деякі аспекти репродуктивної біології видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. зап. Щорічник. — Ч. І. — К.: Книж.–журн. вид–во «Тернопіль», 1997. — Ч. 1. — С. 47—48.
167. Барна М. М. Організація навчального процесу на природничому факультеті Тернопільського педагогічного інституту / М. М. Барна, Л. С. Похила // Проблеми трансформації в гуманітарній, соціально–економічній та науково–освітній сферах: Укр.–польськ. симпоз., 1997 р.: матеріали симпоз. — Тернопіль, 1997. —С. 126—127.
168. Барна М. М. Особливості підготовки науково–педагогічних кадрів на природничому факультеті Тернопільського педагогічного інституту / М. М. Барна // Проблеми трансформації в гуманітарній, соціально–економічній та науково–освітній сферах: Укр.–польськ. симпоз., 1997 р.: тези доп. — Тернопіль, 1997. — С. 124—126.
169. Барна М. М. Особливості формування репродуктивних структур у деяких видів роду *Salix* L. / М. М. Барна, М. І. Адамів // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту. Сер. Біол. — 1997. — № 1(4). — С. 10—13.
170. Барна М. М. Особливості формування чоловічих репродуктивних структур у гібридів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. вісн. Ужгор. ун–ту. Сер.: Біол. — 1997. — Вип. 4. — С. 241—243.

171. Мшанецька Н. В. Охорона рідкісних видів флори Малого Полісся / Н. В. Мшанецька, М. М. Барна // Охорона довкілля: сучасні дослідження в екології і мікробіології: міжнар. регіон. семінар, 1997 р.: матеріали семінару. — Ужгород, 1997. — Ч.1. — С. 80—84.
172. Семенюк В. Організація профільного навчання в умовах ліцею–інтернату / В. Семенюк, М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту. Сер. Пед. і психол. —1997. — № 1 (3). — С. 150—153.
173. Чопик В. І. Каріологічний аналіз флори Малого Полісся (Україна) / В. І. Чопик, Н. В. Мшанецька, М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту. Сер. Біол. — 1997. — № 1(4). — С. 17—19.

1998

174. Барна М. М. Гаметогенез, запліднення та ембріогенез у деяких видів роду *Salix* L. / М. М. Барна // Матеріали наукових читань, присвячених 100–річчю відкриття подвійного запліднення у покритонасінних рослин професором університету Святого Володимира С.Г. Навашиним: наук. чит., 1998 р.: матеріали наук. читань. — К.: Фітосоціоцентр, 1998. — С. 8—12.
175. Барна М. М. Деякі аномалії в будові генеративних органів видів роду *Salix* L. під впливом дії несприятливих факторів навколишнього середовища / М. М. Барна, М. І. Шанайда // Екологічний стрес і адаптація в біологічних системах: І Всеукр. наук. конф., 1998 р.: матеріали конф. — Тернопіль, 1998. — С. 76—77.
176. Барна М. М. Методи перевірки знань учнів з курсу «Біологія». VI клас: методичні рекомендації [для вчителів быол. заг. освіт. ікіл] / [Барна М. М., Іванова О. П., Похила Л. С., Яцук Г. Ф.]. —Тернопіль: Мандрівець, 1998. — 80 с.
177. Барна М. М. Особливості розвитку жіночої репродуктивної сфери у гібридів родини вербових (Salicaceae Mirb.) / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1998. — № 2 (4). — С. 3—6.
178. Барна М. М. Особливості формування чоловічих генеративних структур у видів роду *Salix* L. / М. М. Барна, М. І. Шанайда // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1998. — № 3 (4). — С. 3—7.
179. Барна М. М. Формування квіток та біологія цвітіння видів роду *Salix* L. / М. М. Барна, М. І. Адамів // Наук. вісн. Ужгор. держ. ун–ту. Сер. Біол. — 1998. — Вип. 5. — С. 7—9.
180. Векірчик К. М. Розвиток ботанічної науки на Тернопіллі / К. М. Векірчик, М. М. Барна, І. М. Бутницький, В. О. Шиманськ // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 1998. — № 2 (4). — С. 101—106.
181. Конспект флори Кременецького філіалу державного природного заповідника «Медобори» / С. В. Зелінка, М. М. Барна, Н. В. Мшанецька, С. М. Зелінка // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1998. — № 3 (4). — С. 11—15.
182. Мшанецька Н. В. Рідкісні рослини Кременецьких гір та заходи щодо їх охорони / Н. В. Мшанецька, С. В. Зелінка, М. М. Барна // Наук. вісн. Ужгор. держ. ун–ту. Сер. Біол. — 1998. — Вип. 5. — С. 47—49.
183. Шанайда Н. Д. Онтогенез та вікова структура популяції *Dictamnus albus* L. в умовах Голицького ботаніко–ентомологічного заказника / Н. Д. Шанайда, М. М. Барна, С. В. Зелінка [та ін.] // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1998. — № 2 (4). — С. 26—30.

1999

184. Барна М. М. Вивчення статевого поліморфізму видів роду *Salix* L. у природних місцезростаннях та в культурі / М. М. Барна, М. І. Шанайда // Інтродукція і акліматизація рослин на Волино-Поділлі: всеукр. наук. конф., 1999 р.: матеріали конф. — Тернопіль, 1999. — С. 157—160.
185. Барна М. М. Гетерозис у гібридів тополь / М. М. Барна // Наук. вісн. Львів. держ. лісотех. ун–ту. — 1999. — Вип. 9.12. — С. 144—148.
186. Барна М. М. Деякі теоретичні аспекти гібридизації видів родини *Salicaceae* Mirb. / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1999. — № 2 (5). — С. 3—8.
187. Барна М. М. Дослідження мікроспорогенезу видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. вісн. Чернівец. ун–ту. Сер. Біол. — 1999. — Вип. 39. — С. 23—30.
188. Барна М. М. Новий метод прогнозування гетерозису гібридів родини Вербових / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1999. — № 4 (7). — С. 65—69.
189. Барна М. М. Систематика родини Вербових (Salicaceae Mirb.) / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1999. — № 3 (6). — С. 70—77.

190. Барна М. М. Сучасний стан дослідження репродуктивних структур видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. вісник Волин. держ. ун–ту ім. Лесі Українки. Біол. науки. — 1999. — № 4. — С. 112—115.
191. Барна М. М. Явище однодомності та біологія цвітіння видів роду *Salix* L. / М. М. Барна, М. І. Шанайда // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 1999. — № 1 (4). — С. 3—10.

2000

192. Барна М. М. Букет польових квітів на свіжу могилу Степана Зелінки / М. М. Барна, Н. В. Мшанецька, В. О. Шиманська // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2000. — № 3 (10). — С. 93—97.
193. Барна М. М. Вплив постійного магнітного поля на ембріологічні процеси при внутрішньовидовому та міжвидовому схрещуваннях в роді *Populus* L. / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун.–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2000. — № 2 (9). — С. 3—8.
194. Барна Микола. Гербарій кафедри ботаніки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка / Микола Барна, Степан Зелінка, Надія Шанайда [та ін.]. // Освітні. музеї як осередки націон. відродж. — Тернопіль, 2000. — С. 41—44.
195. Барна М. М. Закладання і типи жіночого археспорія у видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2000. — № 1 (8). — С. 3—9.
196. Барна М. М. Проростання пилку та ріст пилкових трубок у внутрішньовидових і міжвидових схрещуваннях родини Salicaceae Mirb. за умови дії магнітно–активованої води / М. М. Барна. // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2000. — № 4 (11). — С. 3—10.
197. Барна М. М. Розвиток генеративних органів у видів родини Salicaceae Mirb. за умови дії магнітно–активованої води / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2000. — № 3 (10). — С. 3—10.
198. Барна М. М. Розвиток зародкового мішка у видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Вивчення онтогенезу рослин природних та культурних флор у ботанічних закладах і дендропарках Євразії: 12–а міжнар. наук. конф.: 2000 р.: матеріали конф. — Полтава, 2000. — С. 23—25.
199. Барна М. М. Тератологічні зміни репродуктивних структур видів роду верба (*Salix* L.) / М. М. Барна, М. І. Шанайда // Наук. вісн. Львів. держ. лісотех. ун–ту. — 2000. — Вип. 10.2. — С. 67—73.
200. Барна М. М. Філогенія та місце родини *Salicaceae* Mirb. у системі квіткових рослин / М. М. Барна // Наук. вісн. Ужгор. держ. ун–ту. Сер. Біол. — 2000. — № 7. — С. 38—41.
201. Барна М. М. Формування стінки мікроспорангія у видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. вісн. Чернівец. ун–ту. Біол. — Чернівці: Рута, 2000. — Вип. 77. — С. 125—140.
202. Барна М. М. Хіміко–біологічний факультет: минуле, сьогодення, майбутнє / М. М. Барна, Л. С. Похила // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2000. — № 1 (8). — С. 63—71.

2001

203. Барна М. М. Борис Володимирович Заверуха / М. М. Барна, В. О. Шиманська.// Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2001. — № 1 (12). — С. 104—107.
204. Барна М. М. Ембріогенез видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // XI з'їзд Укр. ботан. т–ва: з'їзд УБТ, 2001 р.: матеріали з'їзду. — Харків, 2001. — С. 27—28.
205. Барна М. М. Морфологічні, цитологічні та гістологічні особливості етапів ембріогенезу видів родини *Salicaceae* Mirb. / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2001. — № 1 (12). — С. 8—14.
206. Проекти концепцій розвитку шкільної біологічної освіти / А. В. Степанюк, В. В. Грубінко, М. М. Барна [та ін.] // Біологія і хімія в школі. — 2001. — № 3. — С. 40—43.
207. Барна М. М. Розвиток тапетуму у видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм: міжнар. конф., 2001 р.: матеріали конф. — Тернопіль, 2001. — С. 7—11.

2002

208. Барна М. М. Ботаніка: наука, вузівська дисципліна, навчальний предмет у загальноосвітній школі / М. М. Барна, Л. С. Похила // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира. Гнатюка. Сер. Біол. — 2002. — № 2 (17). — С. 3—10.
209. Барна М. М. Від головного редактора / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира. Гнатюка. Сер. Біол. — 2002. — № 4 (19). — С. 1.

210. Барна М. М. Вплив постійного магнітного поля на нагромадження органічних речовин у репродуктивних структурах деяких видів родини Salicaceae Mirb. /. М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира. Гнатюка. Сер. Біол. — 2002. — № 3 (18). — С. 75—80.
211. Барна М. М. Міжвидова гібридизація та видоутворення в родині Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту. Сер. Біол. — 2002. — № 1.(16). — С. 3—8.
212. Барна М. М. Передмова / М. М. Барна, Л. С. Похила. // Бібліографія наукових і науково–методичних праць викладачів хіміко–біологічного факультету Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка 1962–2002 рр. / [уклад. Барна М. М., Похила Л. С., Грубінко В. В. та ін.]; за ред. М. М. Барни. — Тернопіль: Видавничий відділ ТДПУ, 2002. — С. 3—4.
213. Барна М. М. Формування репродуктивних органів у деяких видів роду *Acer* L. / М. М. Барна, Н. В. Корнукова. // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2002. — № 4 (19). — С. 2—5.

2003

214. Барна М. М. Від головного редактора / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2003. — № 1 (20). — С. 2.
215. Барна М М. Закладання та розвиток насінних зачатків у видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2003. — № 1 (20). — С. 4-—10.
216. Барна М. М. Наукова спадщина В. Г. Бессера і кременецький період його діяльності / М. М. Барна, О. Я. Конончук, О. Б. Конончук // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2003. — № 3–4 (22). — С. 120—125.
217. [Рецензія]. Барна М. М. Основні закони екології: навч. посібники. В. М. Бровдія і О. О. Гаци „Енергетичні основи екології" (К.: НПУ, 2001. – 102 с.), „Системоутворюючі закони екології" (К.: НПУ, 2002. – 173 с.), „Закони екології. Соціально–економічні, геофізичні та геохімічні" (К.: НПУ, 2003. – 179 с.) / М. М. Барна, В. І. Кваша // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира. Гнатюка. Сер. Біол.. — 2003. — № 3–4 (22). — С. 126—127.
218. [Рецензія]. Барна М. М. Давно очікуваний підручник. М. М. За калюжний. Латинська мова: [підруч. для студ. вищих навч. закладів]. — К.: Либідь, 2003. — 368 с. / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира. Гнатюка. Сер. Біол. — 2003. — № 1 (20). — С. 110—111.
219. Похила Любов. Ступенева підготовка фахівців в умовах реформування вищої школи / Любов Похила, Микола Барна // Природничо наукова освіта школярів: Реалії і перспективи: матеріали всеукр. наук.–практ. конф., (Тернопіль,11-13 жовт. 2003 р.). — Тернопіль: Підручники і посібники, 2003. — С. 108—109.
220. Барна М. М. Типи насінних зачатків у видів родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. держ. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2003. — № 2 (21). — С. 3—8.

2004

221. Барна М. М. Закладання та диференціація примордіїв репродуктивних структур видів роду *Acer* L. / М. М Барна, Н. В. Корнукова // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого–біохімічні та екологічні аспекти. ІІ–га міжнар. конф., 2004 р.: тези доп. — Львів: Сполом, 2004. — С. 133.
222. Барна М. М. Морфологічні особливості формування репродуктивних органів у *Fraxinus excelsior* L. / М. М. Барна, І. М. Паньчишин, Н. В. Герц [та ін.] // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2004. — № 3–4 (24). — С. 3—7.
223. [Рецензія]. Грубінко В. В. В. І. Ніколайчук. Екологічний стан Закарпаття. Проблеми і перспективи: монографія. — Ужгород, 2004. — 247 с. / В. В. Грубінко, М. М. Барна, В. Ю. Мандрик [та ін.] // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2004. — № 3–4 (24). — С. 132—134.
224. Екологізація змісту біологічної освіти / Алла Степанюк, Микола Барна, Василь Грубінко [та ін.]. // Екологічна географія: історія, теорія, методи, практика: ІІ–га міжнар. наук. конф., 2004 р.: матеріали конф. — Тернопіль, 2004. — С. 164—166.
225. Застосування інноваційних методів навчання в процесі вивчення екології у сільських школах / Г. Я. Жирська, Л. С. Барна, Н. Й. Міщук, М. М. Барна, А. В. Степанюк // Екол. освіта та просвіта в сільс. школі: міжнар. наук.-практ. конф., (Чернівці, 17–18 вер. 2004 р.): матеріали конф. — Чернівці: Рута, 2004. — С. 114—116.

226. Формування екологічної етики як вимога сьогодення / А. В. Степанюк, Н. Й. Міщук, М. М. Барна, Л. С. Барна, Г. Я. Жирська // Екол. освіта та просвіта в сільс. школі: міжнар. наук.-практ. конф., (Чернівці, 17–18 вер. 2004 р.): матеріали конф. — Чернівці: Рута, 2004. — С. 120—121.

2005

227. Барна М. М. Біологія для спеціальностей: «Біологія та хімія», «Біологія (додатково англійська мова), «Біологія (додатково основи екології», «Хімія та біологія», «Географія та біологія» / М. М. Барна, Л. С. Барна, Г. Я. Жирська [та ін.] // Довідник для вступників до Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. — Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2005. — С. 61—68.
228. Барна М. М. Особливості вивчення навчальної дисципліни «Ботаніка» (анатомія і морфологія) за вимогами КМСОНП / М. М. Барна, Н. В. Герц // Основні засади розвитку вищої освіти України в контексті Болонського процесу : досвід впровадження КМСОНП у Терноп. нац. пед. ун–ті ім. Володимира Гнатюка. — Ч. 3 /; за ред. В. В. Грубінка. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2005. — С. 91.
229. Чопик В. І. Конференція Академії наук вищої школи України / В. І. Чопик, М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2005. — № 1–2 (25). — С. 159—161.

2006

230. Барна М. М. Баворівська середня загальноосвітня школа І–ІІІ ст.: 50 літ тому і сьогодні / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 2006. — № 1 (28). — С. 128—131.
231. Барна М. М. Великий фітобіолог сучасності (до 80 – річчя від дня народження академіка К. М. Ситника) / М. М. Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2006. — № 2 (2 9). — С. 144—157.
232. Барна М. М. Особливості організації навчального процесу з ботаніки в контексті Болонського процесу / М. М. Барна, Л. С. Барна // Матеріали ХІІ з‘їзду Укр. ботан. т–ва; за ред. К. М. Ситника. — Одеса, 2006. — С. 527.
233. Барна М. М. Особливості підготовки вчителів біології в контексті Болонського процесу / М. М. Барна, Л. С. Барна // Розвиток біологічної освіти в Україні: всеукр. наук.–метод. конф., 2006 р.: матеріали конф. — Мелітополь, 2006. — С. 3—4.
234. Барна Л. С. Підготовка вчителів біології: компетентнісний підхід / Л. С. Барна, М. М. Барна, А. В. Степанюк // Професійні компетенції та компетентності вчителя : регіон. наук.-практ. семінар, 2006 р.: матеріали семінару. — Тернопіль: Вид–во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2006. — С. 145—146.
235. Барна М. М. [Рецензент]. Мандрик В. Ю. , Колесник О. Б. Основи альгології: навч. посіб. — К.: Фітосоціоцентр, 2006. — 350 с.
236. Барна М. М. Розвиток насінних зачатків у деяких видів роду *Acer* L. / М. М. Барна, Н. В. Герц // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2006. — № 1 (28). — С. 3—7.
237. Барна М. М. Розвиток чоловічої генеративної сфери в міжвидових гібридів у родах *Populus* L. і *Salix* L. родини Salicaceae Mirb. / М. М. Барна // Матеріали ХІІ з‘їзду Укр. ботан. т–ва; за ред. К. М. Ситника. — Одеса, 2006. — С. 399.
238. Чопик В. І. Конференція Академії наук вищої школи України / В. І. Чопик, М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2006. — № 3–4 (30). — С. 132—134.

2007

239. Барна М. М. В. Г. Бессер – вчений, ботанік, педагог і директор Кременецького ботанічного саду / М. М. Барна // Реклама і дизайн – європейський вибір (освіта, наука, практика): п’ята міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 10-річчю Інституту реклами, 2007 р.: тези доп. — К., 2007. — С. 15—18.
240. Барна М. М. Віддалена гібридизація лісових деревних порід / М. М. Барна // Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення та збереження. Історія та сучасні проблеми: міжнар. наук. конф., присвяч. 200–річчю заснування Кременецького ботан. саду, 18–23 черв. 2007 р.: матеріали конф. — Кременець–Тернопіль: Вид–во Підручники і посібники, 2007. — С. 112—115.
241. Барна М. М. Гібридизація та видоутворення в родах *Populus* L. і *Salix* L. (Salicaceae Mirb.) / М. М. Барна // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого–біохімічні та екологічні аспекти: ІІІ міжнар. конф., присвяч. 100–річчю заснув. каф–ри фізіол. та екол. росл. Львів. нац. ун–ту ім. І. Франка,: 4–6 жовт. 2007 р.: тези доп. — Львів, 2007. — С. 25.
242. Барна М. М. Дендропарк імені Тараса Шевченка міста Городка Львівської області та його рекреаційне значення / М. М Барна, О. І. Колишак // Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення,

збагачення та збереження. Історія та сучасні проблеми: міжнар. наук. конф., присвяч. 200 – річчю заснування Кременец. ботан. саду, 18–23 черв. 2007 р.: матеріали конф. — Кременець–Тернопіль: Вид–во «Підручники і посібники», 2007. — С. 24—26.

243. Барна М. М. Науковий фаховий журнал: становлення та значення для розвитку біологічної науки / М. М. Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2007. — № 1 (31). — С. 3—15.
244. Чопик В. І. Невідомі сторінки з наукової спадщини та життя Віллібальда Бессера / В. І. Чопик, М. М. Барна, Л. С. Барна [та ін.] // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2007. — № 2 (32). — С. 154—161.
245. Барна М. М. Голицький біостаціонар — наукова та навчальна база Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка / М. М. Барна, Л. С. Барна // Охорона та раціональне використання природних ресурсів Українських Карпат : регіон. наук.-практ. конф. 24-25 трав. 2008 р.: тези доп. — Ужгород, 2008. — С. 13—14.
246. Барна М. М. Голицький біостаціонар Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: історія, наукова та навчальна діяльність / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2008. — № 2 (36). — С. 3—10.
247. Барна М. М. Історія, наукова та навчальна діяльність Голицького біостаціонару / М. М. Барна, Л. С. Барна // Дослідження філори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф. 6–7 трав. 2008 р.: матеріали конф. — Тернопіль: вид–во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 3—5.
248. Барна М. М. Міжнародна наукова конференція, присвячена 200–річчю заснування Кременецького ботанічного саду / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 2008. — № 1 (35). — С. 131—133.
249. Барна Микола. Рецензія / Михайло Голубець, Богдан Смоляк. Дерево життя / Микола Барна. — Львів: Камула, 2008 с.: іл. // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 2008. — № 4 (38). — С. 142—147.

2008

250. Барна М. М. Голицький біостаціонар — наукова та навчальна база Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка / М. М. Барна, Л. С. Барна // Охорона та раціональне використання природних ресурсів Українських Карпат : регіон. наук.-практ. конф. 24-25 трав. 2008 р.: тези доп. — Ужгород, 2008. — С. 13—14.
251. Барна М. М. Голицький біостаціонар Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: історія, наукова та навчальна діяльність / М. М. Барна // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2008. — № 2 (36). — С. 3—10.
252. Барна М. М. Історія, наукова та навчальна діяльність Голицького біостаціонару / М. М. Барна, Л. С. Барна // Дослідження філори і фауни Західного Поділля: регіон. наук.-практ. конф. 6–7 трав. 2008 р.: матеріали конф. — Тернопіль: вид–во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — С. 3—5.
253. Барна М. М. Міжнародна наукова конференція, присвячена 200–річчю заснування Кременецького ботанічного саду / М. М. Барна // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 2008. — № 1 (35). — С. 131—133.
254. Барна М. М. Мій життєпис // Микола Барна. Curriculum vitae / Уклад.: Л. С. Барна, Н. В. Герц. Автор передмови академік НАН України К. М. Ситник. — Тернопіль: Вид–во «Підручники і посібники», 2008. — Розд. 2. — С. 11—83.
255. Барна Микола. Рецензія / Михайло Голубець, Богдан Смоляк. Дерево життя / Микола Барна. — Львів: Камула, 2008 с.: іл. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 2008. — № 4 (38). — С. 142—147.

2009

256. Барна М. М. Ботанічна наука Кременеччини першої половини XIX століття / М. М .Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2009. — № 1-2 (39). — С. 11—25.
257. Барна М. М. Ботанічна наука Тернопілля 40-70-х років XX століття / М. М. Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2009. — № 4 (41). — С. 3—15.
258. Барна М. М. Вміст запасних речовин у репродуктивних структурах видів родини *Salicaceae* Mirb. за дії «магнітно-активованої» води / М. М. Барна // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: у 2 т. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. — К. Логос, 2009. — Т. 2. — С. 386—390.

259. Барна М. М. Кременець і ботанічна наука Університету святого Володимира / М. М. Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2009. — № 3 (40). — С. 3—15.
260. Барна Микола. [Рецензія]. «Пам’ять сильніша від смерті». Ks. Roman Dubec, Adam Janczy. Inwentaryzacia lemkowskich cmentarzy w nieistniejących wsjach na terenie gmin Sękowa i Uście Gorlickie. — Gorlice: Diecezjalny Ośrudek Kultury Prawoslawnej «Elpis» w Gorlicach, 2007. — 322 S. От. Роман Дубець, Адам Янчи. Інвентаризація лемківських цвинтарів на території гмін Сенькова і Устя Горлицьке. — Горлиці: Єпархіальний осередок православної культури «Елпіс» в Горлицях, 2007. — 322 с. / Микола Барна // «Просвіта» в національно-культурному житті українського народу (до 140-річчя з часу заснування): матеріали міжнар. наук. конф. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2009. — С. 270—274.
261. Барна Микола. [Рецензент]. Парпан В. І. Морфологія рослин: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Парпан, Н. В. Кокар. — Івано-Франківськ: Вид-во Прикарпат. нац. ун-ту ім. Василя Стефаника, 2009. — 332 с.: іл.
262. Барна Микола. Радоцина в моєму серці / Микола Барна // Лемківський календар на 2010 рік / Альманах. — Львів: Сполом. — 2009. — С. 43—45.
263. Барна Микола. Радоцина кличе / Микола Барна // Лемківський календар на 2010 рік / Альманах. — Львів: Сполом. — 2009. — С. 45—47.
264. Барна М. М. Роль курсу ботаніки у формуванні екологічної культури майбутніх вчителів біології / М. М. Барна, Л. С. Барна // Освіта для стійкого розвитку: формування готовності педагогічних кадрів: міжнар. наук. практ. конф., 23-24 квіт. 2009 р., Тернопіль: зб: наук. праць. — Тернопіль, 2009. — С. 84—86.
265. Барна М. М. Філогенетичні зв’язки родини Salicaceae Mirb. з родинами і порядками групи Amentiferae / М. М. Барна // Синтетическая теория эволюции: состояние, проблемы, перспективы: междунар. науч. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения Ч. Дарвина и 150-летию выхода книги «Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» (Украина, Луганск, 15-19 июня 2009 г.): материалы конф. // Ред. И. Д. Соколов. — Луганск: Элтон-2, 2009. — С. 55—56.
266. Курант В. З. Хіміко-біологічний факультет: становлення та перспективи розвитку / В. З. Курант, М. М. Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2009. — № 1-2 (39). — С. 198—210.
267. Стойко С. М. Володимир Іванович Чопик — видатний ботанік, флорист, систематик, еколог, фітосозолог (до 80-річчя від дня народження) / С. М. Стойко, М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2009. — № 1-2 (39). — С. 223—227.
268. Стойко С. М. Володимир Іванович Чопик (до 80-річчя вченого) / С. М. Стойко, М. М. Барна // Укр. ботан. журн. — 2009. — Т. 66, № 4. — С. 596—600.

2010

269. Барна М. М. Розвиток ботанічнаї науки в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка / М. М Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 2010. — № 1 (42). — С. 3—25.
270. Барна М. М. Відомий український геосозолог (до 90-річчя від дня народження професора С. М. Стойка)/ М. М Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 2010. — № 1 (42). — С. 143—171.
271. Барна М. М. До вчителів, які залишили глибокий слід в моїй пам’яті, я відношу Климентія Климентійовича Слюсара / М. М. Барна // Євген Дорош, Володимир Слюзар. Родина Качалів в історії Галичини. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2010— С. 84—86.
272. Барна М. М. Кафедра ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: минуле та сьогодення / М. М Барна, Л. С. Барна, Н. В Герц // Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка (1940-2010): регіон. наук.-практ. конф. 20-21 трав. 2010 р.: матеріали конф. — Тернопіль: Вид–во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — С. 9—11.
273. Барна М. М. Червоні книги України. Рослинний світ (1980, 1996, 2009): таксономічні, географічні та нозологічні аспекти / [М. М. Барна, Р. Л. Яворівський, Н. В. Герц та ін.] // Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка (1940-2010): регіон. наук.-практ. конф. 20-21 трав. 2010 р.: матеріали конф. — Тернопіль: Вид–во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — С. 12—15.
274. Барна М. М. Внутрішньовидові схрещування в роді *Populus* L. за дії магнітно-активованої води / М. М. Барна // Інтродукт. росл., збереж. та збагач. біорізноманіття в ботан. садах і дендропарках:

матеріали міжнар. наук. конф., присвяч. 75-річчю заснуван. Нац. ботан. саду ім. М.М. Гришка НАН Ураїни (Київ, 15-17 верес. 2010 р). — Київ, 2010. —С. 365—366.

275. Герц Н. В. Особливості репродуктивної біології видів роду *Acer* L. за зміни статі / Н. В. Герц, М. М Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол.— 2010. — № 4 (45). — С. 19—26.
276. Курант В. З. Хіміко-біологічний факультет Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: історія та перспективи розвитку / В. З. Курант, М. М Барна, Л. С. Барна // Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка (1940-2010): регіон. наук.-практ. конф., (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 20–21 трав. 2010 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид–во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — С. 3—8.
277. Чопик Володимир Іванович — видатний український ботанік, еколог фітогеограф, фітосозолог, доктор біологічних наук, професор, академік Академії наук вищої школи України / С. С. Руденко, В. І. Стефваник, С. М. Стойко, М. М, Барна // Галаган О. К. Володимир Іванович Чопик (з нагоди 80-річчя). — Кременець, 2010. — 40 с.
278. Яворівський Р. Л. Еколого-ценотична структура флори Голицького ботанічного заказника / Р. Л Яворівський, М. М. Барна, Н. Й. Созанська // Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка (1940-2010): регіон. наук.-практ. конф., (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 20–21 трав. 2010 р.): матеріали конф. — Тернопіль: Вид–во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — С. 29—31.

2011

279. Барна М. М. Alma mater — Національний лісотехнічний університет України: 55 літ тому та сьогодні / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 3 (48). — С. 126—143.
280. Барна М. М. Морфогенез жіночих репродуктивних органів протерандричних і протерогінічних особин *Juglans regia* L. в умовах Західного Поділля (Тернопільська область) // М. М. Барна, О. Б. Мацюк // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 4 (49). — С. 3—12.
281. Барна М. М. Науковий гербарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюкка / М. М. Барна, Н. В. Москалюк // Гербарії України. Index Herbariorum Ucrainicum / Редактор-укладач к.б.н. Н. М. Шиян. — Київ, 2011. — С. 266—269.
282. Барна М. М. Олександр Федотович Явоненко — вчений–біолог, педагог та організатор вищої педагогічної освіти / М. М. Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 2 (47). — С. 271—278.
283. Барна М. М. Органогенез жіночих репродуктивних структур *Juglans regia* L. / М. М. Барна, О. Б .Мацюк // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 4 (49). — С. ?—?.
284. Барна М. М. Репродуктивна біологія полікарпічних деревних рослин / М. М. Барна // XIII-й з'їзд Укр. ботан. т-ва: матеріали з'їзду, (Львів, 19—23 вер. 2011 р.). — Львів, 2011. — С. 29.
285. Барна М. М. Розвиток ботанічної науки Тернопільщини (1805-2010 рр.) / М. М. Барна, Л. С. Барна // XIII-й з'їзд Укр. ботан. т-ва: матеріали з'їзду, (Львів, 19—23 вер. 2011 р.). — Львів, 2011. — С. 474.
286. Барна М. М. XIII з'їзд Українського ботанічного товариства / М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 3 (48). — С. 151—157.
287. Григорюк І. П. Володимир Пилипович Патика — визначний вчений-мікробіолог, педагог / І. П. Григорюк, М. М. Барна, С. В. Пида // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 3 (48). — С. 164—166.
288. Іван Панасович Григорюк — подвижник біологічної науки / С. П. Машковська, М. М. Барна, С. В. Пида, О. Б. Конончук // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 4 (49). — С. 126—129.
289. Мацюк О. Б. Морфогенез чоловічих репродуктивних органів протерандричних і протерогінічних особин *Juglans regia* L. в умовах Західного Поділля (Тернопільська область) / О. Б .Мацюк, М. М. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 1 (46). — С. 19—24.

2012

290. Барна М. М. Органогенез репродуктивних структур видів родин *Salicaceae* Mirb., *Aceraceae* Lindl., *Juglandaceae* Rich ex Kunth. / М. М. Барна // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: III міжнар. наук.-практ. конф., (м. Запоріжжя, 11–13 трав. 2012 р.): матеріали конф. — Запоріжжя, 2012. — С. ??

291. Барна М. М. Розвиток освіти та науки на територіальних землях Тернопільщини другої половини XVIII–початку XX ст. / М. М. Барна, Л. С. Барна // ????
292. Барна М. М. Гербарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: становлення, сьогодення та перспективи / М. М. Барна, Н. В. Москалюк // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2012. — № 3 (52). — С. 3—15.?
293. Барна М. М. Відомий український фізіолог рослин і біохімік (до 80-річчя від дня народження професора С. С. Костишина) // М. М. Барна, І. М. Бутницький, Р. Л. Мацьопа // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2012. — № 1 (50). — С. 127—132.
294. Барна М. М. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія. Біологія — науковий фаховий збірник /до 15–річчя заснування та видання) / М. М. Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2012. — № 4 (53). — С. 105—112
295. Виконання курсових, дипломних та магістерських робіт студентами напрямів підготовки 6(7)(8).040101Хімія*, 6(7)*(8).040102 Біологія*: навч.-метод посіб. / [Грубінко В.В., Пида С.В., Степанюк А.В., Барна М.М., Кваша В.І., Грищук Б.Д., Москалюк Н.В.]; за ред. А. В. Степанюк. — Тернопіль: Вектор, 2012. — 76 с.
296. Барна М. М [Рецензент]. Парпан Василь Іванович, Шумська Надія Василівна. Польові ботанічні дослідження у науково-дослідній роботі студентів: навч посіб.. — Івано-Франківськ: Вид-во Прикарпат. нац. ун-ту ім. Василя Стефаника, 2012. — 164 с.
297. Барна М. М. Володимир Геннадійович Хржановський — відомий український ботанік, флорист, систематик і морфолог (до 100-річчя від дня народження професора В. Г. Хржановського) / М. М. Барна, Л.С. Барна, В. І. Чопик // Наук. запис Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2012. — № 4 (553). — С. 139—142.
298. Barna M. M. . Peculiarities of biology of flowering of protandrous and protogenic *Juglans regia* L. individuals in connection with dichogamy / M. M. Barna, O. B. Matsuk // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2012. — № 3 (52). — С. 5—12.

2013

299. Барна М. М. Передмова / М. М. Барна, Л. С. Барна // Бібліографія наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету 2003–2012 рр. / [уклад. Барна М. М., Барна Л. С., Грищук Б. Д., Грубінко В. В., Кваша В. І., Курант В. З., Степанюк А. В.]; за ред. М. М. Барни. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф", 2013. — С. 5—6.
300. Барна М. М. Екологічна Конституція Землі та її значення для збереження довкілля / М. М. Барна, Л. С. Барна // Вчення В. І. Вернадського про біосферу у нову ероху: назустріч глобальним змінам: наук. метод. семінар, присв. 150-річчю від дня народж. академіка В. І. Вернадського, (Тернопіль, 13б. 2013 р.): матеріали семінару. — Тернопіль, 2013. — С. 35—36.
301. Барна М.М. Голицький біостаціонар університету (до 15 – річчя створення) / М.М. Барна, Л.С. Барна // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24-25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 3—6.
302. Барна М.М. Червона книга України. Рослинний світ (2009) та охорона рідкісних рослин Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення / М.М. Барна, Л.С. Барна, Р.Л. Яворівський, Н.В. Герц, О.Б. Мацюк // Дослідження флори і фауни Західного Поділля: 2-га регіон. наук.-практ. конф., (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24-25 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2013. — С. 72—76.
303. Барна М.М. Особливості органогенезу репродуктивних структур деревних полікарпічних видів / М.М. Барна, Л.С. Барна // Подільські читання (географія, біологія, екологія, охорона природи): ІІ міжнар. наук.-практ. конф., (Тернопіль, 23-24 трав. 2013 р.): матеріали конф. — Тернопіль: СМП «Тайп», 2013. — С. 132—134.
304. Барна М.М. Видатні вчені ботаніки: навч. посіб. / М.М. Барна, Л.С. Барна. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2013. — 192 с.

Науково-популярні видання

Статті в газетах

1. Барна М. М. «Ботаніка на службі людству» // «Вільне життя». Неділя, 17 серпня 1975 року, № 164 (8522). — С. 3.

2. Барна М. М. Запрошуємо в інститут //«Вільне життя». П’ятниця, 7 червня 1996 року, №№ 66-67 (13357-13358). — С. 2.
3. Барна М. М. Запрошуємо до магістратури Твій фах — твоє майбутнє // «Вільне життя». П’ятнниця, 10 липня 1998 року, № 83 (13689). — С. 3.
4. Барна М. М. Запрошуємо на нову спеціальність. *Адреса:* хіміко–біологічний факультет Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка //«Вільне життя», вівторок, 22 травня 2001 року, № 51 (14081). — С. 2.
5. Барна М. М. Запрошуємо на факультет //«Вільне життя». Вівторок, 16 березня 1999 року, № 28 (13784). — С. 2.
6. Барна М. М. За радість спілкування // «Вільне життя». Середа, 13 серпня 1980 року, № 157 (9789). — С.4.
7. Барна М. М. З’їзд фізіологів рослин //«Вільне життя», субота, 25 травня 2002 року, № 52 (14216). — С. 2.
8. Барна М. М. Кременецькому ботанічному саду — 200 років // «Вільне життя», субота, 7 липня 2007 року, № 54 (14854). — С. 8.
9. Барна М. М. Міжнародна наукова конференція //«Вільне життя», субота, 13 жовтня 2001 року, № 102 (14132). — С. 3.
10. Барна М. М. Наука про Землю // «Вільне життя». Вівторок, 7 липня 1981 року, № 130 (10012). — С. 4.
11. Барна М. М. Наша гордість. Сьогодення хіміко-біологічного факультету педагогічного університету // «Вільне життя». Субота. 7 лютого 1998 року, № 17 (13623). — С. 3.
12. Барна М. М. Пишаємося ними //«Вільне життя», четвер, 13 травня 1999 року, № 49 (13805). — С. 3.
13. Барна М. М. Радились науковці і практики //«Вільне життя», субота, 4 жовтня 2003 року, № 100 (14394). — С. 2.
14. Барна М. М. Хіміко–біологічний факультет // «Студентський вісник», № 5 (232) 2006. Спецвипуск. Видається з 1958 року. — С. 3.
15. Барна М. М. Хіміко–біологічний факультет: Минуле, сьогодення, перспективи //«Вільне життя», вівторок, 11 березня 2000 року, № 27 (13920). — С. 2—3.

Л. С. Барна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка,
Н. В. Герц – кандидат біологічних наук, асистент кафедри ботаніки ТНПУ

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Збірник "Наукові записки … Серія: Біологія", що видається в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка, затверджений постановою президії ВАК України від 10.03.10, протокол № 1-05/2.

У збірнику статті публікуються за такими розділами:

Ботаніка
Біотехнологія
Гідробіологія
Екологія
Біохімія
Огляди
Історія науки. Персоналії
Втрати освіти і науки
Теоретичні питання
Загальні проблеми
Повідомлення, рецензії, хроніка

Статті в збірнику друкуються українською, російською або англійською мовами. До статті додається авторська довідка, в якій вказується:

1) прізвище, ім'я, по-батькові автора (авторів);

2) науковий ступінь авторів, вчене звання, посада;

3) адреси і телефони (домашні і службові);

4) якщо авторів кілька, вказати, з ким із них вести листування.

До статті додається рекомендація установи (кафедри) про можливість опублікування наукових результатів дослідження, висновок експертної комісії про можливість опублікування статті, а також рецензія від доктора наук у цій галузі. Статті аспірантів та пошукувачів повинні супроводжуватися відгуком наукового керівників. Редакційна колегія збірника просить авторів дотримуватись єдиних правил при оформленні та поданні матеріалів до друку:

1. Матеріали подаються на диску CD або надсилаються електронною поштою на адресу: **ksjynja_13@ukr.net**. Текст подається у вигляді файлу (MS Word). Малюнки подаються додатково у вигляді окремих файлів форматів TIFF, BMP або PCX. Графіки і діаграми подаються додатково у вигляді окремих файлів: MS WordGraf, CorelDRAW! або Adobe Illustrator.

2. До редакції подаються 2 примірники статті, надрукованої через 1.5 інтервали шрифтом Times New Roman (кегль – 14 пт.) на одному боці паперу формату А4. Друк повинен бути чітким. Поля: зверху – 2.5 см. знизу – 2.5 см, зліва – 2.5 см, справа – 2.5 см.

3. Об'єм статті не повинен бути меншим, ніж 5, і не більшим, ніж 12 сторінок машинопису.

4. Статті, оформлені не за правилами, редакцією не приймаються.

ЗАГАЛЬНИЙ ПОРЯДОК РОЗМІЩЕННЯ МАТЕРІАЛУ

УДК

ІНІЦІАЛИ, ПРІЗВИЩЕ АВТОРА (АВТОРІВ)

Назва установи
Адреса установи

НАЗВА СТАТТІ

Резюме українською

Ключові слова (не більше 10-ти)

Власне текст

Список літератури

Резюме російською та англійською мовами (Резюме включають прізвище автора (авторів), назву установи, назву статті, текст резюме та ключові слова)

Для статей експериментального характеру передбачаються такі розділи:
Вступ. Матеріал і методи досліджень. Результати досліджень та їх обговорення. Висновки.

ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТУ

Всі особливі знаки, а також літери грецького та інших алфавітів, необхідно чітко віддрукувати відповідним знаком на комп'ютері.

Малюнки і текстові таблиці слід нумерувати арабськими цифрами. В порядку першої згадки писати скорочено: рис. 1, табл. 1 і т.д. Якщо малюнок один чи таблиця одна, то у тексті пишеться (таблиця), (рисунок).

Латинські назви таксономічних одиниць наводяться за найновішими джерелами (це не стосується розуміння меж таксонів). Повні латинські назви видів та прізвища авторів треба називати лише один раз при першій згадці, далі за текстом подається скорочений варіант, наприклад:

Типовим видом для цього угруповання є *Fragaria vesca* L. *F. vesca* може траплятись... і т.д.

ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО СПИСКУ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ ВАК УКРАЇНИ (Бюлетень ВАК України. - 2008. - № 3. - С. 9-13.)

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книги: Один автор	1. Василій Великий. Гомілії / Василій Великий ; [пер. з давньогрец. Л. Звонська]. — Львів : Свічадо, 2006. — 307 с. — (Джерела християнського Сходу. Золотий вік патристики IV—V ст.; № 14). 2. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Коренівський Д. Г. — К.: Ін-т математики, 2006. — 111 с. — (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАН України ; т. 59). 3. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталія Дмитрівна Матюх. — К.: Асамблея діл. кіл : Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. — 311 с. — (Ювеліри України: т. 1). 4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. — Львів : Кальварія, 2005. — 196, [1] с. — (Першотвір).

Два автори	1. Матяш І. Б. Діяльність Надзвичайної дипломатичної місії УНР в Угорщині : історія, спогади, арх. док. / І. Матяш, Ю. Мушка. — К. : Києво-Могилян. акад., 2005. — 397, [1] с. — (Бібліотека наукового щорічника "Україна дипломатична": вип. 1). 2. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З. В. Ромовська, Ю. В. Черняк. — К. : Прецедент, 2006. — 93 с. — (Юридична бібліотека. Бібліотека адвоката) (Матеріали до складання кваліфікаційних іспитів для отримання Свідоцтва про право на заняття адвокатською діяльністю ; вип. 11). 3. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. — Львів: Растр-7, 2007. — 375 с.
Три автори	1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование: как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. : пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. —Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. — XLIII, 265 с.
Чотири автори	1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. — К.: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2006. — 106 с. — (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи). 2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. — К. : Вища освіта, 2006. — 478, [1] с. — (ПТО: Професійно-технічна освіта).
П'ять і більше авторів	1. Психология менеджмента / [Власов П. К., Липницкий А. В., Лущихина И. М и др.]; под ред. Г. С. Никифорова. — [3-е изд.]. — Х. : Гуманитар. центр. 2007.— 510 с. 2. Формування здорового способу життя молоді : навч.-метод. посіб. для працівників соц. служб для сім'ї, дітей та молоді / [Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська та ін.]. — К. : Укр. ін-т соц. дослідж., 2005. — 115 с.— (Серія "Формування здорового способу життя молоді": у 14 кн., кн. 13).
Без автора	1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. — К. : Грані-Т, 2007. — 1 1 9 с . — (Грані світу). 2. Воскресіння мертвих : українська барокова драма : антологія / [упорядкув., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. — К.: Грамота, 2007. — 638, [1] с. 3. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця XIX — початку XX століття : [антологія / упоряд.: Л. Таран, О. Лагутенко]. — К.: Грані-Т, 2007. — 190, [1] с. 4. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук. ред. Каліущенко В. та ін.]. — Чернівці : Рута, 2007. — 310 с.

Багатотомний документ	1. Історія Національної академії наук України, 1941—1945 / [упоряд. Л. М. Яременко та ін.], — К. : Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, 2007. — (Джерела з історії науки в Україні). Ч. 2: Додатки — 2007. — 573, [1] с. 2. Межгосударственные стандарты : каталог в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Рубцова Е. Ю.: ред. Иванов В. Л.]. —Львов : НТЦ"Леонорм-Стандарт", 2005— (Серия "Нормативная база предприятия"). Т. 1.—2005.—277 с. 3. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни…: (Дочь врага народа): трилогия / А. Дарова. — Одесса : Астропринт, 2006.— (Сочинения : в 8 кн. /А. Дарова; кн. 4). 4. Кучерявенко Н. П. Курс налогового права : Особенная часть : в 6 т. / Н. П. Кучерявенко.— Х.: Право, 2002.— Т. 4: Косвенные налоги. — 2007. — 534 с. 5. Реабілітовані історією. Житомирська область: [у 7 т.]. — Житомир: Полісся, 2006—. — (Науково-документальна серія книг "Реабілітовані історією": у 27 т. / голов. редкол.: Тронько П. Т. (голова) [та ін.]). Кн. 1 / [обл. редкол.: Синявська І. М. (голова) та ін.]. —2006. — 721, [2] с. 6. Бондаренко В. Г. Теорія ймовірностей і математична статистика. Ч.1 /В. Г. Бондаренко, І. Ю. Канівська, С. М. Парамонова. — К. : НТУУ "КПІ", 2006. — 125 с.
Матеріали конференцій, з'їздів	1. Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу: матеріали Всеукр. конф. молодих учених-аграрників ["Молодь України і аграрна реформа"], (Харків, 11—13 жовт. 2000 р.) / М-во аграр. політики, Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. — Х. : Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. — 167 с. 2. Кібернетика в сучасних економічних процесах: зб. текстів виступів на республік. міжвуз. наук.-практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. — К. : ІСОА, 2002. — 147 с. 3. Матеріали IX з'їзду Асоціації українських банків. 30 червня 2000 р. інформ. бюл. — К. : Асоц. укр. банків, 2000. — 117 с. — (Спецвип.: 10 років АУБ). 4. Оцінка й обгрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій: праці конф., 6—9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. ред. В. Т. Трощенко. — К. :НАН України. Ін-т пробл. міцності, 2000. — С. 559—956, XIII. [2] с. — (Ресурс 2000). 5. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. —Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. — 215 с. 6. Ризикологія в економіці та підприємництві : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ податк. адмін. України [та ін.]. — К. : КНЕУ : Акад. ДПС України, 2001. — 452 с.
Препринти	1. Шиляев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиляев Б. А., Воеводин В. Н. — Х. ННЦ ХФТИ, 2006. — 19 с. — (Препринт / НАН Украины. Нац. науч. центр "Харьк. физ.-техн. ин-т" ; ХФТИ 2006-4). 2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д.. Сплошной Б. М. — Чорнобиль: Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. — 7. [1] с. — (Препринт / НАН України. Ін-т пробл. безпеки АЕС: 06-1).

Депоновані наукові праці	1. Социологическое исследование малых групп населения / В. И. Иванов [и др]; М-во образования Рос. Федерации. Финансовая академия.- М., 2002. — 110 с. — Деп. в ВИНИТИ 13.06.02. № 145432. 2. Разумовский В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев. – М., 2002. — 210 с. — Деп. в ИНИОН Рос. Акад.. наук 15.02.02, № 139876.
Словники	1. Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. А.]. — Х. : Халімон, 2006. — 175, [1]с. 2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії : словник-довідник основ, термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко. — К. : Європ. ун-т, 2007. — 57 с. 3. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. — К. : Карпенко, 2007. — 219 с. 4. Європейський Союз : словник-довідник / [ред.-упоряд. М. Марченко]. — 2-ге вид., оновл. — К. : К.І.С., 2006. — 138 с.
Атласи	1. Україна : екол.-геогр. атлас : присвяч. всесвіт. дню науки в ім'я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук, редкол.: С. С. Куруленко та ін.] ; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін]. — / [наук, редкол.: С. С. Куруленко та ін.].— К. : Варта, 2006. — 217. [1] с. 2. Анатомія пам'яті: атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті : посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. — 2-ге вид., розшир. та доповн. — Дніпропетровськ : Пороги, 2005. — 218 с. 3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. — Х.: Ранок, 2005. — 96 с.
Законодавчі та нормативні документи	1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во, 2006. — 207 с. — (Бібліотека офіційних видань). 2. Медична статистика статистика : зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько. — К. : МНІАЦ мед. статистики : Медінформ, 2006. — 459 с.— (Нормативні директивні правові документи). 3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. — Офіц. вид. — К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. — VI, 74 с. — (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).
Стандарти	1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Покажчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000:2004. — [Чинний від 2006-01-01]. —К. : Держспоживстандарт України, 2006. — IV, 231 с. — (Національний стандарт України). 2. Якість води. Словник термінів : ДСТУ ISO 6107-1:2004 — ДСТУ ISO 6107- 9:2004. — [Чинний від 2005-04-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 181 с. — (Національні стандарти України). 3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2- 020:2005. — [Чинний від 2007-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — IV, 18 с. — (Національний стандарт України).

Каталоги	1. Межгосударственные стандарты : каталог : в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Павлюкова В. А. ; ред. Иванов В. Л.]. — Львов : НТЦ "Леонорм-стандарт", 2006— . — (Серия "Нормативная база предприятия"). Т. 5. — 2007 — 264 с. Т. 6.— 2007. — 277 с. 2. Памятки історії та мистецтва Львівської області : каталог-довідник / [авт.- упоряд. М. Зобків та ін.]. — Львів : Новий час, 2003. — 160 с. 3. Університетська книга : осінь, 2003 : [каталог]. — [Суми : Унів. кн., 2003]. —11 с. 4. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П. — Донецк: Лебедь, 2005. — 228 с.
Бібліографічні покажчики	1. Куц О. С. Бібліографічний покажчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році / О. Куц, О. Вацеба. — Львів : Укр. технології, 2007.—74 с. 2. Систематизований покажчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997—2005 роки /[уклад. Кирись Б. О., Потлань О. С]. — Львів : Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2006. — 11с. — (Серія: Бібліографічні довідники ; вип. 2).
Дисертації	1. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси: дис. ... доктора фіз.- мат, наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. — К., 2005. — 276 с.
Автореферати дисертацій	1. Новосад І. Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 “Технологія машинобудування” / І. Я. Новосад. — Тернопіль, 2007. — 20. [1] с 2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 “Автоматиз. системи упр. та прогрес інформ. технології” / Нгуен Ші Данг. — К., 2007.—20 с.
Авторські свідоцтва	1. А. с. 1007970 СССР, МКИ^3 В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). — №3360585/25—08; заявл. 23.11.81 : опубл. 30.03.83, Бюл. № 12.
Патенти	1. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК H 04 B 1/38, H 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. - № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 : опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).

Частина книги періодичного, продовжуваного видання	1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 6. — С. 15—18, 35—38. 2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень/ Тетяна Грінчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. — 2006. — № 6 — С. 14—17. 3. Валькман Ю.Р. Моделирование НЕ-факторов — основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Биков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2007. — № 1.— С. 39—61. 4. Ма Шуін. Проблеми психологічної підготовки в системі фізкультурної освіти / Ма Шуін // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 5. — С. 12—14. 5. Регіональні особливості смертності населення України / Л А. Чепелевська, Р. О. Мойсеєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. — 2007. — № 1.— С. 25—29. 6. Валова І. Нові принципи угоди Базель II / І. Валова; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. — 2007. — Т. 2, № 2. — С. 13—20. 7. Зеров М. Поетична діяльність Куліша // Українське письменство XIX ст. Від Куліша до Винниченка : (нариси з новітнього укр. письменства) : статті / Микола Зеров. — Дрогобич, 2007. — С. 245—291. 8. Третьяк В. В. Возможности использования баз знаний для проектирования технологии взрывной штамповки / В. В. Третьяк, С. А. Стадник, Н. В. Калайтан // Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности : междунар. науч.-техн. конф., 3-5 окт. 2007 г. : тезисы докл. — Х., 2007. — С. 33. 9. Чорний Д. Міське самоврядування: тягарі проблем, принади цивілізації /Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра: проблеми модернізації міст України : (кінець XIX—початок XX ст./Д. М. Чорний. — Х., 2007.— Розд. 3. — С. 137—202.
Електронні ресурси	1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. мед. вузіз III—IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чуєв — 80 Min / 700 MB. — Одеса : Одес. мед. ун-т. 2003. — (Бібліотека студента-медика — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : 1 2 см. — Систем. вимоги: Pentium : 32 Mb RAM : Windows 95, 98, 2000. XP ; MS Word 97-2000.— Назва з контейнера. 2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за дани-ми Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України ; ред. О. Г. Осауленко. — К. : CD-вид-во "Інфодиск". 2004. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : кольор. : 12 см — (Всеукр. перепис населення, 2001). — Систем, вимоги: Pentium-266 ; 32 Mb RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. — Назва з титул. екрану. 3. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті: (підсумки 10-ї Міжнар. конф. „Крим-2003") [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник. — 2003. — № 4. — С. 43. — Режим доступу до журн. : http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm.

Примітки:

1. Бібліографічний опис оформлюється згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

2. Опис складається з елементів, які поділяються на обов'язкові та факультативні. У

бібліографічному описі можуть бути тільки обов'язкові чи обов'язкові та факультативні елементи. Обов'язкові елементи містять бібліографічні відомості, які забезпечують ідентифікацію документа. їх наводять у будь-якому описі.

Проміжки між знаками та елементами опису є обов'язковими і використовуються для розрізнення знаків граматичної і приписаної пунктуації.

3. У списку опублікованих праць здобувача, який наводять в авторефераті, необхідно вказати прізвища та ініціали всіх його співавторів незалежно від виду публікації.

ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ

Ботанический журнал – Ботан. журн.
Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии – Бюл. Моск. о-ва. испытат. природы. Отд—ние. биол.
Видавництво АН УРСР – Вид-во АН УРСР
Вища школа – Вища шк.
Вісник Київського ботанічного саду – Вісн. Київськ. ботан. саду
Всесоюзная конференция – всесоюзн. конф.
Доклады АН СССР – Докл. АН СССР
Доклады Российской Академии наук – Докл. РАН
Доповіді НАН України – Доп. НАН України
Еколого-біологічні – Екол.-біол.
Журнал общей биологии – Журн. общ. биол.
Записки Білоцерківського сільськогосподарського Інституту –Зап. Білоцерк. с-г. ін-ту
Записки общества естествоиспытателей – Зап. о-ва. естествоиспыт.
Заповідна справа в Україні – Запов. справа в Україні
Збірник – Зб.
Известия Российского географического общества – Изв. Рос. геогр. о-ва
Издательство АН СССР – Изд-во АН СССР
Киев: (рос. мовою) – Киев:
Київ (укр. мовою) – К.:
Ленінград – Л.: Наука, 2005
Материалы – Мат-лы
Матеріали XI з'їзду УБТ – Мат-ли XII з'їзду УБТ
Міжнародна конференція – Міжнар. конф.
Москва – М.: Наука, 1992
Москва, Ленинград – М., Л.: Изд-во АН СССР
Наукова думка – Наук. думка
Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологічні науки – Наук. вісн. Ужгор. ун-ту. Сер. біол. науки.
Науковий світ – Наук. світ
Наукові записки – Наук. зап.
Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка – Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка
Общество естествоиспытателей – О-во естествоиспытат.
Перевод с английского – Пер. с англ.
За загальною редакцією – За заг. ред.
Проблемы изучения адвентивной флоры СССР – Пробл. изуч. адвент. флоры СССР
Растения – раст.
Санкт-Петербург – Спб.:

Советская наука – Сов. наука
Тезисы докладов – Тез. докл.
Тезисы докладов Всероссийского совещания – Тез. докл. Всерос. совещ.
Труды – Тр.
Український ботанічний журнал – Укр. ботан. журн.
Физиология и биохимия культурных растений – Физиол. и биохим. культ. раст.
Физиология растений – Физиол. раст.
Флора Восточной Европы – Фл. Вост. Европы
Біологічний – біол.
Біотехнологічний – біотехнол.
Біофізичний – біофіз.
Біохімічний – біохім.
Ботанічний – ботан.
В (у) тому числі – в (у) т. ч.
Гідрологічний – гідрол.
Головним чином – гол. чин.
Господарський – госп.
Господарство – госп-во
Ґрунтовий – ґрунт.
Дивись – див.
Експериментальний – експерим.
Інший – ін.
Кількість – к-сть
Кілограм – кг
Кілометр – км
Концентрація – конц.
Латинський – лат.
Лісотехнічний – лісотехн.
Метр – м
Міжнародний – міжнар.
Мікробіологічний – мікробіол.
Мікроскопічний – мікроскоп.
Мінеральний – мінер.
Мільйон – млн
Мільярд – млрд
Молекулярний – молек.
Морфологічний – морфол.
Морфофізіологічний – морфофізіол.
Нанометр – нм
Наприклад – напр.
Науковий – наук.
Національний – нац.
Неорганічний – неорг.
Нерадіоактивний – нерадіоакт.
Нормальний – норм.
Область – обл.
Органічний – органіч.
Радіаційний – радіац.
Радіоактивний - радіоакт.
Район – р-н
Раціональний – рац.
Рік – р.
Сільськогосподарський – с.-г.

Сільське господарство – с. г.
Спеціальний – спец.
Стаття – ст.
Століття – ст.
Та інше – та ін.
Так далі – т. д.
Так званий – т. з.
Технічний – техн.
Технологічний – технол.
Тисяча – тис.
Тому подібний – т. п.
Тонна – т
Ультрафіолетовий – УФ
Фізіологічний – фізіол.
Характеристика – хар-ка
Хімічний – хім.
Центральний – центр.

ОФОРМЛЕННЯ ІЛЮСТРАЦІЙ

Формат ілюстрацій не повинен перевищувати розмірів аркушу А4. Штрихові рисунки повинні бути чіткими, виконані тушшю чорного кольору на білому папері або роздруковані лазерним принтером. Малюнок за можливості повинен бути розвантажений від підписів, всі умовні позначення повинні пояснюватись у тексті.

Матеріали треба подавати до редакційної колегії журналу (секретарю – О.Б. Мацюк, на кафедру ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка). Після розгляду матеріалів на засіданні редакційної колегії Вам буде повідомлено про внесення публікації до відповідного номера збірника.

Адреса редакційної колегії збірника:
Редакційна колегія збірника
"Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія"
хіміко-біологічний факультет,
Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2
м. Тернопіль
46027
роб. тел. (0352)-43-59-01
моб. тел. 0976605135

АВТОРИ НОМЕРА

Барна Л.С. — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії і методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ).

Бурмас Н.І. — асистент кафедри фармацевтичної хімії Тернопільського державного медичного університету імені І.Я. Горбачевського (ТДМУ).

Бучацький Л.П. — доктор біологічних наук, професор кафедри біохімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка (КНУ).

Вовк С.О. — доктор біологічних наук, професор кафедри тваринництва та біотехнологій Львівського національного аграрнного університету.

Гавій В.М. — кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя (НДУ).

Герц Н.В. — кандидат біологічних наук, асистент кафедри ботаніки ТНПУ.

Гирин В.К. — старший викладач кафедри зоології Житомирського державного університету імені Івана Франка (ЖДУ).

Грюк І.Б. — кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування Рівненського державного гуманітарного університету.

Давидов О.А. — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу санітарної гідробіології Інституту гідробіології НАН України (ІГ НАНУ).

Дух О.І. — кандидат біологічних наук, декан природничо-технологічного факультету Кременецького обласного гуманітарно-педагогічного інституту імені Тараса Шевченка.

Єжель М. — аспірантка кафедри ботаніки Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова.

Каленіченко К.П. — кандидат біологічних наук, науковий співробітник ІГ НАНУ.

Клименко О.М. — провідний інженер відділу клітинної біології та анатомії Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України.

Коваленко В.Ф. — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту колоїдної хімії та хімії води імені А.В. Думанського НАН України.

Конякін С.М. — аспірант кафедри прикладної екології Одеського державного екологічного університету.

Кравченко О.О. — аспірантка Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Крот Ю.Г. — кандидат біологічних наук, провідний науковий співробітник ІГ НАНУ.

Кузь І.А. — аспірант ІІІ року навчання, денної форми Кам'янець-Подільського національного університету імені І. Огієнка.

Курченко І.М. — кандидат біологічних наук, завідувач відділу фізіології і систематики міксоміцетів Інституту мікробіології і вірусології НАН України.

Ларіонова Д.П. — провідний інженер відділу санітарної гідробіології ІГ НАНУ.

Леконцева Т.І. — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екологічної фізіології водяних тварин ІГ НАНУ.

Лихацький П.Г. — кандидат біологічних наук, доцент кафедри фармацевтичної хімії ТДМУ.

Лінчук М.І. — молодший науковий співробітник ІГ НАНУ.

Максименко М.Л. — науковий співробітник відділу вивчення біоресурсів водосховищ Інституту рибного господарства НААН України.

Максін В.І. — доктор хімічних наук, професор, директор НДІ природничих і гуманітарних наук Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Подругіна А.Б. — провідний інженер відділу екологічної фізіології водяних тварин ІГ НАНУ.

Покотило О.С. — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри харчової біотехнології Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ТНТУ).

Приплавко С.О. — кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології НДУ.

Романенко В.Д. — доктор біологічних наук, професор, академік НАН України, директор ІГ НАН України.

Романишин Г.М. — аспірант ІГ НАНУ.

Рудик-Леуська Н.Я. — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу вивчення біоресурсів водосховищ Інституту рибного господарства НААН України.

Русінчук Я.І. — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.

Савчук Я.І. — інженер І категорії, аспірант Інституту мікробіології і вірусології НАН України.

Стадниченко А.П. — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології ЖДУ.

Суховєєв В.В. — доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії НДУ.

Суховєєв О.В. — кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії НДУ.

Суходольська І.Л. — аспірант кафедри загальної біології ТНПУ.

Фіра Л.С. — доктор біологічних наук, професор, зав. кафедри фармацевтичної хімії ТДМУ.

Чемерис І. А. — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної екології, педагогіки та психології Черкаського державного технологічного університету.

Чуклін А. В. — аспірант Інституту рибного господарства НААН України.

Щербик В.В. — асистент кафедри біохімії (КНУ).

Якушин В.М. — доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, зав. відділом екології водоймищ ІГ НАН України.

Здано до складання 12.03.2013. Підписано до друку 20.03.2013. Формат 60 х 84/18. Папір друкарський.
Умовних друкованих аркушів — 10.4 Обліково-видавничих аркушів — 12.6. Замовлення № 33.
Наклад 300 прим. Віддруковано у видавничому центрі «Вектор»

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ТР № 46 від 07 березня 2013р.
ФО Осадца Ю.В.