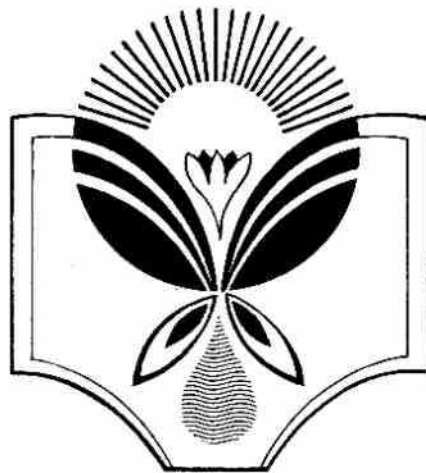




# Наукові записки

**Тернопільського національного  
педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка**

**Серія: біологія**



**Тернопільський  
педуніверситет**  
ім. Володимира Гнатюка

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2014. — № 1 (58). — 113 с.

*Друкується за рішенням вченої ради  
Тернопільського національного педагогічного університету  
ім. Володимира Гнатюка  
від 25.03.2014 р. (протокол № 7)*

### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

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

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

## ЗМІСТ

### БОТАНІКА

- Л.П. ЛИСОГОР  
СТРУКТУРНО-ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФЛОРИ ПЕРЕЛОГІВ  
АПСТОЛІВСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО РАЙОНУ ..... 5
- Н.Я. ХЛИСТУН, Т.Г. ЦИМБАЛ  
ДОСЛІДЖЕННЯ РУДЕРАЛЬНИХ ВИДІВ ПРИДОРОЖНИХ ЕКОТОПІВ  
КІЦМАНСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ..... 11

### ГІДРОБІОЛОГІЯ

- І.П. ГАВРИЛОВА, М.І. МАЙСТРЕНКО, В.І. РИМАР,  
І.Б. ВАСИЛЬКОВСЬКА, Ю.П. РУДЬ, Л.П. БУЧАЦЬКИЙ  
НОВІ ХОЗЯЇ ВІРУСУ ГЕРПЕСА КОРОПА ТРЕТЬОГО ТИПУ (СуHV-3) ..... 16
- Л.О. ГОРБАТЮК, О.О. ПАСІЧНА, О.М. АРСАН, Ю.М. СИТНИК,  
М.О. САВЛУЧИНСЬКА, І.Г. КУКЛЯ, Г.Б. ГУМЕНЮК, Н.М. КАГЛЯН  
ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ ФОСФОРУ ГІДРОФІТАМИ ВОДОЙМ  
В РАЙОНІ БОРТНИЦЬКОЇ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ (м. КИЇВ)..... 20
- Г.М. РОМАНИШИН, В.М. ЯКУШИН, К.П. КАЛЕНІЧЕНКО, М.І. ЛІНЧУК  
БАКТЕРІОПЛАНКТОН ОЗЕРА, РОЗТАШОВАНОГО В МЕЖАХ МЕГАПОЛІСА,  
ТА ЙОГО СЕЗОННІ ЗМІНИ ..... 25
- А.Г. ШЕРЕЛО, М.Ю. ЄВТУШЕНКО  
ДИНАМІКА ВМІСТУ БЛКІВ ТА ВИЖИВАНІСТЬ ЕМБРІОНІВ В РАНЬОМУ  
ОНТОГЕНЕЗІ КОРОПА ..... 31

### ЕКОЛОГІЯ

- Л.М.КОРІНЧАК  
ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ СЕЗОННИХ БІОЛОГІЧНИХ РИТМІВ НА ЗМІНИ  
ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В УЧНІВ РІЗНИХ ВІКОВИХ  
КАТЕГОРІЙ..... 38
- М.В. ПРИЧЕПА, О.С. ПОТРОХОВ, О.Г. ЗІНЬКОВСЬКИЙ  
МЕТАБОЛІЧНІ СТРЕС-РЕАКЦІЇ В ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS L.* ТА ЙОРЖА  
*GUMNOCERHALUS CERNUA L.* ЗА ДІЇ ФЕНОЛУ ТА БІХРОМАТУ КАЛЮ ..... 44
- А.П. СТАДНИЧЕНКО, О.І. УМАНЕЦЬ  
ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА ВМІСТ ЗАГАЛЬНОГО БЛКА  
В ГЕМОЛІМФІ КАЛЮЖНИЦІ (MOLLUSCA, GASTROPODA,  
РЕСТІВІВАНСІА, VIVIPARIDAE) У НОРМІ І ЗА ІНВАЗІЇ ТРЕМАТОДАМИ..... 50
- В. П. СТЕФУРАК, М. І. ЙОСИПІВ, С. П. НАКОНЕЧНА  
НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ  
СПОРТИВНО – ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ «БУКОВЕЛЬ»  
НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ..... 55
- І.Л. СУХОДОЛЬСЬКА, І.Б. ГРЮК, В.В. ГРУБІНКО  
СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ СПОЛУК НІТРОГЕНУ У ВОДНИХ  
ЕКОСИСТЕМАХ МАЛИХ РІЧОК РІВНЕНЩИНИ ..... 61
- А. А. ЯВНЮК, Н. Л. ШЕВЦОВА, Д. І. ГУДКОВ  
АНОМАЛІЇ ПАРОСТКІВ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО У ВОДОЙМАХ З РІЗНИМ  
РІВНЕМ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ..... 71

### БІОХІМІЯ

- Н.М. ВОРОБЕЦЬ, В.В. ВЛІЗЛО, Г.Ю. КУКУРУДЗ  
ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД РЯСКИ МАЛОЇ ..... 77
- О.О. ГОПАНЕНКО, Й.Ф. РІВІС  
КОРЕКЦІЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ МОНОАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ І  
ДИАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ ПЕЧІНКИ КРОЛІВ З ГОСТРИМ АРГІНІНОВИМ  
ПАНКРЕАТОМ ..... 82

## ЗМІСТ

---

І.М. НЕЗБРИЦЬКА, А.В. КУРЕЙШЕВИЧ, О.С. ПОТРОХОВ, О.Г. ЗІНЬКІВСЬКИЙ ВПЛИВ КОРОТКОЧАСНОГО ТЕПЛОВОГО ШОКУ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ ПРЕДСТАВНИКІВ СУАНОПРОКАРЮОТА ТА CHLOROPHYTA .....	87
В.Г. ЮКАЛО, О.М. РИБАК ЗНАЧЕННЯ ПЕПТИДАЗ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ У БІОТЕХНОЛОГІЯХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ .....	91
<b>РЕЦЕНЗІЇ</b> НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК З БОТАНІКИ.....	100
<b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ</b> .....	<b>102</b>
<b>АВТОРИ НОМЕРА</b> .....	<b>112</b>

# БОТАНІКА

УДК 581. 524.4

Л.П. ЛИСОГОР

Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «КНУ»

пр-т. Гагаріна, 54, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50086, Україна

## **СТРУКТУРНО-ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФЛОРИ ПЕРЕЛОГІВ АПОСТОЛІВСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО РАЙОНУ**

---

Досліджено флору різновікових перелогів Апостолівського геоботанічного району. Здійснено аналіз та виявлені особливості біоморфологічної, екологічної та еколого-ценотичної структури флори перелогів. Визначені закономірності формування флористичного складу у процесі демутації перелогів.

*Ключові слова: флора, екологічна структура, біоморфологічна структура, переліг, демутація*

Інтенсивний розвиток землеробства зумовив майже повне зникнення природної степової рослинності на Правобережному степовому Придніпров'ї. Залишки її збереглися лише в незручних для обробітку ґрунту місцях: на схилах балок та річкових долин. Розораність південних степів України досягає 95-97 %. У той же час зміни в аграрній політиці зумовили виведення частини земель з сільськогосподарського обороту через зниження природної родючості, що у свою чергу призвело до виникнення так званих «тимчасових» та «постійних» перелогів, які мають певні закономірності розвитку рослинного покриву та відновлення родючості ґрунту.

Насьогодні вивчення специфіки біоморфологічної та екологічної структури різновікових перелогів має теоретичний та прикладний характер. Деталізовані дослідження дозволяють виявити регіональну специфіку цих процесів на фоні антропогенної еволюції рослинного покриву.

Мета роботи полягала у виявленні регіональної специфіки формування біоекологічної структури флори перелогів.

### **Матеріал і методи досліджень**

Дослідження рослинних угруповань перелогів різних стадій заростання на території Апостолівського району Дніпропетровської області проводилися нами протягом 2004-2005р. . Згідно з детальним геоботанічним районуванням України [7] ця територія належить до Апостолівського району Дністровсько-Дніпровського округу Причорноморської (Понтичної) провінції Європейсько-Азіатської степової області. Зональна рослинність представлена типчаково-ковилловими степами.

Виконано 212 геоботанічних описів за загальноприйнятими методиками [1, 20]. Назви судинних рослин наводяться за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [24] з деякими уточненнями за С.К. Черепановим [23].

Аналіз біоморфічного складу флори здійснено із застосуванням лінійної системи життєвих форм В.М. Голубєва [8-10], а також класифікацій життєвих форм І.Г. Серебрякова [21] та К. Раункієра [25]. Екологічні особливості видів охарактеризовані за літературними

даними [11-14, 19]. Еколого-ценотичний аналіз здійснено з використанням розробок Р.В. Камеліна [15].

У ході досліджень виділено три демуаційні стадії розвитку рослинного покриву перелогів, що послідовно та закономірно змінюють одна одну: польових бур'янів (I) → кореневищних злаків (II) → дернинних злаків (III).

#### Результати досліджень та їх обговорення

У результаті дослідження виявлено, що флора різновікових перелогів Апостолівського геоботанічного району налічує 128 видів з 102 родів та 24 родин. Провідними родинами у систематичному спектрі виступають *Asteraceae* (25%), *Poaceae* (12%), *Lamiaceae* (9,4%), *Fabaceae* (8,6%), *Brassicaceae* (7%).

Екологічна структура виражається в розподілі видового складу флори за різними екологічними групами залежно від освітлення, вмісту вологи та поживних речовин у ґрунті. Серед гігморф переважають ксеромезофіти та мезоксерофіти (рис. 1).

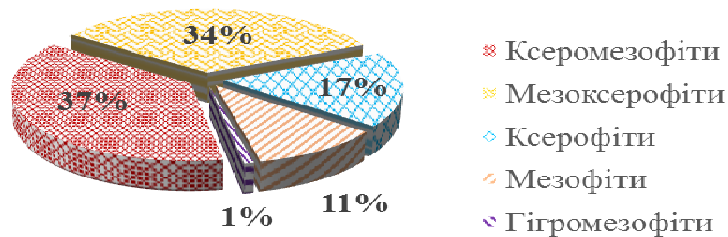


Рис. 1. Спектр гігморф флори перелогів.

Результати аналізу динаміки екологічних груп дозволяють нам говорити про ксерофітизацію рослинних угруповань зі збільшенням віку перелогів. Якщо на початкових етапах формування рослинного покриву участь мезофітів (включаючи ксеромезофіти) складає 56,8%, то в угрупованнях стадії дернинних злаків – 40,9%. Частка ксерофітів (включаючи мезоксерофіти) в рослинних угрупованнях перелогів першої демуаційної стадії (польових бур'янів) не перевищує 48,3%, тоді як в угрупованнях перелогів третьої стадії їх участь збільшується до 58,4% (рис. 2).

Серед геліоморф у флорі перелогів спостерігається абсолютне домінування світлолюбних видів (геліофітів та сціогеліофітів) – 127 (99,4%). Тіньовитривалих видів (геліосціофітів) – 1 (0,6%).

Види флори перелогів за трофоморфами розподіляються таким чином: більше половини видів належать до мезотрофів, оліготрофів, олігомезотрофів, алкотрофів, які потребують помірної кількості поживних речовин – 94 видів (73,5%). Частка видів, що є більш вимогливими до вмісту поживних речовин у ґрунті, посідає друге місце – 32 види (24,9%). Це мезомегатрофи, олігомегатрофи та мегатрофи. Група видів-паразитів представлена родами *Orobanche* L. та *Odontites* Ludw. (2 види; 1,6%).

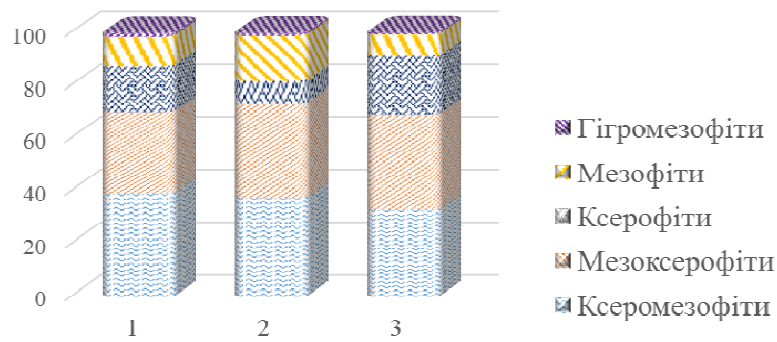


Рис. 2. Спектр гігоморф флори перелогів: 1 – стадія польових бур'янів; 2 – кореневищних злаків; 3 – дернинних злаків.

Еколого-ценотична структура відображає кількісне співвідношення видів флори, приурочених до певних флороценотипів [16]. Згідно з одержаними даними, найбільшу частку складають види степового та синантропного флороценотипів. Ці дві групи (перша з них представляє зональний тип рослинності, друга – азональний) утворюють фітоценотичне ядро флори перелогів Апостолівського геоботанічного району (рис. 3).

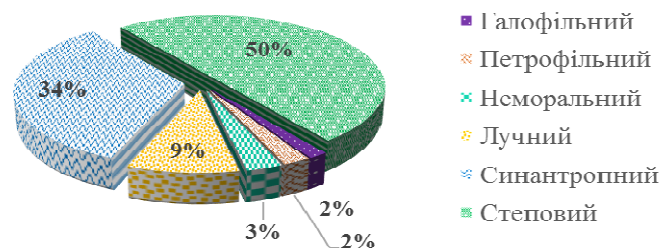


Рис. 3. Еколого-ценотична структура флори перелогів.

Специфіку рослинного покриву різновікових перелогів визначають 6 основних еколого-ценотичних груп: степова, синантропна, лучна, петрофільна, галофільна і неморальна. Степову групу складає 33,1% видів загального флористичного списку бур'янової стадії та 57,7% – стадії дернинних злаків. До групи синантропних рослин на початкових етапах формування рослинного покриву перелогів включено 47 видів (49,3%), але з часом ці види витісняються і на третій демутаційній стадії їх частка у флорі не перевищує 26,8% (рис.4).

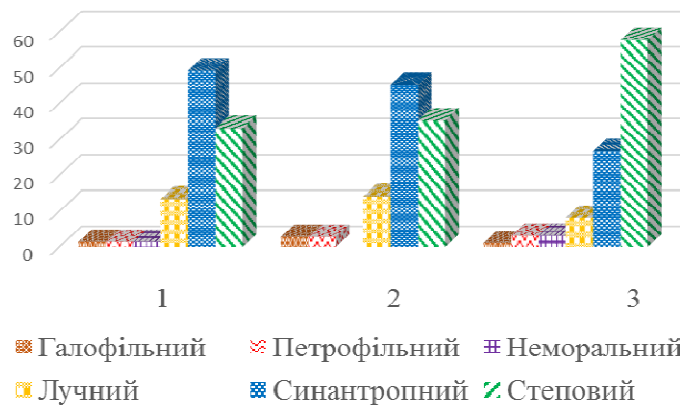


Рис. 4. Еколого-ценотична диференціація флори перелогів: 1 – стадія польових бур'янів; 2 – кореневищних злаків; 3 – дернинних злаків.

У розглянутих нами угрупованнях перелогів частково представлена лучна еколого-ценотична група видів (до 14,1%). Серед них найбільш розповсюдженими є: *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Poa compressa* L., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Matricaria recutita* L., *Tanacetum vulgare* L., *Trifolium pratense* L., *Vicia cracca* L.

Біоморфологічна структура флори певної території залежить від ґрунтово-кліматичних, екологічних та ценотичних умов середовища. Складні взаємовідношення виду та умов середовища знаходять своє відображення у фізіологічних особливостях і габітусі (життєвій формі) рослин [16].

У спектрі біоморф, виділених за принципами І.Г. Серебрякова, переважають трав'янисті полікарпіки 53,1%. Друге місце за кількістю видів посідають трав'янисті мокарпіки – 42,2% (серед яких 22,7% однорічники), що є типовим для помірної зони. Висока участь монокарпічних видів свідчить про надмірний вплив на цю рослинність антропогенних факторів [3], що підтверджується наявністю у складі однорічників великої кількості рудеральних видів з широким ареалом: *Amaranthus retroflexus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Carduus acanthoides* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Conyza canadensis* (L.) Cronquist та ін. Крім того, саме цим життєвим формам властива стійкість до антропогенного впливу, оскільки вони мають високу біоморфологічну пластичність.

Частка півкущиків досить незначна – 4,7%, однак деякі представники цієї групи відіграють суттєву роль у формуванні рослинного покриву перелогів: *Artemisia austriaca* Jacq., *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Teucrium polium* L., *Thymus × dimorphus* Klokov & Des.-Shost. В демураційному трьохстадійному ряді простежується тенденція зменшення частки однорічників і відповідне зростання участі багаторічників (рис. 5).

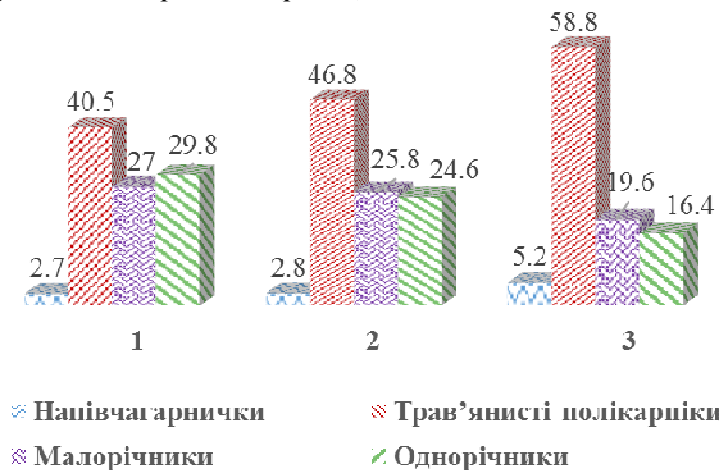


Рис. 5. Розподіл біоморф флори перелогів (за І.Г. Серебряковим): 1 – стадія польових бур'янів; 2 – кореневищних злаків; 3 – дернинних злаків.

Переважаючою групою серед полікарпіків і монокарпіків у флорі перелогів є стрижнекореневі рослини, представлені 94 видами, що складає 73,4% – *Artemisia vulgaris* L., *Astragalus onobrychis* L., *Ballota nigra* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Securigera varia*, *Linum austriacum* L., *Medicago romanica* Prodan, *Onobrychis tanaitica* Spreng., *Vicia cracca* та ін.. Участь видів з мичкуватою кореневою системою майже утричі менша – 25,8% (33 види).

Характер субстрату та його гідрологічні особливості відображаються у будові підземних видозмін пагонів. Кореневищна структура підземних органів властива 23,4% видів рослин. З них частка короткочореневищних видів складає 14 (14,8%), довгокореневищних – 11 (8,6%). Перевагу на чорноземах після оранки отримують види із каудексами – 66 (52,3%) та види без кореневищної структури – 29 (22,7%). Незначною є участь видів із такими видозмінами підземних пагонів як бульбокореневища – 1 (0,8%) та бульбоцибулини – 1 (0,8%).



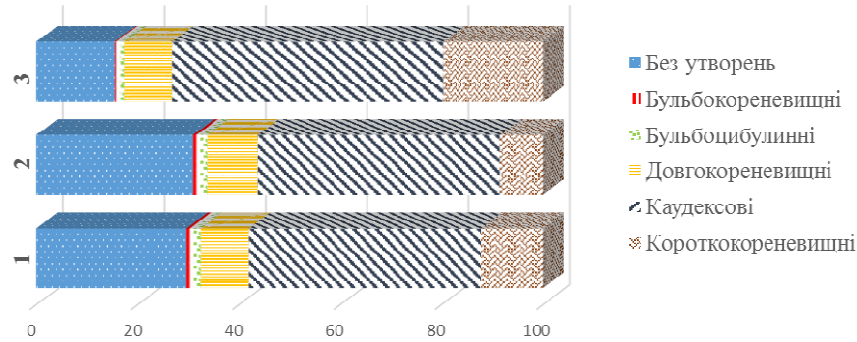


Рис. 6. Розподіл видів флори перелогів за типами будови підземних пагонів: 1 – стадія польових бур’янів; 2 – кореневищних злаків; 3 – дернинних злаків.

У процесі демутації простежується тенденція збільшення частки видів із каудексами, адаптованих до більш посушливих умов зростання. На першій стадії формування рослинного покриву їх участь складає 45,9%, а на третій – 53,6% (рис. 6).

Важливим показником характеристики флори є розподіл видів за основними типами вегетації (ритмологічні групи). Як відомо, тип вегетації зумовлений дією цілого ряду чинників – історичними умовами, екологічними та ценотичними особливостями. У досліджуваній флорі переважають літньо-зелені рослини – 70 (54,7%). Літньо-зимово-зелені представлені меншою кількістю видів – 48 (37,5%). Група ефемерів у складі досліджуваної флори представлена всього десятьма видами (7,8%) – *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Arenaria uralensis* Pall. ex Spreng., *Bromus squarrosus* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medikus, *Ceratocephala testiculata* (Crantz) Besser, *Galium aparine* L., *Thlaspi arvense* L., *Trifolium arvense* L., *Thlaspi perfoliatum* L., *Lepidium perfoliatum* L.

Кліматичні умови, в яких розвиваються угруповання, значною мірою визначають характер надземних пагонів рослин. За цією ознакою у флорі переважають види з напіврозетковими надземними пагонами (69, 53,9%), дещо менше представлені види з безрозетковими пагонами (51, 39,8%). Кількість розеткових видів незначна – 8 (6,3%), що є характерним для флор помірних широт [2].

Спектр життєвих форм за біологічними типами Раункієра відображає співвідношення груп видів, що мають подібний характер локалізації бруньок поновлення відносно поверхні ґрунту [25]. Гемікриптофіти складають близько половини у спектрах життєвих форм усіх відновлювальних стадій, але поступово їх частка збільшується (49,7-54,6%). Щодо однорічних терофітів, то їх кількість поступово зменшується від I до III стадії (рис. 7).

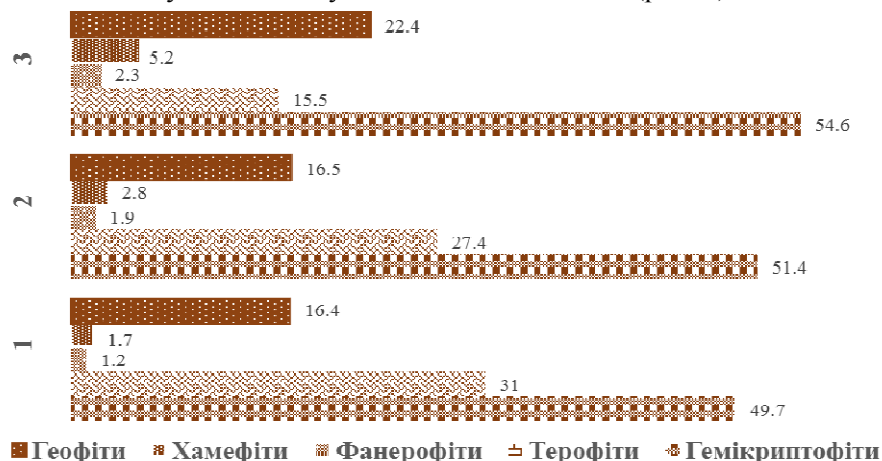


Рис. 7. Біоморфологічна структура флори перелогів (за К. Раункієром): 1 – стадія польових бур’янів; 2 – кореневищних злаків; 3 – дернинних злаків.

Існує думка, що відношення лігнозних форм (фанерофітів + хамефітів) з тривалим циклом розвитку до однорічних (терофітів) відображає ступінь стійкості екосистем, оскільки залежить від періоду зміни організмів, тривалості їх життя, швидкості оновлення біоти в екосистемах [5]. Наші дані її підтверджують. Відмічене поступове зростання цих показників від стадії польових бур'янів до дернинних злаків (0,04-0,08 відповідно).

### Висновки

В екологічній структурі флори за типами гігоморф переважають ксеромезофіти та мезоксерофіти. Найбільшу частку серед геліоморф складають геліофіти та сціогеліофіти. За вмістом поживних речовин у ґрунті більша частка видів належить до мезотрофів.

Серед біоморф переважаючими є трав'янисті полікарпіки. Гемікриптофіти складають близько половини у спектрах життєвих форм усіх відновлювальних стадій.

У розподілі видів за відношенням до флороцено типу найбільшу частку складають види степового та синантропного флороцено типів.

Порівняння спектрів гігоморф на різних стадіях демутації рослинності свідчить про посилення її ксероморфності.

1. *Александрова В.Д.* Изучение смен растительного покрова / В.Д. Александрова // Полевая геоботаника. — М.: Ленинград, 1964. — Т. 3. — С. 300—407.
2. *Бабко І.А.* Диференціація рослинного покриву степів південної частини Лівобережного лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / І.А. Бабко. — Київ, 1999. — 19 с.
3. *Багрикова Н.А.* Анализ флоры Крымского Присивашья / Н.А. Багрикова // Чорноморський ботан. журн. — 2008. — Т. 4, № 1. — С. 26—32.
4. *Березуцкий М.А.* Антропогенная трансформация флоры и растительности / М.А. Березуцкий, А.С. Кашин. — Саратов: Наука, 2008. — 100 с.
5. *Білик Р.Г.* Флористичний аналіз демутаційних стадій рослинності відвалів Товтрового пасма / Р.Г. Білик // Укр. ботан. журн. — 2008. — Т. 57, № 5. — С. 515—522.
6. *Бурда Р.И.* Антропогенная трансформация флоры / Раиса Ивановна Бурда. — Киев: Наук. думка, 1991. — 168 с.
7. *Геоботаничне районування Української РСР* / Відп. ред. А.І. Барбарич. — К.: Наукова думка, 1977. — 304 с.
8. *Голубев В.Н.* Биологическая флора Крыма / В.Н. Голубев. — Ялта: ГНБС, 1996. — 87 с.
9. *Голубев В.Н.* Некоторые вопросы филормофогенеза древесных и травянистых форм покрытосеменных / В.Н. Голубев // Ботан. журн. — 1976. — Т. 61, № 12. — С. 1680—1684.
10. *Голубев В.Н.* Основы биоморфологии травянистых растений Центральной лесостепи. Часть I. Биоморфология подземных органов / В.Н. Голубев // Труды Центр.-Черноземн. госзаповедника. — Вып. 7. — Воронеж: изд-во Воронежского ун-та, 1962. — 511 с.
11. *Екофлора України* / Я. П. Дідух, І. М. Коротченко / Відп. ред. Я. П. Дідух. — К.: Фіто-соціоцентр, 2001. — Т. 1. — 270 с.
12. *Екофлора України* / Я. П. Дідух, Р. І. Бурда, С. М. Зиман та ін. / Відп. ред. Я. П. Дідух. — К.: Фітосоціоцентр, 2004. — Т. 2. — 480 с.
13. *Екофлора України* / М. М. Федорончук, Я. П. Дідух та ін. / Відп. ред. Я. П. Дідух. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — Т. 3. — 496 с.
14. *Екофлора України* / А. П. Ільїнська, Я. П. Дідух, Р. І. Бурда, І. А. Коротченко / Відп. ред. Я. П. Дідух. — К.: Фітосоціоцентр, 2007. — Т. 5. — 584 с.
15. *Камелин Р.В.* Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии / под ред. чл.-корр. АН СССР А.А. Федорова. — Л: Наука, 1973. — 356 с.
16. *Крицька Л.І.* Аналіз флори степів та вапнякових відслонень Правобережного злакового степу / Л.І. Крицька // Укр. ботан. журн. — 1985. — Т. 42, № 2. — С. 515—522.
17. *Мойсієнко І.І.* Урбанофлора Херсона: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / І.І. Мойсієнко. — Ялта, 1999. — 19 с.
18. *Определитель высших растений Украины* / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. — К.: Фитосоциоцентр, 1999. — 548 с.
19. *Протопопова В. В.* Синантропная флора Украины и пути ее развития / В. В. Протопопова. — К.: Наук. думка, 1991. — 200 с.

20. Раменский Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы / Л.Г. Раменский. — Л.: Наука, 1971. — 334 с.
21. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений / И.Г. Серебряков // Полевая геоботаника. — М.: Ленинград, 1964. — Т. 3. — С. 146—205.
22. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів // В.В. Тарасов. — Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропет. нац. ун-та, 2005. — 276 с.
23. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — С.-П.: Мир и семья, 1995. — 992 с.
24. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — Kiev, 1999. — 346 pp.
25. Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography / C. Raunkiaer. — Oxford at the Clarendon press, 1934. — 634 p.

*Л.П. Лисогор*

Криворожский педагогический институт ДВНЗ «КНУ»

#### СТРУКТУРНО-СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ЗАЛЕЖЕЙ АПОСТОЛОВСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНА

Исследовано флору разновозрастных залежей Апостоловского геоботанического района. Проведен анализ и выявлены особенности биоморфологической, экологической и эколого-ценотической структуры флоры залежей. Определены закономерности формирования флористической структуры в процессе демутиации залежей.

*Ключевые слова:* флора, экологическая структура, биоморфическая структура, залежь, демутиация

*L.P. Lisogor*

Krivoriz'kiy pedagogical institute of DVNZ «KNU»

#### THE STRUCTURAL-COMPERATIVE ANALISIS OF FLORA THE ABANDONED LANDS APOSTOLOVSKIY GEOBOTANICAL REGIONS

It is investigational of flora the abandoned lands of Apostolovskiy geobotanical regions. The analysis and features of biomorphological and ecological structure of flora the abandoned lands are exposed. Conformities to law of forming of floristical structure are certain in the process of demutacii stage.

*Keywords:* flora, ecological structure, biomorphological structure, abandoned lands, demutations

Рекомендує до друку

Надійшла 30.01.2014

М.М. Барна

УДК 504.054 (477.85)

Н.Я. ХЛИСТУН, Т.Г. ЦИМБАЛ

Чернівецький факультет Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»  
вул. Головна, 203 А, Чернівці, 58000, Україна

### **ДОСЛІДЖЕННЯ РУДЕРАЛЬНИХ ВИДІВ ПРИДОРОЖНИХ ЕКОТОПІВ КІЦМАНСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Встановлено, що у складі рудеральної флори придорожних екоотопів Кіцманського району Чернівецької області зростає 146 видів трав'янистих вищих рослин, причому з них 94 види є як рудеральними так і сегетальними бур'янами. Досліджено, що 29,4 % видів придорожних екоотопів є адвентивними, причому більшість з них має середземноморське походження.

*Ключові слова:* рудеральна флора, придорожні екотопи, видовий склад, систематичний аналіз, адвентивні види

Внаслідок посилення урбанізації, ущільнення мережі шляхів сполучення, розширення площ розорюваних земель структура ландшафту та стан оточуючого середовища зазнали великих змін. Синантропна флора на сучасному етапі свого розвитку представлена сукупністю досить складних комплексів рослинності, флористичний склад, тривалість існування та напрямок розвитку яких зумовлені історичними, економічними і природними особливостями регіону.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися впродовж 2011-2013 років на території Кіцманського району Чернівецької області маршрутним і стаціонарним методами. Кіцманський район займає північно-західну частину Чернівецької області. Площа району – 608 квадратних кілометрів, що становить 7,5% території області. У теперішній час Кіцманський район – район інтенсивного сільського господарства, головним напрямком якого є виробництво цукрового буряка, озимої пшениці та м'ясо-молочне тваринництво. Розвинуте також свинарство і птахівництво. Через територію району проходять залізничні лінії Івано-Франківськ-Львів, Тернопіль-Київ, Кишинів-Одеса, Чернівці-Вижниця. Тут же пролягають автомагістралі міжнародного значення: Романове-Ковель-Чернівці-Мамалига і Житомир-Чернівці-Блече, регіональна траса Чернівці-Львів та ряд доріг локального значення. Спостереженнями були охоплені придорожні екотопи вздовж основних автомобільних та залізничних шляхів району.

Визначення рослин проводилося за загальноприйнятою методикою за допомогою визначників [4, 5].

### Результати досліджень та їх обговорення

В результаті проведених досліджень на території Кіцманського району у придорожних екотопах було виявлено 146 видів вищих рудеральних рослин, які об'єднані у 34 родини, 119 родів, 2 класи та належать до двох відділів: *Equisetophyta* та *Magnoliophyta*. Характерною рисою синантропної флори є нестабільність структури, постійна міграція, інвазії нових видів. Співвідношення між різними групами вищих рослин є основними показниками систематичної структури флори. Кількісний розподіл та процентний вміст родів і видів у родинях рудеральної флори придорожних екотопів Кіцманського району наведено у таблиці 1.

Як бачимо з таблиці 1, перші шість родин об'єднують 84 види, що становить 57,5% від загальної кількості видів. Найбільшим видовим різноманіттям характеризується родина *Asteraceae* (32 види або 22%) яка, як відомо, є вершиною еволюції дводольних рослин та представники якої добре пристосовані до різноманітних умов і мають ряд прогресивних ознак. Типовими представниками вказаної родини у рудеральних екотопах є *Artemisia vulgaris* L., *Lactuca serriola* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Cichorium intybus* L.

Друге місце займає родина *Lamiaceae* - 17 видів або 11,6 %. Представниками її є *Prunella vulgaris* L., *Ajuga reptans* L., *Lamium album* L. та інші. На третьому місці за кількістю видів знаходиться родина *Fabaceae* - 13 видів (8,9 %). Значна частка у флорі придорожних екотопів Кіцманського району малочисельних родин. Так одно-тривидові родини об'єднують 43 види, що становить майже 30 % від загальної кількості видів. Причому велика частка малочисельних родин є характерною ознакою синантропної флори.

Нами також було досліджено які з видів, що зростають вздовж автомобільних та залізничних доріг Кіцманського району, є сільськогосподарськими бур'янами. Встановлено, що серед 146 видів придорожних екотопів переважають види-убіквісти (94 види або 64,4 %), тобто такі, які зростають як на полях так і вздовж автомобільних, залізничних шляхів, біля будинків, на смітниках і можуть бути як рудеральними, так і сеgetальними бур'янами. Решта 52 види (35,6 %) – це суто рудеральні бур'яни. Види-убіквісти мають широкі межі екологічної толерантності і надаючи перевагу одному типу місцезростання, можуть цілком нормально існувати і на інших [6, 7].

Кількісний розподіл таксономічних одиниць рудеральної флори придорожних екоотопів  
Кіцманського району

№ п/п	Родина	Кількість родів	%	Кількість видів	%
1.	2.	3.	4.	5	6.
<b>Відділ Покритонасінні</b>					
1.	<i>Asteraceae</i>	27	22,7	32	22,0
2.	<i>Lamiaceae</i>	14	11,8	17	11,6
3.	<i>Fabaceae</i>	9	7,6	13	8,9
4.	<i>Brassicaceae</i>	9	7,6	9	6,2
4	<i>Scrophulariaceae</i>	6	5,0	7	4,8
5.	<i>Gramineae</i>	6	5,0	6	4,2
6.	<i>Boraginaceae</i>	5	4,3	5	3,4
7.	<i>Rosaceae</i>	3	2,5	5	3,4
8.	<i>Apiaceae</i>	3	2,5	4	2,7
9.	<i>Polygonaceae</i>	1	0,8	4	2,7
10.	Одно- родові	35	29,4	43	29,5
<b>Відділ Хвощеподібні</b>					
11.	<i>Equisetaceae</i>	1	0,8	1	0,6
Всього		119	100	146	100

Таким чином, 35,6% - види, які відносяться до рудеральних, а решта 64,4% є як до сеgetальними, так і рудеральними бур'янами. Це пов'язано із зникненням деяких сеgetальних видів в результаті застосування гербіцидів: в умовах ослаблених конкурентних відносин дуже стійкі до забруднення середовища рослини-рудерали стають сеgetальними бур'янами.

Існує досить мало видів, що зустрічаються виключно на полях, більшість видів є як сеgetальними так і рудеральними, але їх ареал в якості рудеральних рослин набагато перевищує їх ареал як сеgetальних [1, 2, 3, 7].

Діяльність людини допомагає рослинам подолати природні перешкоди, які стримують їх поширення. Адвентивні бур'яни поширюються переважно у місця з порушеним рослинним покривом, тому що ніякі, навіть найбільш ефективні, засоби поширення не можуть подолати конкуренцію, яку бур'яни зустрічають у природних ценозах. Бур'янові угруповання менш здатні протистояти поширенню адвентивних рослин і навіть іноді повністю витісняються ними [1, 2, 6, 7].

В результаті досліджень було встановлено, що серед 146 видів трав'янистих рослин придорожних екоотопів Кіцманського району 43 види (29,4%) є адвентивними і 103 (або 70,6%) – це види місцевої флори (апофіти).

Цікавим є питання звідки потрапили до нас адвентивні види. Аналіз їх походження дозволяє стверджувати, що більшість адвентивних видів флори придорожних екоотопів Кіцманського району – це вихідці із Середземномор'я і їх вміст складає 53,5%. Друге місце по чисельності займають види північноамериканського походження. Це пояснюється тим, що

## БОТАНІКА

Північна Америка, як і північна частина Європи і Азії, належить до єдиної Голарктичної області, в межах якої є багато спільних флористичних елементів. (таблиця 2).

Таблиця 2

Географічний аналіз адвентивних видів придорожних екоотопів Кіцманського району

№ п/п	Походження	%	Представники
1.	Середземноморське	53,5%	<i>Consolida arvensis L.</i> , <i>Capsella bursa-pastoris L.</i> , <i>Cichorium intybus L.</i> , <i>Papaver arvensis L.</i>
2.	Північноамериканське	21%	<i>Amaranthus retroflexus L.</i> , <i>Enothera biennis L.</i>
3.	Південноамериканське	2,3%	<i>Impatiens parviflora DC.</i>
4.	Азійське	18,6%	<i>Polygonum convolvulus L.</i> , <i>Veronica persica Poir.</i>
5.	Південноєвропейське	4,6%	<i>Solanum niger L.</i>

Нами також було проаналізовано співвідношення апофітів та адвентивних видів серед видів –убіквістів та серед рудеральних видів і встановлено, що серед видів, які зростають тільки у рудеральних місцезнаходженнях 29,4% - це місцеві види і тільки 6,2% – адвентивні, а серед видів –убіквістів 41,1% апофітів та 23,3% - адвентивних видів, що свідчить про високі межі екологічної толерантності адвентивів. (Табл. 3).

Таблиця 3

Порівняльна характеристика апофітів та адвентивних видів рудеральних та сегетальних екоотопів Кіцманського району

Види, що зростають тільки у рудеральних місцезнаходженнях				Види-убіквісти, що зростають як у рудеральних екоотопах так і на полях			
Апофіти		Адвентивні види		Апофіти		Адвентивні види	
кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%
43	29,4	9	6,2	60	41,1	34	23,3%

### Висновки

1. На території Кіцманського району у придорожних екоотопах зростає 146 видів вищих рудеральних рослин, які об'єднані у 34 родини, 119 родів, 2 класи та належать до двох відділів: *Equisetophyta* та *Magnoliophyta*, причому найбільшим видовим різноманіттям характеризується родина *Asteraceae* (22%). Друге місце займає родина *Lamiaceae* - 11,6 %. На третьому місці за кількістю видів знаходиться родина *Fabaceae* - 8,9 %. Одно-тривидові родини об'єднують 43 види, що становить майже 30 %.
2. У складі рудеральної флори придорожних екоотопів Кіцманського району переважають види-убіквісти (64,4 %), тобто види, які є як рудеральними, так і сегетальними бур'янами. Решта 52 види (35,6 %) – це суто рудеральні бур'яни.
3. Встановлено, що у складі досліджуваної рудеральної флори нараховується 43 адвентивних види (29,4%) та 103 ( 70,6 %) –це види місцевої флори (апофіти). Причому більшість адвентивних видів– це вихідці із Середземномор'я і їх вміст складає 53,5%. Друге місце по чисельності займають види північноамериканського походження. Це пояснюється тим, що Північна Америка, як і північна частина Європи і Азії, належить до єдиної Голарктичної області, в межах якої є багато спільних флористичних елементів.

1. Бурда Р.І. Загроза біологічного забруднення довкілля України північноамериканськими видами / Р.І. Бурда, В.К. Тохар // Укр. ботан. журн. — 1998. — Т. 55, № 2. — С. 127—132.
2. Василевич В.И. Рудеральные сообщества как особый тип растительности / В.И. Василевич, В.П. Мотейкайтис // Ботан. журн. — 1988. — Т. 73, № 12. — С. 1699—1706.

3. *Васильченко И.Т.* Некоторые вопросы изучения сорных растений / И.Т. Васильченко // Ботан. журн. — 1991. — Т. 76, № 2. — С. 287—289.
4. *Горохова З.Н.* Визначник бур'янів Чернівецької області / З.Н. Горохова, Ю.Р. Шеляг-Сосонко. — Чернівці: ЧДУ, 1961. — 233 с.
5. *Морозюк С.С.* Трав'янисті рослини України / С.С. Морозюк, В.В. Протопопова. — Навчальний посібник. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2007. — 216 с.
6. *Неронов В.М.* Чежеродные виды и сохранение биологического разнообразия / В.М. Неронов, А.А. Лушекина // Успехи современной биологии. — 2001. — Т. 121, № 1. — С. 121—128.
7. *Протопопова В.В.* Флористичні комплекси синантропної флори України / В.В. Протопопова // Укр. ботан. журн. — 1987. — 43, № 3. — С. 36—41.

*Н.Я.Хлисту́н, Т.Г.Цимба́л*

Черновицкий факультет Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»

#### ИССЛЕДОВАНИЕ РУДЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ ПРИДОРОЖНЫХ ЭКОТОПОВ КИЦМАНСКОГО РАЙОНА ЧЕРНОВИЦКОЙ ОБЛАСТИ

Установлено, что в составе рудеральной флоры придорожных экотопов Кицманского района Черновицкой области произрастает 146 видов травянистых высших растений, причем среди них 94 вида являются как рудеральными так и сеgetальными бурьянами. Установлено, что 29,4 % видов являются адвентивными, причем большинство из них имеет средиземноморское происхождение.

*Ключевые слова:* рудеральная флора, придорожные экотопы, видовой состав, систематический анализ, адвентивные виды

*N. Ja Khlystun, T.G.Tcimbal*

The Tchernivtsi faculty of the National technical university is the «Kharkiv polytechnic institute»

#### RESEARCH OF RUDERAL TYPES OF WAYSIDE OF ECOTOPES OF KICMAN DISTRICT OF CHERNIVTSI AREA

It is set that 146 species of grassy higher plants grow in composition the ruderal flora of wayside ecotopes of Kicman district of the Chernivtsi area, thus from them 94 kinds are as by ruderal so segetal weeds. It was investigation, that 29,4 % species of wayside ecotopes is adentitious, thus majority from them has the Mediterranean origin.

*Keywords:* ruderal flora, wayside ecotopes, specific composition, systematic analysis, adentitious kinds

Рекомендує до друку  
М.М. Барна

Надійшла 6.02.2014

# ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 578(035)

І.П. ГАВРИЛОВА<sup>1</sup>, М.І. МАЙСТРЕНКО<sup>2</sup>, В.І. РИМАР<sup>1</sup>, І.Б. ВАСИЛЬКОВСЬКА<sup>3</sup>,  
Ю.П. РУДЬ<sup>2</sup>, Л.П. БУЧАЦЬКИЙ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТОВ «Бальд», <sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
вул. Володимирська, 60, м. Київ 01601

<sup>3</sup>Київський зоологічний парк загальнодержавного значення  
проспект Перемоги, 32, м. Київ 03055

## **НОВІ ХОЗЯЇ ВІРУСУ ГЕРПЕСА КОРОПА ТРЕТЬОГО ТИПУ (CyHV-3)**

За допомогою ПЛР під час спалаху вірусної інфекції у Київському зоопарку вірус герпеса третього типу вперше виявлено у мішкожаберного сома та двокольорового лабео.

*Ключові слова:* вірус герпесу, мішкожаберний сом, двокольоровий лабео

Донедавна єдиним хазяїном вірусу герпеса коропа третього типу (CyHV-3) вважався лише короп звичайний (*Cyprinus carpio carpio*) та його підвид, якого називають короп кої (*Cyprinus carpio koi*) [1]. Було встановлено, що деякі види риб, включаючи таких представників родини коропоподібних, як *Carassius auratus*, стійкі до цього захворювання, незважаючи навіть на довготривале перебування з хворою рибою в одному водяному резервуарі [2].

Проте, нещодавно наявність CyHV-3 була підтверджена за допомогою ПЛР у інших коропоподібних риб, які вирощувались в полікультурі разом з інфікованими коропами – у звичайного карася (*Carassius carassius*), білого амура (*Stenopharyngodon idella*), строкатого товстолобика (*Aristichthys nobilis*), звичайного товстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), линя (*Tinca tinca*), рибця (*Vimba vimba*) [3]. Більш того, виявилось, що CyHV-3 здатний інфікувати представників сомових (*Silurus glanis*) та осетрових риб, таких як російський (*Acipenser gueldenstaedtii*) та атлантичний (*Acipenser oxyrinchus*) осетри та стерлядь (*Acipenser ruthenus*) [3]. Японськими дослідниками ДНК CyHV-3 виявлена у коловертках [4].

Вірус герпеса третього типу викликає у коропових риб гостру інфекцію, яка за всіма ознаками є емерджентною. Емерджентними називають хвороби, які виникають або проявляються раптово, несподівано, які раніше були невідомі і часто викликають надзвичайно напружені епізоотичні ситуації [5].

Вперше ця хвороба була виявлена в Ізраїлі навесні 1998 року у деяких рибних господарствах уздовж усього узбережжя Середземного моря спостерігали численні масові (понад 80%) випадки загибелі коропа [6, 7]. З того часу загроза цього захворювання є постійною. Нині захворювання розповсюдилося по багатьох фермах країни, що призводить до суттєвих фінансових втрат. Спалахи нового захворювання, що призвели до масової загибелі риби в Ізраїлі, спостерігались також в США [8] та багатьох країнах Європи, Азії та Північної Америки. Швидке розповсюдження цього вірусу по всьому світу обумовлене тим, що декоративний короп кої має широкий попит серед акваріумістів і є предметом інтенсивної торгівлі. Міжнародне епізоотичне бюро (МЕБ) у 2007р. визнало цю емерджентну інфекцію як загрозову і таку, що підлягає обов'язковому декларуванню та викориненню. Відсутність



повідомлень про розповсюдження цього вірусу у Східній Європі є однією з причин заборони ввезення коропа до країн Європейського Союзу.

Про шляхи розповсюдження СуHV-3 в природі інформації недостатньо. Ймовірно, джерелом зараження, окрім декоративних рибок кої, може бути і вода, що містить слиз або інші продукти життєдіяльності заражених риб, а також знаряддя рибальства. Встановлено, що вірус з води санітарному може проникати в організм риб через шкіру. Істотну роль в перенесенні вірусу виконують водоплавні птахи, зокрема чайки. Збереження інфекційності СуHV-3 у воді може сягати кілька днів [9]. Оскільки за допомогою ПЛР ДНК СуHV-3 виявляється у короїв без клінічних ознак хвороби, які вирощувались при температурі 13°C [10], то такі риби також можуть бути джерелом інфекції у рибницьких господарствах.

В Україні СуHV-3 вперше був описаний нами недавно [11, 12, 13]. Існує реальна загроза розповсюдження цього вірусу у рибницьких господарствах України. Один із запропонованих профілактичних заходів захворюваності риб від СуHV-3 – це дотримання правил ветеринарної санітарії щодо інфекційних хвороб риб. Перевозити мальків коропа в Європейському Союзі дозволяється тільки з господарств, які мають посвідчення про відсутність у них СуHV-3. Методи біобезпеки включають також дотримання карантину для завезених риб протягом 2 місяців в умовах сумісного їх культивування з чутливими рибами при температурах, оптимальних для репродукції СуHV-3.

Особливу увагу в останній час надають санітарному контролю за трансграничними перевезеннями акваріумних риб, які можуть слугувати в якості джерел інфікування промислових риб в аквакультури [14]. Тому в даній роботі нами були проведені дослідження хворих акваріумних риб лабео (*Labeo bicolor*) та мішкозяберного сомика (*Heteropneustes fossilis*) з метою встановлення етіологічного агента спалаху інфекції серед акваріумних риб Київського зоопарку.

#### Матеріал і методи досліджень

Загальну ДНК виділяли із зябер та нирок інфікованих риб. До 100 мкл приготовленого на фосфатному буфері (рН=7,4) гомогенату додавали 500 мкл лізуючого буферу (10мМ TRIS-HCl рН=8,0, 0,1М NaCl, 25 мМ ЕДТА, 0,5 % ДСН) та протеїназу К, ретельно перемішували та інкубували 2 години при температурі 37 °С. ДНК екстрагували фенолом та центрифугували 5 хвилин при 13 000 об/хв. Надосадову рідину відбирали та проводили повторну екстракцію ДНК сумішшю хлороформ – ізоаміловий спирт (24:1). Потім надосадову рідину відбирали та додавали 0,1 об'єм розчину 3М ацетату натрію (рН 5,2) та 2,5 об'єми охолодженого до -20°C абсолютного етанолу. Преципітацію ДНК проводили при кімнатній температурі упродовж 1 години. Після цього осаджували ДНК на мікроцентрифузі при 13 000 об/хв упродовж 10 хвилин. Осад ДНК промивали 70% етанолом. ДНК розчиняли в ТЕ-буфері (10мМ TRIS-HCl, 1мМ ЕДТА, рН=7,5) або у деіонізованій воді.

Для ідентифікації вірусу методом ПЛР використовували олігонуклеотидні праймери, специфічні до ділянки гену тимідинкінази СуHV3 [12,15,16]. Послідовність олігонуклеотидів була такою:

For 5'- TACGAGGTGATGCAGCGTCTGGAGGAATAC -3'

Rev 5'- CTGAGAGATTCTGACGGTGAAGGGTGCG -3'

Для визначення специфічності праймерів та їхніх фізичних властивостей використовували програмне забезпечення VectorNTI10, PrimerPremier5 та онлайн-сервіс BLAST.

Ампліфікація ділянки гену тимідинкінази СуHV3 включала один цикл попередньої денатурації ДНК при 94°C упродовж 3 хвилин, 40 циклів денатурації при 95°C (10 секунд), віджигу праймерів при 60°C (10 секунд), синтезу при 72°C (10 секунд) та додаткового циклу синтезу у кінці реакції при 72°C (1 хвилина). ПЛР проводилась на ампліфікаторі ТП4-ПЦР-01-«Терцик» («НПО ДНК-Технологія»). Після ампліфікації продукти реакції аналізували в 1% агарозному гелі. По закінченні електрофорезу гель фарбували бромистим етидієм та спостерігали результати під ультрафіолетовим транслюмінатором.

Також були поставлені ПЛР з праймерами для інших вірусів риб (вірус весняної віремії коропа та вірус геморагічної септицемії форелі).

**Результати досліджень та їх обговорення**

В 2013р. серед акваріумних риб Київського зоопарку спостерігався спалах інфекції, що супроводжувався 100% смертністю. Серед цих риб були як короноподібні, такі як тетра червоноплавцева (*Hypessobrycon anisitsi*) і двокольоровий лабео (*Labeo bicolor*), так і окунеподібні, такі як червоногорла цихлазома (*Cichlasoma meeki*), а також мішкожаберний сом (*Heteropneustes fossilis*). З метою встановлення етіологічного агента інфекції проводили візуальний огляд зябер та покривів шкіри хворих риб та їх розтин.

Як показали результати досліджень, зябра хворих риб були гіперимовані і мали рожевий колір. У мішкожаберного сома на розтині спостерігали порушення кольору та структури печінки, набряк нирок та переповнення жовчного міхура (рис. 1). Такі ж патологічні зміни спостерігались і в двокольорового лабео.

Як показали результати наших досліджень специфічні олігонуклеотидні праймери до гену тимідинкінази СуНВ-3 успішно ампліфікували фрагменти ДНК обох вищевказаних риб. Довжина ампліфікованих ПЛР продуктів, як і передбачалось, становила 264 пари нуклеотидів (рис. 2). ПЛР з праймерами до вірусу весняної віремії коропа та вірусу геморагічної септицемії форелі були негативними.



Рис. 1. Мішкозяберний сом (*Heteropneustes fossilis*), інфікований СуНВ-3

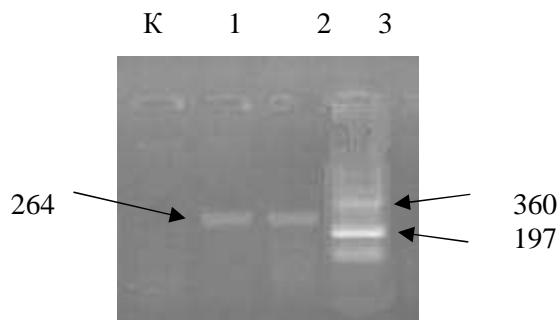


Рис. 2. Електрофорез результатів ПЛР з праймерами для визначення СуНВ-3.

К – контроль (усі компоненти реакції, окрім ДНК); 1 - зразки ДНК, виділеної від лабео двокольорового (*Labeo bicolor*); 2 - зразки ДНК, виділеної від мішкожаберного сомика (*Heteropneustes fossilis*). 3. ДНК-маркер.

Згідно з існуючими ДНК СуHV-3 за допомогою ПЛР можна виявляти в нирках та в крові інфікованих коропів уже через один день після інфікування [8]. Через три дні після інфікування кількість вірусної ДНК в нирках починає зростати [9]. З часом вірусна ДНК з'являється в зябрах, печінці, кишківнику та у шкірі. В тканинах головного мозку вона виявляється не завжди. Вірус впродовж значного часу здатний зберігатись в донних осадах і накопичуватись в планктоні, зокрема в коловертках [4].

Як свідчать дані літератури, цей вірус вже через 2 дні після зараження коропів призводить до нефриту, який може тривати до десяти діб. В інфікованій рибі вражаються зябри, про що свідчить втрата ворсинок та запалення зябрових тичинок. Основними симптомами хвороби коропа є втомлювальність, втрата координації руху, внутрішні крововиливи, запалі очі, плями на шкірі, збільшення секреції слизу, нефрит та некроз зябер. Різке збільшення числа зовнішніх паразитів і бактерій. Загибель акваріумних риб у зоопарку також супроводжувалась наявністю у них іхтіофтиріозу.

Не викликає сумніву той факт, що в багатьох випадках інфекції акваріумних риб можуть протікати безсимптомно. Показано, що СуHV-3 здатний продукувати у коропових риб латентну форму інфекції, яка під впливом екологічних чинників може переходити в активну форму (Uchii et al., 2014). Тому не контрольоване завезення в країну акваріумних риб становить велику небезпеку для рибницьких господарств.

### Висновки

За допомогою ПЛР під час спалаху вірусної інфекції у Київському зоопарку вірус герпеса третього типу вперше виявлено у мішкозяберного сома та двокольорового лабео. Довжина ампліфікованих ПЛР продуктів, специфічних до ділянки гену тимідинкінази, як і передбачалось, становила 264 пари нуклеотидів

1. Бучацький Л.П. Електронномікроскопічне дослідження репродукції герпесвірусу коі. / Л.П. Бучацький, Н.М. Матвієнко // Тваринництво України. — 2009. — № 9. — С. 22—23.
2. Бучацький Л.П. Застосування ПЛР для діагностики вірусу герпеса коі. / Л.П. Бучацький, Н.М. Матвієнко, М.І. Майстренко, І.П. Гаврилова, В.Панасенко // Ветеринарна медицина України. — 2011. — № 9. — С. 13.
3. Майстренко М.І. Ідентифікація вірусу СуHV-3 методами електронної мікроскопії та полімеразної ланцюгової реакції. М.І.Майстренко, Ю.П. Рудь, Н.М.Матвієнко, Л.С.Холодна Л.П.Бучацький // Доповіді НАН України. — 2013. — № 4. — С. 139—143.
4. Макаров В.В. Эпизоотологический лексикон. / А.А. Гусев, Е.В. Гусева, О.И. Сухарев // Москва: Колос, 2001. — 176 с.
5. Рудь Ю.П. Ампліфікація гену тимідинкінази як зручний метод діагностики ДНК-вірусів риб. / Рудь Ю.П., Бучацький Л.П. // Рибне господарство. — 2009. — Вип. 67. — С. 175—178.
6. Aoki T. Genome sequences of three koi herpesvirus isolates representing the expanding distribution of an emerging disease threatening koi and common carp worldwide. / T. Aoki, I. Hirono, K. Kurokawa, H. Fukuda, R. Nahary, A. Eldar, A.J.Davidson, T.B.Waltzek, H.Bercovier, R.P.Hedrick // Journal of Virology. — 2007. — Vol. 81. — P. 5058—5065.
7. Ariav R. First report of newly emerging viral disease of Cyprinus carpio species in Israel. / R. Ariav, S. Timan, N. Paperna, N. Bejerano // EAAP 9-th International Conference. — Rhodes Greece, 1998. — P. 36.
8. Bercovier H. Cloning of the koi herpesvirus (KHV) gene encoding thymidine kinase and its use for a highly sensitive PCR based diagnosis // H. Bercovier, Y. Fishman, R. Nahary, S. Sinai, A. Zlotkin, M. Eynigor, O. Gilad, A. Eldar, R. Hedrick // BMC Microbiology. — 2005. — N. 5. — P. 13.
9. Bernoth E.M. Viral diseases of aquarium fish. / E.M. Bernoth, M.J. Crane // J. Exot. Pet. Med., 1995. — Vol. 4. — N. 2. — P. 103—110.
10. Hedrick R. A herpes virus associated with mass mortality of juvenile and adult Koi, a strain of common carp. / R. Hedrick, O. Gilad, S. Yun J. // Agua. Anim. Health. — 2000. — Vol. 12. — P. 44—57.
11. Hoffmann R.W. Detection and isolation of RHV in Continental Europe. / R.W. Hoffmann, M. El-Matbouli, H. Soliman // Report of International Workshop on koi herpesvirus. — London, 2004. — P. 11.
12. Kempter J. Koi herpes virus: do acipenserid restitution programs pose a threat to carp farms in the disease-free zones?. / J. Kempter, J. Sadowski, H. Schutze, U. Fischer, M. Dauber, D. Fichtner, R. Panicz, S.Bergmann // Acta ichthyologica piscatoria. — 2009. — Vol. 2. — P. 119—126.

13. *Minamoto T.* Detection of cyprinid herpesvirus-3 DNA in lake plancton. / T. Minamoto, M. Honjo, H. Yamanaka, N. Tanaka, T. Itajama, Z. Kawabata // *Researche in Veterinary Science*. — 2010. — Vol. 7. — P. 6—11.
14. *Pikarsky E.* Pathogenesis of acute viral disease induced in fish by carp interstitial nephritis and gill necrosis virus. / E. Pikarsky, A. Ronen, J. Abramowitz, B. Levavi-Sivan, M. Hutoran, Y. Shapira, M. Steinitz, A. Perelberg, D. Soffer, M. Kotler // *Journal of Virology*. — 2004. — Vol. 78. — P. 9544—9551.
15. *Shapira Y.* Differential resistance to koi herpes virus (KHV)/carp interstitial nephritis and Gill necrosis virus (CNGV) among common carp (*Cyprinus carpio* L.) strains and crossbreds. / Y. Shapira, Y. Magen, T. Zak, M. Kotler, G. Hulatad, B. Levavi-Sivan // *Aquaculture*. — 2005. — Vol. 245. — P. 1—11.
16. *Siwicki A.K.* Herpeswirusy a szczególnie koi herpes Virus (KHV) nowe zagrozenie w hodowli karpia. / A.K. Siwicki, E. Terech-Majewska // *Choroby ryb*. — 2002. — P. 368—411.
17. *Uchii K.* Seasonal reactivation enables Cyprinide Herpesvirus 3 to persist in wild host population. / K. Uchii, T. Minamoto, M. Honyo, Z. Kawabata // *FEMS Microbiology Ecology*. — 2014. — Vol. 87. — N. 2. — P. 536—542.

*И.П. Гаврилова, М.И. Майстренко, В.И. Рymar, И.Б. Васильковская, Ю.П. Рудь, Л.П. Бучацкий*  
 ООО «Бальд», Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киевский зоопарк  
 НОВИЕ ХОЗЯЕВА ВИРУСА ГЕРПЕСА ТРЕТЬЕГО ТИПА (СУHV-3)

С помощью ПЦР во время вспышки вирусной инфекции в Киевском зоопарке вирус герпеса третьего типа впервые был обнаружен у мешкожаберного сома и двуцветного лабео.

*Ключевые слова: вирус герпеса, мешкожаберный сом, двуцветный лабео*

*I.P. Gavrilova, M.I. Maistrenko, V.I. Rymar, I.B. Vasilkovska, Y.P. Rud, L.P. Buchatskyi*  
 LTD "Bald", Kyiv by Taras Shevchenko National University, Kyiv Zoo  
 NEW HOSTS OF HERPESVIRUS OF THIRD TYPE (CyHV3)

By means of PCR in Kyiv Zoo in bicolor laqueo and sack-gill catfish an herpesvirus of third type was found.

*Keywords: herpesvirus, bicolor laqueo, sack-gill catfish*

Рекомендує до друку  
 В.В. Грубінко

Надійшла 27.11.2013

УДК 581.526.3(574.63:581.133.5)

Л.О. ГОРБАТЮК<sup>1</sup>, О.О. ПАСІЧНА<sup>1</sup>, О.М. АРСАН<sup>1</sup>, Ю.М. СИТНИК<sup>1</sup>,  
 М.О. САВЛУЧИНСЬКА<sup>1</sup>, І.Г. КУКЛЯ<sup>1</sup>, Г.Б. ГУМЕНЮК<sup>2</sup>, Н.М. КАГЛЯН<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут гідробіології НАН України  
 пр. Героїв Сталінграду, 12, м. Київ, 04210

<sup>2</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
 вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ ФОСФОРУ ГІДРОФІТАМИ ВОДОЙМ В РАЙОНІ БОРТНИЦЬКОЇ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ (М. КИЇВ)**

Було проведено визначення концентрації  $PO_4^{3-}$  на різних ділянках водойм поблизу скиду очищених стоків Бортницькою станцією аерації. Встановлено вміст загального і неорганічного фосфору в макрофітах досліджуваних ділянок водойм. Показано залежність кількості акумульованого макрофітами фосфору як від ступеня забруднення води, так і від приналежності виду рослин до певної екологічної групи, а також від часу відбору проб.

*Ключові слова: фосфор, фосфати, акумуляція, стічні води, гідрофіти*

Внаслідок природних і антропогенних процесів у водойми України надходить значна кількість фосфоровмісних сполук. За офіційними даними в басейн Дніпра у 2009 р. потрапило 3307 т фосфатів, у 2010 р. – 3054 т, у 2011р. – 2850 т [10, 11]. За інформацією [7] тільки в Кременчуцьке водосховище протягом року надходить біля 1,8-2,4 тис. т мінерального і 4,6-17,5 тис. т органічного фосфору переважно зі стічними водами м. Києва.

Згідно результатів досліджень [3], в розрахунку на кожного мешканця України щодобово у стічні води поступає 1,5-1,8 г фосфору, ефективність вилучення якого на очисних станціях складає лише 10-20%.

Єдиною системою біологічної очистки стічних вод м. Києва є Бортницька станція аерації (БСА). Але, побудована ще в 50-60-х роках ХХ ст., на теперішній час вона технічно застаріла і не спроможна ефективно очищати стічні води від фосфатів [9].

Фосфоровмісні сполуки, надходячи у водні об'єкти, можуть накопичуватись у різних компонентах водних екосистем, зокрема, у донних відкладах та гідробіонтах. Оскільки фотосинтезуючі організми є продукційною основою водної екосистеми і первинною ланкою її трофічного ланцюга, метою роботи було з'ясування особливостей акумуляції фосфору представниками вищих водяних рослин у водоймах, які зазнають значного фосфатного навантаження (на прикладі водних об'єктів району БСА).

### Матеріал і методи досліджень

Відбір проб води і водяних рослин проводили у р. Дніпро в районі БСА та у скидному каналі БСА у червні і вересні 2013 р. згідно схеми (рис. 1).

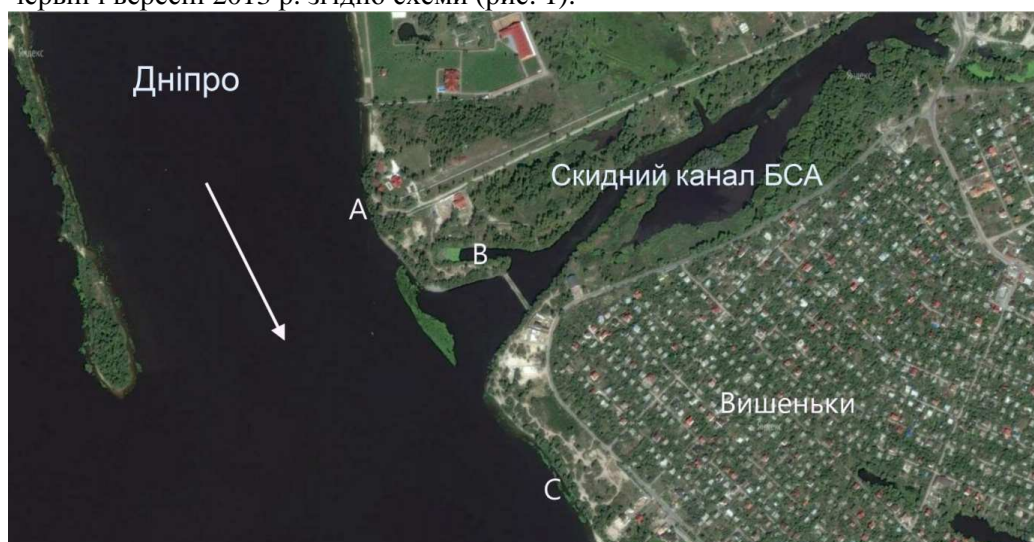


Рис. 1. Карта-схема відбору проб води і макрофітів водойм в районі Бортницької станції аерації (червень-вересень 2013 р.): А – вище скиду у Дніпро 200 м; В – скидний канал БСА; С – нижче скиду у Дніпро 250 м.

Для дослідження використовували воду і водяні рослини, відібрані у скидному каналі, а також на відстані 200 м вище та 250 м нижче скиду води з каналу у Дніпро.

Об'єктами дослідження були такі макрофіти: кушир темно-зелений *Ceratophyllum demersum* L. (стебла і листки), різуха морська *Najas marina* L. (стебла і листки), рдесник пронизанолистий *Potamogeton perfoliatus* L. (листки), водяний горіх *Trapa natans* L. (плаваючі листки), стрілолист *Sagittaria sagittifolia* L. (підводні листки), сусак *Butomus umbellatus* L. (листки), латаття жовте *Nuphar lutea* (L.) Smith. (плаваюче надводне листя), їжача голівка *Sparganium* sp. (листки), ряска мала *Lemna minor* L.

Визначення загального фосфору у водяних рослинах проводили фотометрично за методом Деніже в модифікації А. Левицького [1]. Метод ґрунтується на здатності фосфорної кислоти при взаємодії з молібдатом амонію в присутності відновника утворювати забарвлені сполуки.

Вміст неорганічного фосфору у водяних рослинах визначали шляхом екстракції зі свіжого рослинного матеріалу розчином оцтової кислоти з наступним осадженням неорганічних фосфатів з одержаної кислоторозчинної фракції, переведенням їх у розчинну форму і подальшим визначенням колориметричним методом [6].

Визначення концентрації йонів ортофосфату  $\text{PO}_4^{3-}$  у воді проводили за гідрохімічною методикою [5].

Отримані результати оброблено статистично.

### Результати досліджень та їх обговорення

В результаті проведених досліджень рівня забруднення фосфором водойм поблизу БСА було встановлено, що, як влітку, так і восени 2013 р., концентрація йонів  $\text{PO}_4^{3-}$  у воді р. Дніпро вище скиду з каналу БСА була найменшою, а у воді самого скидного каналу БСА – найвищою і досягала значних величин (рис. 2). Концентрація  $\text{PO}_4^{3-}$  у воді Дніпра нижче від місця скиду з каналу БСА була меншою у 2,2 рази влітку і в 2,7 р. восени порівняно з концентрацією у самому каналі, що, очевидно, пов'язано з її розбавленням дніпровською водою. Однак, при цьому вміст фосфатів залишався більшим у 1,64-2,86 рази порівняно з їх концентрацією у воді р. Дніпро вище скиду (див. рис. 2).

Отримані результати свідчать про те, що БСА не повністю очищає стічні води м. Києва від фосфоровмісних сполук. Надійшовши у воду, ці сполуки включаються в біохімічні цикли внутрішньоводоймних процесів і вже практично не полишають водойму. Головний біохімічний шлях засвоєння мінеральних фосфатів водяними рослинами йде через АТФ з включенням їх в реакції вуглеводного обміну і біосинтезу фосфоліпідів [4].

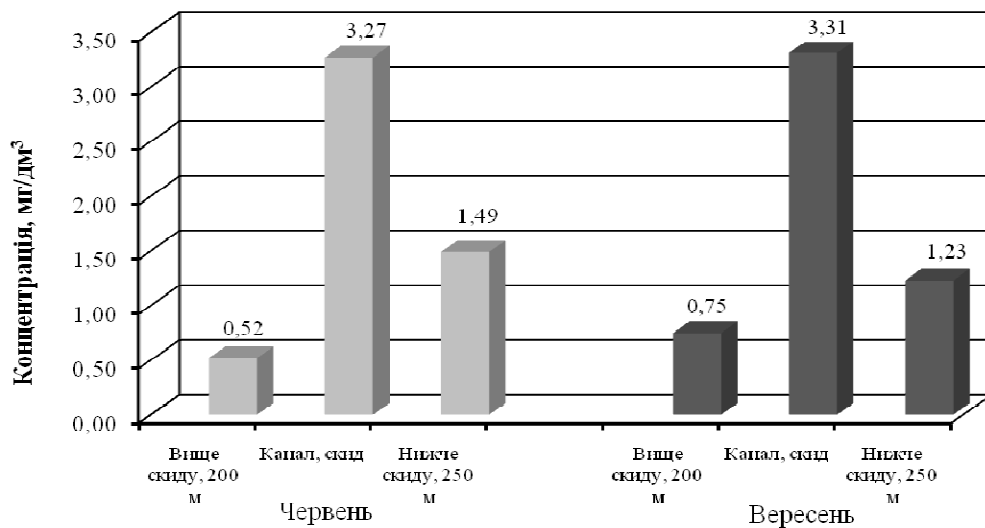


Рис. 2. Концентрація фосфатів у воді водойм в районі Бортницької станції аерації у червні та вересні 2013 р., мг/дм<sup>3</sup>

Встановлено, що вміст загального фосфору у досліджуваних рослинах в червні 2013 р. коливався в межах 3,23-11,09 мг/г сухої маси (таблиця). Найвищим його рівнем відрізнялися рослини скидного каналу БСА: ряска мала та їжача голівка. Це пов'язано зі значним вмістом ортофосфат-йонів у воді (в середньому 3,27 мг  $\text{PO}_4^{3-}/\text{дм}^3$ ) та відсутністю проточності.

Серед рослин, зібраних нижче скиду води БСА влітку 2013 р., більш високим вмістом загального фосфору відрізнялися земноводні рослини (стрілолист і сусак), а також занурені макрофіти (рдесник, кушир, різуха). Менша кількість загального фосфору виявилась у рослин з плаваючим на поверхні води листям (латаття і водяний горіх).

Вміст загального та неорганічного фосфору у водяних рослинах водойм в районі Бортницької станції аерації (БСА) в 2013 р.

№	Назва рослин, дата та місце відбору	Вміст загального фосфору P <sub>з</sub> , мг/г сухої маси	Вміст неорганічного фосфору P <sub>н</sub> , мг/г сухої маси	P <sub>н</sub> / P <sub>з</sub>
1	Червень Дніпро вище скиду БСА(200 м) Латаття жовте (плаваюче надводне листя)	3,23±0,47	0,95±0,18	0,294
	2	Водяний горіх (плаваючі листки)	5,02±0,56	0,69±0,13
3	Скидний канал БСА Ряска мала	11,09±1,34	2,47±0,26	0,220
	4	Їжача голівка (листки)	9,74±1,15	2,51±0,31
5	Дніпро нижче скиду БСА (250 м) Рдесник пронизанолистий (листки)	6,29±0,82	1,84±0,28	0,293
	6	Стрілолист (підводні листки)	7,99±0,84	2,25±0,25
7	Водяний горіх (плаваючі листки)	5,94±0,58	0,86±0,11	0,145
8	Кушир темно-зелений (стебла і листки)	7,51±0,80	1,81±0,23	0,240
9	Різуха морська (стебла і листки)	6,85±0,63	1,93±0,19	0,277
10	Сусак (листки)	8,82±0,89	2,31±0,22	0,262
11	Вересень Скидний канал БСА Латаття жовте (плаваюче надводне листя)	2,97±0,31	0,82±0,09	0,276
	12	Дніпро нижче скиду БСА (250 м) Рдесник пронизанолистий (листки)	4,76±0,52	1,20±0,16
13	Кушир темно-зелений (стебла і листки)	4,91±0,63	1,05±0,11	0,214

У зв'язку з тим, що найбільш біодоступним для рослин є розчинний фосфор у формі йону ортофосфату (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) [8], також було проведено визначення концентрації неорганічного фосфору в тканинах вищих водяних рослин і аналіз величини співвідношення Р неорг./Р заг., яка є показником інтенсивності включення неорганічного фосфату у біосинтез фосфорорганічних сполук.

Виявлено, що концентрація неорганічного фосфору у досліджуваних видах рослин досягала максимальних величин у рясці та їжачій голівці зі скидного каналу БСА (див. табл.).

У земноводних та занурених макрофітах Дніпра нижче скиду води БСА кількість неорганічного фосфору, як і загального, була вищою, ніж у рослинах з плаваючим на поверхні води листям.

Слід зазначити, що вміст загального та неорганічного фосфору у плаваючих листках водяного горіха дніпровської ділянки нижче скиду БСА був більшим, ніж у рослинах, зібраних вище скиду, що добре узгоджується з величиною концентрації фосфору у воді (див. рис. 2).

Вміст неорганічного фосфору у макрофітах, зібраних нижче скиду води з БСА у вересні 2013 р., зменшився порівняно з червнем: у куширі темно-зеленому – на 42%, у рдеснику пронизанолистому – на 34%, у лататті жовтому – на 14% (див. табл.).

Встановлено, що величина Р неорг./Р заг. змінювалась у межах від 0,14 до 0,29 (див. табл.). Така частка неорганічного фосфору у рослинах порівняно з загальним пов'язана, очевидно, з тим, що більшість засвоєних рослинами неорганічних фосфатів включається в процеси біосинтезу фосфорорганічних сполук (фосфатидів, фосфопротеїдів, нуклеотидів, фосфорних ефірів цукрів, коферментів вуглеводного, білкового і ліпідного обміну) [2].



**Висновки**

У воді р. Дніпро в районі скиду стоків з БСА, як і в самому скидному каналі, міститься значна кількість іонів  $\text{PO}_4^{3-}$ , що свідчить про недостатнє очищення стічних вод від фосфатів.

Кількість акумульованого рослинами фосфору залежить як від ступеня забруднення водойми фосфатами, так і від приналежності виду рослин до певної екологічної групи. Зокрема, вміст як загального, так і неорганічного фосфору досягав максимальних величин у рослинах в скидному каналі БСА. Високим вмістом загального та неорганічного фосфору відрізнялися земноводні рослини, а також занурені макрофіти. Менша кількість фосфору виявилась у рослинах з плаваючим на поверхні води листям.

Одержані результати показали, що до кінця літнього сезону вміст як загального так і неорганічного фосфору у водяних макрофітах знижується. Також спостерігається зменшення величини співвідношення неорганічного фосфору до загального, що може бути пов'язано зі зниженням інтенсивності засвоєння неорганічного фосфору рослинними організмами порівняно з початком вегетації.

1. *Агрохімічний аналіз* / М. М. Городній, А. П. Лісовал, А. В. Бикін та ін. / За ред. М. М. Городнього. — К.: Арістей, 2005. — 468 с.
2. *Гродзинский А. М.* Краткий справочник по физиологии растений / А.М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. — Киев: Наукова думка, 1973. — 591 с.
3. *Лузовіцька Ю.А.* Винос біогенних елементів із водозбору річки Десни / Ю.А. Лузовіцька, Н.М. Осадча, В.І. Осадчий // *Наук. праці УкрНДГМ.* — 2011. — Вип. 261. — С. 117.
4. *Лукина Л.Ф.* Физиология высших водных растений / Л. Ф. Лукина, Н. Н. Смирнова. — К.: Наукова думка, 1988. — 188 с.
5. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.; За ред. В. Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
6. *Починок Х. Н.* Методы биохимического анализа растений. — К.: Наукова думка, 1976. — 334 с.
7. *Романенко В.Д.* Основы гидроэкологии. — Киев: Генеза, 2004. — 664 с.
8. *Reynolds C. S.* Sources and bioavailability of phosphorus fractions in freshwaters: a British perspective / C. S. Reynolds, P. S. Davies // *Biological Reviews.* — 2001. — Vol. 76, № 1. — P. 27—64.
9. [http://www.vodokanal.kiev.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1725&Itemid=93](http://www.vodokanal.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1725&Itemid=93)
10. [http://search.ligazakon.ua/1\\_doc2.nsf/link1/NT0333.html](http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/NT0333.html)
11. [http://me.kmu.gov.ua/control/uk/publish/printable\\_article?art\\_id=198500](http://me.kmu.gov.ua/control/uk/publish/printable_article?art_id=198500)

*Л. О. Горбатюк, Е. А. Пасичная, О. М. Арсан, Ю. М. Сытник, М. А. Савлущинская, И.Г. Кукля, Г.Б. Гуменюк, Н.Н. Каглян*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, Украина

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка, Украина

#### ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯЦИИ ФОСФОРА ГИДРОФИТАМИ ВОДОЁМОВ В РАЙОНЕ БОРТНИЦКОЙ СТАНЦИИ АЭРАЦИИ (г. КИЕВ)

Определены концентрации ионов  $\text{PO}_4^{3-}$  в различных участках водоемов вблизи сброса очищенных стоков Бортницкой станцией аэрации (БСА). Результаты исследований свидетельствуют о недостаточном извлечении фосфатов из сточных вод БСА и попадании значительного их количества в прилегающие водоемы.

Установлено содержание общего и неорганического фосфора в макрофитах исследованных участков водоемов возле БСА. Показана зависимость количества аккумулированного водными макрофитами фосфора как от степени загрязнения воды, так и от принадлежности вида растений к определенной экологической группе, а также от времени отбора проб.

*Ключевые слова: фосфор, фосфаты, аккумуляция, сточные воды, гидрофиты*



*L. O. Gorbatyuk, O. O. Pasichna, O. M. Arsan, Y. M. Sytnik, M. O. Savluchinska, I. G. Kuklya, H.B. Humenuyk, N. M. Kaglyan*

Institute of Hydrobiology National Academy of Science of Ukraine, Kyiv  
Volodymyr Gnatyuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

#### PECULIARITIES OF PHOSPHORUS ACCUMULATION BY HYDROPHYTES OF WATER RESERVES NEAR BORTNICHY STATION OF AERATION (KYIV)

Concentrations of  $PO_4^{3-}$  ions in different parts of water reserves near discharge of treated wastewater by Bortnichy station of aeration have been explored. The results of researches have shown insufficient extraction of phosphates from wastewaters and getting their significant amount into adjacent water reserves.

Content of total and inorganic phosphorus in macrophytes of investigated parts of water reserves near BSA has been discovered. Dependence of quantity of accumulated phosphorus by aquatic macrophytes both from degree of contamination of water and from an accessory of a kind of plants to certain ecological bunch, and also from time of samples assembly has been shown.

*Keywords: phosphorus, phosphates, accumulation, wastewater, hydrophytes*

Рекомендує до друку

Надійшла 18.01.2014

В.В. Грубінко

УДК: 574.5(28): 579.68(543.3)(285.3)

Г.М. РОМАНИШИН, В.М. ЯКУШИН, К.П. КАЛЕНІЧЕНКО, М.І. ЛІНЧУК

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

### **БАКТЕРІОПЛАНКТОН ОЗЕРА, РОЗТАШОВАНОГО В МЕЖАХ МЕГАПОЛІСА, ТА ЙОГО СЕЗОННІ ЗМІНИ**

---

Досліджено сезонну динаміку кількісного розвитку бактеріопланктону (загальної чисельності, вмісту сапрофітних (на РПА), протеолітичних і амілолітичних бактерій з посівом на молочний і крохмальний агари) та активності його функціонування в невеликому озері, розташованому в межах м. Києва. Встановлено, що на сезонні зміни мікробіологічних показників суттєво впливали фізико-хімічні умови у водоймі (температури води, кисневий режим, вміст органічної речовини), а також розвиток первиннопродуцентів та стрімкі зміни метеоумов. Визначено активність функціонування планктонних бактерій за показниками константи швидкості росту бактерій. Виявлено активну участь бактеріопланктону в процесах самоочищення озера.

*Ключові слова: озеро Вербне, бактеріопланктон, гідрохімічні показники, константа швидкості росту бактерій, фізико-хімічні умови, сезонна динаміка*

Численні водойми, розташовані в межах мегаполіса – м. Києва, є невід'ємним елементом середовища міста. Багато з цих водойм є ядрами рекреаційних утворень. Разом з тим, вони зазнають впливу різноманітних антропогенних чинників. З огляду на це вивченню гідробіології водойм м. Києва присвячені численні роботи [2, 6, 10, 11, 12]. Однак, в мікробіологічному аспекті ці водойми майже не досліджені [10].

Метою роботи було дослідити сезонну динаміку кількісного розвитку та активності функціонування бактеріопланктону в озері Вербному, розташованому в межах м. Києва.

#### **Матеріал і методи досліджень**

Озеро Вербне використовується в рекреаційних цілях. Площа водного дзеркала водойми становить 0,21 км<sup>2</sup>, середня глибина – близько 14 м. Озеро безстічне.

Дослідження проводили у квітні, серпні та жовтні 2012 р. Проби води для аналізу відбирали по акваторії та глибині водойми (з поверхневого та придонного шарів).

Умови середовища існування бактеріопланктону визначали за комплексом гідрохімічних показників. 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 [9].

Загальну чисельність бактерій визначали методом прямого мікроскопічного підрахунку на мембранних фільтрах, забарвлених еритрозином [4]. Для кількісного обліку сапрофітних бактерій використовували поживне середовище РПА, бактерій з протеолітичними і амілолітичними властивостями – молочний і крохмальний агари [5, 8]. Функціональну активність бактеріопланктону визначали за показниками константи швидкості росту бактерій – Kt [1].

### Результати досліджень та їх обговорення

*Фізико-хімічні показники.* Температура води в поверхневому шарі озера в сезонному аспекті змінювалася в межах 13,0-26,2°C, досягаючи максимуму у серпні і знижуючись до мінімуму у жовтні (табл. 1). В придонному шарі води у квітні вона становила в середньому 5,3°C, у серпні – 15,4, у жовтні – 12,3°C. Отже, протягом тривалого часу в оз. Вербному відмічалася пряма вертикальна температурна стратифікація водних мас, яка обумовлювала аналогічну кисневу стратифікацію.

Вміст розчиненого кисню в поверхневому шарі води озера досягав максимальних величин у квітні (в середньому 19,33 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) унаслідок інтенсивного розвитку в цей час фітопланктону і поступово знижувався до мінімальних значень у жовтні (в середньому, 7,08 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). В придонній воді його концентрація у квітні становила в середньому 8,05 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; у серпні та жовтні відмічався глибокий дефіцит кисню, особливо на станціях з глибинами від 10 до 14 м (див. табл. 1).

Таблиця 1

Сезонні зміни температури води та концентрації розчиненого кисню в оз. Вербному

Показники	Квітень	Серпень	Жовтень
Поверхневий шар води			
t води, °C	<u>14,4-16,0</u> 15,3	<u>25,0-26,2</u> 25,7	<u>13,0-13,1</u> 13,0
Розчинений кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<u>19,16-19,66</u> 19,33	<u>9,96-10,66</u> 10,20	<u>5,58-7,83</u> 7,08
Придонний шар води			
t води, °C	<u>5,0-5,6</u> 5,3	<u>13,0-18,0</u> 15,4	12,2-12,4 12,3
Розчинений кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<u>7,49-8,66</u> 8,05	<u>0,16-0,83</u> 0,44	<u>0,21-4,49</u> 1,71

*Примітка:* над рискою – межі коливань, під рискою – середнє значення

Концентрацію неорганічних форм азоту і фосфору, ПО та ДО в поверхневому шарі води озера визначали в усі сезони, в придонному – влітку та восени. Вміст амонійного азоту в поверхневому шарі води протягом досліджених сезонів не досягав значних величин і коливався в межах 0,149-0,362 мг N/дм<sup>3</sup>. В придонному шарі води відмічено його значне накопичення: у серпні – до 2, 320 мг N/дм<sup>3</sup>, у жовтні – до 3,062 мг N/дм<sup>3</sup>. За умов глибокого дефіциту розчиненого кисню в придонній воді відбувалася дифузія амонійного азоту з донних відкладів, а процеси нітрифікації істотно гальмувалися.

Концентрація азоту нітратів в поверхневому шарі води озера протягом досліджених сезонів знаходилась на невисокому рівні, змінюючись в межах 0,011-0,031 мг N/дм<sup>3</sup>, що було пов'язано з його асиміляцією первиннопродуцентами. В придонній воді його вміст влітку та

восени становив 0,02-0,024 мг N/дм<sup>3</sup> і обмежувався, як уже відмічалось, істотним гальмуванням процесу нітрифікації за умов глибокого дефіциту розчиненого кисню.

Аналогічною сезонною динамікою характеризувалася і концентрація у воді озера фосфору фосфатів. В поверхневому шарі води вона коливалася в межах від аналітичного нуля до 0,02 мг P/дм<sup>3</sup> з максимумом у жовтні. В придонній воді його вміст у серпні та жовтні був значно вищим і змінювався в межах 0,006-0,320 мг P/дм<sup>3</sup> і також досягав максимальних величин восени.

Величини ПО протягом сезонів коливались у досить вузьких межах і не мали суттєвої різниці в різних шарах води озера (10,21-13,76 мг O/дм<sup>3</sup>). Дещо підвищений вміст легкоокиснюваної органічної речовини відмічено у серпні. Показники ДО в поверхневому шарі води в сезонному аспекті знаходилися у межах 19,49-23,23 мг O/дм<sup>3</sup>, в придонному шарі у серпні та жовтні вони досягали максимальних значень – 24,52 і 30,29 мг O/дм<sup>3</sup> відповідно. Високі величини ДО восени обумовлювалися накопиченням в придонній воді детритних решток відмираючого фітопланктону, а також впливом донних відкладів.

Підсумовуючи результати гідрохімічних досліджень, слід зазначити, що весною та влітку за активної вегетації фітопланктону в поверхневому шарі води озера відмічалася висока концентрація розчиненого кисню. У жовтні кисневий режим (поверхневий шар води) значно погіршився. Можливо, цьому передувала зміна домінуючого комплексу фітопланктону у водоймі, що супроводжувалася відмиранням і розкладанням частини його біомаси, на що і витрачався кисень. Осадження на дно детритних частинок спричиняло підвищений вміст в придонній воді органічної речовини за показниками ДО до 30 мг O/дм<sup>3</sup>.

*Мікробіологічні показники.* Протягом досліджених сезонів загальна чисельність бактерій у поверхневому шарі води озера коливалася у межах 1,42-4,25 млн.кл/см<sup>3</sup>, в придонному – 1,23-4,92 млн.кл/см<sup>3</sup> (табл. 2). Максимальна чисельність планктонних бактерій реєструвалася в квітні, мінімальна – у жовтні. Підвищений вміст бактеріопланктону у квітні спричинювався інтенсивним розвитком фітопланктону як джерела органічної речовини. Крім того, у цей період в умовах стрімкого підвищення температури повітря і швидкого танення снігу у воду з поверхневим стоком надходила велика кількість зважених речовин, збагачених на бактерії. Їх поступове осадження на дно, очевидно, призвело до зростання чисельності бактеріопланктону в придонному шарі води.

Таблиця 2

Сезонна динаміка загальної чисельності бактерій (ЗЧБ) та константи швидкості їх росту (Кt) у воді оз. Вербного

Показники	Квітень	Серпень	Жовтень
Поверхневий шар води			
ЗЧБ, млн.кл/см <sup>3</sup>	<u>3,72-4,25</u> 3,96	<u>2,33-2,67</u> 2,49	<u>1,42-3,11</u> 2,0
К, доба <sup>-1</sup>	<u>0,26-0,64</u> 0,45	<u>0,26-0,34</u> 0,29	<u>(-0,18)-0,49</u> 0,24
Придонний шар води			
ЗЧБ, млн.кл/см <sup>3</sup>	<u>3,83-4,91</u> 4,42	<u>2,60-3,72</u> 3,17	<u>1,23-4,53</u> 2,82
К, доба <sup>-1</sup>	<u>0,23-0,46</u> 0,35	<u>0,32-0,50</u> 0,39	<u>0,43-0,52</u> 0,47

*Примітка:* над рискою – межі коливань, під рискою – середнє значення.

## ГІДРОБІОЛОГІЯ

Чисельність гетеротрофних (сапрофітних) бактерій (на РПА) в сезонному аспекті коливалася в межах 310-2344 кл/см<sup>3</sup> в поверхневому шарі води та 118-3436 кл/см<sup>3</sup> – в придонному (табл. 3). Сезонна динаміка їх кількісного розвитку була аналогічна такій загальної чисельності бактерій. Найвищий вміст у воді сапрофітних бактерій відмічався в квітні, мінімальний – у жовтні. Квітневий максимум, очевидно, спричинявся збагаченням води на лабільну органічну речовину, джерелом якої був фітопланктон. Вказаний чинник мав більш вагоме значення для кількісного розвитку сапрофітних бактерій, ніж температурний режим водойми; максимальні температури води відмічалися влітку.

Кількість протеолітичних бактерій протягом досліджених сезонів в поверхневому і придонному шарах води озера характеризувалася близькими між собою величинами і не досягала значного розвитку – 20-220 кл/см<sup>3</sup>. Вища їх чисельність відмічалася у серпні.

Кількісний розвиток амілолітичних бактерій у воді озера протягом дослідженого періоду був незначним як у поверхневому, так і в придонному горизонтах води, і становив 10-30 кл/см<sup>3</sup>.

*Таблиця 3*

Сезонна динаміка чисельності гетеротрофних бактерій у воді оз. Вербного

Показники	Квітень	Серпень	Жовтень
Поверхневий шар води			
СБ, кл/см <sup>3</sup>	$\frac{1088 - 2344}{1716}$	$\frac{310-880}{595}$	$\frac{450-689}{546}$
ПБ, кл/см <sup>3</sup>	$\frac{54-115}{91}$	$\frac{25-180}{102}$	$\frac{76-116}{92}$
АБ, кл/см <sup>3</sup>	$\frac{19-27}{23}$	$\frac{10-30}{20}$	$\frac{11-23}{21}$
Придонний шар води			
СБ, кл/см <sup>3</sup>	$\frac{2660 - 3436}{3048}$	$\frac{160-860}{510}$	$\frac{118-412}{310}$
ПБ, кл/см <sup>3</sup>	$\frac{21-56}{39}$	$\frac{20-220}{120}$	$\frac{20-137}{78}$
АБ, кл/см <sup>3</sup>	$\frac{14-20}{17}$	$\frac{10-25}{17}$	$\frac{10-27}{33}$

*Примітка:* СБ – сапрофітні бактерії (на РПА), ПБ – протеолітичні, АБ – амілолітичні бактерії; над рискою – межі коливань, під рискою – середнє значення.

Активність функціонування бактеріопланктону в оз. Вербному визначали за показниками константи швидкості росту бактерій (Kt). Величини Kt в поверхневому шарі води по акваторії озера в сезонному аспекті змінювалися в межах (-0,18)-0,64, доба<sup>-1</sup>, сягаючи максимальних значень у квітні, мінімальних – у жовтні (див. табл. 2). Сезонні зміни цього показника відповідали таким загальної чисельності бактерій і вмісту сапрофітних мікроорганізмів у воді водойми. В придонній воді Kt змінювалася в середньому від 0,35, доба<sup>-1</sup> у квітні до 0,47, доба<sup>-1</sup> у жовтні. Можливо, це пов'язано з особливостями впливу донних відкладів не тільки на сезонну динаміку вмісту неорганічних азоту і фосфору, а і на активність функціонування бактеріопланктону в придонній воді.

Слід зазначити деякі особливості сезонних змін кількісного розвитку бактеріопланктону у досліджуваній водоймі. Екосистеми малих водойм чутливо реагують на різні прояви кліматичних умов в ті чи іншу сезони року. Відмічається, що на чисельність планктонних бактерій в малих озерах суттєво впливає весняне водопілля [7], а також масовий розвиток в цей період фітопланктону [3]. В оз. Вербному навесні за стрімкого підвищення температури повітря відбувалося швидке танення снігу, надходження у водойму теригенного змиву; при підвищенні температури води (поверхневий шар) до 15°C інтенсивно розвивався фітопланктон. Ці чинники значною мірою впливали на сезонну динаміку планктонних бактерій, яка не співпадала з сезонними змінами температури поверхневого шару води озера.

Також привертає увагу нерівномірний просторовий розподіл планктонних бактерій як по акваторії, так і глибині водойми. Можливо це обумовлювалося нерівномірним просторовим розподілом фіто- і зоопланктону, що позначалося на трофічних взаємовідносинах цих угруповань з бактеріопланктоном та кількісному розвитку останнього. Певним чинником, що впливав на особливості просторового розподілу та кількість планктонних бактерій, слід вважати рекреаційне навантаження на озеро.

Слід зазначити, що в сучасних умовах (2012 р.) кількісний розвиток бактеріопланктону в оз. Вербному суттєво не відрізнявся від такого, зареєстрованого в цій водоймі ще в середині 80-х років минулого століття [10]. Можна припустити, що незважаючи на рекреаційне навантаження, процеси самоочищення в озері відбуваються досить активно, важливу роль в яких відіграє бактеріопланктон.

### Висновки

За результатами досліджень, проведених на оз. Вербному, встановлено, що на кількісний розвиток бактеріопланктону і активність його функціонування суттєво впливали фізико-хімічні умови у водоймі, стрімке підвищення температури повітря навесні та надходження у водойму поверхневого стоку внаслідок танення снігу, масовий розвиток фітопланктону (особливо весняного).

Кисневий режим озера має ознаки, властиві диміктичним водоймам. Починаючи з другої половини квітня і до жовтня в озері відмічалася пряма вертикальна стратифікація водних мас за температурою і вмістом розчиненого кисню. У квітні та серпні концентрація останнього в поверхневому шарі води становила в середньому 194,0 і 126,4% насичення, в придонному – влітку та восени 4,4 і 16,0% насичення відповідно.

Вміст неорганічних сполук азоту і фосфору в поверхневому шарі води протягом вегетаційного періоду був невеликим, внаслідок їх асиміляції первиннопродуцентами, в придонному – у серпні і жовтні відмічалася значне накопичення амонійного азоту та фосфору фосфатів, гальмування процесів нітрифікації та збільшення вмісту органічної речовини за показниками ДО.

За таких умов у сезонній динаміці загальної чисельності бактерій і кількості сапрофітних організмів (на РПА) у воді озера відмічено максимум у квітні, мінімум – у жовтні. Проте, сезонна динаміка чисельності протеолітичних бактерій характеризувалася максимальними показниками у серпні, що свідчить про збагачення води на білкові речовини у цей період, і була пов'язана з сезонною динамікою температури води у водоймі. Кількісний розвиток амілолітичних бактерій був незначний і не мав чіткого максимуму протягом дослідженого періоду.

Активність функціонування бактеріопланктону, яку визначали за показниками константи швидкості росту бактерій, в поверхневому шарі води озера мала сезонну динаміку, аналогічну такій загальної чисельності бактерій. У квітні показники  $K_t$  становили в середньому 0,45, доба<sup>-1</sup> і знижувались протягом наступних сезонів до мінімуму у жовтні – 0,24, доба<sup>-1</sup>. В придонному шарі води  $K_t$  зростала від весни до осені, і в жовтні досягала максимуму – 0,47, доба<sup>-1</sup>, що очевидно було пов'язано з накопиченням в придонній воді влітку і, особливо, осінню, біогенів та органічної речовини (за показниками БО).

Незважаючи на рекреаційне навантаження, процеси самоочищення в озері відбуваються досить активно, важливу роль в яких відіграє бактеріопланктон.

1. Гак Д.З. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ / Д.З. Гак. – М.: Наука, 1975. – 251 с.
2. *Еколого-токсикологічна характеристика водойм та водотоків міської зони Києва* / [О.М. Арсан, П.Д. Клоченко, Ю.М. Ситник та ін.] // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2005. – № 3 (26). – С. 16–18.
3. *Иевлева Т.В.* Микробиологическая характеристика водотоков, расположенных в пределах крупного промышленного города / Т.В. Иевлева, А.И. Копылов // Басейн Волги в XXI веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ: Сб. мат-лов докл. Всероссийск. конф. Ин-т биол. внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 22-26 октября 2012 г. – Ижевск: Изд-во Пермьяков С.А., 2012. – С. 99–102.
4. *Кузнецов С.И.* Методы изучения водных микроорганизмов / С.И. Кузнецов, Г.А. Дубинина. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
5. *Олейник Г.Н.* К методике выделения гетеротрофных бактерий из воды / Г.Н. Олейник, Л.Г. Ленчина, П.И. Новикова // Мат-лы IV науч. конф. мол. ученых Ин-та гидробиол. АН УССР. – К., 1972. – С. 37–39.
6. *Особливості формування структури угруповань епіфітних водоростей* / [П.Д. Клоченко, Т.Ф. Шевченко, В.О. Медведь та ін.] // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2011. – № 1 (46). – С. 47–52.
7. *Протисты и бактерии озер Самарской области* / [В.В. Жариков, М.Ю. Горбунов, С.В. Быкова и др.] Под ред. д.б.н. В.В. Жарикова. – Тольятти: Кассандра, 2009. – 240 с.
8. *Родина А.Г.* Методы водной микробиологии / А.Г. Родина – М.: Наука, 1965. – 363 с.
9. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши* / Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
10. *Санитарно-гидробиологическое состояние озер и заливов жилого массива Оболонь г. Киева* / [С.А.Афанасьев, М.П. Колесник, Т.В. Давиденко и др.] // Гидробиологические проблемы внутренних водоемов Украины. – К.: Наук. думка, 1991. – С. 98–109.
11. *Щербак В.І.* Порівняльна оцінка ступеню урбанізації водойм за різноманіттям фітопланктону / В.І. Щербак, Н.Є. Семенюк // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2005. – № 3 (26). – С. 498–500.
12. *Щербак В.І.* Типизация водоемов урбанизированных территорий по разнообразию фитопланктона / В.І. Щербак, Н.Є. Семенюк // Гидробиол. журн. – 2006. – Т. 42, № 5. – С. 3–18.

*Г.М. Романишин, В.М. Якушин, К.П. Калениченко, М.І. Линчук*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

#### БАКТЕРИОПЛАНКТОН ОЗЕРА, РАСПОЛОЖЕННОГО В ПРЕДЕЛАХ МЕГАПОЛИСА, И ЕГО СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Исследована сезонная динамика количественного развития бактериопланктона (общей численности, содержания сапрофитных (на РПА), протеолитических и амилитических бактерий) и активности его функционирования в небольшом озере, расположенном в пределах мегаполиса – г. Киева. Выявлено, что на сезонные изменения микробиологических показателей существенно влияли физико-химические условия в водоеме (температура воды, кислородный режим, содержание органического вещества), а также развитие первичнопродукторов и стремительные изменения метеоусловий. Определена активность функционирования планктонных бактерий по показателям константы скорости роста бактерий. Выявлено активное участие бактериопланктона в процессах самоочищения озера.

*Ключевые слова: озеро Вербное, бактериопланктон, гидрохимические показатели, константа скорости роста бактерий, физико-химические условия, сезонная динамика*

*H.M. Romanishyn, V.M. Yakushyn, K.P. Kalenichenko, M.I. Linchuk*

Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv

#### BACTERIOPLANKTON OF THE LAKE LOCATED WITHIN THE METROPOLIS, AND IT'S SEASONAL CHANGES

Seasonal dynamics of the quantitative development of bacterioplankton (total number, saprophytic, proteolytic and amylolytic content of bacteria) has been investigated. The activity of bacteria in a

small lake (Kyiv) also shown. Revealed the chemical conditions in the reservoir, the development of primary producers and rapid changes of weather conditions are influenced to the seasonal changes in microbiological parameters significantly.

*Keywords: Verbne Lake, bacterioplankton, hydrochemical indicators, the rate constant of bacterial growth, physical and chemical conditions, the seasonal dynamics*

Рекомендує до друку  
В.В. Грубінко

Надійшла 22.01.2014

УДК 639.3:639.215.2

А.Г. ШЕРЕЛЮ, М.Ю. ЄВТУШЕНКО

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Генерала Родимцева, 19, Київ, 03041, Україна

## **ДИНАМІКА ВМІСТУ БІЛКІВ ТА ВИЖИВАНІСТЬ ЕМБРІОНІВ В РАНЬОМУ ОНТОГЕНЕЗІ КОРОПА**

Досліджено динаміку вмісту білка під час ембріонального розвитку коропа. Виявлено, що кількість білка при заплідненні та обводненні ікри значно знижується, що пов'язано із процесами його розщеплення. На наступних стадіях розвитку відбувається ресинтез білків, в результаті чого збільшується їх кількість. На заключних стадіях розвитку ікри вміст білків зменшується. Також встановлено, що кількість білків позитивно корелює з показниками виживаності ембріонів на різних стадіях розвитку.

*Ключові слова: ембріогенез, ікра, зародок, білки жовтка, динаміка білків, стадії розвитку, метаболізм, виживаність*

Одним з найважливіших показників якості зрілих яєць риб є вміст в них білків. Підтвердженням тому слугує виявлений багатьма вченими взаємозв'язок між вмістом білків в зрілій ікрі риб та виживаністю ембріонів та личинок, що розвиваються з неї [3, 6, 7].

Розрізняють три джерела жовткових білків в оогенезі – синтез в самому яйці, синтез в оточуючих яйце клітинах, синтез у віддалених частинах організму та надходження в ооцит через кров [10]. Ендогенний білок вважається продуктом діяльності ендоплазматичного ретикулуму та апарату Гольджі. Із літературних джерел відомо, що білки жовтка також синтезуються в печінці. У переднерестовий період гонадотропіни гіпофізу риб, діючи на стероїдну тканину яєчників, індукує синтез естрогенів, що відповідають на синтез вітелогеніну – попередника жовткових білків ооцита - в печінці [21]. Процес починається з випуском гонадотропінів з гіпофіза [25]. Використання ультраструктурних, радіографічних, імунобіологічних та біохімічних методів дозволило встановити, що в гепатоцитах печінки синтезується «вітелогенін» - попередник жовткових білків, що являє собою складний ліпофосфо-протеїн [21], який потрапляючи в кровоносну систему переноситься з кров'ю до яєчників. Швидке надходження вітелогеніну в ооцити, очевидно, забезпечується специфічними рецепторними місцями на мембрані, оскільки інші білки проникають в ооцит набагато повільніше [35]. Тож найбільшу частину білків жовткових гранул (білкового жовтка) і, відповідно білка великих яєць складають ліповітелін та фосфітин [10]. Проникаючи в ооцити шляхом мікропіноцитозу, вітелогенін розпадається на фосфітин та ліповітелін, що є основними компонентами кристалічного жовтка [16], а також інші дрібні β-компоненти [13; 18; 28; 31]. Синтез цих білків супроводжується приєднанням до них кальцію, фосфату і ліпідів, що надходять в печінку з кров'яного руслу [34]. Фосфітин складає 3% від загальної кількості білка жовтка [21]. Саме завдяки фосфітину, вітелогенін зв'язується іонними зв'язками з кальцієм, забезпечуючи тим самим розвиток скелету ембріону та інші метаболічні процеси

[19]. Нещодавні дослідження відкинули ідею єдиного вітелогеніну та встановили, що в оогенезі декілька генів є відповідальними за синтез вітелогеніну [22; 23; 28; 29]. Дослідники вважають, що різні форми білків жовтка можуть відігравати неоднакову роль в процесах ембріонального розвитку риб [23; 28].

Білки входять до складу внутрішнього шару оболонки ооцитів різних видів риб [9], а також до складу кортикальних гранул осетрових та костистих риб, де вони представлені мукопротеїдами [11, 15, 36]. Білки яйцевих оболонок відрізняються одне від одного, залежно від екології нересту виду [7]. У різних видів риб в процесі онтогенезу формується різна кількість білка в жовтку. Так, кількість протеїну в ікрі білуги становить 15,0-18,0%, тоді як у ляща його кількість становить 24,0%, у сазана 24,0-25,0%, у сома 30,0%, а у лосося – 14,1-27,7% [5]. Значення вмісту білка значно коливаються навіть в межах одного виду, що пов'язано з різним ареалом їх мешкання. Також проявляються відмінності у фракційному складі водорозчинних білків ооцитів, залежно від виду риб [27].

Білки жовтка риб зазвичай знаходяться у вигляді складних сполук з ліпідами чи вуглеводами. Це ліпофосфопропротеїди, глікопротеїди, фосфопропротеїди тощо.

Згідно з літературними даними розвиток зародків і ранніх личинок коропа супроводжується значним підвищенням активності трипсиноподібних пептид гідролаз [7]. Деякі автори вважають, що наростання протезної активності під час ембріогенезу забезпечує перетворення білків жовтка у видоспецифічні клітинні білки. Відомо, що процес ембріогенезу супроводжується двома протилежно спрямованими процесами – синтезу та катаболізму білків. Дані дослідження вказують на роль протеолітичних ферментів не лише в процесі розпаду білків, але і в їх синтезі, оскільки участь протеолітичних ферментів в процесі розпаду поповнює фонд вільних амінокислот в клітині, які використовуються для синтезу нових специфічних білків зародку [7]. Хоч фізіологічні механізми наразі не до кінця зрозумілі, вважається, що гідратація яйця відбувається завдяки другому протеолізу білків жовтка. Катепсин L є ферментом, відповідальним за врегулювання другого протеолізу, але може відігравати різноманітні ролі, залежно від екології нересту риб [14; 24; 26]. Другий протеоліз поповнює пул вільних амінокислот [30; 13; 19; 29; 32].

Згідно з літературними даними, після запліднення ікринки швидкість синтезу білка не змінюється, однак на етапі дроблення відмічено підвищення інтенсивності синтетичних процесів [8]. За даними деяких авторів, в ембріогенезі в'юна, починаючи з пізньої бластули та початку гастрული, відбувається інтенсивне утворення білоксинтезуючих структур. На прикладі ікри пінагора показано, що від запліднення до формування кровоносної системи жовткового міхура, швидкість білкового росту зародків незначна. Після завершення формування кровоносної системи жовткового міхура, швидкість білкового росту постійно збільшується [8].

Під час ембріогенезу відбувається повна обробка білків жовтка. Ліповітелін розщеплюється на вільні амінокислоти, які слугують субстратом для аеробної енергії та синтезу білка зародку [24]. Очевидно, різноманітність форм ліповітеліну впливає на гетерогенність яєць. Частина ліповітеліну розщеплюється під час ембріонального розвитку, а частина лишається в кишечнику для забезпечення личинок енергією, доки вони не знайдуть сприятливі кормові умови [17]. Фосфітин дефосфорилується під час розвитку ембріону та личинок, а β-компоненти обробляються на більш пізніх етапах розвитку [19, 21].

Загальна картина метаболізму білків в ранньому онтогенезі риб, очевидно, визначається реалізацією генетичної програми їх синтезу та розпаду на послідовних етапах розвитку та впливом на неї зовнішніх умов розвитку статевих клітин, зародків та личинок [12].

Метою нашої роботи було встановити особливості динаміки вмісту білків в процесі ембріонального розвитку ікри коропа, отриманої від самок коропа на базі Білоцерківської гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАН України.

### **Матеріал і методи досліджень**

Відбір та первинну обробку матеріалу проведено у 2013 році на базі Білоцерківської гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАН України. Зрілі статеві продукти отримували заводським способом після ін'єктування гонадотропним гормоном гіпофізу, в самок коропа середньою масою 4 – 4,2кг. Запліднення здійснювали сухим методом, молокоами,



отриманими від 3 – 5 самців коропа. Знеклеювання ікри здійснювали цільним молоком, помішуючи гусячим пером протягом 40 – 45 хвилин. Інкубація ікри відбувалась в апаратах Вейса. Для досліджень відбирали незапліднену ікру, а також на стадіях дрібноклітинної морули, жовткової пробки, відділення хвоста, пульсації серця та передличинки, оскільки в ці періоди відбувається зміна метаболізму ембріонів та спостерігається підвищений ризик їх загибелі. На кожній з вказаних стадій вираховували процент виживаності ембріонів.

Дослідження процесів росту та розвитку ембріонів риб зазвичай ведуться традиційними методами: вимірюється довжина, маса зародків, маса жовтка або площі їх проєкцій. Такі вимірювання є приблизними, особливо на перших етапах ембріогенезу. Вивчають процеси росту зародку також з біохімічної точки зору, а саме як динаміку накопичення та використання в його тканинах білків – основних структурних компонентів клітин ембріона.

Біохімічний аналіз відібраних проб здійснювали в лабораторії відтворення риб Інституту гідробіології НАН України. Досліди виконувались у п'яти повторностях. На кожній стадії розвитку ікри визначали вміст загального білка методом Лоурі [20]. Вимірювання проводили на концентраційному фотоелектроколориметрі КФК-2МП за довжини хвилі 750 нм. Статистичну обробку цифрового матеріалу здійснювали за допомогою програми Statistica 10 та Microsoft Office Excel 2003.

### Результати досліджень та їх обговорення

Згідно з літературними даними, ступінь накопичення поживних речовин у жовтку ікри різних видів риб суттєво залежить від особливостей плідників, від яких вона була отримана, зокрема, від віку, виду, вгодованості, нагулу, ареалу мешкання тощо.

Відомо, що основними джерелами енергії під час ембріонального розвитку риб є вуглеводи та частково ліпіди, а білки є основним субстратом для побудови зародку. Проте залежно від виду риб, білки, тією чи іншою мірою, можуть виконувати функції енергетичного субстрату для метаболічних перетворень [8].

Динаміка умісту білків досліджуваної ікри коропа показана на рис. 1. Набухання запліднених яєць в перші години розвитку у коропа, як і у багатьох інших видів риб, відображає процес інтенсивного надходження води в біоколоїди яйцевих оболонок, перивітелінової рідини та власне яйця [12]. Дослідження динаміки вмісту білків на різних стадіях розвитку ікри коропа показали, що після обводнення ікри (що створює оптимальні умови для перебігу метаболічних процесів), вміст білків суттєво знижується, що свідчить про тимчасове розщеплення білків до вільних амінокислот, які мігрують до зародку. Підвищення вмісту білків на стадіях жовткової пробки та відділення хвоста вказує на переважання процесів синтезу білка зародку над процесами дисиміляції білків жовтка. Зростання білкової маси на цих стадіях, ймовірно пов'язано з інтенсивним органогенезом.

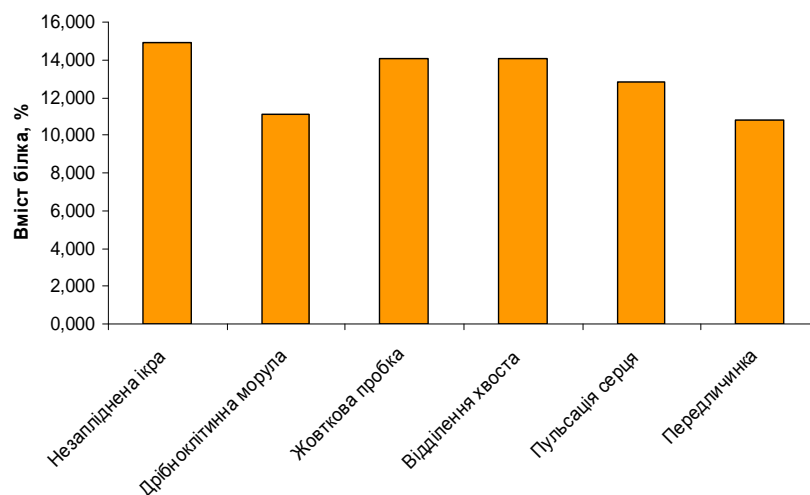


Рис. 1. Динаміка вмісту білка ікри коропа на різних стадіях розвитку

Відомо, що білок є субстратом для побудови тіла зародку. А отже його динаміка в ембріогенезі свідчить про перебіг метаболічних процесів та інтенсивність росту ембріона.

Виявлена тенденція до зниження кількості білка спостерігається на стадії пульсації серця та в тілі передличинки не суперечить літературним даним, де вказується, що на стадіях, що передують викльову личинки, відбувається незначне зниження вмісту білка [8; 12].

З літератури відомо, що динаміка вмісту білка протягом ембріонального розвитку не завжди є типовою та залежить від ступеню обводненості яєць, а також витрат накопиченого запасу загального білка та його поповнення на кожному з етапів [12]. З даних досліджень також видно, що співвідношення процесів синтезу та розпаду білка від стадії до стадії стрибкоподібно змінюється, хоча в середньому за два роки досліджень він підвищується на заключних етапах ембріогенезу. У перший рік досліджень спостерігається нерівномірне зниження вмісту білків протягом ембріонального періоду. Причиною нерівності в темпі розвитку яєць у 1970 році автори вважають нестабільність температурних та інших умов інкубації у зв'язку із затяжною та дощовою весною. Гіршу якість ембріогенезу в більшості партій ікри коропа в цьому сезоні, що виражалось в різкому зниженні життєздатності личинок в період резорбції жовтка та при переході на зовнішнє живлення, можна пояснити масовою, але зовні не вираженою неповноцінністю зрілих статевих продуктів та несприятливими умовами інкубації [12].

Відомо, що рівні накопичення білків та вільних амінокислот в жовтку риб позитивно корелюють з показниками виживаності ембріонів та личинок [1; 2; 4]. Щодо виживаності ембріонів коропа на різних стадіях їх розвитку, то, як видно з рис. 2, найвища частка виходу була на стадії жовткової пробки. Спостерігається пряма кореляція між виживаністю ембріонів та кількістю білків на відповідних стадіях. Проте, хоч білок є основним структурним компонентом організму, не можна стверджувати, що лише вміст білка впливає на виживаність ікри, бо в процесі інкубації вона піддається впливу багатьох факторів зовнішнього середовища, а також, у випадку заводського відтворення виду, залежить від різноманітних технологічних особливостей господарства.

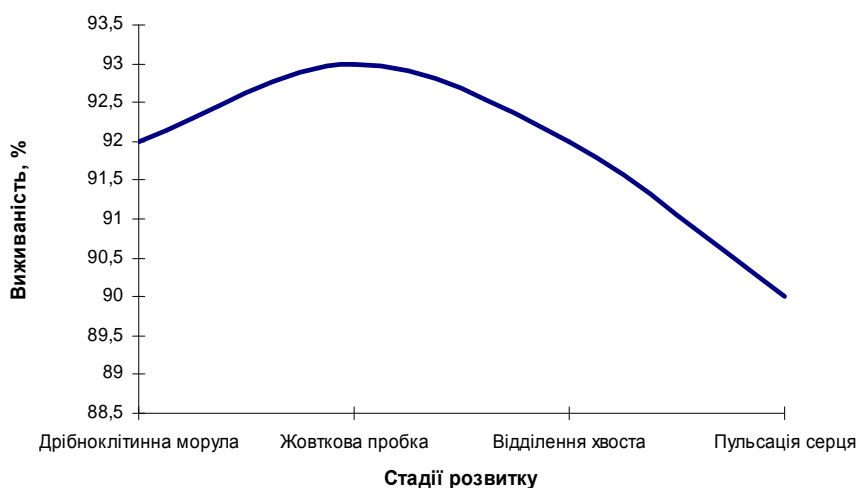


Рис. 2. Вживаність ікри коропа на різних стадіях розвитку, %

## Висновки

Кількість білків при заплідненні та обводненні ікри значно знижується, що пов'язано із його розщепленням. На наступних стадіях розвитку відбувається ресинтез білків, в результаті чого їх вміст збільшується. Через підготовку до вилуплення та руйнування оболонок яйця, вміст білків на заключних стадіях розвитку ікри зменшується.

Уміст білків позитивно корелює з показниками виживаності ембріонів на різних стадіях розвитку, що підтверджують літературні дані. Проте вміст білків далеко не єдиний фактор, що впливає на виживаність ембріонів та личинок в ранньому онтогенезі.

1. *Афонич Р.В.* О влиянии возраста самок осетра на качество их икры и личинок / Р.В. Афонич, О.Л. Гордиенко, М.Н. Кривобок, О.И.Тарковская // Осетровые СССР и их воспроизводство.// Труды. — Т. III, 1971. — С. 14—18.
2. *Владимиров В.И.* Влияние степени нагула самок на качество потомства в ранние периоды жизни у рыб. — Влияние качества производителей на потомство у рыб. — К.: Наукова думка, 1965 — С. 35—93.
3. *Белова Н.В.* Некоторые биохимические показатели молоди белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix*, выращенной из икры разного качества / Н.В. Белова, Ф.У. Кенгерлинский // Биол. Науки ВИНТИ №7740—В86 1986.
4. *Баденко Л.В.* О влиянии физиологического состояния самок белуги на качество икры и жизнестойкость личинок / Л.В. Баденко, Л.Я.Андросюк // Осетровые СССР и их воспроизводство Труды, 1971.— Т. III. — С. 26—33.
5. *Клейменов И.Я.* Пищевая ценность рыбы. — М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1971. — 78 с.
6. *Кондратьева Т.П.* Изменение содержания общего белка и фракционного состава белков сыворотки крови некоторых черноморских рыб в период нереста / Т.П. Кондратьева // Гидробиол. Журнал, 1977 —Т. 13, № 4— С. 75—80.
7. *Коновалов Ю.Д.* Белки и их реактивные группы в раннем онтогенезе рыб. — К.: Наукова думка, 1984. — 196 с.
8. *Куфтина Н.Д.* Влияние температуры на некоторые морфофизиологические параметры икры пинагора (*Cyclopterus lumpus* L.) в период эмбрионального развития / Н.Д. Куфтина, И.И.Зайцева, Г.Г. Новиков // Биологические основы рыбоводства. Актуальные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. — М.: Изд-во «Наука», 1984. — С. 66—84.
9. *Микодина Е.М.* О некоторых особенностях строения яйцевых оболочек гнездящихся рыб – пинагора (*Cyclopterus lumpus* L.) и трехиглой корюшки (*Gasterosteus aculeatus* L.) / Е.М. Микодина // Науч.докл.высш.шк. Биол. науки, 1978. — № 12 — С. 60—65.
10. *Нейфах А.А.* Молекулярная биология процессов развития / Нейфах А.А., Тимофеева М.Я. — М.:Наука, 1977. — 310 с.
11. *Сакун О.Ф.* Химическая природа и значение включений в ооцитах костистых рыб / О.Ф. Сакун // Арх.анатомии, гистологии и эмбриологии, 1960. —Т. 38, № 1. — С. 38—42.
12. *Семенов К.И.* Обводнение яиц и содержание общего белка при эмбриогенезу разных потомств карпа и их жизнестойкость / К.И.Семенов, Ю.Д. Коновалов, Э.И. Несен, Л.Ф. Бабицкая, С.Н.Нагирный // Разнокачественность раннего онтогенеза у рыб. — К.: «Наукова думка», 1974. — С. 139—169.
13. *Byrne B. M.* The evolution of egg yolk proteins / B.M. Byrne, M. Gruber, G. Ab // Progress in Biophysics and Molecular Biology, 1989. — Vol. 53.—P. 33—69.
14. *Carnevali O.* Yolk formation and degradation during oocyte maturation in seabream *Sparus aurata*: Involvement of two lysosomal proteinases / O. Carnevali, R. Carletta, A. Cambi, A. Vita, N. Bromage // Biology of Reproduction, 1999. — Vol. 60. —P. 140—146.
15. *Chopra H.C.* A morphological and histological study of the oocytes of the fish, *Ophiocephalus*, with particular reference to lipids / H.C. Chopra // Quart. J. Microsc. Sci., 1958.— Vol. 29, № 2. — P. 149—157.
16. *Dehn P.F.* Sequestered and injected vitellogenin. Alternative routes of protein processing in *Xenopus* oocytes / P.F. Dehn, R.A. Wallace // J Cell Biol. 1.09. 1973. —Vol. 58 (3) P. 721-724.
17. *Hartling R.C.* Developmental fate of the yolk protein lipovitellin in embryos and larvae of winter flounder, *Pleuronectes americanus* / R.C. Hartling, J.G. Kunkel // Journal of Experimental Zoology — 1999. — Vol. 284. — P. 686—695.
18. *Hiramatsu N.* Vitellogenin-derived yolk proteins of white perch, *Morone americana*: Purification, characterization, and vitellogenin-receptor binding / N. Hiramatsu, A. Hara, K. Hiramatsu, H. Fukada, G.M. Weber, N.D. Denslow, C.V. Sullivan // Biology of Reproduction — 2002a. —Vol. 67. — P. 655—667.
19. *Hiramatsu N.* Vitellogenesis in aquatic animals / N. Hiramatsu, T. Matsubara, G.M. Weber, C.V. Sullivan, A. Hara // Fisheries Science — 2002c. — Vol. 68. — P. 694—699.
20. *Lowry O.H.* Protein measurement with Folin phenol reagent / O.H.Lowry, N.J. Rosebrough, A.L. Farr, R.J. Randall // J. Biol. Chem. 1951. —Vol. 193, № 1. — P. 265—275.
21. *Lucey S.M.* Characteristics of fish yolk proteins and a method for inducing vitellogenin - *Masters Theses*, 2009. — P. 334.
22. *Matsubara T.* Two forms of vitellogenin, yielding two distinct lipovitellins, play different roles during oocyte maturation and early development of barfin flounder, *Verasper moseri*, a marine teleost that spawns pelagic eggs. / T. Matsubara, N. Ohkubo, T. Andoh, C.V. Sullivan, A. Hara // Developmental Biology, 1999. —Vol. 213. — P. 18—32.

23. *Matsubara T.* Multiple vitellogenins and their unique roles in marine teleosts / T. Matsubara, M. Nagae, N. Ohkubo, T. Andoh, S. Sawaguchi, N. Hiramatsu, C.V. Sullivan, A. Hara // *Fish Physiology and Biochemistry*, 2003. — Vol. 28. — P. 295—299.
24. *Matsubara T.* Course of proteolytic cleavage in three classes of yolk proteins during oocyte maturation in barfin flounder *Verasper moseri*, a marine teleost spawning pelagic eggs / T. Matsubara, Y. Koya // *Journal of Experimental Zoology*, 1997. — Vol. 278. — P. 189—200.
25. *Pankhurst N.* Gonadal steroids: function and patterns of change. 67-111 in Rocha M.J., Arukwe A. and Kapoor B.G. editors. *Fish Reproduction*. Science Publishers, Enfield, NH, State. 2008.
26. *Patino R.* Ovarian follicle growth, maturation, and ovulation in teleost fish / R. Patino, C.V. Sullivan // *Fish Physiology and Biochemistry*, 2002. — Vol. 26. — P. 57—70.
27. *Popov D.* Comparative asupra proteinelor si unor enzime din oocyte la unele specii de pesti teleostei / D. Popov, O. Gozia, M. Coloianu-Jordachel, M. Serban // *Stud. si cerc. Biochim.*, 1977. — Vol. 20, № 1. — P. 71—75.
28. *Reith M.* Lipovitellins derived from two forms of vitellogenin are differentially processed during oocyte maturation in haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) / M. Reith, J. Munholland, J. Kelly, R.N. Finn, H.J. Fyhn // *Journal of Experimental Zoology*, 2001. — Vol. 291. — P. 58—67.
29. *Sawaguchi S.* Molecular characterization of three forms of vitellogenin and their yolk protein products during oocyte growth and maturation in red seabream (*Pagrus major*), a marine teleost spawning pelagic eggs / S. Sawaguchi, H. Kagawa, N. Ohkubo, N. Hiramatsu, C.V. Sullivan, T. Matsubara // *Molecular Reproduction and Development*, 2006. — Vol. 73. — P. 719—736.
30. *Selman K.* Bafilomycin A1 inhibits proteolytic cleavage and hydration but not yolk crystal disassembly or meiosis during maturation of sea bass oocytes / K. Selman, R.A. Wallace, J. Cerda // *Journal of Experimental Zoology*, 2001. — Vol. 290. — P. 265—278.
31. *Specker J.L.* Vitellogenesis in fishes: status and perspectives / J.L. Specker, C.V. Sullivan // *Perspectives in Comparative Endocrinology*. National Research Council of Canada, Ottawa, State. 1995. — P. 304—315.
32. *Thorsen A.* Final oocyte maturation in vivo and in vitro in marine fishes with pelagic eggs; Yolk protein hydrolysis and free amino acid content / A. Thorsen, H.J. Fyhn // *Journal of Fish Biology*, 1996. — Vol. 48. — P. 1195—1209.
33. *Wahli W.* Vitellogenesis and the vitellogenin gene family / W. Wahli, I.B. Dawid, G.U. Ryffel, R. Weber // *Science*, 1981. — Vol. 212. — P. 298—304.
34. *Wallace R.A.* The induced synthesis and transport of yolk proteins and their accumulation by the oocyte in *Xenopus laevis* / R.A. Wallace, J.N. Dumont // *J. Cell. Physiol.* 1968. — 72 (2). — Vol. 1. — P. 73—89.
35. *Wallace R.A.* Protein incorporation by isolated amphibian oocytes. V. Specificity for vitellogenin incorporation / R.A. Wallace, D.W. Jared // *J. Cell. Biol.* 1976. — Vol. 69 (2). — P. 345—351.
36. *Yamamoto K.* Studies on the formation of fish eggs. IV The chemical nature and the oocytes of the flounder, *Lepiopsetta obscura* / Yamamoto K. — *Jap. J. Zool.*, 1956. — Vol. 11, № 5. — P. 567—577.

*А.Г. Шерело, М.Ю. Евтушенко*

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев

#### ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКОВ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЭМБРИОНОВ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ КАРПА

Исследовали динамику содержания белка во время эмбрионального развития карпа. Установлено, что количество белка после оплодотворения и обводнения икры существенно снижается, что связано с процессами его расщепления. На последующих стадиях происходит ресинтез белка, в результате чего его количество повышается. На заключительных стадиях развития количество белка уменьшается. Также отмечено, что количество белка позитивно коррелирует с показателями выживаемости эмбрионов на различных стадиях развития.

*Ключевые слова:* эмбриогенез, икра, зародыш, белки желтка, динамика белков, стадии развития, выживаемость

*A. Sherelo, M. Yevtushenko*

National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev

**DYNAMICS OF PROTEINS AND SURVIVAL OF EMBRYOS IN THE EARLY ONTOGENY OF CARP**

Investigated the dynamics of the protein content during embryonic development of carp. Found that the amount of protein after fertilization caviar significantly reduced, due to the processes of its cleavage. At subsequent stages occurs resynthesis protein, whereby the amount thereof is increased. In the final stages of development of protein decreases. Also noted that the amount of protein positively correlated with survival rates of embryos at different stages of development.

*Keywords: embryogenesis, caviar, embryo, yolk proteins, protein dynamics, development stages, survival*

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 13.02.2014

# ЕКОЛОГІЯ

УДК 612+613

Л.М. КОРИНЧАК

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини  
вул. Садова, 2, м. Умань, 20300, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ СЕЗОННИХ БІОЛОГІЧНИХ РИТМІВ НА ЗМІНИ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В УЧНІВ РІЗНИХ ВІКОВИХ КАТЕГОРІЙ**

---

Досліджено особливості впливу сезонних біологічних ритмів на зміни діяльності серцево-судинної системи в учнів різних вікових категорій. В результаті проведеного дослідження виявлені сезонні зміни показників електрокардіограми, індексу Робінсона і Руф'єу хлопців. Значення R-R інтервалів протягом року достовірно підвищується влітку, а найбільш вагомим збільшення відбуваються з показником P-Q, який починає збільшуватися вже в холодну пору року.

Упродовж усіх сезонів відмічено зменшення змін показників ЧСС та артеріального тиску зі збільшенням віку. Найнижчі показники систолічного артеріального тиску спостерігаються влітку в усіх вікових групах, а найвищі показники систолічного та діастолічного тиску припадають на весну, що вказує на розвиток літньої фази ростових зсувів.

*Ключові слова:* діти шкільного віку, біологічні ритми, серцево-судинна система

Здоров'я – це головна цінність життя, що посідає найвищу сходинку в ієрархії потреб людини, це один із найважливіших компонентів людського щастя і одна із провідних умов успішного соціального та економічного розвитку. Здоров'я нації буває і залишається найважливішою цінністю кожної держави, запорука стабільного розвитку її економічного та культурного потенціалу. Проте в останні роки індекс здоров'я дітей знижується у порівнянні з іншими віковими та професійними групами населення України.

Стан здоров'я молодого покоління є актуальною та важливою державною проблемою, а діяльність навчальних закладів, державних установ і громадських організацій щодо збереження здоров'я дітей і підлітків, навчання основ здорового способу життя, превентивної освіти регламентовані відповідно до законодавства України, актів Президента України, постанови Кабінету Міністрів, наказів та розпоряджень Міністерства освіти і науки України.

В останні десятиріччя проблема здоров'я людини набула нового осмислення. Якщо раніше її вирішення пов'язувалося переважно з медико-біологічними або санітарно-гігієнічними факторами, то сьогодні доведено, що здоров'я людини – це цілісне, системне явище, природа якого обумовлена як зовнішніми (природними і соціальними), так і внутрішніми чинниками, а особливо це стосується молоді

Організм дітей середнього шкільного віку налаштований на певні природні біологічні ритми, і тривалі відхилення від цих ритмів породжують стрес, а це не може не позначитися на їхньому здоров'ї та працездатності.

Основною ж причиною істотного погіршення здоров'я і функціональних станів дітей є комплекс чинників, з яких провідним є виражене зниження пристосувальних можливостей

організму, що призводить до неадекватної відповіді дитячого організму на несприятливі впливи зовнішнього середовища і зміни біологічних ритмів, особливо на фоні значних навчальних навантажень. Необхідним у цьому питанні є визначення динамічних факторів зовнішнього середовища, що впливають на відносну сталість характеристик внутрішнього середовища організму людини для того, щоб оцінити ступінь впливу таких факторів і відповідно внести корекцію і визначити засоби для оптимізації діяльності та здоров'я [3, 5].

Увага дослідників зосереджена в основному на вивченні добових ритмів [1, 2], але багато даних свідчить про існування в організмі людини ще й інфрадіанних ритмів, до яких належать і сезонні ритми. Однак більшість робіт щодо інфрадіанних ритмів в основному лише констатують наявність ритмічності без належного експериментального вивчення механізмів їх формування і регуляції, особливо у дітей. У зв'язку з цим вивчення біологічних, у тому числі сезонних ритмів життєдіяльності організму, має велике теоретичне і перспективне значення у практичній діяльності людини.

Добова динаміка працездатності людини багато в чому визначається періодикою фізіологічних процесів під дією як ендогенних факторів (ритму серцебиття, значення кров'яного тиску, розумової і фізичної активності), так і екзогенних факторів, пов'язаних зі змінами зовнішнього середовища, а серцево-судинна система найбільш чутливо реагує на всі зміни сезонних ритмів [4].

Отже, дослідження особливостей впливу сезонних біологічних ритмів на зміни діяльності серцево-судинної системи в учнів різних вікових категорій є актуальним як у теоретичному, так і у практичному аспектах.

Метою дослідження було дослідити особливості функціонування серцево-судинної системи у хлопчиків різних вікових категорій у сезонному біологічному ритмі; провести оцінку роботи за індексами та віковими стандартами, а за результатами досліджень розробити практичні рекомендації з оптимізації стану працездатності та здоров'я учнів.

#### **Матеріали і методи досліджень**

Досліджуваними були 120 хлопчиків 8-12 років загальноосвітніх шкіл міста Умані. Із застосуванням загальноприйнятих методів проводилися дослідження характеристик серцево-судинної системи при стандартних функціональних пробах, що дозволяло розраховувати основні інтегральні показники роботи організму і оцінити його функціональні стани та стани адаптивних властивостей. Для розкриття функціональних та резервних можливостей серцево-судинної системи у дітей визначали зміни значень кардіоінтервалів, індекси Робінсона та Руф'є, визначали частоту серцевих скорочень (ЧСС), артеріальний систолічний тиск (АТС) та артеріальний діастолічний тиск (АТД), пульсовий тиск з подальшим вираховуванням систолічного і хвилинного індексу Кердо.

Дослідження включало в себе багаторазове обстеження однієї дитини у вересні, наприкінці жовтня, січня, березня та на початку червня упродовж тижня. При всіх дослідженнях здійснювали хронометраж, аналіз ефективності успішності навчання, комплексну оцінку стану здоров'я за критеріями, розробленими НДІ гігієни і профілактики захворювань серед дітей та підлітків АМНУ.

Усі отримані експериментальні дані було оброблено за допомогою статистичного пакету Microsoft Excell з розрахунком таких показників: середнє арифметичне ( $M$ ); середньоквадратичне відхилення ( $\delta$ ); похибка середньої арифметичної ( $m$ ); критерій достовірності Стьюдента ( $t$ ); коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона ( $r$ ), похибка ( $m_R$ ) і критерій достовірності ( $t_R$ ) цього коефіцієнта. При обробці даних використовувалися методи як параметричної, так і непараметричної статистики.

#### **Результати досліджень та їх обговорення**

У результаті дослідження виявлено, що не всі показники мали достовірні зміни упродовж сезонів року, тому більше зосереджувалася увага на достовірних змінах параметрів показників серцево-судинної системи в обстежуваних дітей протягом року дослідження. Так, у групі восьмирічних хлопчиків наприкінці навчального року зменшується величина діастолічного тиску, але упродовж його відбуваються коливання показників і артеріального тиску систолічного, і ЧСС. Збільшення

## ЕКОЛОГІЯ

цих параметрів взимку та восени відносно таких же значень навесні і влітку є ознакою адаптаційних пристосувань організму до холодної пори року. Середні значення ЧСС у хлопчиків 8 років найнижчі влітку, найвищі взимку і навесні.

*Таблиця 1.*

Зміни показників частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального діастолічного тиску (АТД) та систолічного тиску (АТс) у 8-12 річних хлопчиків протягом сезонів року

Статистичні показники	Осінь			Зима			Весна			Літо		
	ЧСС, уд/хв	АТс	АТД	ЧСС, уд/хв	АТс	АТД	ЧСС, уд/хв	АТс	АТД	ЧСС, уд/хв	АТс	АТД
<b>Вік 8р. (n =45)</b>												
Середнє знач. (M±m)	85,19 ±0,94	95,71 ±1,30	62,14 ±1,17	86,38 ±0,72	96,90 ±1,00	61,43 ±1,20	86,48 ±0,42	98,10 ±1,36	63,10 ±1,12	84,52 ±0,49	94,05 ±1,01	60,24 ±0,81*
Ст.від.(StD)	4,29	5,98	5,38	3,28	4,60	5,51	1,94	6,22	5,12	2,25	4,64	3,70
Медіана(Me)	86,00	95,00	60,00	87,00	95,00	60,00	86,00	100,0	65,00	80,00	95,00	60,00
Нижн.кв.(25%)	84,00	90,00	60,00	86,00	95,00	60,00	86,00	95,00	60,00	82,00	90,00	60,00
Верх.кв.(75%)	88,00	100,0	65,00	88,00	100,0	65,00	88,00	100,0	65,00	86,00	95,00	60,00

**Вік10 р. (n =42)**

Середнє знач.(M±m)	78,67 ±0,37	99,76 ±1,52	62,38 ±0,96	77,86 ±0,31	98,57 ±1,43	61,90 ±0,81	78,29 ±0,36	99,29 ±1,30	64,05 ±0,89	77,19 ±0,28*	97,86 ±1,22	60,24 ±0,94*
Ст.відх.(StD)	1,68	6,98	4,36	1,42	6,55	3,70	1,65	5,98	4,07	1,29	5,61	4,32
Медіана(Me)	79,00	100,0	60,00	78,00	100,0	60,00	78,00	100,0	65,00	77,00	100,0	60,00
Нижн.кв.(25%)	78,00	95,00	60,00	77,00	95,00	60,00	77,00	95,00	60,00	76,00	95,00	55,00
Верх.кв.(75%)	80,00	105,0	65,00	79,00	105,0	65,00	79,00	105,0	65,00	78,00	100,0	65,00

**Вік12 р. (n =33)**

Середнє знач.(M±m)	76,70 ±0,62	99,40 ±1,39	62,70 ±1,00	77,60 ±0,36	98,80 ±1,29	63,50 ±0,82	77,40 ±0,40	101,0 ±1,20	63,30 ±0,89	76,10 ±0,50	96,30±1,01*	61,70±0,83
Ст.відх.(StD)	3,01	6,81	4,89	1,74	6,30	4,03	1,98	5,89	4,34	2,46	4,95	4,08
Медіана(Me)	77,50	100,0	60,00	77,00	95,00	65,00	78,00	100,0	60,00	76,00	95,00	60,00
Нижн.кв.(25)	76,00	95,00	60,00	76,00	95,00	60,00	77,00	97,50	60,00	76,00	90,00	60,00
Верхн.кв(75%)	78,50	102,5	65,00	79,00	105,0	65,00	78,50	105,0	65,00	77,00	100,0	65,00

У 10-тирічних хлопчиків ЧСС достовірно зменшується влітку відносно осені (табл. 1), а також достовірно зменшується АТД влітку відносно такого ж показника восени. Значних змін АТс у цій групі не спостерігається протягом усього року, що вказує на можливість розвитку адаптаційних пристосувань організму завдяки змінам характеристик судин. ЧСС восени і навесні збільшується, а взимку і влітку зменшується.

Щодо 12-тирічних хлопців, то в них влітку достовірно зменшується показник АТс, а показники ЧСС і АТД недостовірно підвищуються взимку та восени і зменшуються влітку, що також вказує на адаптаційні реакції організму хлопців цієї вікової групи на сезонні впливи



холодної пори року. Характеристика показників серцевої діяльності у досліджуваних виявляє достовірне їх числове зниження із зростанням віку.

В окремих випадках величина зазначених показників може залишатися незмінною. Так, наприклад, величина верхнього кварцетиля в зимовий період у 10 – 12-тирічних хлопчиків залишається незмінною, а у весняний і літній сезони при порівнянні відмічених вікових періодів величина між кварцетиллями є стабільною. Помічено, що найбільш значні зміни у зниженні показників ЧСС відбуваються при переході від першого до другого вікового періоду.

Аналіз сезонних змін показника АТС свідчить про те, що взимку і навесні він найвищий у восьмирічних хлопчиків, у десятирічних – найнижчий улітку, а в інші сезони він значно вищий восени. У дванадцятирічних хлопчиків цей показник найменший улітку і найвищий навесні. Восени і взимку також спостерігаються високі значення цього показника. Стосовно показника АТД, то найнижчі показники спостерігаються влітку в усіх вікових групах, а найвищі – припадають на весну.

У результаті проведеного дослідження пульсового тиску з'ясувалося, що в усіх вікових групах хлопчиків спостерігається зменшення пульсового тиску влітку відносно осені. Це вказує на зменшення різниці між систолічним і діастолічним тиском, і перш за все пов'язано зі збільшенням величини розумових і фізичних навантажень у школі (табл. 2).

Під час дослідження електрокардіограми у хлопчиків 8-ми років було виявлено, що значення R-R – інтервалів протягом усього року підвищується достовірно тільки влітку. Найбільш вагомі зміни відбуваються з показником P-Q, який починає збільшуватися вже в холодну пору року, так само змінюються показники Q-T та S-T, які максимально збільшуються влітку. В амплітуді зубців T та R, відбуваються достовірні зменшення зубця T і збільшення зубця R – улітку відносно осені, це вказує на досить значні сезонні і вікові зміни.

Таблиця 2.

Сезонні зміни показників пульсового тиску (ПТ) в мм рт. ст. у хлопчиків 8 – 12 років протягом року дослідження

Статист. показники	Осінь	Зима	Весна	Літо
	мм.рт.ст	мм.рт.ст	мм.рт.ст	мм.рт.ст
<b>Вік 8 р.(n=45)</b>				
Середнє знач.(M±m)	36,19 ±1,09	36,43±1,10	34,76±0,88	34,52±0,91
Станд.відхил(StD)	4,98	5,04	4,02	4,15
Медіана (Me)	35,00	35,00	35,00	35,00
Нижн.кварцет(25%)	30,00	30,00	30,00	30,00
Верхн.кварцет.(75%)	40,00	40,00	40,00	40,00
<b>Вік10 р.(n=42)</b>				
Середнє знач.(M±m)	36,43±0,92	36,43±1,51	36,43±1,39	37,62±0,89
Станд.відхил(StD)	4,23	6,92	6,35	4,07
Медіана (Me)	35,00	35,00	35,00	40,00
Нижн.кварцет(25%)	35,00	30,00	30,00	35,00
Верхн.кварцет.(75%)	40,00	45,00	40,00	40,00
<b>Вік12 р.(n=33)</b>				
Середнє знач (M±m)	36,46±1,1	34,79±1,02	36,04±0,8	34,38±0,87
Станд.відхил(StD)	54,1	4,99	3,89	4,25
Медіана (Me)	37,50	35,00	35,00	35,00
Нижн.кварцет.(25%)	30,00	30,00	35,00	30,00
Верхн.кварцет.(75%)	35,00	40,00	40,00	35,00

Значення R-R – інтервалу у хлопчиків 10 років збільшується влітку. Показники P-Q, Q-T та S-T також достовірно починають змінюватися лише влітку. Амплітуда T-зубців улітку знижується, і це зниження найбільш суттєве відносно весняних змін, а амплітуда R-зубця зменшується улітку (рис. 1.).

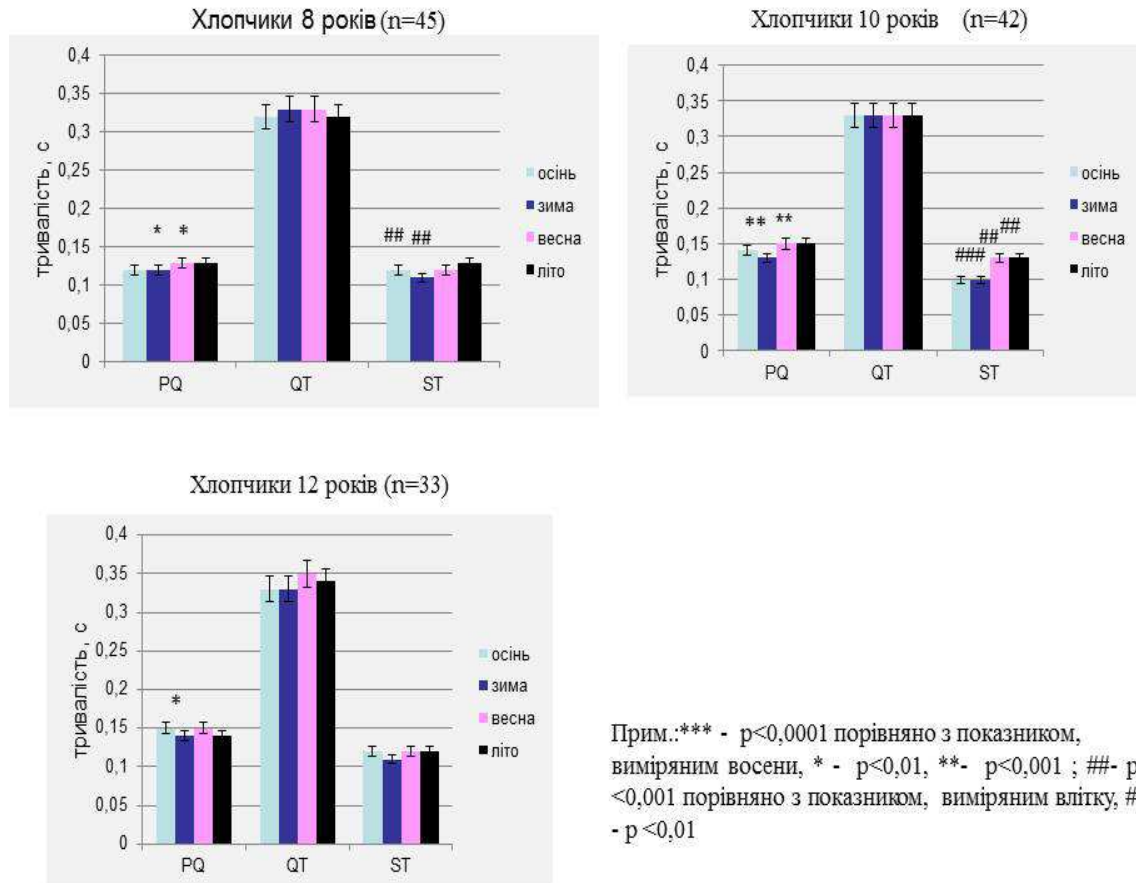


Рис. 1. Сезонні зміни показників електрокардіограми у хлопчиків 8-12 років протягом року дослідження

Щодо показників ЕКГ у хлопців 12 років, тут можна стверджувати, що суттєві збільшення цього параметру відбуваються якраз улітку відносно осені та зими.

Показник Q-Трізко збільшується навесні відносно осені і зими, а параметр S-T достовірно зменшується взимку відносно осені. Значення амплітуди зубців Т достовірно збільшується навесні відносно осені та зими, а значення амплітуди зубців R спочатку взимку збільшується відносно осені, а до літа він знижується відносно зими. Всі ці зміни параметрів ЕКГ у хлопців спостерігаються як сезонні зміни і пов'язані в основному з періодичністю впливу тепла і холоду, змінами параметричного тиску і кількістю освітлення залежно від сезону.

Відповідно індексу Руф'є у хлопців всіх вікових груп, суттєве достовірне зменшення починаються навесні і зростає влітку відносно осені. Особливо це помітно у групах 10-ти і 12-ти років. Цей індекс також є показником впливу сезонних змін температури і фотоперіодики, які відповідають зимовим умовам. Особливо це виявляється у старших хлопців відносно молодших.

Вважаємо, що сезонні зміни характеристик дитячого організму слід використовувати у процесі навчання дітей різних вікових категорій, насамперед, для того, щоб відповідним чином змінювати процес навчання з метою оптимізації розумових, фізичних та психологічних навантажень на дитину, оскільки сезонні впливи можуть суттєво вплинути на параметри здоров'я дітей.

## Висновки

У результаті проведеного дослідження виявлено сезонні зміни показників електрокардіограми у хлопців, особливо 8-9 років, і показано, що значення R-R інтервалів протягом року достовірно підвищуються влітку, так само поводять себе амплітуди зубців Т і R та показники періодів Q-T та

S-T, а найбільш вагомі збільшення відбуваються з показником P-Q, який починає збільшуватися в холодну пору року. Всі сезонні зміни параметрів ЕКГ пов'язані в основному з періодичністю впливу тепла і холоду, змінами параметричного тиску і кількістю освітлення залежно від сезону. Були отримані значення, що свідчать про значні сезонні і вікові зміни в серцевому м'язі дитини 8-ми років протягом навчального року та зменшення цих змін у 10 – 12 літніх підлітків.

Упродовж усіх сезонів відмічено зменшення змін показників ЧСС та артеріального тиску зі збільшенням віку, найнижчі показники систолічного артеріального тиску спостерігаються влітку в усіх вікових групах дітей, а найвищі показники систолічного та діастолічного артеріального тиску припадають на весну, що вказує на розвиток літньої фази ростових зсувів.

Виявлені сезонні зміни показників індексу Робінсона, Руф'є у хлопчиків 8-10 років можна використовувати як інтегральні критерії для оцінки початку та ступеню ростових змін дітей.

1. *Антропова М. В.* Прогностическая значимость адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 10-11 лет / М. В. Антропова, Г. В. Бородкина, Л. М. Кузнецова // Физиология человека. — 2000. — Т. 26, № 1. — С. 56—61.
2. *Агаджанян Н. А.* Адаптация и биоритмы / Н. А. Агаджанян, И. Г. Власова, А. М. Алпатов // Адаптация человека и животных к экстремальным условиям внешней среды. — М.: Изд-во УДН, 1985. — С. 138—184.
3. *Брудная С. М.* Функціональні методи дослідження серцево-судинної системи і зовнішнього дихання / С. М. Брудная. — К.: Здоров'я, 1975. — 124 с.
4. *Ванюшин, Ю.С.* Адаптация сердечной деятельности подростков к нагрузке повышенной мощности / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдиков // Физиология человека . — 2006. — Т. 27. № 5. — С. 91—98.
5. *Григорьева, О.В.* Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и умственной работоспособности детей 7-9 лет в течении недели и учебного года : автореф. дис. канд. биол.наук: 14.00.17 / О. В. Григорьева. — Казань, 2000. — 144 с.

*Л. Н. Коринчак*

Уманский государственный педагогический университет имени Павла Тычины

#### ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РИТМОВ НА ИЗМЕНЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В УЧЕНИКОВ РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

Исследовано особенности влияния сезонных биологических ритмов на изменения деятельности сердечно-сосудистой системы учеников разных возрастных категорий. В результате проведенного исследования выявлены сезонные изменения показателей электрокардиограммы, индекса Робинсона и Руфье у мальчиков. Значения R-R интервалов на протяжении года достоверно повышается летом, а наиболее выражены увеличения происходят с показателем P-Q, который начинает увеличиваться в холодное время года.

На протяжении всех сезонов отмечено уменьшение изменения показателей ЧСС и артериального давления с увеличением возраста, наименьшие показатели систолического артериального давления наблюдаются летом у всех возрастных групп детей, а наивысшие показатели систолического и диастолического артериального давления встречается весной, что свидетельствует о развитии фазы ростовых сдвигов.

*Ключевые слова:* дети школьного возраста, биологические ритмы, сердечно-сосудистая система

*L. N. Korinchak*

Uman state Pavlo Tychyna pedagogical university, Ukraine

#### SPECIFICS OF INFLUENCE SEASONS BIOLOGICAL RHYTHMS ON CHANGES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM OF PUPILS IN DIFFERENT AGE GROUP

The researches specifics of influence seasons biological rhythms on changes of cardiovascular system of pupils in different age categories. In the result of the research were detected season changes in the boys' cardiograms, indexes Robinson end Rufye. Sense of R-R interval during the year increase in summer, but the greatest changes took place with indexes P-Q, which started to increase in winter.

During all the seasons was marked decrease of pulse and blood pressure depends on the age of pupils, the lowest index of blood pressure noticed in summer in all age groups of kids and the highest indexes in spring, which showed us development of growth shift in summer period.

*Keywords: school age children, biological rhythms*

Рекомендує до друку  
В.В. Грубінко

Надійшла 19.02.2014

УДК 591.05: 597.556. 331.1(591.11:591.044)

М.В. ПРИЧЕПА, О.С. ПОТРОХОВ, О.Г. ЗІНЬКОВСЬКИЙ

Інститут гідробіології НАН України  
пр. Героїв Сталінграда, 12 Київ–210, 04210, Україна

## **МЕТАБОЛІЧНІ СТРЕС-РЕАКЦІЇ В ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS L.* ТА ЙОРЖА *GUMNOCERPHALUS CERNUA L.* ЗА ДІЇ ФЕНОЛУ ТА БІХРОМАТУ КАЛІЮ**

Проаналізовано вплив фенолу та біхромату калію на метаболічні показники окуня та йоржа. Показано, що дія токсикантів спричинила зростання активності лактатдегідрогенази, лужної фосфатази та вмісту кортизолу у плазмі крові риб. Дія токсикантів викликала зниження вмісту тироксину та глюкози у плазмі риб. Встановлено, що за досліджуваними параметрами йорж є більш чутливим щодо ксенобіотиків, ніж окунь.

*Ключові слова: окунь, йорж, токсичність, адаптація, біохімічні показники, метаболізм*

Одними з найпоширеніших у водному середовищі токсикантів є фенол та сполуки шестивалентного хрому, що впливають на гормональну систему регулювання перебігу метаболічних процесів в організмі. Риби, як і інші гідробіонти, які мешкають у водному середовищі, реагують на надходження у водойми токсичних сполук зміненням їх фізіолого-біохімічного статусу. Адекватність і своєчасність їх відповіді на дію несприятливих чинників залежить від ступеня адаптованості окремого виду до змінення умов середовища та умов в його екологічній ніші [4, 15, 16, 20]. Суттєва роль у забезпеченні адаптивних процесів до дії токсинів належить гормонам інтерренальної [7, 9, 19] та щитоподібної залоз [5, 13, 18], ферментам енергетичного та фосфорного обміну [2, 6, 11, 14, 17, 20], а також глюкозі як найбільш доступному енергоресурсу у тварин [10, 12]. Однією з найперших реакцій на стрес є виділення інтерренальною залозою кортизолу у плазму крові [6, 8]. Саме він відповідає за посилення чи пригнічення загальної інтенсивності перебігу метаболічних процесів за дії стрес-агентів різної природи. Завдяки швидкості змінення фізіологічного стану і формується пластичність видів щодо умов існування.

Останнім часом відбуваються зміни у іхтіоценозів природних водойм. Дослідження аборигенних видів можуть показати зміни в межах видового складу, які відбуваються в наслідок дії ксенобіотиків при забрудненні екосистем [20]. Безперечно необхідним є вибір найбільш доступних біохімічних показників фізіологічного стану риб для оцінки якості водного середовища. Такі результати можуть бути використані для розуміння екологічної пластичності аборигенної іхтіофауни в умовах мінливості чинників середовища [1].

Метою цього дослідження є визначення ступеня токсичності фенолу та біхромату калію на фізіолого-біохімічні показники окуня та йоржа та подальшого їх використання для біоіндикації стану водних екосистем.

**Матеріал і методи досліджень**

Дослідження проводились на Білоцерківській експериментальній гідробіологічній станції Інституту гідробіології НАН України. Риб утримували у 60-літрових акваріумах при постійній аерації води. Вміст розчиненого кисню був не меншим, 7,5 мг О/дм<sup>3</sup>. Середня температура води становила 20,5°С, рН – 7,8. Концентрація фенолу в експерименті становила 0,2; 0,5 та 2,0 мг/дм<sup>3</sup>, біхромату калію – 2,5; 5,0; 10,0 та 12,5 мг/дм<sup>3</sup>. Тривалість експозиції риб в розчинах токсикантів становила 96 год. Після закінчення відбирали кров із серця риб гепаринізованим шприцом. Кров центрифугували для виділення плазми протягом 15 хв. при 6 тис./хв. Потім плазму крові зберігали при температурі –18°С. У лабораторних умовах визначали активність лактатдегідрогенази (ЛДГ) і лужної фосфатази (ЛФ) та вміст глюкози глюкозооксидазним методом спектрофотометрично з використанням стандартних комерційних наборів «Філісіт-Діагностика» (Україна) та спектрофотометру СФ-26. Вміст кортизолу та тироксину визначали імуноферментним методом з використанням наборів реагентів «ДС-ИФА-Стероид-Кортизол» (Наукове-виробниче об'єднання «Діагностичні системи», Росія) та Т4-ИФА (Науково-виробнича лабораторія «Гранум», Україна) та ІФА-аналізатора Rayto RT-2100С. Статистичну обробку даних проводили з використанням програми Statistica 5.5.

**Результати досліджень та їх обговорення**

Встановлено достовірне зниження вмісту тироксину в плазмі крові окуня за дії фенолу в концентрації від 0,2 до 2,0 мг/дм<sup>3</sup> в 1,63–3,70 рази відповідно щодо контролю. Це свідчить про пригнічення метаболічних процесів у відповідь на фенольну інтоксикацію. У йоржа виявлена подібна картина. Однак вміст гормону знизився більше, ніж у окуня, і зменшувався в 1,85–4,74 рази щодо контролю (рис. 1).

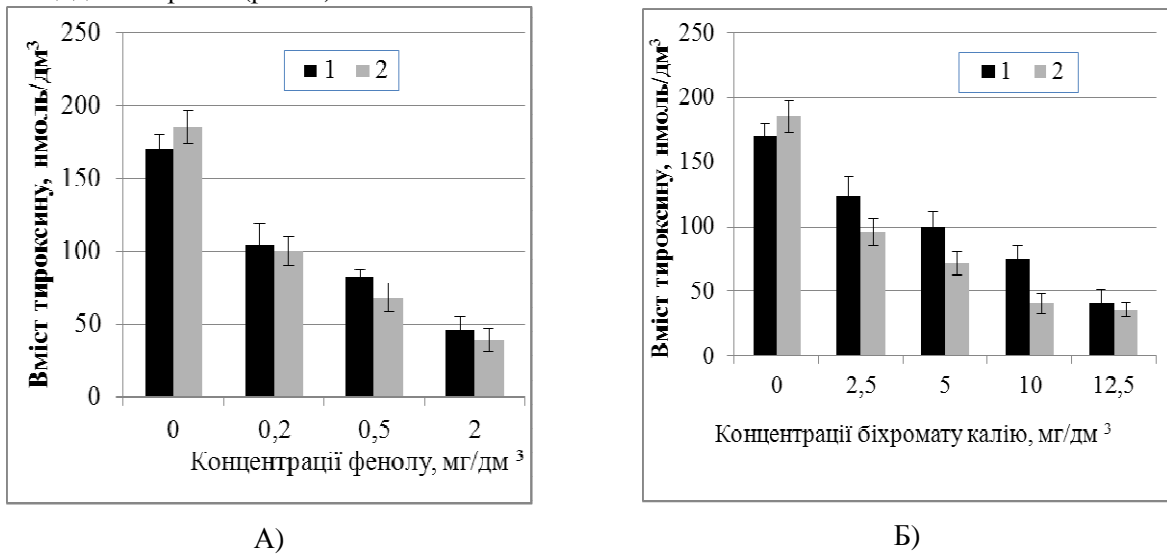


Рис. 1. Вміст тироксину в плазмі крові окуня (1) та йоржа (2) за дії фенолу (А) та біхромату калію (Б), М ± m, n = 6.

Дія біхромату калію викликала ще більше зниження вмісту тироксину у риб. Спостерігали зниження вмісту тироксину в плазмі крові за збільшення концентрації токсину у воді в 1,37–4,14 разів у окуня та в 1,92–5,14 разів у йоржа щодо контролю.

За дії вивчених токсинів відбувається зменшення вмісту тироксину. Звертає на себе увагу той факт, що два різних за хімічною природою токсиканта, яким властиві різні шляхи детоксикації та метаболізму в тканинах риб, викликають подібні зміни гормонального фону. Зокрема, вміст тиреоїдних гормонів негативно корелює з концентрацією обох токсикантів. Можна припустити, що зміни цього показника залежать не від хімічної природи токсиканта, а від концентрації. Отже, має місце розвиток реакції організму на діючі чинники за типом стресу. Адаптивна роль зниження вмісту тироксину полягає в уповільненні енерговитрат та зниженні обміну речовин між зовнішнім токсичним середовищем та тканинами риб.

Кортизол умовно можна вважати гормоном стресу. Швидке зростання його вмісту в крові на початкових етапах адаптації обумовлює посилення опірності організму та викликає адекватні зміни фізіологічного стану у відповідь на вплив несприятливих чинників середовища. Нами встановлено, що за дії фенолу залежно від його концентрації достовірно зростає вміст кортизолу в плазмі крові окуня у 1,6–3,2 рази, йоржа – в 2,0–4,7 рази порівняно з контролем (рис. 2). Дія біхромату калію також викликає збільшення вмісту кортизолу в плазмі у всіх досліджуваних концентраціях. Рівень цього показника сягав 0,328–0,700 нмоль/дм<sup>3</sup> в окуня та 0,440–0,731 нмоль/дм<sup>3</sup> у йоржа проти 0,188 нмоль/дм<sup>3</sup> у контролі. Характерним є те, що вміст кортизолу в обох досліджених видів змінюється під дією стресового чинника незалежно від хімічної природи токсиканту, як і у випадку з тироксином. Однак спрямування цих змін є протилежним.

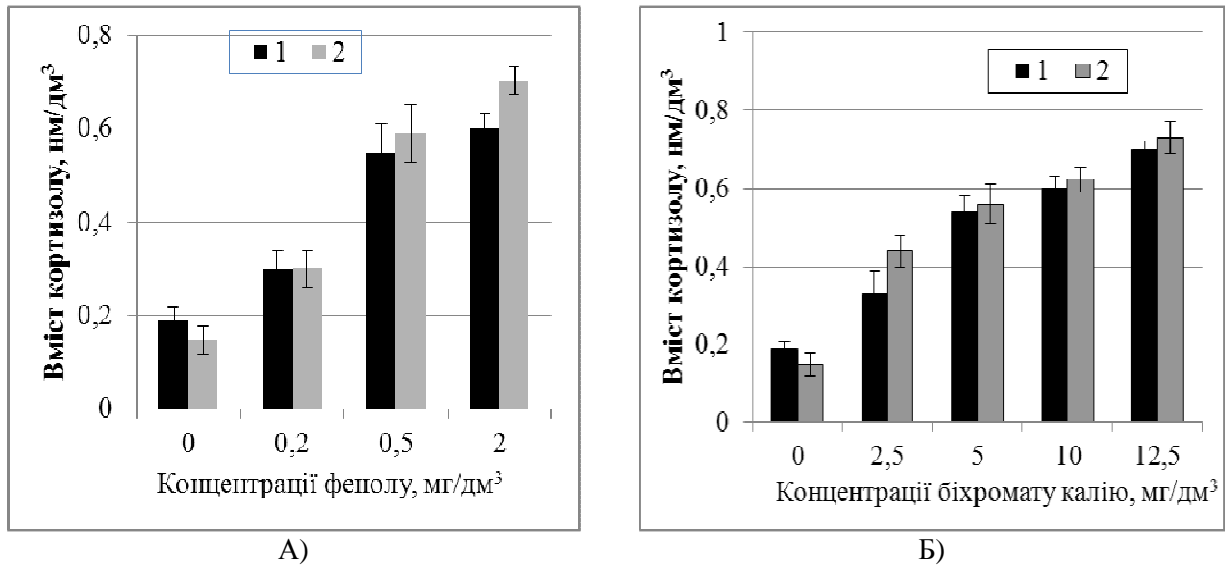


Рис. 2. Вміст кортизолу в плазмі крові окуня (1) та йоржа (2) за дії фенолу (А) та біхромату калію (Б),  $M \pm m$ ,  $n = 6$ .

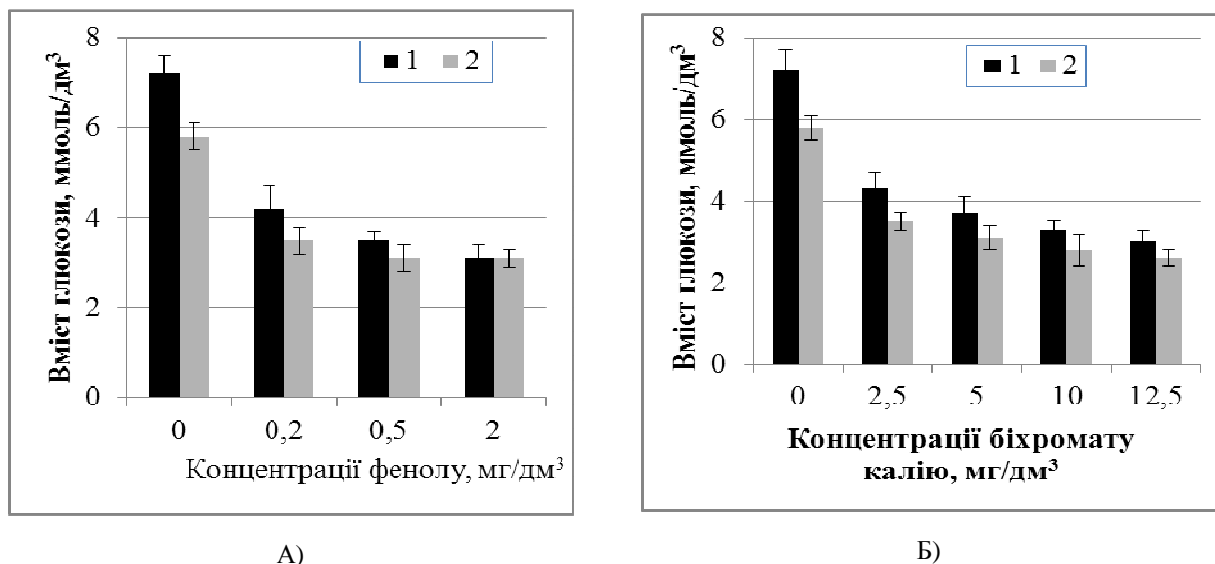
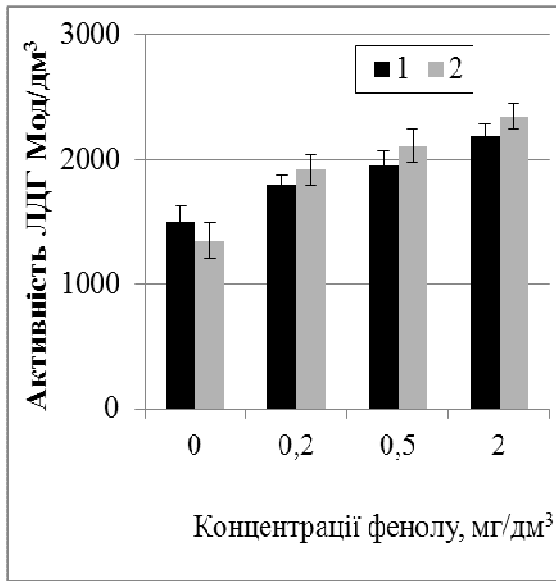


Рис. 3. Вміст глюкози у плазмі окуня (1) та йоржа (2) за дії фенолу (А) та біхромату калію (Б),  $M \pm m$ ,  $n = 6$ .

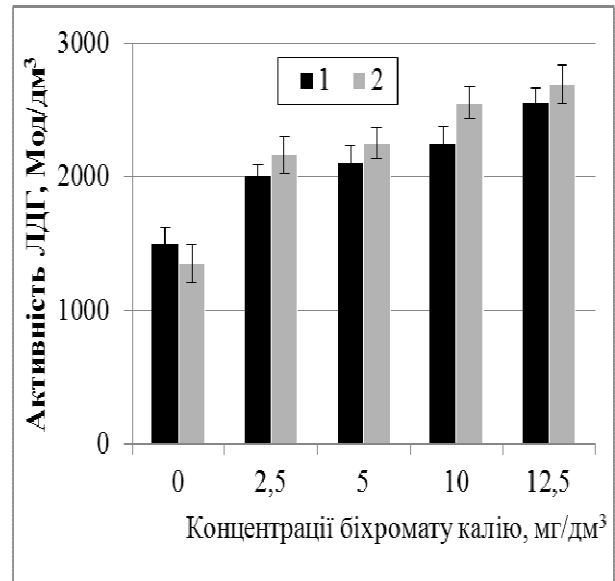
У свою чергу відзначено негативну кореляцію між вмістом кортизолу та глюкози у плазмі крові риб. Під впливом фенолу та біхромату калію у окуня та йоржа зменшується вміст глюкози при підвищенні вмісту цього гормону. Глюкоза використовується рибами для енергетичного

забезпечення адаптації, що ініціює підвищення вмісту кортизолу. Додаткові енерговитрати забезпечують детоксикацію та екскрецію токсикантів (рис. 3).

Відмічено зростання активності ЛДГ у плазмі крові за дії біхромату калію в окуня на 20,0–70,0%, у йоржа – на 60,0–99,2% порівняно з контролем (рис. 4). Вплив фенолу був меншим бо активність ЛДГ становила для окуня 1800–2010 МОД/дм<sup>3</sup>, а у йоржа – 1950–2250 МОД/дм<sup>3</sup> проти 1500 МОД/дм<sup>3</sup> у контролі. Токсиканти викликають зростання гліколітичних процесів у організмі обох досліджуваних видів риб. Вірогідно, що через безпосередню дію токсинів на респіраторний апарат зябер відбувається послаблення їх функціонування і недостатність кількості кисню у крові компенсується посиленням анаеробного дихання. Додаткова енергія отримується при окисленні пірувату до лактату, що і підтверджується зростанням активності ЛДГ.



А)



Б)

Рис. 4. Активність ЛДГ в плазмі крові окуня(1) та йоржа (2) за дії фенолу (А) та біхромату калію (Б),  $M \pm m$ ,  $n = 6$ .

За дії фенолів в окуня та йоржа відбулося зростання активності ферментів фосфорного обміну, зокрема лужної фосфатази, тобто інтоксикація організму спричиняла утилізацію енергоємних сполук та задіяла процеси фосфорилізації. В окуня цей показник у концентраціях тримався на рівні 301,0–398,1 МОД/дм<sup>3</sup>, у йоржа – 365,0–421,0 МОД/дм<sup>3</sup> залежно від концентрації фенолу у воді та, відповідно, проти 268,0 та 305,8 МОД/ дм<sup>3</sup> у контролі. Вплив біхромату калію спричинив зростання активності ферменту в 1,6–2,7 у окуня та 1,4–3,0 у йоржа порівняно з контролем. Висока активність лужної фосфатази є одним з підтверджень наявності адаптивних реакцій у риб на дію фенолу та біхромату за типом стресу.

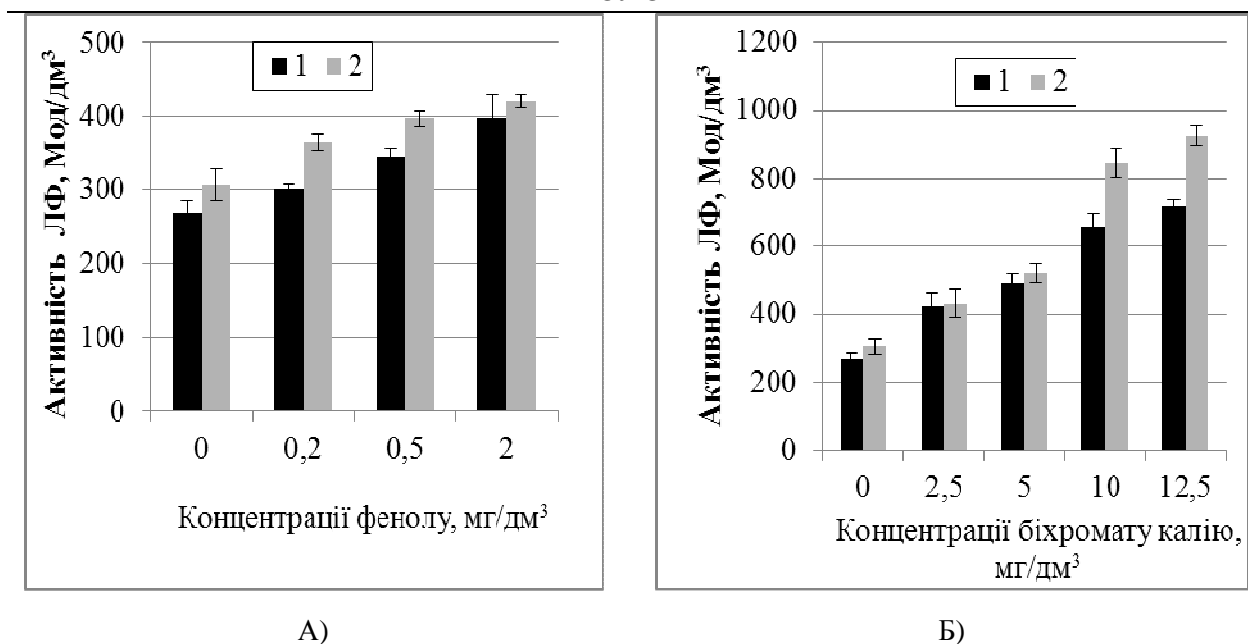


Рис. 5. Активність лужної фосфатази в плазмі крові окуня (1) та йоржа (2) за дії фенолу (А) та біхромату калію (Б),  $M \pm m$ ,  $n = 6$ .

### Висновки

Дія фенолу та біхромату калію істотно змінює напрямок обмінних процесів у йоржа та окуня, що виявляється у значному зниженні вмісту тироксину у плазмі крові та пригніченні загальної активності метаболічних процесів.

Зміни метаболічних показників, які спостерігаються в організмі обох видів риб, свідчать про розвиток стрес-реакції. Інтенсивність реакції риб не залежить від хімічної природи токсиканта, а визначається їх концентрацією у воді. Насамперед збільшується вміст кортизолу, що викликає посилення енергетичних витрат на адаптацію. Завдяки цим процесам відбувається підвищення активності ферментів фосфорного та енергетичного обмінів, знижується вміст глюкози у плазмі крові.

Фізіолого-біохімічні показники йоржа змінюються в ширшому діапазоні, що свідчить про більшу метаболічну пластичність та адекватність адаптивних реакцій до дії токсинів порівняно з окунем.

Фізіологічний стан природних популяцій окуневих риб можна розглядати як потенціал ступеня забруднення водойм токсичними сполуками.

1. Немова Н.Н. Биохимическая индикация состояния рыб / Н.Н. Немова., Р.У. Высоцкая. — М: Наука, 2004. — 285 с.
2. Рощина О.В. Анализ сезонной динамики активности сывороточных ферментов морского ерша *Scorpaena porcus* / Рощина О.В. // Вопросы рыболовства. — 2010. — Т. 11 (3). — С. 413—469.
3. Activity levels of phosphatases of the air-breathing cat fish *Mystus cavasius* exposed to electroplating industrial effluent chromium / [Palamisamy P., Sasikala G., Mallikari D et al.] // Biology and Medicine. — 2012. — Vol. 2. — P. 60—64.
4. Aly S.M. Pathological, biochemical, hematological and hormonal changes in catfish exposed to lead pollution / S.M. Aly, M.S. Zaki, E.L. Genrity // J. Ejupt Vet. Med. Assoc. — 2012. — Vol. 63. — P. 331—342.
5. Brown S.B. Altered thyroid status in lake trout (*Salvelinus namaycush*) exposed to co-planar 3,3 4,4, 5-pentachlorobipheny / S.B. Brown, R.E. Evans, L. Vandenbyllard, K.W. Finnson // Aquat. Toxicol. — 2004. — Vol. 67. — P. 75—85.
6. Evaluation of changes in metabolic parameters and enzymes involved in metabolic pathways in *Clarias botrachus* after exposed to phenolic compounds / [A. Alesander, O.P. Verna, A. Mathur et al.] // Asian journal of biomedical and pharmaceutical sciences. — 2013. — Vol. 3 (21). — P. 60—67.



7. *Hontela A.* Effects of Cu on plasma cortisol and cortisol secretion by adrenocortical cells of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* / A. Hontela, A. Gagnon, C. Jumarie // *Aquat. Toxicol.* — 2001. — V. 78. — P. 59—65.
8. *Interrenal* response in climbing perch *Anabas testudineus* Bloch to nitrate exposure: Hydromineral and metabolic considerations / [A.S. Vijayasree, V. Rejitha, S. Peter et al] // *J. Endocrinol Reprod.* — 2008. — Vol. 12 (2). — P. 73—79.
9. *Iwana G.K.* Stress in fish. / G.K. Iwana, L.O.B. Afonso, M.M Vijayan // *The Physiology of fishes.* — 2006. — P. 319—342.
10. *Jentoft S.* Effects of stress on growth, cortisol and glucose levels in non-domesticated Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / S. Jentoft, A.H. Aastveit, P.A Torjesen // *Comparative Biochemistry and Physiology.* — 2005. — Part A. — V. 141. — P. 353—358.
11. *Kori Siakpere O.* Variations in acid phosphatase and alkaline phosphatase activities in the plasma of the African catfish (*Clarias gariepinus*) exposed to sublethal concentrations of potassium permanganate / O. Kori Siakpere, R.B. Ilkomi, M.G Ogbe // *Astan J. Exp. Boil. Sci.* — 2010. — Vol. 1 (1). — P. 170—174.
12. *Martinez-Porchas M.* Cortisol and glucose: Reliable indicators of fish stress / M. Martinez-Porchas, L.R. Martinez-Cordova, R. Ramos-Enriquez // *Pan-American Journal of Aquatic Sciences.* — 2009. — Vol. 4 (2). — P. 158—178.
13. *Metabolic* and thyroidal response in air-breathing perch (*Anabas testudineus*) to water-borne kerosene / [V.S. Peter, E.K. Joskua, S.E. Wendelaar-Bonga, M.C.S. Peter] // *Gen. Comp. Endocrinol.* — 2007. — Vol. 152. — P. 198—205.
14. *Metabolic* changes induced by chronic phenol exposure in mantrixa brycon cephalus juvenilis / [T.S.F. Hori, I.M. Avilez, I.K. Inone, G. Mraes // *Comp. physiology.* — 2006. — Vol. 143 (1). — P. 67—72.
15. *Nahed S.* Effect of environmental pollution by phenol on some physiological parameters of *Oreochromis niloticus* / S. Nahed., S. Cad, S. Amad // *Global veterenaria.* — 2008. — Vol. 2 (6). — P. 312—319.
16. *Nassr-Allah H.* Physiological and histopatological alterations induced by phenol exposure in *Oreochromis aureus* juveniles / H. Nassr-Allah., Abbel-Hameid // *Turkish journal of fisheries and aquatic sciences.* — 2007. — Vol. 7. — P. 131—138.
17. *Peter M.C.S.* Evidence for an osmoregulatory role of thyroid hormones in the freshwater Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus* / M.C.S. Peter, R.A.C. Lock, S.E. Wendelaar Bonga // *J. Gen. Comp. Endocrinol.* — 2000. — Vol. 120. — P. 157—167.
18. *Plasma* prolactin, cortisol and thyroid responses of the brown trout *Salmo trutta* exposed to lethal and sublethal levels of aluminium in acidic soft waters / [C.D. Waring, J.E. Brown, J.E. Collins et al.] // *Gen. Comp. Endocrinol.* — 1996. — Vol. 102. — P. 377—385.
19. *Praveena M.* Chromium induced alterations on total albuses in different tissues of a freshwater fish, *Labeo rohita* / M. Praveena, N. Kavitha, K. Jajantha Rao // *Indian Journal of applied research.* — 2013. — Vol. 3 (7). — P. 50—52.
20. *Zaki M.S.* Phenol toxicity affecting hematological changes in cat fish (*Clarius lazera*) / M.S. Zaki, M. Olfat, F.S. Shalaki // *Life science journal.* — 2011. — Vol. 8 (2). — P. 244—248.

*Н.В. Причена., А.С. Потрохов., О.Г. Зиньковский*  
 Институт гидробиологии НАН Украины

#### МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ СТРЕСС-РЕАКЦИИ У ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS L.* И ЕРША *GUMNOСЕРHALUS CERNUA L.* ЗА ДЕЙСТВИЯ ФЕНОЛА И БИХРОМАТА КАЛИЯ

Проанализировано влияние токсических соединений на биохимические показатели окуня и ерша. Показано, что влияние фенолов и бихромата калия вызвало возрастание активности лактатдегидрогеназы, щелочной фосфатазы, кортизола. В этом показана адаптивная роль организма окуня и ерша, что проявлялось в замедлении энергозатрат и снижении обмена веществ между внешней токсической средой и тканями организма. Действие токсикантов вызвало снижение содержания тироксина и глюкозы в плазме. Изменение указанных показателей свидетельствует об адекватном изменении физиологических процессов относительно влияния неблагоприятных факторов среды. Установлено что за исследуемыми параметрами ерш более чувствителен вид по отношению к влиянию ксенобиотиков, чем окунь. Физиологическое состояние ерша и окуня можно использовать для диагностики уровня пластичности определенных популяций и экосистем в целом в условиях локального загрязнения среды такими токсическими соединениями как фенол и бихромат калия.

*Ключевые слова:* окунь, ерш, токсичность, адаптация, биохимические показатели, метаболизм

*M.V. Prichepa., A.S. Potrokhov., O.G. Zinkovskiy*  
Institute of hydrobiology NAS of Ukraine

**METABOLIC REACTIONS OF STRESS IN PERCH *PERCA FLUVIATILIS L.* AND RUFF *GUMNOCEPHALUS CERNUA L.* FOR ACTIONS OF PHENOL AND POTASSIUM DICHROMATE**

The effect of toxic matters on biochemical values of perch and ruff was analyzed. It is shown that effect of phenol and potassium permanganate increase activity of lactate dehydrogenase, alkaline phosphatase, cortisol. This caused to a reaction by the body of stress that is primarily reflected in the activation energy and phosphorus metabolism. Action of toxicants caused to reduced of content of thiroxine and glucose in plasma of fish. This is shown adaptive role of body of perch and ruffe that appeared to slow down energy consumption and decrease metabolism between the external toxicity environment and body tissues. Found that for the studied parameters ruff is more sensitive with respect to the impact of xenobiotic than perch. The physiological condition of ruffe and perch can be used to diagnostic the level of plasticity under conditions of local pollution of environment such toxic compounds as phenol and potassium permanganate.

*Keywords: perch, ruff, thyroxin, adaptation, biochemical parameters, metabolism*

Рекомендує до друку  
В.В. Грубінко

Надійшла 25.12.2013

УДК 591.5:594.3:576.895.122

**А.П. СТАДНИЧЕНКО, О.І. УМАНЕЦЬ**

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

**ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ВМІСТ ЗАГАЛЬНОГО БІЛКА В ГЕМОЛІМФІ КАЛЮЖНИЦІ (*MOLLUSCA, GASTROPODA, PESTINIBRANCHIA, VIVIPARIDAE*) У НОРМІ І ЗА ІНВАЗІЇ ТРЕМАТОДАМИ**

Досліджено вплив різних концентрацій натрієвої селітри (250, 500, 750 мг/дм<sup>3</sup>), хлорида калія (250, 500, 750 мг/дм<sup>3</sup>), суперфосфату (2500, 5000, 7500 мг/дм<sup>3</sup>) на вміст загального білка в гемолімфі *Viviparus viviparus* у нормі і за інвазії трематодою *Echinoparyphium petrowi*. З'ясовано, що цей показник залежить від фази викликаного отруєнням тварин патологічного процесу. За наявності трематодної інвазії шкодочинний вплив отруєння поглиблюється.

*Ключові слова: міндобрива, Viviparus viviparus, Echinoparyphium petrowi, гемолімфа, загальний білок*

Зростаюче з кожним днем забруднення природних вод мінеральними добривами спонукає необхідність дослідження особливостей впливу їх на різних гідробіонтів, у тому числі і на червоногих молюсків. З них в Україні дуже широко розповсюдженою є калюжниця річкова, численні густонаселені популяції якої приурочені у своєму поширенні до всіх ландшафто-кліматичних зон цього регіону, за виключенням Карпат і більшої частини Криму. Якщо врахувати те, що калюжниця є найкрупнішими з усіх червоногих молюсків фауни України, стає зрозумілим, що їм часто густо належить провідна роль у трофічній мережі біоценозів. А це означає, що саме ними визначається інтенсивність потоку речовин і енергії у багатьох водних екосистемах. Виходячи з цього, метою нашого дослідження було з'ясувати як різні концентрації міндобри, розчинених у водному середовищі, впливають на показники життєздатності цих тварин, зокрема, на вміст загального білка в їх гемолімфі. За цією тест-функцією малося на увазі порівняти вільних від інвазії і заражених трематодами особин.

Аналіз літературних джерел за попередні роки дозволяє констатувати, що таких досліджень наразі є обмаль [1, 2]. З них витікає, що середній вміст загального білка у гемолімфі *V. viviparus* становит  $0,86 \pm 0,11\%$ , а у близького йому вида *V. contectus* –  $5,0 \pm 0,03$  (самки) і  $4,0 \pm 0,03\%$  (самці) [3, 4]. Показник цей підпадає віковій, статевій, сезонній і популяційній мінливості і різниться у вільних від інвазії і заражених трематодами молюсків, а також залежить від інтенсивності інвазії.

### Матеріал і методи досліджень

600 екз. калюжниці річкової *Viviparus viviparus* (Linné, 1758), зібраних у стислі строки в р. Тетерів (у межах Житомира). Доставлених у лабораторію тварин утримували в акваріумах (10 л) з дехлорованою відстоюванням (доба) водопровідною водою (температура  $19 - 22^\circ\text{C}$ , рН  $7,2 - 7,6$ , вміст кисню  $8,3 - 8,9$  мг/л). Токсикологічний експеримент ставили за [6]. Він складався з попереднього (орієнтаційного) і основного дослідів. Перший з них скерований на визначення величин  $\text{LK}_0$ ,  $\text{LK}_{50}$ ,  $\text{LK}_{100}$  для особин, підданих дії різних концентрацій ( $0,001$ ,  $0,01$ ,  $0,1$ ,  $1$ ,  $10$ ,  $100$ ,  $1000$ ,  $10000$  мг/дм<sup>3</sup>) таких міндобрив як натрієва селітра, хлорид калія і простий суперфосфат. Опісля у межах  $\text{LK}_0 - \text{LK}_{50}$  для кожного з цих токсикантів було обрано по 3 концентрації, які застосовувалися в основному досліді. Для натрієвої селітри і хлориду калія такими були  $250$ ,  $500$  і  $750$  мг/дм<sup>3</sup>, а для суперфосфата –  $2500$ ,  $5000$  і  $7500$  мг/дм<sup>3</sup> токсиканта. Тривалість його – 2 доби. Через добу розчини заміняли свіжими.

Гемолімфу отримували методом прямого знекровлювання молюсків. Вміст в ній загального білка встановлювали рефрактометрично (ИРФ–20). Зараженість *V. viviparus* трематодами виявляли мікроскопіюванням тимчасових гістологічних препаратів, виготовлених з тканин їх гепатопанкреаса. Визначення видової належності паразитів здійснювали на живому матеріалі за В. І. Здуном [7].

Опрацювання цифрових матеріалів методами базової варіаційної статистики здійснено за [7]. При збиранні і транспортуванні матеріала автори скористалися допомогою М. М. Сластенка, за що йому щиро вдячні.

### Результати досліджень та їх обговорення

В усіх трьох дослідях (таблиця) контролем слугували дві групи тварин. Перша з них представлена була вільними від трематодної інвазії особинами. У калюжниць другої групи зареєстровано інвазію їх партенітами (редіями), розповсюджувальними личинками – церкаріями трематоди *Echinoparyphium retrowi* Nevostr., марити якої є [8] паразитами кішківника водоплавних і болотяних птахів, а також метацеркаріями *Echinostomatidae* sp.. Середня екстенсивність інвазії молюсків терерівської популяції становила  $20,00 \pm 1,63\%$ . Переважаючою формою інвазії було зараження молюсків редіями і церкаріями. Паразити в їх організмі здебільшого локалізувалися в гепатопанкреасі, рідко – в гонадах (редії і церкарії). Випадки знаходження у них метацеркарій траплялися нечасто. Їх виявлено в мантиї, гепатопанкреасі, нозі.

За інвазії вміст загального білка в гемолімфі калюжниці (таблиця) був на 49% нижче норми ( $p < 0,05$ ). Вважаємо, що це зумовлене комплексом причин. Перш за все, слід згадати про те, що за високої інтенсивності інвазії трематоли руйнують як міжацинарну сполучну тканину, так і печінкові трубочки (ацинуса) значної частини гепатопанкреаса, через що знижується його білковоутворювальна функція. У досліджених нами *V. viviparus* за інвазії неушкодженими залишалось лише близько 20 – 35% від загальної кількості печінкових трубочок і приблизно стільки ж (за об'ємом) міжацинарної сполучної тканини гепатопанкреаса. Крім того, за тяжкої інвазії, як відомо [2], пригнічуються захисно-приспосувальні можливості хазяїв, що проявляється падінням рівня їх загального обміну речовин, одними із проявів якого є зменшення рівня вмісту загального білка у гемолімфі. Нарешті, однією з можливих причин цього може бути і використання якоїсь частини загального білка гемолімфи паразитами, для яких організм хазяїна є єдиним джерелом цих сполук.

У середовищі, затруєному **натрієвою селітрою**, за всіх використаних у досліді концентраціях у вільних від інвазії *V. viviparus* відбувається зниження рівня вмісту загального білка у гемолімфі ( $p < 0,05$ ) на 27 – 32% порівняно з нормою. Воно, наголосимо, у межах  $250 - 750$  мг/дм<sup>3</sup> токсиканта у воді не залежить від концентрації останнього. Про це беззаперечно свідчить той факт, що вміст загального білка в гемолімфі молюсків за зазначених вище умов в усіх трьох

## ЕКОЛОГІЯ

випадках був майже однаковим (таблиця). Така реакція моллюсків на вплив на них розчинів натрієвої селітри свідчить про те, що діапазону концентрацій її 250 – 750 мг/дм<sup>3</sup> відповідає депресивна фаза [9] їх отруєння.

Отже, обидві передуючі їй фази патологічного процесу (фази байдужих концентрацій і стимуляції) повинні проявлятися при концентраціях цього токсиканта, які не перевищують 250 мг/дм<sup>3</sup>.

У інвазованих трематодами особин під впливом зростаючих концентрацій натрієвої селітри спостерігається прогресуюче зростання вмісту загального білка в гемолімфі (на 13,2 – 18,5% відповідно контролю) ( $p < 0,05$ ). Однак ступінь зрушення цього показника у них значно менший, ніж у незаражених особин. Так, за 250 мг/дм<sup>3</sup> цього токсиканта селітри в середовищі падіння вмісту білка в гемолімфі незаражених *V. viviparus* становить 28 – 32, тоді як у заражених особин – 14 – 19%.

Причину цього ми вбачаємо у дії на *V. viviparus* паразитичного чинника, котрий викликає розвиток руйнівних процесів у гепатопанкреасі (і тим більших, чим вищою є інтенсивність зараження моллюсків трематодами). Зрозуміло, що за таких обставин утворення білкових речовин і надходження їх у гемолімфу гальмується. Отже, в умовах токсичного середовища трематодна інвазія – це отягчаючий чинник.

Під впливом **хлориду калія** (250 – 750 мг/дм<sup>3</sup>) вміст загального білка в гемолімфі всіх досліджених моллюсків статистично вірогідно ( $p < 0,05$ ) зростає (таблиця). Це означає, що всі вони перебувають на другій стадії патологічного процесу, а саме на стадії стимуляції. Концентрації, що відповідають фазі байдужих концентрацій, слід шукати серед концентрацій хлориду калія менших за 250 мг/дм<sup>3</sup>. Зазначимо, що у інвазованих тварин зрушення обговорюваного показника більші, ніж у неінвазованих. Наприклад, за 750 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта у середовищі вміст загального білка у гемолімфі перших з них зростає в 1,7 рази, тоді як у других він становить усього лише 1,2 рази.

*Таблиця*

Вплив міндобрив на вміст загального білка (%) в гемолімфі *Viviparus viviparus* у нормі і за інвазії трематоною *Echinoparyphium petrowi*

Інвазія	Натрієва селітра			Хлорид калія			Суперфосфат		
	n	min-max	M±m	n	min-max	M±m	n	min-max	M±m
Контроль <sup>1</sup>									
Немає	38	1,52-10,41	3,73±0,27						
Є	12	0,63-2,62	1,89±0,21						
250 мг/дм <sup>3</sup>									
Немає	41	1,30-4,16	2,55±0,12	38	2,18-6,77	3,90±0,17	38	1,74-3,06	1,74±0,10
Редії, церкарії <i>E. echinotoides</i> , метацеркарії <i>Echinostomatidae</i> sp.	9	0,10-2,08	1,64±0,34	12	1,30-2,84	2,13±0,21	12	0,22-1,52	0,74±0,20
500 мг/дм <sup>3</sup>									
Немає	43	0,35-5,47	2,65±0,17	41	2,40-8,49	4,16±0,20	40	0,43-2,84	1,79±0,08
Редії, церкарії <i>E. echinotoides</i> , метацеркарії <i>Echinostomatidae</i> sp.	7	0,43-3,72	1,68±0,49	9	1,74-3,50	2,38±0,16	10	0,28-0,86	0,55±0,07
750 мг/дм <sup>3</sup>									
Немає	41	0,86-3,72	2,70±0,11	37	1,96-8,06	4,43±0,18	42	0,86-4,16	2,78±0,11
Редії, церкарії <i>E. echinotoides</i> , метацеркарії <i>Echinostomatidae</i> sp.	9	0,63-2,40	1,54±0,11	13	2,62-3,72	3,16±0,11	18	1,30-2,62	2,09±0,12

Наведені тут контрольні значення використано в усіх (трьох) токсикологічних дослідках.

Це, напевне, пояснюється тим, що за помірної трематодної інвазії захисно-приспосувальний процес у молюсків полягає у підвищенні рівня їх загального обміну речовин. На користь цього твердження свідчать відмічене у них за згаданих вище обставин посилення серцебиття [10], збільшення рівня поглинання кисню [11, 12] і активності дихальних ферментів [13], зростання тепловіддачі [14].

Цілком слушно можна припустити, що при цьому зростанню підпадає і рівень білкового обміну, котрий супроводжується збільшенням вмісту речовин білкової природи у гемолімфі тварин. Ще більше підвищення рівня загального метаболізму відбувається у заражених особин під дією стимулюючих концентрацій хлориду калія.

Отже, кінцевий результат досліда – зростання вмісту загального білка в гемолімфі інвазованих екземплярів *V. viviparus* в 1,7 рази порівняно з контролем – є наслідком сумарного (одночасного) впливу на молюсків обох стресуючих чинників.

У розчинах **суперфосфату** (2500 – 5000 мг/дм<sup>3</sup>) вміст загального білка у гемолімфі *V. viviparus* у переважній більшості випадків значно ( $p < 0,05$ ) падає (таблиця), що свідчить про наявність у досліджених тварин третьої фази процесу отруєння – фази депресії. Це може свідчити як про пригнічення процесів білкоутворення в клітинах і тканинах, так і про посилення розкладання тканин гепатопанкреаса за інвазії. Крім того, накопичення в гемолімфі продуктів білкового обміну є можливим наслідком порушення роботи нирок молюсків.

За 7500 мг/дм<sup>3</sup> суперфосфата у воді після 48-годинної експозиції тварин у такому розчині смертність їх становить 35%, що є свідченням глибоких порушень їх гомеостаза. Цій концентрації токсиканта відповідає передостання фаза процесу отруєння молюсків – сублетальна.

### Висновки

Виходячи з п'ятифазного перебігу процесу отруєння у молюсків [9], відзначаємо, що натрієва селітра (250 – 750 мг/дм<sup>3</sup>) і суперфосфат (2500 – 5000 мг/дм<sup>3</sup>) викликають розвиток у них його депресивної фази, а суперфосфат у концентрації 7500 мг/дм<sup>3</sup> – фази сублетальної. Натомість отруєння хлоридом калія (250 – 750 мг/дм<sup>3</sup>) супроводжується проявом у *V. viviparus* більш легкої фази патологічного процесу – стимуляції. Вміст загального білка в гемолімфі молюсків залежить від природи мінералів, концентрації їх у середовищі, від наявності чи відсутності трематодної інвазії і від інтенсивності останньої. Кінцевий результат цих чинників на обговорюваний показник є наслідком їх комплексної дії на молюсків. Трематодна інвазія при цьому є таким чинником, який поглиблює шкодочинну дію мінералів на них.

У подальшому доцільно встановити концентрації, які відповідають межах усіх фаз отруєння, викликаного дією на молюсків трьох означених вище мінералів.

1. *Алексеев В. А.* Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента / В. А. Алексеев // Гидробиол. журн. — 1981. — Т. 17. — № 3. — С. 92—100.
2. *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.
3. *Гуминский О. В.* Влияние трематодной инвазии на динамику химического состава гемолимфы пресноводных моллюсков в норме и при фенольной интоксикации: автореф. канд. дис. / О. В. Гуминский. — М. — 1988. — 21 с.
4. *Здун В. І.* Личинки трематод в прісноводних молюсках України / В.І. Здун — К.: Вид-во АН УРСР. — 1961. — 141 с.
5. *Маляревская А. Я.* Биохимические механизмы адаптации гидробионтов к токсическим веществам / А. Я. Маляревская // Гидробиол. журн. — 1985. — Т. 21, № 3. — С. 70—82.
6. *Смогоржевская Л. А.* Гельминты водоплавающих и болотных птиц фауны Украины / Л.А. Смогоржевская. — Киев: Наук. думка. — 1976. — 416 с.
7. *Стадниченко А. П.* Влияние трематодной инвазии и различных концентраций нитроаммофоски на содержание общего белка в гемолимфе живородки речной / А. П. Стадниченко, А. Ю. Зелинская. — 1988. — 7 с. — Деп. в Укр НИИНТИ 06.09.88 г., № 2217-Ук 88.
8. *Стадниченко А. П.* Изменение белкового спектра крови *Viviparus contectus* (Millet, 1813) (Gastropoda, Prosobranchia) при инвазии личиночными формами трематод / А.П. Стадниченко // Паразитология. — 1970. — Т. 4, Вып. 5. — С. 484—488.

9. Стадниченко А. П. О половой изменчивости белкового состава крови *Viviparus contectus* (Millet, 1813) (Gastropoda, Prosobranchia) / А.П. Стадниченко // Зоол. журн. — 1970. — Т. 49, Вып. 5. — С. 680—685.
10. Стадниченко А. П. Сравнительная характеристика белкового спектра жидкости зародышевых капсул и гемолимфы живородки болотной (Gastropoda, Prozobranchia) / А. П. Стадниченко // Вестн. зоол. — 1978, Вып. 5. — С. 91—94.
11. Hurst C. T. Increased heat production in a poikilotherm animal in parasitism / C. T. Hurst, C. A. Walker // Amer. Nat. — 1933. — V. 69. — P. 461—466.
12. Hurst C. T. Structural and functional changes in the Case of parasitism by the larvae of *Echinostoma revolutum* / C. T. Hurst // Univ. Californ. Publ. Zool. — 1927. — V. 29. — № 14. — P. 321—404.
13. Lee F. O. Increased heart rate in *Biomphalaria glabrata* parasitised by *Schistosoma mansoni* / F. O. Lee, T. C. Cheng // J. Invertebrate Pathol. — 1970. — V. 16. — № 1. — P. 148—149.
14. Meakin R. H. Studies on the physiology of the snail *Biomphalaria glabrata* (Say): effects of body size, temperature and parasitism by the sporocysts of *Schistosoma mansoni* smbon upon respiration // Compar. Biochem. and Physiol. — 1980. — V. A 66, № 1. — P. 137—140.

*А. П. Стадниченко, Е.И. Уманец*

Житомирский государственный университет имени Ивана Франко, Украина

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО БЕЛКА  
В ГЕМОЛИМФЕ ЛУЖАНКИ (MOLLUSCA, GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA,  
VIVIPARIDAE) В НОРМЕ И ПРИ ИНВАЗИИ ТРЕМАТОДАМИ**

Исследовано влияние разных концентраций натриевой селитры (250, 500, 750 мг/дм<sup>3</sup>), хлорида калия (250, 500, 750 мг/дм<sup>3</sup>), суперфосфата (2500, 5000, 7500 мг/дм<sup>3</sup>) на содержание общего белка в гемолимфе *Viviparus viviparus* в норме и при инвазии трематодой *Echinoparyphium petrowi*. Выяснено, что этот показатель зависит от фазы патологического процесса, вызванного отравлением животных. При наличии трематодной инвазии повреждающее влияние отравления усугубляется.

*Ключевые слова:* минудобрения, *Viviparus viviparus*, *Echinoparyphium petrowi*, гемолимфа, общий белок

*A. P. Stadnychenko, O. I. Umanets*

Ivan Franko State University of Zhytomyr, Ukraine

**THE FERTILIZERS INFLUENCE ON GENERAL PROTEIN CONTENT IN HAEMOLYMPH OF  
VIVIPARUS SP. (MOLLUSCA, GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, VIVIPARIDAE) IN NORM  
AND UNDER TREMATODE INVASION**

The influence of sodium nitrate in different concentrations (250, 500, 750 mg/dm<sup>3</sup>), potassium chloride (250, 500, 750 mg/dm<sup>3</sup>), superphosphate (2500, 5000, 7500 mg/dm<sup>3</sup>) on general protein content in the haemolymph of *Viviparus viviparus* in norm and under invasion with *Echinoparyphium petrowi* trematode is researched. This index is established to depend on the phase of pathological process caused by animal poisoning. Under trematode invasion the demaging influence of poisoning aggravaters.

*Keywords:* fertilizers, *Viviparus viviparus*, *Echinoparyphium petrowi*, haemolymph, general protein

Рекомендує до друку

Надійшла 18.09.2013

В.В. Грубінко

## **НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ СПОРТИВНО – ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ «БУКОВЕЛЬ» НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ**

Для повноцінного відпочинку і оздоровлення людей необхідні певні умови: чисте, багате киснем повітря, сприятливий мікроклімат, тиша, приналежність середовища. Таким умовам найкраще відповідають лісові екосистеми, які характеризуються високими санітарно – гігієнічними властивостями.

З кожним роком ліси Карпат все інтенсивніше використовуються для відпочинку людей. Наявність у них цілющих мінеральних джерел, сприятливих кліматичних умов у поєднанні з чарівною красою гірських ландшафтів сприяють прискореному розвитку тут санаторно – оздоровчих комплексів та спортивних і туристичних баз [6, 7]. Проте надмірне антропогенне навантаження на лісові екосистеми знижують їх профілактичну і лікувальну функції.

Лікувальні властивості хвойних лісових насаджень проявляється ще в тому, що вони продукують фітонциди – комплекси органічних сполук, що мають бактерицидну, протигрибкову і протистодидну дію та згубно впливають на патогенні бактерії, а тому відіграють важливу роль у регуляції мікробної флори повітря і підтриманні стабільності біологічного середовища [5].

*Ключові слова: антропогенне навантаження, лісові біогеоценози, профілактичні і лікувальні функції лісових екосистем*

Інтенсивне рекреаційне використання лісових масивів Українських Карпат стало причиною деструктивних змін лісових біогеоценозів, зумовлює необхідність подальшого вивчення рекреаційного тиску на природні екосистеми, які потребують невідкладних заходів підвищення їх екологічної стійкості [8]. Враховуючи те, що в перспективі Українські Карпати можуть стати одним з найбільших у нашій країні регіонах відпочинку і оздоровлення людей, особливої актуальності набуває аналіз екологічних проблем, зумовлених посиленням антропогенним впливом на лісові екосистеми, що веде до негативних наслідків і вимагає вирішення багатьох наукових і практичних завдань, зокрема виявлення причин та оцінки небажаних змін у них [2].

«Буковель» - найбільший і найсучасніший український гірськолижний курорт біля підніжжя гори Буковель, неподалік від села Поляниця Яремчанської міської ради (30 км від м. Яремча), на висоті 900 м над рівнем моря.

Будівництво спортивно – оздоровчого комплексу «Буковель» проводилося із застосуванням сучасної землерийної і лісозаготівельної техніки, пов'язано з глибокими порушеннями всіх біогеоценотичних зв'язків, які настають в результаті суцільної вирубки лісу і викорчовування пнів, з повним знищення не тільки ґрунтового покриву, але й усього історично сформованого природного комплексу, появою з кожним роком на значній території нових природно – техногенних ландшафтів (рис. 1).

Сказане зумовлює необхідність контролю, комплексної оцінки, глибокого і всебічного вивчення змін, що відбуваються у природному середовищі під впливом господарської діяльності людини. Під час будівництва цього комплексу на значній території вирубано високопродуктивні лісові насадження досить вразливі в екологічному плані.





Рис. 1. Застосування сучасної землерийної і лісозаготівельної техніки

На цих площах побудовано більше 500 км лижних трас; 100 % обладнано снігонапилюючим устаткуванням, споруджено 16 підйомників (рис. 2).



Рис. 2. Підйомник, обладнаний снігонапилюючим устаткуванням

Розширення комплексу, що триває, буде мати значний екологічний вплив на 2500 га лісових насаджень. Прокладені нові траси спричинять небажані зміни у світловому, тепловому і водному режимах лісових біоценозів, підвищать вітровалонебезпечність деревостанів.

**Метою** роботи було вивчити зміни в природних лісових біогеоценозах та вплив спортивно – оздоровчого комплексу «Буковель» на стан та лікувальні функції лісових екосистем Поляницького лісництва.

### **Матеріал і методи досліджень**

Вивчення впливу різних форм рекреаційного навантаження на лісові екосистеми проводили на дослідних ділянках з різними стадіями рекреаційної регресії, закладених у Поляницькому лісництві на різній відстані від спортивно – оздоровчого комплексу. Ступінь інтенсивності рекреаційного навантаження на дослідних ділянках визначали картографічним методом [3]. На контрольній ділянці 1 рекреаційні навантаження практично відсутні, що зумовлено значним віддаленням її від оздоровчо – спортивного комплексу (5 км). В основу методики мікробіологічних досліджень покладена «Програма и методика биологических исследований» [4]. Для аналізу чисельності і складу різних екологотрофічних груп мікроорганізмів



використовували метод посіву ґрунтових суспензій із різних розведень ґрунту на відповідні поживні середовища, а також метод прямого обліку за Виноградським.

### Результати досліджень та їх обговорення

Тривалий вплив рекреаційного навантаження на лісові екосистеми призвів до погіршення основних показників фізико – хімічних властивостей та порушення водно – повітряного режиму підстилки в лісових біоценозах, які виконують рекреаційні функції. Зникнення підросту, що зумовлене відвідування лісу великою кількістю людей, супроводжується зменшенням загальної маси підстилки та зміною компонентів, що входять до її складу. Отримані дані (табл. 1) свідчать про те, що із збільшенням коефіцієнта витоптаності зменшується товщина і запас підстилку, збільшується мінливість розподілу її на ділянці. Мінливість показників товщини і запасу підстилки із збільшенням коефіцієнта витоптаності площі збільшується в 2,5 – 2,7 рази у порівнянні з контролем. Зв'язок з коефіцієнтом витоптаності території, товщиною і запасом підстилки має обернено – пропорційну залежність. Товщина і запас лісової підстилки при витоптаності 21 % території складають відповідно 68,8 і 65,3 % по відношенню до контролю, а при витоптаності 32%, відповідно – 48,4 і 48,8 %.

Таблиця 1

Товщина і запас лісової підстилки на дослідних ділянках

№ ДД	Коефіцієнт витоптаності, %	Товщина підстилки, см				Запас підстилки, т/га			
		X + m	C, %	P, %	% до контролю	X + m	C, %	P, %	В % до контролю
1	32	0,90±0,05	48,1	5,5	48,4	6,64±0,59	44,3	8,9	48,8
2	21	1,28±0,06	33,4	4,7	68,4	8,88±0,64	36,3	7,3	65,3
3	0	1,86±0,05	2,7	2,7	-	13,6±0,44	16,2	3,2	-

Використання лісів для відпочинку (рекреаційне навантаження) зумовило негативні зміни у функціонування лісових екосистем. Нами виявлено найбільш поширені наступні види рекреаційних навантажень:

1. Витоптування – динамічний процес, що супроводжується поступовим збільшенням займаної ними площі (рис. 3).



Рис. 3. Витоптування у місцях масового відпочинку

При цьому витоптується трав'яний покрив і лісова підстилка, ущільнюється ґрунт, що призводить до погіршення екологічних умов. Це явище найчастіше спостерігається у

невпорядкованих місцях масового відпочинку, навколо оздоровчих закладів та мінеральних джерел, де скупчується велика кількість людей, вздовж туристичних маршрутів.

2. Механічне пошкодження – один з поширених видів рекреаційних навантажень, коли відпочиваючі свідомо і несвідомо ламають гілки дерев, підріст, обдирають кору, обципують бруньки, квіти та плоди, виривають і викопують кореневища та цибулини багаторічних трав'яних рослин, роблять засічки і різноманітні вирізи на деревах (рис. 4). Пошкодження стовбурів (вирізи і засічки, обдирання кори) відмічено у 28 % пошкоджених дерев. Механічні пошкодження стовбурів і кореневих лап дерев призводять до ураження їх грибковими і вірусними хворобами, ослаблення і передчасне відмирання. Найбільше пошкоджених у такий спосіб дерев спостерігається вздовж туристичних маршрутів, теренкурів і прогулянкових стежок. У місцях пошкодження проникають збудники інфекцій, що спричиняють серцевинну гниль та інші захворювання, а відтак ослаблення і передчасне відмирання дерев.



Рис. 4. Механічні пошкодження стовбурів, вирізки та обдирання кори

Встановлено, що в результаті рекреаційного використання лісових насаджень, кількість механічних пошкоджень дерев збільшується із ступенем рекреаційного навантаження (табл. 2). Найбільша кількість пошкоджених дерев (31,2 %) спостерігається при високому коефіцієнті рекреації (42,4 %). Це пов'язано з перебуванням на таких ділянках великої кількості рекреантів, які своїми діями наносять механічні пошкодження. Найчастіше пошкоджуються кореневі лапи ялини, які на щербенистих ґрунтах виступають на поверхню ґрунту і становлять 57 % всіх пошкоджених дерев.

Таблиця 2

Механічні пошкодження дерев на рекреаційних ділянках

№ Ділянки	Коефіцієнт рекреації, %	Загальна кількість дерев, шт/га	Кількість пошкоджених дерев		З них за видами механічних пошкоджень, шт			
			шт.	%	пошкоджених корневих лап	Вирізи і засічки на стовбурах	обламування гілок	обдирання кори
1	0,5	1867	32	1,7	22	3	7	-
2	6,3	1739	127	7,3	75	14	35	3
3	42,4	1386	432	31,2	248	86	64	34

3. Засмічення супутне практично всім видам лісової рекреації і найбільше спостерігається у місцях масового відпочинку (рис. 5).





Рис. 5. Засмічення у місцях масового відпочинку

Ліси засмічуються переважно побутовими відходами: пляшками, пластмасовим посудом, папером, залишками їжі тощо.

4. Випалювання – пов’язано з розкладанням вогнищ, необережним поводженням з вогнем, що призводить до знищення трав’яного покриву, лісової підстилки, гумусу, пошкодження корневих систем дерев і кущів, негативного впливу на фізико – хімічні властивості верхніх шарів ґрунту, внаслідок чого на тривалий час різко знижуються його родючість. Залишені без нагляду багаття, непогашені недопалки в багатьох випадках спричиняють пожежу (рис. 6).



Рис. 6. Випалювання, що спричиняє пожежі

5. Вилучення – це збирання і винесення з лісу дикоростучих плодів, грибів, лікарської сировини (трав’янистих рослин, бруньок, листя, хвої, кори, коренів і кореневищ, гілок і пагонів). Масове неорганізоване збирання лікарських рослин, є головною причиною того, що деякі їх види знаходяться на межі зникнення.

6. Розполохування лісової фауни спостерігається в місцях масового відпочинку. Спів, музика, потужна робота аудіотехніки і двигунів автомобілів лякають птахів, звірів, змушують їх тікати у віддалені місця. Це завдає певної шкоди лісовим насадженням, оскільки птахи і звірі винищують багато шкідливих комах і гризунів.

Розглянуті види рекреаційних навантажень, безперечно, не вичерпують усієї різноманітності антропогенного впливу на лісові екосистеми. Кожному виду рекреації властиві свої навантаження, з яких один або два завжди домінують. Під впливом рекреаційних навантажень, в першу чергу, ослаблюються і відмирають дерева з підлеглих ярусів [1]. Це зумовлює зниження загальної повноти, погіршення екологічного стану під наметом деревостанів і, як наслідок, зміну просторової структури насаджень. Встановлено, що на контрольній ділянці

дерева розміщені рівномірніше, тоді як на дослідній ділянці 3 (на відстані 1 км від спортивно – оздоровчого комплексу) з високими навантаженнями – чітко виражене куртинно – групове розміщення дерев.

Під впливом рекреаційних навантажень суттєвих змін якісного і кількісного характеру зазнає один з головних компонентів ґрунтової біоти лісової підстилки - ґрунтова мікрофлора (табл. 3). Найчутливішими до рекреаційного навантаження виявилися бактерії, чисельність яких у підстилці зменшується у чотири рази у порівнянні з контролем. Значно знижується чисельність стрептоміцетів та мікроскопічних грибів, відбувається зміна видового складу в окремих групах мікроорганізмів. Так, якщо в підстилці контрольної ділянки серед амоніфікаторів переважають бактерія роду *Pseudomonas* (флюорисцентні та жовтопігментні), то за рекреаційного навантаження їх абсолютна кількість у загальній масі амоніфікаторів знижується.

Таблиця 3

Вплив рекреаційного навантаження на ґрунтову мікрофлору лісової підстилки, млн/г абс. сухої речовини

№ ДД	Бактерії на:				Стрепто-міцели (КАА)	Мікроскопічні гриби (СА)
	МПА	МПА+СА	КАА	середовищі Ешбі		
1	17,10±1,34	0,31±0,03	16,03±1,10	20,31±0,9	12,60±0,89	1,10±0,07
2	14,15±1,20	0,40±0,03	15,11±1,14	18,53±1,10	11,13±0,40	1,90±0,02
3	64,26±2,01	0,80±0,05	62,12±1,40	84,17±2,3	45,10±1,60	4,80±0,09

Отже, аналіз результатів досліджень показав, що надмірне рекреаційне використання лісових екосистем зумовило негативний вплив на усі головні компоненти лісового біогеоценозу: підстилку, ґрунтову біоту, живий надґрунтовий покрив, підріст, підлісок і деревостан; веде до порушення функціонального зв'язку між окремими компонентами екосистем і знижує їх стійкість, а отже лікувальні та оздоровчі функції.

### Висновки

1. Небезпека антропогенного впливу на природне середовище полягає в його інтенсивності на обмеженій території з великою щільністю населення, а тому рекреаційне навантаження на лісові екосистеми не слід концентрувати в окремих лісництвах, а розподіляти рівномірно на якомога більшій території, що буде зменшувати величину негативного впливу.

2. Тривале використання природних ресурсів для спортивного відпочинку, оздоровлення і лікування, дозволить зберегти біорізноманіття та рекреаційну цінність лісових екосистем, підвищить стійкість їх до негативних чинників навколишнього середовища, забезпечить дотримання відповідних науково – обґрунтованих норм експлуатації лісових екосистем і правил поведінки рекреантів.

1. Бондарук М. А. Типологічні основи оцінки біорізноманіття надґрунтового покриву як показника стійкості лісових екосистем до дії рекреаційних навантажень/ М. А. Бондарук // Лісівництво і агролісомеліорація. — Харків, 2004. — Вип. 106. — С. 50—56.
2. Зеленський М. Н. Реакція букових насаджень на рекреаційні навантаження/ М. Н. Зеленський, Т. Р. Прикладівська // Науковий збірник Лісівничої академії наук України. Наукові праці, випуск 2. — Львів: Вид-во Національного ун-ту «Львівська політехніка», 2003. — С. 89—95.
3. Пастернак П. С. Влияния рекреационных нагрузок на состояние и текущей прирост дубовых насаждений / П. С. Пастернак, Н. П. Коваленко, В. И. Бондарь // Лесоводство и агролесомелиорация. — К.: Урожай, 1983. — Вып. 66. — С. 3—9.
4. Программа и методика биоценологических исследований / под. ред. Н. В. Дылиса. — М.: Наука, 1966. — 334 с.
5. Середін В. І. Ліс-база відпочинку / В. І. Середін, В. І. Парпан // Ужгород: Вид-во «Карпати», 1988. — С. 109.
6. Середін В. І. Методика проведення екологічних дослідів у лісових насадженнях / В. І. Середін, Н.І. Чапуга // Івано – Франківськ, 1987. — 16 с.

7. Смаглюк К. К. Исследование рекреационного лесопользования в Карпатах / К. К. Смаглюк, В. И. Середин, А. Н. Питикин, В. И. Парпан // Рекреационное лесопользование в СССР. — М., Наука, 1983. — С. 81—94.
8. Стефурак В. П. Мікробіологічні аспекти рекреаційно – порушених лісових біогеоценозів / В. П. Стефурак // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія Біологія — 2000. — № 2 (9). — С. 60—65.

*В.П. Стефурак, М. И. Йосытив, С. П. Наконечная*

Ивано–Франковский национальный медицинский университет, Украина

#### ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК СПОРТИВНО – ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «БУКОВЕЛЬ» НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Изучены последствия различных форм антропогенных нагрузок (вытаптывание, механическое повреждение, засорение, выжигание, изъятие, распугивание лесной фауны) на функционирование лесных экосистем Поляницкого лесничества. Установлено, что чрезмерное рекреационное использование лесных экосистем вызывает отрицательное влияние на все основные компоненты лесного биогеоценоза: подстилку, почвенную биоту, живой надпочвенный покров, подрост, подлесок и деревостой; ведет к нарушению функциональной связи между ними и снижает устойчивость, лечебные и оздоровительные функции экосистем.

*Ключевые слова: антропогенные нагрузки, лесные биогеоценозы, профилактические и лечебные функции экосистем*

*V. P. Stefurak, M. I. Jiosupiv, S.P. Nakonechna*

Ivano–Frankivsk National Medical University, Ukraine

#### NEGATIVE EFFECTS OF ANTHROPOGENIC STRESS BY SPORTING AND SANITATE COMPLEX “BUKOVEL” TO FUNCTIONING FOREST ECOSYSTEMS

There have been studied the effects of different forms of anthropogenic stress (trampling, mechanical damage, contamination, burning, exemptions, forest fauna expulsion) on the functioning Poljanitskii forestry. It has been proved that excessive recreational use of forest ecosystems leads to a negative influence on all the basic components of forest biogeocenosis: cover, soil biota, living supersoil cover, saplings, undergrowth and bole; breaks the functional connection between them and reduces resistance and also medical and healing functions of the ecosystem.

*Keywords: anthropogenic stress, forest biogeocenosis, prophylactic and medical functions of forest ecosystems*

Рекомендує до друку

Надійшла 23.01.2014

В.В. Грубінко

УДК 504.453:[553.63:546.17] (477.81)

І.Л. СУХОДОЛЬСЬКА, І.Б. ГРЮК, В.В. ГРУБІНКО

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна

### **СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ СПОЛУК НІТРОГЕНУ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ МАЛИХ РІЧОК РІВНЕНЩИНИ**

Наведено дані щодо сезонної динаміки вмісту нітратів, нітритів та нітрогену амонійного та деяких хімічних і фізико-хімічних показників (вміст розчиненого кисню, водневий показник рН) води річок Рівненської області на територіях з різним характером антропогенного тиску впродовж

квітня-грудня 2012 р. – березня 2013 р. Встановлено перевищення норми ГДКрибогосп.  $\text{NH}_4^+$  у поверхневих водах Рівненщини на всіх територіях.

*Ключові слова:* нітрати; вода; водневий показник (рН); малі річки; Рівненщина; нітроген амонію; розчинений кисень; нітрити

Часова і просторова динаміка водних ресурсів України знаходиться у безпосередній залежності від багатьох воднобалансових факторів – величини, інтенсивності і розподілу атмосферних опадів по території, випаровування, факторів підстилаючої поверхні, але найвагоміший вплив здійснює антропогенна діяльність [2, 7, 13, 34]. Антропогенний вплив на водні джерела та ландшафти водозбірних басейнів призводить до порушення умов формування стоку і водного режиму, зниження самовідновлюваної спроможності водних ресурсів, їх зарегулювання, що зумовлює зменшення водності, зниження їхньої біопродуктивності та певною мірою перетворює річки на колектори стічних вод [8, 10, 12, 26, 34]. Зміни якісних та кількісних характеристик поверхневих вод залежать від місця розташування та екологічних особливостей басейнів річок [15, 16].

Одним з наслідків антропогенного впливу на водні екосистеми є порушення природного співвідношення біогенних елементів та іонів ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  та  $\text{NH}_4^+$ ) у водному середовищі [8, 11, 30].

Вміст нітратів, нітритів та нітрогену амонію є важливими показниками хімічного складу води, що використовуються при проведенні екологічної оцінки та нормуванні якості природних вод [4, 11, 29].

**Метою дослідження** є визначення сезонної динаміки вмісту сполук Нітрогену ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) у поверхневій воді малих річок Рівненщини з різним рівнем антропогенного навантаження та співставлення цих даних зі значеннями ГДК, а також встановлення факторів, що визначають уміст та форму знаходження їх у воді.

#### **Матеріал і методи досліджень**

Об'єктом дослідження була вода малих річок Рівненської області з територій з різним рівнем антропогенного навантаження (рекреаційна, урбанізована, аграрна та техногеннотрансформована) [30]. Проаналізовано 240 проб води відібраних впродовж квітня-грудня 2012 р. та січня 2013 р. по різних створах малих річок Рівненщини (р.Устя, Р.Простир, Р.Іква) відповідно до рівня антропогенного навантаження території [30].

Проби води відбирали з середини річки з глибини 0,5-0,7 м поверхневого горизонту водойми за допомогою пластикових пробовідбірників об'ємом 1 дм<sup>3</sup>. Воду фільтрували через мембранний фільтр з діаметром пор 0,45 мкм, концентрували у 10 разів і визначали вміст компонентів хімічного складу методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі С-115 М1 при довжинах хвиль, які відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних елементів згідно зі стандартними методиками [22].

Вміст нітратів у воді визначали колориметрично з фенолдисульфофосфатом з утворенням нітровмісного фенолу жовтого кольору [5, 19, 28] при довжині хвилі 520 нм. Вміст нітритів визначали діазотуванням реактивом Грісса з утворенням з 1-нафтиламіном діазосполуки червоно-фіолетового кольору [4, 22, 33], яку фотометрували при довжині хвилі 520 нм.

Вміст амонію визначали фотометричним методом за якісною реакцією з реактивом Несслера [4, 22, 27, 33] при довжині хвилі 420 нм. рН води визначали за допомогою іономіра ЭВ-74, вміст кисню у воді – за допомогою киснеміра АЖА-101М.

Статистичне опрацювання одержаних даних здійснювали за методом [17, 23].

#### **Результати досліджень та їх обговорення**

У пробах досліджуваної води в залежності від рівня антропогенного навантаження було виявлено середній вміст сполук Нітрогену у воді малих річок Рівненщини (рис. 1,2,3).

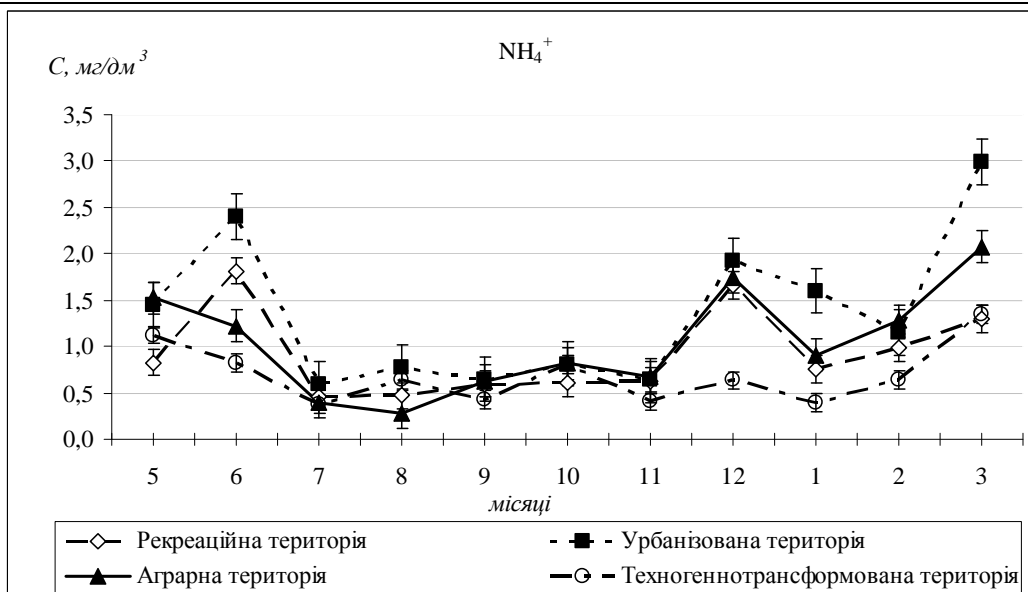


Рис. 1. Вміст нітрогену амонію у воді малих річок впродовж травня-грудня 2012 р. та січня-березня 2013 р. ( $M \pm m$ ;  $n=5-6$ ).

**Нітроген амонію.** Іони амонію – сполуки-індикатори, які свідчать про свіже забруднення води. Іон амонію з'являється у воді внаслідок розчинення у ній аміаку – продукту розкладу органічних нітрогеномістких речовин. Ця нестійка сполука швидко окислюється до нітритів і нітратів [4, 28].

У водоймі рекреаційної території мінімальні значення вмісту  $NH_4^+$  впродовж дослідження спостерігали у липні (0,460 мг/дм<sup>3</sup>), максимальні – у червні (1,814 мг/дм<sup>3</sup>), що перевищували ГДКрибогосп. (0,5 мг/дм<sup>3</sup> [6, 14] в 3,6 рази. Вміст нітрогену амонію у липні зменшився відносно червня у 3,9 рази, у серпні (0,469 мг/дм<sup>3</sup>) збільшився відносно липня незначною мірою. Протягом вересня-листопада уміст  $NH_4^+$  коливався від 0,597 мг/дм<sup>3</sup> до 0,629 мг/дм<sup>3</sup> та перевищував ГДКрибогосп. у вересні в 1,1 рази, у жовтні в 1,2 рази та листопаді у 1,25 рази. Концентрація нітрогену амонію у грудні (1,657 мг/дм<sup>3</sup>) збільшилась відносно листопада у 2,6 рази та перевищувала ГДКрибогосп. у 3,3 рази та зменшилася у січні (0,754 мг/дм<sup>3</sup>) відносно грудня у 2,2 рази, хоча й перевищувала ГДКрибогосп. у 1,5 рази. Вміст  $NH_4^+$  в лютому та березні перевищував ГДКрибогосп. у 2,0 та 2,6 рази відповідно.

У річці урбанізованої території мінімальне значення вмісту нітрогену амонію спостерігали у липні (0,591 мг/дм<sup>3</sup>), максимальне – у березні (2,991 мг/дм<sup>3</sup>), що перевищували ГДКрибогосп. у 1,1 рази та 6,0 рази. У травні та червні концентрація вмісту  $NH_4^+$  перевищувала ГДКрибогосп. у 2,9 рази та 4,8 рази, відповідно. Впродовж липня-листопада вміст нітрогену амонію варіював від 0,591 мг/дм<sup>3</sup> до 0,809 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст  $NH_4^+$  зменшився у липні (0,591 мг/дм<sup>3</sup>) відносно червня у 4,1 рази та збільшився відносно серпня у 1,5 рази. У вересні вміст нітрогену амонію (0,649 мг/дм<sup>3</sup>) зменшився відносно серпня (0,771 мг/дм<sup>3</sup>) у 1,1 рази та збільшився відносно жовтня (0,809 мг/дм<sup>3</sup>) у 1,2 рази. У листопаді вміст  $NH_4^+$  зменшився у порівнянні з попередніми місяцями (серпень-жовтень) і складав 0,637 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищувало ГДКрибогосп. у 1,3 рази. 1,929 мг/дм<sup>3</sup> становила концентрація нітрогену амонію у грудні, що вище норми ГДКрибогосп. у 3,9 рази. Протягом січня та лютого вміст  $NH_4^+$  зменшився, хоча і перевищував ГДКрибогосп. у 3,2 та 2,3 рази.

У водному об'єкті аграрної території вміст нітрогену амонію коливався від мінімального значення у серпні (0,283 мг/дм<sup>3</sup>) до максимального у березні (2,074 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрація  $NH_4^+$  у травні та червні перевищувала ГДКрибогосп. у 3,1 та 2,4 рази. Вміст нітрогену амонію протягом серпня (0,283 мг/дм<sup>3</sup>) знаходився в межах ГДКрибогосп., але у вересні зріс у 2,2 рази (0,626 мг/дм<sup>3</sup>), що перевищувало норму ГДКрибогосп. у 1,3 рази. Протягом жовтня вміст  $NH_4^+$  підвищився до 0,814 мг/дм<sup>3</sup> та зменшився в листопаді (0,669 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрація  $NH_4^+$  у грудні

(1,749 мг/дм<sup>3</sup>) збільшилася відносно листопада у 2,6 рази, що перевищувало ГДКрибогосп. у 3,5 рази. У січні вміст NH<sub>4</sub><sup>+</sup> зменшився відносно грудня у 1,9 рази (0,911 мг/дм<sup>3</sup>) та перевищував ГДКрибогосп. у 1,8 рази. Перевищення ГДКрибогосп. у 2,6 та 4,1 рази спостерігали у лютому та березні.

У малій річці техногеннотрансформованої території концентрація NH<sub>4</sub><sup>+</sup> змінювалася протягом досліджуваного періоду від мінімального у січні (0,397 мг/дм<sup>3</sup>) до максимального у березні (1,351 мг/дм<sup>3</sup>). У червні вміст NH<sub>4</sub><sup>+</sup> складав 0,823 мг/дм<sup>3</sup>, що менше в порівнянні з травнем у 1,4 рази та більше відносно липня у 2,2 рази. Протягом серпня концентрація нітрогену амонію складала 0,637 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує норму ГДКрибогосп. у 1,3 рази. Лише у вересні, листопаді та січні вміст NH<sub>4</sub><sup>+</sup> знаходився в межах ГДКрибогосп. Концентрація NH<sub>4</sub><sup>+</sup> перевищувала ГДКрибогосп. у жовтні, грудні, лютому та березні від 1,3 до 2,7 рази.

Максимальні значення вмісту NH<sub>4</sub><sup>+</sup> спостерігали у водоймах урбанізованої, аграрної та техногеннотрансформованої території у березні, рекреаційної у червні. Мінімальні значення спостерігали на всіх територія, крім техногеннотрансформованої, у літні місяці.

Найбільші концентрації NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у всіх водних об'єктах досліджених територій відмічено в періоди підвищення рівня води, у весняні місяці (березень), коли в міру зростання температури починають відбуватись аеробні процеси біохімічного розкладу органічних речовин нітрифікуючими організмами, а утворений NH<sub>4</sub><sup>+</sup> не засвоюються рослинами, оскільки вегетаційний період іще не розпочався. При збільшенні кількості води в річках вміст іонів NH<sub>4</sub><sup>+</sup> починає зменшуватися. Зменшення концентрації іонів NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у літні місяці (липень-серпень) можна пояснити активним засвоєнням їх гідробіонтами. Збільшення вмісту NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в осінньо-зимовий період пов'язане з продовженням розкладання органічних речовин за незначного фіксування їх фітопланктоном через зниження інтенсивності фотосинтезу [3, 4, 19, 26].

Підвищений вміст нітрогену амонію свідчить про погіршення санітарного стану водних джерел. Значне зростання концентрації NH<sub>4</sub><sup>+</sup> на усіх досліджених територіях певною мірою зумовлене надходженням у ґрунтові води господарсько-побутових стічних вод, азотних і органічних добрив.

**Нітрити.** Нітрити – проміжна ланка у ланцюзі бактеріальних процесів окислювання амонію до нітратів (нітрифікація – тільки за аеробних умов) і, навпаки, відновлення нітратів до азоту й аміаку (денітрифікація – при нестачі кисню) [3, 10].

Зазвичай, концентрація нітритів у природних водах дуже незначна. Підвищений вміст даних іонів свідчить про інтенсивний розклад органічних речовин, що уповільнює окислення нітритів до нітратів, чим призводить до вторинного забруднення водойми. Нітрити – сполуки неконсервативні, швидко окислюються розчиненим у воді киснем до нітратів, їх концентрація вирівнюється та досягає природного фону [27].

Вміст нітритів на рекреаційній території варіював від 0,002 мг/дм<sup>3</sup> у липні та серпні до 0,006 мг/дм<sup>3</sup> у травні і знаходився в межах ГДКрибогосп. протягом усього періоду дослідження (ГДК (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)рибогосп. = 0,08 мг/дм<sup>3</sup> [6, 14]). У вересні вміст NO<sub>2</sub><sup>-</sup> збільшився відносно серпня у 1,5 рази. Протягом жовтня-листопада концентрація нітритів знаходилася на одному рівні (0,005 мг/дм<sup>3</sup>), у січні-березні зменшилася (0,003 мг/дм<sup>3</sup>) відносно цих місяців у 1,7 рази.



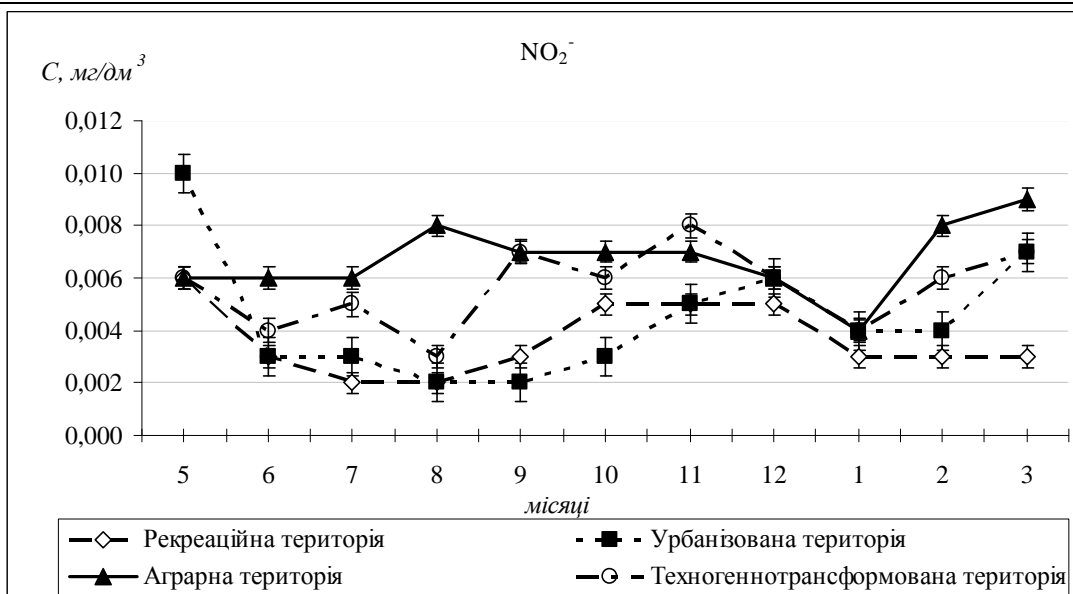


Рис. 2. Вміст нітритів у воді малих річок впродовж травня-грудня 2012 р. та січня-березня 2013 р. ( $M \pm m$ ;  $n=5-6$ ).

Мінімальна концентрація нітритів на урбанізованій території була виявлена у серпні та вересні ( $0,002 \text{ мг/дм}^3$ ), максимальна – у травні ( $0,010 \text{ мг/дм}^3$ ). У жовтні спостерігали збільшення вмісту нітритів ( $0,003 \text{ мг/дм}^3$ ) у порівнянні з вереснем у 1,5 рази. Вміст  $\text{NO}_2^-$  поступово збільшувався протягом листопада до  $0,005 \text{ мг/дм}^3$  та грудня до  $0,006 \text{ мг/дм}^3$ . У січні та лютому концентрація нітритів зменшилася ( $0,004 \text{ мг/дм}^3$ ) та в березні знову зростає.

Аналіз вмісту нітритів на аграрній території показав, що даний показник знаходиться в межах допустимих норм ГДКрибогосп. Мінімальні концентрації  $\text{NO}_2^-$  були зафіксовані у січні ( $0,004 \text{ мг/дм}^3$ ), максимальні у березні ( $0,009 \text{ мг/дм}^3$ ). Протягом травня-липня та у грудні вміст нітритів був однаковим та становив  $0,006 \text{ мг/дм}^3$ , протягом вересня-листопада –  $0,007 \text{ мг/дм}^3$ .

Вміст  $\text{NO}_2^-$  у річці техногеннотрансформованої території коливався від мінімального у серпні ( $0,003 \text{ мг/дм}^3$ ) до максимального у листопаді ( $0,008 \text{ мг/дм}^3$ ). У травні, жовтні та грудні концентрація нітритів складала  $0,006 \text{ мг/дм}^3$ , що менше норми ГДКрибогосп. у 13,3 рази. У червні вміст  $\text{NO}_2^-$  складав  $0,004 \text{ мг/дм}^3$ , що менше у 1,5 рази відносно травня, у серпні ( $0,003 \text{ мг/дм}^3$ ) відносно липня у 1,7 рази, у жовтні ( $0,006 \text{ мг/дм}^3$ ) відносно вересня у 1,17 рази. Спостерігали зменшення вмісту нітритів впродовж січня ( $0,004 \text{ мг/дм}^3$ ) та незначне підвищення у лютому та березні.

Слід зазначити, що зростання концентрації нітритів на рекреаційній та урбанізованій територіях спостерігали у весняний період (травень). На аграрній території збільшення вмісту  $\text{NO}_2^-$  спостерігали наприкінці літа (серпень) та весною, на техногеннотрансформованій – восени та весною.

**Нітрати.** Нітрати – природні продукти аеробного окислення, постійно присутні в природних водах. Кількість нітратів у поверхневих водах, як правило, невелика. Головним джерелом їх надходження є ґрунтовий шар, у якому нітрати накопичуються як за рахунок природних процесів, так і за рахунок внесення азотних добрив [18, 21].

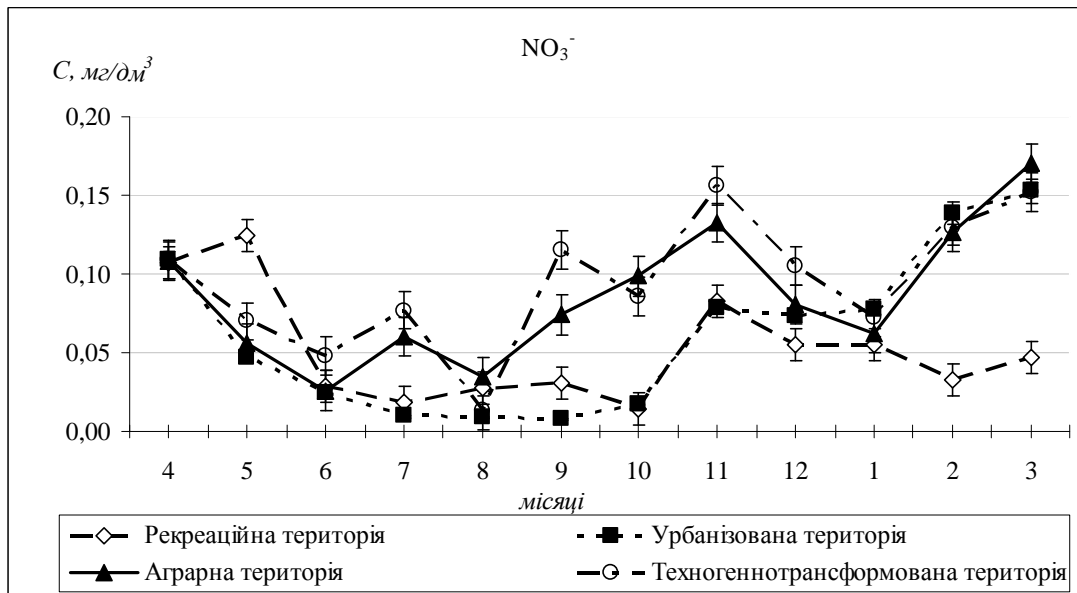


Рис. 3. Вміст нітратів у воді малих річок впродовж квітня-грудня 2012 р. та січня-березня 2013 р. ( $M \pm m$ ;  $n=5-6$ ).

Мінімальні значення вмісту нітратів у річці рекреаційної території спостерігали у жовтні ( $0,014 \text{ mg/dm}^3$ ), максимальні – у травні ( $0,124 \text{ mg/dm}^3$ ). Вміст  $\text{NO}_3^-$  у червні ( $0,029 \text{ mg/dm}^3$ ) зменшився відносно травня у 4,3 рази, у липні ( $0,018 \text{ mg/dm}^3$ ) відносно червня – у 1,6 рази, у серпні ( $0,028 \text{ mg/dm}^3$ ) збільшився відносно липня у 1,6 рази, протягом вересня ( $0,031 \text{ mg/dm}^3$ ) збільшився відносно серпня у 1,1 рази. Впродовж жовтня концентрація нітратів різко зменшується ( $0,014 \text{ mg/dm}^3$ ), але вже в листопаді підвищується до  $0,083 \text{ mg/dm}^3$ . У грудні-січні вміст  $\text{NO}_3^-$  зменшується до  $0,055 \text{ mg/dm}^3$ , у лютому до  $0,033 \text{ mg/dm}^3$ . В березні вміст нітратів збільшується до  $0,047 \text{ mg/dm}^3$ .

У річці урбанізованої території мінімальна концентрація  $\text{NO}_3^-$  була виявлена у вересні –  $0,008 \text{ mg/dm}^3$ , максимальна – у березні ( $0,153 \text{ mg/dm}^3$ ). Вміст нітратів у травні ( $0,047 \text{ mg/dm}^3$ ) зменшився відносно квітня у 2,3 рази, у червні ( $0,025 \text{ mg/dm}^3$ ) зменшився відносно травня у 1,9 рази, у липні ( $0,010 \text{ mg/dm}^3$ ) зменшився відносно червня у 2,5 рази, протягом серпня ( $0,009 \text{ mg/dm}^3$ ) знизився відносно липня у 1,1 рази. У жовтні ( $0,017 \text{ mg/dm}^3$ ) концентрація  $\text{NO}_3^-$  збільшилася у 2,1 відносно вересня. Спостерігали підвищення нітратів протягом листопаду ( $0,079 \text{ mg/dm}^3$ ) у 4,6 рази в порівнянні з жовтнем. У грудні 2012 р. та січні 2013 р. вміст нітратів становив  $0,073 \text{ mg/dm}^3$  та  $0,078 \text{ mg/dm}^3$ . Протягом всього періоду дослідження перевищень ГДКрибогосп., щодо вмісту  $\text{NO}_3^-$  не виявлено.

Вміст нітратів водного об'єкту аграрної території коливався від мінімального у червні ( $0,026 \text{ mg/dm}^3$ ) до максимального у березні ( $0,170 \text{ mg/dm}^3$ ). Концентрація нітратів у травні ( $0,056 \text{ mg/dm}^3$ ) зменшилася відносно квітня ( $0,108 \text{ mg/dm}^3$ ) у 1,9 рази. Вміст  $\text{NO}_3^-$  у червні ( $0,026 \text{ mg/dm}^3$ ) зменшується та знову збільшується у липні ( $0,060 \text{ mg/dm}^3$ ). Протягом вересня-листопаду концентрація нітратів зростає, у грудні-січні спадає до  $0,081 \text{ mg/dm}^3$  та  $0,062 \text{ mg/dm}^3$ . Зимовий період характеризувався поступовим підвищенням  $\text{NO}_3^-$ .

Мінімальна концентрація нітратів у річці техногенотрансформованої території виявлена у серпні ( $0,013 \text{ mg/dm}^3$ ), мінімальна – у листопаді ( $0,156 \text{ mg/dm}^3$ ). Вміст  $\text{NO}_3^-$  у квітні складав  $0,109 \text{ mg/dm}^3$ , у травні ( $0,070 \text{ mg/dm}^3$ ) зменшується відносно квітня у 1,6 рази, у червні ( $0,048 \text{ mg/dm}^3$ ) зменшується відносно травня у 1,5 разів та поступово підвищується у серпні ( $0,013 \text{ mg/dm}^3$ ) та вересні ( $0,115 \text{ mg/dm}^3$ ). У жовтні ( $0,086 \text{ mg/dm}^3$ ) спостерігали зменшення вмісту нітратів, яке у листопаді знову підвищується до  $0,156 \text{ mg/dm}^3$ . Концентрація  $\text{NO}_3^-$  у грудні знизилася до  $0,105 \text{ mg/dm}^3$ , у січні до  $0,072 \text{ mg/dm}^3$ , а в лютому, березні знову зросла. Перевищень ГДКрибогосп. досліджуваного компоненту зафіксовано не було (ГДК ( $\text{NO}_3^-$ )рибогосп. =  $40,0 \text{ mg/dm}^3$  [6, 14]).

Вміст нітратів збільшуються навесні на всіх територіях, що пов'язано з паводковими водами з водозборів та залишається доволі незначним у літній період. Головним споживачем нітратів є рослинність. Цим пояснюється зменшення вмісту нітратів у річкових водах усіх досліджуваних

територій влітку. Збільшення концентрації восени пов'язано зі збільшенням розмірів змиву нітратів в період осінніх дощів.

Накопиченню нітратів у природних водах сприяє комплекс природно-кліматичних факторів, які притаманні території досліджуваного регіону – добрі фільтраційні та аераційні властивості ґрунту, достатньо висока температура, невелика глибина залягання ґрунтових вод [16, 21, 25].

Крім регіональних природних факторів на формування гідрохімічного режиму значно впливають локальні антропогенні фактори серед яких провідне місце займає інтенсифікація сільського господарства, і, як наслідок, відбувається збільшення концентрації сполук Нітрогену ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  та  $\text{NH}_4^+$ ), які надходять у водойми разом з поверхневим та підземним стоком внаслідок порушення природних процесів формування стоку на розорюваній заплаві, втрати самоочисної здатності водойм та природних біофільтрів стоку [18, 32].

Збагачення води біогенними та взагалі органічними речовинами, зменшення концентрації кисню, зміни рН супроводжуються значним погіршенням екологічного та санітарного стану водного середовища [12, 13].

**Розчинений кисень.** У поверхневих водах вміст розчиненого кисню варіює в широких межах (від 0 до 14 мг/дм<sup>3</sup>) – і схильний до сезонних і добових коливань. Добові коливання залежать від інтенсивності процесів його продукування та споживання і можуть досягати 2,5 мг/дм<sup>3</sup> розчиненого кисню. У зимовий і літній періоди розподіл кисню носить характер стратифікації.

Вміст кисню великою мірою визначає якість води завдяки інтенсифікації процесів самоочищення, фізико-хімічної трансформації та гідробіологічного кругообігу речовин [1, 26]. Концентрація кисню визначає розмір окисно-відновного потенціалу і значною мірою напрямом і швидкістю процесів хімічного і біохімічного окислювання органічних і неорганічних сполук.

Динаміка середньомісячної концентрації розчиненого кисню у поверхневих водах малих річок Рівненщини на територіях різного рівня навантаження наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Динаміка середньомісячного вмісту розчиненого кисню у воді малих річок екосистем з різним рівнем антропогенного навантаження впродовж квітня-грудня 2012 р. та січня-березня 2013 р. (M±m; n=6).

місяці	Характер антропогенного навантаження території			
	Рекреаційна	Урбанізована	Аграрна	Техногенно-трансформована
квітень	3,44±0,02	3,50±0,00	3,48±0,00	3,50±0,00
травень	2,97±0,08	2,96±0,01	3,15±0,01	3,44±0,03
червень	3,14±0,01	3,23±0,01	3,20±0,01	3,26±0,01
липень	–	–	–	–
серпень	3,84±0,00	3,91±0,01	4,40±0,00	4,77±0,01
вересень	4,61±0,00	4,44±0,00	4,09±0,00	4,06±0,00
жовтень	4,52±0,00	4,79±0,00	4,91±0,00	4,42±0,00
листопад	3,83±0,01	3,92±0,00	3,87±0,00	4,00±0,00
грудень	4,23±0,00	4,24±0,00	4,15±0,00	4,32±0,00
січень	3,61±0,00	4,11±0,02	3,81±0,00	3,95±0,00
лютий	3,62±0,01	3,97±0,05	3,74±0,06	3,96±0,02
березень	3,30±0,00	3,35±0,01	3,47±0,01	3,40±0,00

Примітка: – не визначали

За результатами аналізу рівня кисневого показника поверхневих вод малих річок Рівненщини на рекреаційній території найвищий вміст розчиненого кисню встановлено у травні (2,97 мг/дм<sup>3</sup>), найбільший – у вересні (4,61 мг/дм<sup>3</sup>). Вміст розчиненого кисню у річці урбанізованої території був мінімальним, як і на рекреаційній території, у травні і складав 2,96 мг/дм<sup>3</sup>, максимальним – у жовтні (4,79 мг/дм<sup>3</sup>)

У поверхневих водах аграрної території вміст  $\text{O}_2$  варіював від 3,15 мг/дм<sup>3</sup> у травні до 4,91 мг/дм<sup>3</sup> у жовтні. Щодо вмісту  $\text{O}_2$  у річці техногенно-трансформованої території, то найнижчі його значення були виявлені у червні (3,26 мг/дм<sup>3</sup>), найвищі – у серпні (4,77 мг/дм<sup>3</sup>). Найнижчий рівень

## ЕКОЛОГІЯ

кисню виявлено у воді річок рекреаційної та урбанізованої територій, що свідчить про імовірне накопичення окислюваних органічних та інших домішок, розпад відмерлих організмів. За таких умов можлива зміна протікання біологічних процесів на цих ділянках водойми, а також підвищення забруднення речовинами (в першу чергу органічними), які біохімічно інтенсивно окислюються [4]. Слід зазначити, що розчинений кисень може витрачатись на окиснення надлишку забруднюючих речовин, які надходять зі стоками, що посилює дефіцит кисню.

Крім того, окиснення іонів амонію до нітритних та нітратних його форм є однією з важливих причин зменшення вмісту кисню у водних об'єктах [20, 24, 31].

**Водневий показник (рН).** рН води – один із найважливіших показників якості вод, який значно впливає на хімічні та біологічні процеси, що відбуваються в природних водах. Від величини рН залежить розвиток життєдіяльність водних рослин, сталість різноманітних форм міграції елементів, перетворення різноманітних форм біогенних елементів, зміна токсичності забруднюючих речовин.

Динаміка середньомісячної концентрації рН у поверхневих водах малих річок Рівненщини на територіях різного рівня навантаження наведена у табл. 2.

Таблиця 2

Динаміка середньомісячного значення рН у воді малих річок екосистем з різним рівнем антропогенного навантаження квітня-грудня 2012 р. та січня-березня 2013 р. (M±m; n=6).

місяці	Характер антропогенного навантаження території			
	Рекреаційна	Урбанізована	Аграрна	Техногенно-трансформована
квітень	7,83±0,05	5,90±0,09	6,15±0,13	6,71±0,11
травень	5,90±0,07	6,00±0,15	6,33±0,19	7,50±0,07
червень	5,19±0,03	5,90±0,05	5,98±0,05	6,04±0,06
липень	5,28±0,11	5,04±0,07	5,12±0,07	5,78±0,03
серпень	4,11±0,01	4,14±0,01	4,21±0,01	4,19±0,01
вересень	5,18±0,05	4,89±0,02	5,18±0,05	4,96±0,02
жовтень	7,53±0,02	7,41±0,03	7,53±0,021	7,33±0,03
листопад	9,26±0,03	9,36±0,04	8,74±0,05	8,67±0,05
грудень	7,30±0,02	7,66±0,02	7,56±0,01	7,71±0,01
січень	7,02±0,02	8,20±0,02	6,94±0,01	6,99±0,02
лютий	5,26±0,02	5,75±0,02	5,57±0,01	5,70±0,00
березень	5,81±0,01	5,96±0,01	5,99±0,01	5,95±0,01

Виконані дослідження дали змогу виявити низку закономірностей. Зокрема, в поверхневих водах малих річок Рівненщини простежена цікава тенденція стабільності водневого показника (рН), щодо мінімальних та максимальних значень на всіх територіях за сезонами (літо, осінь). Загалом рівень рН коливається від найменшого на рекреаційній території (4,11) до найбільшого (9,26). У річці аграрної території мінімальні значення рН були зафіксовані у серпні (4,21), максимальні – у листопаді (8,74). У воді техногеннотрансформованої території спостерігалася така ж тенденція, як і на рекреаційній території, значення рН варіювали від найнижчого у серпні (4,19) до найвищого у листопаді (8,67).

### Висновки

Протягом квітня-грудня 2012 р. та січня-березня 2013 р. концентрація нітратів значно варіювала, але не перевищувала норми ГДКрибогосп. Сезонні зміни вмісту NO<sub>3</sub><sup>-</sup> мають циклічний характер на рекреаційній та урбанізованій територіях: концентрації збільшуються у весняний період і знижуються – в літній та знову підвищується в зимовий період року. У грудні, коли накопичення нітратів у верхньому освітленому шарі поверхневих вод виражене найяскравіше, їх вміст в середньому в два рази вище, ніж влітку. Концентрація NO<sub>3</sub><sup>-</sup> у річках аграрної та техногеннотрансформованої територій помітно зменшується у літній період.

Найбільші концентрації нітритів спостерігали у річках рекреаційної та урбанізованої територій наприкінці весни (травень), найменші у літній період. На аграрній території максимальні значення вмісту NO<sub>2</sub><sup>-</sup> спостерігали наприкінці літа (серпень), лютому та березні, на техногеннотрансформованій – впродовж осені. Зростання рівня нітратів у воді може бути

зумовлено надмірним використанням мінеральних добрив, а також забруднення водою рідкими відходами тваринницьких комплексів і господарсько-побутовими стічними водами.

Щодо вмісту нітрогену амонію у поверхневих водах малих річок Рівненщини на рекреаційній, урбанізованій та аграрній територіях спостерігається така закономірність: концентрації стрімко зростають на початку весни (березень) та на початку літа (червень) 2012 р. і взимку (грудень 2012 р. та лютий 2013 р.) та зменшується у літньо-осінній період, коли відбувається загальне виснаження запасів мінерального нітрогену в поверхневих водах. Особливо несприятлива ситуація за вмістом  $\text{NH}_4^+$  склалася на урбанізованій території на початку літа (2,397 мг/дм<sup>3</sup>) та зими (1,929 мг/дм<sup>3</sup>) що перевищує норму ГДКрибогосп. у 4,8 та 3,9 рази. Загалом, уміст  $\text{NH}_4^+$  у поверхневих водах Рівненщини на всіх територіях перевищував норми ГДКрибогосп. у весняно-літній та осінньо-зимовий періоди.

Сезонні коливання концентрації розчиненого кисню в поверхневих водах характеризуються зменшенням його вмісту влітку та зростанням в осінній період. Дефіцит кисню у воді негативно відбивається на інтенсивності процесів самоочищення, що надзвичайно важливо в умовах постійного антропогенного впливу.

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии / О.А. Алекин. — Л.: Гидрометеиздат, 1970. — 444 с.
2. *Андрусак Н.С.* Методика комплексної оцінки екологічного стану водних рекреаційних ресурсів / Н.С. Андрусак // Ученые записки Таврического национального ун-та им. В.И. Вернадского. Серия: География. — 2011. — Т. 24 (63), № 2. — Ч. 2. — С. 3—7.
3. *Боровська І.М.* Динаміка хімічних показників якості питної води в містах Луганської області в 2006–2008 р. / І.М. Боровська, В.Г. Ткаченко // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. — 2008. — Т. 3, № 4. — С. 36—38.
4. *Бияк В.Я.* Аналіз гідрохімічних показників малих річок Західного Поділля / В.Я. Бияк, Б.З. Ляврін, В.О. Хоменчук, В.З. Курант // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. — 2010. — № 4 (45). — С. 115—121.
5. *Вашкулат М.П.* Актуальні гігієнічні аспекти застосування пестицидів, мінеральних та органічних добрив у сільському господарстві / М.П. Вашкулат // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доповідей наук.-практ. конф. — К., 2008. — Вип. 8. — С. 21—22.
6. Вода питьевая. Методы анализа. Государственные стандарты СССР. — М, 1984. — 324 с.
7. *Галущенко О.М.* Водні баланси і водні ресурси річкових водозборів басейну Дніпра та їх використання (в межах України) / О.М. Галущенко. // Вісник Київського університету. Географія. — 1998. — Вип. 43. — С. 77—81.
8. *Гончаров О.Ю.* Дослідження біогенних елементів і первинної продукції в лиманах північно-західного Причорномор'я в різні періоди / О.Ю. Гончаров, Г.П. Гаркава, Ю.І. Богатова // Наукові зап. Тернопільського держ. ун-ту. Сер. Біологія, № 4 (27). — 2005. — С. 50—51.
9. *Горев Л.Н.* Методика гидрохимических исследований / Л.Н. Горев, В.Й. Пелешенко. — К.: Вища шк. Головне вид-во, 1985. — 215 с.
10. *Грищенко А.М.* Методи екологічної оцінки якості поверхневих вод Харківської області / А.М. Грищенко // Зб. наук. пр. студентів спеціальностей «Інформаційні управляючі системи і технології», «Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг». — 2010. — С. 322—326.
11. *Грюк І.Б.* Вміст сполук Нітрогену у воді малих річок як показник рівня антропогенного навантаження територій / І.Б. Грюк, І.Л. Суходольська // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. — Львів, 2012. — С. 227—238.
12. *Денисова А. И.* Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / А.И. Денисова, В. М. Тимченко, Е. П. Нахшина и др. — К.: Наук. думка, 1985. — 212 с.
13. *Жежеря В.А.* Современное состояние Днепроовского (Запорожского) водохранилища по некоторым гидрохимическим показателям / В.А. Жежеря, Е.В. Федоненко, П.Н. Линник // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 3. — С. 102—119.
14. *Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водоєм (№ 12-04-11 від 09.08.1990).*
15. *Клименко М.О.* Екологічний стан української частини Єврорегіону «Буг». Монографія. / М.О. Клименко, Н.М. Вознюк. — Рівне: НУВГП, 2007. — 203 с.
16. *Клименко М.О.* Моніторинг довкілля / М.О. Клименко, А.М. Прищепа, Н.М. Вознюк. — К.: Академія, 2006. — 360 с.
17. *Лакин Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.

18. *Мережко А.И.* Структура и характер взаимосвязей в основных компонентах экосистем бассейнов малых рек / А.И. Мережко // Гидробиологический журнал, 1985. — Т. 21, № 6. — С. 3—10.
19. *Мирон І. В.* Використання та якість води річки Десни в межах Чернігівської області / І.В. Мирон // Наук. пр. УкрНДГМІ. — 2003. — Вип. 251. — С. 150—155.
20. *Набиванець Б.Й.* Аналітична хімія поверхневих вод / Б.Й. Набиванець. — К.: Наук. думка, 2007. — 455 с.
21. *Нечитайло Л.Я.* Аналіз сезонної динаміки змін рівня нітратів у водоймах Прикарпаття та їх вплив на мікроелементний склад печінки та нирок експериментальних тварин / Л.Я. Нечитайло, Г.М. Ерстенюк // Наук. вісник Ужгород. ун-ту (Сер. Хімія). — 2011. — №1 (25). — С. 102—106.
22. *Новиков Ю.В.* Методы исследования качества воды водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина. — М.: Медицина, 1990. — 400 с.
23. *Орлов А.И.* Прикладная статистика / А.И. Орлов. — М.: Экзамен, 2006. — 672 с.
24. *Осадчий В.І.* Кисневий режим поверхневих вод України / В.І. Осадчий, Н.М. Осадча // Наук. пр. УкрНДГМІ. — Вип. 256. — 2006. — С. 265—285.
25. *Пікуль К.В.* Стан здоров'я дітей, які вживають воду з індивідуальних колодязів, що містять підвищений рівень нітратів / К.В. Пікуль // Вісник проблем біології і медицини. — Полтава, 2002. — № 2. — С. 70—74.
26. *Романенко В.Д.* Основы гидроэкологии / В.Д. Романенко. — К.: Генеза, 2004. — 520 с.
27. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений* / под ред. В.А. Абакумова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1983. — 240 с.
28. *Сніжко С.І.* Оцінка сучасного гідрохімічного режиму та якості води річок Житомирського Полісся / С.І. Сніжко // Український географічний журнал. — 2001. — № 2. — С. 65—70.
29. *Собко Л.В.* Динаміка вмісту нітратів і нітритів у питній воді Кременецького району у весняно-літній період / Л.В. Собко // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. Спец. вип. «Гідроекологія». — 2010. — №2 (43). — С. 454—459.
30. *Суходольська І.* Сезонна динаміка вмісту Нітрогену амонійного у поверхневих водах малих річок Рівненщини / І. Суходольська // Актуальні питання суспільно-природничих наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені І. Франка — Дрогобич, 2013. — С.40—46.
31. *Ухань О.О.* Закономірності формування хімічного складу поверхневих вод басейну Сіверського Дінця / О.О. Ухань, В.І. Осадчий // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. — Вип. 18. — 2010. — С. 166—179.
32. *Федоненко О.В.* Сезонна динаміка трофо-сапробіологічних показників води середньої частини Запорізького (Дніпровського) водосховища / О.В. Федоненко, О.В. Слабоспицька // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. — 2011. — № 1 (11). — С. 111—121.
33. *Чибисова Н.В.* Практикум по экологической химии: Учебное пособие / Н.В. Чибисова. — Калининград, 1999. — 94 с.
34. *Яцик А.В.* Водогосподарська екологія. / А.В. Яцик. — К.: Генеза: Т.4, кн. 6,7. — 2004. — 680 с.

*И.Л. Суходольская, И.Б. Грюк, В.В. Грубинко*

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

#### СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ МАЛЫХ РЕК РОВЕНЩИНЫ

Приведены результаты исследования динамики содержания аммонийного азота, нитритов, нитратов и некоторых химических и физико-химических показателей (содержание растворенного кислорода, рН) воды малых рек Ровенской области на территориях с разным уровнем антропогенной нагрузки на протяжении апреля-декабря 2012 г.– марта 2013 г. Обнаружено повышенное содержание ионов  $\text{NH}_4^+$  в поверхностных водах Ровенщины на всех территориях.

*Ключевые слова:* азот аммонийный, нитраты, нитриты, малые реки, растворимый кислород, рН, вода, Ровенская область

*I.L. Sukhodolska, I.B. Gryuk, V.V. Grubinko*

Volodymyr Gnatyuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

#### DYNAMICS OF CONNECTIONS OF NITROGEN CONTENT IN SURFACE WATER OF RIVNE REGION

Dynamics data of nitrogen content (nitrates, nitrites, amonia nitrogen) and some chemical and physic and chemical parameters (dissolved oxygen contents, hydrogenous indicator of pH) of Rivne region rivers'

water on the territories with different characteristics of anthropogenic pressure Found an increased content of  $\text{NH}_4^+$  ions in the surface waters of Rivne in all territories.

*Keywords: ammonium nitrogen, dissolved oxygen, nitrates, nitrites, pH, water; small rivers; Rivne region*

Рекомендує до друку

Надійшла 27.02.2014

В.З. Курант

УДК 582.542.11(581.143.3:632.118.3)(285)

А. А. ЯВНЮК<sup>1</sup>, Н. Л. ШЕВЦОВА<sup>2</sup>, Д. І. ГУДКОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет  
просп. Космонавта Комарова, м. Київ, 1, 03680

<sup>2</sup>Інститут гідробіології НАН України  
просп. Героїв Сталінграду, м. Київ, 12, 04210

## **АНОМАЛІЇ ПАРОСТКІВ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО У ВОДОЙМАХ З РІЗНИМ РІВНЕМ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ**

В роботі представлено результати дослідження аномалій насінневого потомства очерету звичайного, батьківські рослини якого зазнали хронічного впливу йонізуючого випромінювання у водоймах Чорнобильської зони відчуження. Встановлено зниження аномальності раннього онтогенезу очерету звичайного при збільшенні тривалості латентного періоду.

*Ключові слова: аномалії паростків насіння, очерет звичайний, хронічне йонізуюче випромінювання, Чорнобильська зона відчуження*

Вивчення наслідків радіонуклідного забруднення наземних і водних екосистем та можливих радіаційних ризиків для представників біоти на різних рівнях організації, в умовах тривалого розвитку ядерної енергетики не втрачає своєї актуальності. Сучасна радіоекологічна обстановка в світі вимагає подальшого вдосконалення існуючих та розробки принципово нових методів прогнозу та запобігання негативного впливу йонізуючого випромінювання на організми. Різноманітні аномалії, що з'являються на ранніх стадіях індивідуального розвитку представників біоти за умов хронічного впливу йонізуючого випромінювання є джерелом важливої інформації про тератологічні зміни в популяціях, що населяють забруднені радіонуклідами території. Зручним об'єктом для оцінки якості природного середовища є вищі рослини [1, 2, 4-7]. Для дослідження порушень раннього онтогенезу вищих рослин зазвичай використовують насіннєвий матеріал, оскільки у стані спокою накопичені у насінні зміни знаходяться в прихованому стані та проявляються лише при проростанні. Пророщення насіння у стандартизованих лабораторних умовах виключає вплив сторонніх факторів та виявляє рівень радіаційних ушкоджень, що зазнала рослина у природних умовах [2]. Порушення раннього онтогенезу вищих наземних рослин за умов впливу йонізуючого випромінювання розглянуто в багатьох роботах [3-15], але вищі водні рослини, які населяють прісні водойми, у цьому відношенні вивчені недостатньо.

Метою дослідження було виявити та дослідити аномальність насінневого потомства очерету звичайного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud у градієнті радіонуклідного забруднення водойм, після проходження короткого та тривалого періоду спокою.

### **Матеріал і методи досліджень**

При виконанні досліджень використовували метод розрахунку загальної потужності поглиненої дози за рахунок внутрішнього опромінювання та з урахуванням даних питомої активності <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у водному середовищі [16], метод пророщування насіння в лабораторних умовах та визначення показників аномального розвитку паростків [2], стандартні методи статистичної

обробки даних [17, 18] та методи математичної обробки отриманих результатів досліджень за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Волоті очерету відбирали восени наприкінці вегетації рослин з водойм в межах Чорнобильської зони відчуження: озер Глибоке, Далеке, Азбучин, Янівського затону, а також водойми-охолодника (ВО) ЧАЕС. Контрольними водоймами слугували Київське водосховище (поблизу с. Лютіж) та оз. Вербне (м. Київ) з фоновими рівнями радіонуклідного забруднення.

Проведено серію дослідів з пророщування насіння очерету звичайного, що пройшло короткий (20-30 діб) та тривалий (120-160 діб) періоди спокою. Насіння пророщували в лабораторних умовах у чашках Петрі на стелажі з освітленням 5-10 кЛк за температури 20-22°C та з обов'язковим дотриманням умов рандомізації протягом 26 та 21-ї доби відповідно.

Досліджено такі групи аномалій життєздатних паростків, що не викликали загибелі насінневого потомства: хлорофільні аномалії, порушення геотропізму та порушення органогенезу. Окремо досліджували некрози коренів, що спричиняли загибель паростків. До групи хлорофільних або пігментних аномалій відносили паростки з безхлорофільним (білим) листям. Для паростків зернівок очерету з порушеннями геотропізму була характерна «скрученість» зародкових коренів та/або зародкового та першого справжнього листа. До порушень органогенезу відносили паростки з розвиненим листям без кореня, паростки з кількома коренями, що мали спільну точку росту та паростки з додатковими коренями, що росли з колеоптиля. Кількість даних порушень визначали як частку аномальних паростків від життєздатних. Інший тип порушень, який часто зустрічався – некроз (відмирання) кореня у паростків. Даний показник розраховували як частку паростків з відмерлими коренями від схожих зернівок. Показники життєздатності, росту паростків та їх аномалії визначали за допомогою біокуляра марки МБС-9 при збільшенні 8x2.

### Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження показали, що найвища частка аномалій розвитку життєздатних паростків спостерігалася у насінневого потомства очерету звичайного з найбільш забруднених водойм Чорнобильської зони відчуження, у випадку короткого періоду спокою (рис. 1, 2).

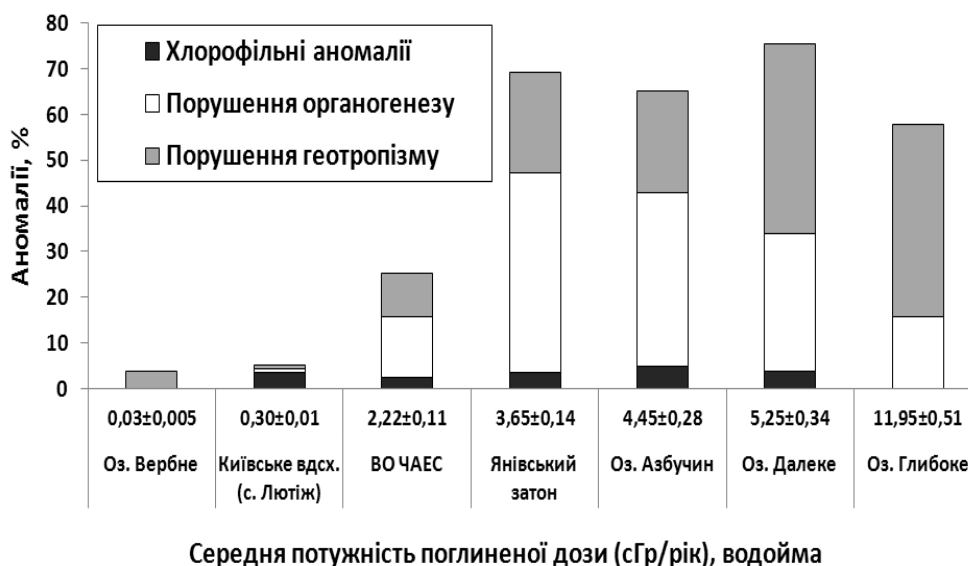
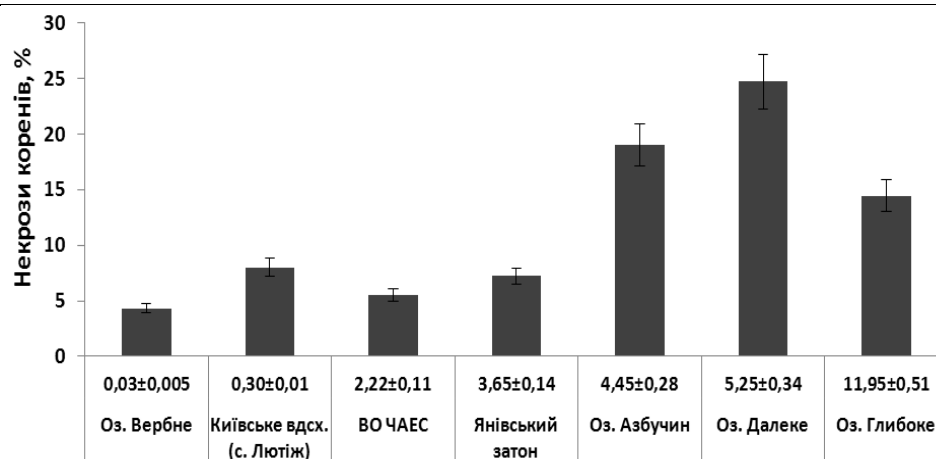


Рис. 1. Аномалії паростків очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження після короткого періоду спокою



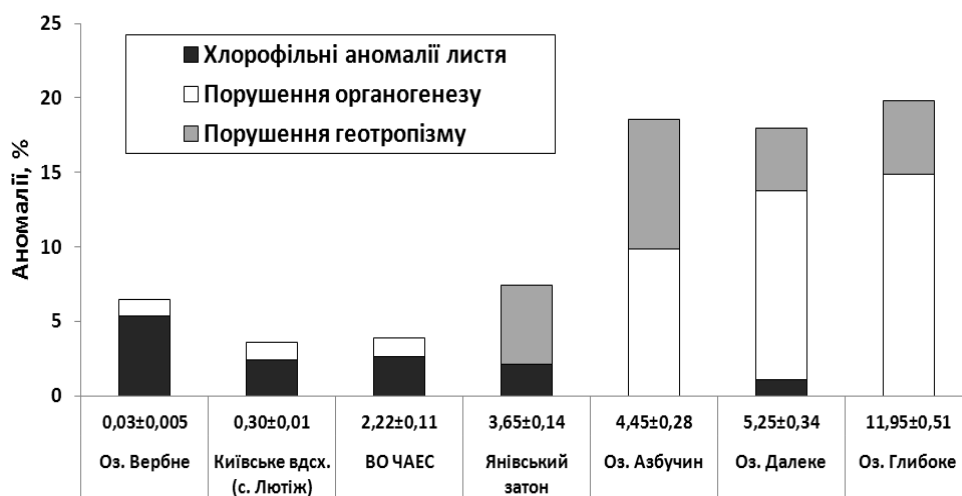


Середня потужність поглиненої дози (сГр/рік), водойма

Рис. 2. Некрози коренів паростків очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження після короткого періоду спокою

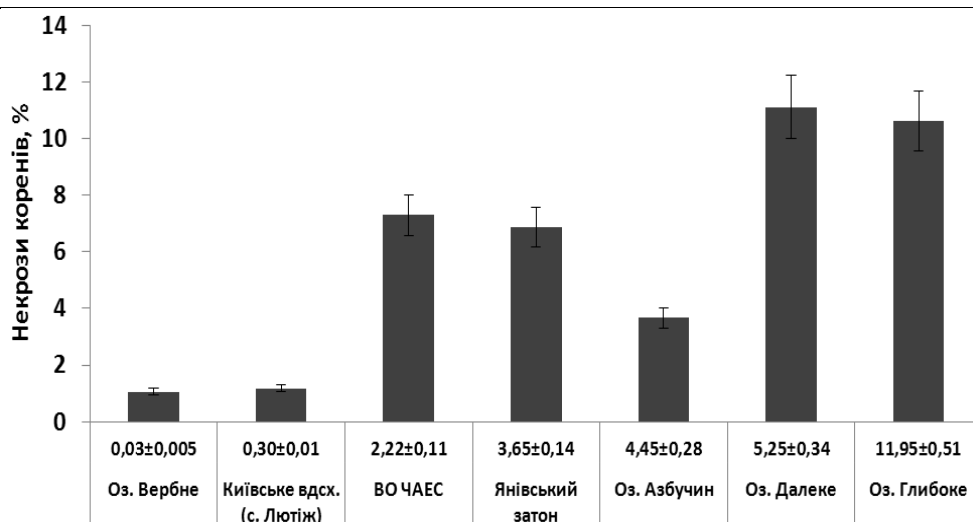
Частка порушень геотропізму та органогенезу у паростків з полігонних водойм становила 42 та 44%, відповідно, у паростків насіння рослин з фонових вибірок – не перевищувала 5% загальної кількості аномалій. Кількість некрозів коренів (рис 2) у паростків з полігонних водойм наближалась до 25%, що є вищим показником порівняно з фоновими вибірками, де цей показник не перевищував 8%.

Результати дослідження аномалій насінневого потомства очерету звичайного, що пройшло тривалий період спокою, наведено на рис. 3, 4.



Середня потужність поглиненої дози (сГр/рік), водойма

Рис. 3. Аномалії паростків очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження після тривалого періоду спокою



#### Середня потужність поглиненої дози (сГр/рік), водойма

Рис. 4. Некрози коренів паростків очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження після тривалого періоду спокою

Порівняльний аналіз аномалій розвитку паростків очерету звичайного при пророщуванні насіння, що пройшло короткий та тривалий період спокою, показав зменшення кількості аномальних паростків при збільшенні тривалості латентного періоду. Кількість порушень, включаючи хлорофільні аномалії листя, порушення органогенезу та геотропізму у насінневого потомства, після тривалого латентного періоду в середньому зменшилася на 50%, а кількість некротів коренів – на 13%.

#### Висновки

Отже, насіннєве потомство очерету звичайного, батьківські рослини якого зростали в умовах хронічного йонізуючого опромінення у межах Чорнобильської зони відчуження, після проходження тривалого періоду спокою характеризувалося зниженням аномальності онтогенетичного розвитку у порівнянні з коротким.

Експериментально підтверджене зниження кількості життєздатних аномальних паростків на 50% та некротів кореня на 13% дозволяє зробити припущення про відновлювальну дію механізмів репарації генетичних ушкоджень за умов довготривалого періоду спокою насінневого потомства вищих водних рослин, які зазнали хронічного радіаційного впливу.

Комплекс показників частоти та основних типів аномалій раннього онтогенезу очерету звичайного може бути рекомендований до розгляду при оптимізації системи радіоекологічного моніторингу забруднених радіонуклідами водойм з використанням біоіндикаторів, а також при більш поглибленому дослідженні впливу підприємств атомної енергетики на довкілля.

1. Гераськин А. С. Биологические эффекты хронического облучения в популяциях растений / [С.А. Гераськин, А. А. Удалова, Н. С. Дикарева та ін.] // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2010. — Т. 50, № 4. — С. 374—382.
2. Гераськин А. С. Воздействие аварийного выброса Чернобыльской АЭС на природу / С. А. Гераськин, С. В. Фесенко, Р. М. Алексахин // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2006. — Т. 46, № 2. — С. 178—188.
3. Гродзинский Д. М. Адаптивная стратегия физиологических процессов растений / Д. М. Гродзинский. — К.: Наук. думка. — 2013. — 301 с.
4. Гродзинський Д. М. Радіобіологічні ефекти хронічного опромінення рослин в зоні впливу Чорнобильської катастрофи / Д. М. Гродзинський. — К.: Наук думка. — 2008. — 335 с.
5. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс. — М.: Статистика, 1976. — 530 с.
6. Калам Ю. Хлорофильная мутация / Ю. Калам, Т. Орав. — Таллинн: Валгус. — 1974. — 60 с.
7. Козиненко И. И. Природные популяции животных в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС: комплексный биомониторинг гомеостаза. Радиоэкологические исследования в зоне отчуждения

- Чернобыльской АЭС (к 20-летию аварии на Чернобыльской АЭС) / И. И. Козиненко, В. М. Титар, В. Б. Шуваликов // Труды Коми НЦ УрО РАН. — Сыктывкар, 2006. — № 180. — С. 48—68.
8. *Лакин Г. Ф.* Биометрия: учеб. пособ. [для студ. биол. спец. вузов] / Г. Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
  9. *Позолотина В.Н.* Современное состояние наземных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические эффекты / Позолотина В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Л. Н. Михайловская, Е.В. Антонова. — Екатеринбург: Изд-во «Гощинский», 2008. — 204 с.
  10. *Преображенская Е. Н.* Возможная связь радиостойчивости с филогенетической системой у культурных растений / Е. Н. Преображенская, Н. В. Тимофеев-Ресовский // Докл. АН СССР. — 1962. — Т. 143, № 5. — С. 1219—1222.
  11. *Пчеловская С. А.* Использование метода оценки фактора радиоемкости в исследованиях перекрестной адаптации растений / С. А. Пчеловская, А. Г. Саливон, А. Н. Леньшина, А. Н. Михеев, Ю. А. Кутлахмедов // Радиационная биология. Радиозология. — 2011. — Т. 51, № 2. — С. 273—280.
  12. *Томилова Н. В.* Идентификация гена, мутация в котором обуславливает возникновение некрозов семядолей проростков *Arabidopsis thaliana* / Н. В. Томилова, А. А. Томилов, О. А. Огаркова, В.А. Тарасов // Генетика. — 2001. — Т. 37, № 4. — С. 494—503.
  13. *Томилов А. А.* Идентификация гена, включенного в контроль развития корневой системы у *Arabidopsis thaliana* / А. А. Томилов, Н. В. Томилова, О. А. Огаркова, В. А. Тарасов // Генетика. — 2001. — Т. 37, № 1. — С. 35—36.
  14. *Удалова А. О.* Биологический контроль радиационно-химического воздействия на окружающую среду и экологическое нормирование ионизирующих излучений: Автореферат дисс. на соискание научной степени доктора биологических наук: спец. 03.01.01 «Радиобиология», 03.08.08 «Экология» / А.О. Удалова. — Обнинск, 2011. — 44 с.
  15. *Esnault M.-A., F. Legue, Ch. Chenal.* Ionizing radiation: Advances in plant response // Environmental and Experimental Botany. — 2010. — № 68. — P. 231—237.
  16. *J. Brown, P. Strand, A. Hosseini, P. Børretzen.* 2003. Handbook for assessment of the exposure of biota to ionising radiation from radionuclides in the environment / Project within the EC 5th Framework Programme, Contract № FIGE-CT-2000-00102. Stockholm, Framework for Assessment of Environmental Impact. 395 p.
  17. *Miller M.W.* Radiation hormesis in plants // Health Phys. — 1987. — № 52. — P. 607—616.
  18. *Sazykina T. G.* Radioactivity in aquatic biota // Modelling radioactivity in the environment. — Obninsk: Scientific & Production Association “Typhoon”, 2003. — P. 201—222.

*А. А. ЯВНЮК, Н. Л. ШЕВЦОВА, Д. И. ГУДКОВ*

Национальный авиационный университет  
Институт гидробиологии НАН Украины

#### АНОМАЛИИ ПРОРОСТКОВ ТРОСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В ВОДОЕМАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В работе представлено результаты исследований аномалий семенного потомства тростника обыкновенного, родительские растения которого подверглись хроническому воздействию ионизирующего излучения в водоемах Чернобыльской зоны отчуждения. В исследованиях использованы методы лабораторного культивирования семян, определения аномалий разного типа у проростков, метод расчета общей мощности поглощенной дозы облучения от внешних и внутренних источников, методы математической и статистической обработки полученных данных. Установлено снижение аномальности раннего онтогенеза тростника обыкновенного при увеличении продолжительности латентного периода. Общее количество аномалий жизнеспособных проростков и некрозов корней у семенного потомства, прошедшего короткий период покоя, соответственно составляло 25-80%. После прохождения длительного периода покоя аномальность соответственно уменьшалась до 12-20%. Результаты исследований свидетельствуют о восстановлении нормального раннего онтогенеза тростника обыкновенного после длительного периода покоя семян, полученных от в хронически облученных родительских растений.

*Ключевые слова:* аномалии проростков семян, тростник обыкновенный, хроническое ионизирующее облучение, Чернобыльская зона отчуждения

*A. A. Iavnyuk, N. L. Shevtsova, D. I. Gudkov*

National Aviation University

Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine

COMMON REED GERMS' ABNORMALITIES IN WATER BODIES WITH DIFFERENT LEVEL OF RADIONUCLIDE CONTAMINATION

The paper deals with the study of the common reed's seed progeny anomalies, parental plants of which were exposed to long-term ionizing radiation in the Chernobyl Exclusion Zone water bodies. Methods of laboratorial seeds cultivation, several germinal abnormalities determination, total absorbed dose rate assessment due to internal and external sources, mathematical and statistical data processing, were used in research. The common reed's early ontogenesis anomalies reduce with the increase of the latent period duration, was detected. Up to 25-80% total number of vital germs anomalies and root necroses of the seed progeny after the short-time dormant period, respectively was defined. After the long-time dormant period, abnormality ratio decreased respectively to 12-20%. Research results show the recovery of the common reed's early ontogenesis after the long-time dormant period of seeds produced by parent plants exposed to long-term irradiation.

*Keywords: seedlings anomalies, common reed, long-term ionizing radiation, Chernobyl Exclusion Zone*

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 22.01.2014

# БІОХІМІЯ

УДК 582.521.43:581.192

Н.М. ВОРОБЕЦЬ<sup>1</sup>, В.В. ВЛІЗЛО<sup>2</sup>, Г.Ю. КУКУРУДЗ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького  
вул. Пекарська, 69, Львів 79010

<sup>2</sup>Львівський інститут біології тварин НААН  
вул. Василя Стуса, 38, Львів 79034

## ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД РЯСКИ МАЛОЇ

Вивчено вміст мікроелементів у рясці малій з трьох локалітетів зростання у Львівській області. Вміст цинку не залежав від локалітету зростання ряски і становив ~ 2 мг•кг<sup>-1</sup> сухої маси. Концентрація марганцю, міді, хрому та нікелю значно відрізняється у зразках ряски з досліджених локалітетів. Концентрація олова та свинцю в рясці усіх досліджених локалітетів знаходилась в межах, які не перевищують ГДК. Зроблено висновок про відсутність підвищеного вмісту свинцю та олова, а відтак протипоказів застосування ряски зі вказаних локалітетів з метою лікування та у якості кормової рослини. Перспективне подальше дослідження ряски вирощеної в контрольованих умовах при лікуванні цукрового діабету, бактерійних та фунгальних захворювань.

*Ключові слова:* *Lemna minor*, концентрація мікроелементів есенціальних, концентрація свинцю та олова

Рослини є важливим джерелом органічних речовин, зокрема біологічно активних (БАР), а також макро- і мікроелементів, необхідних для харчування та лікування людини і тварин. Виконані останніми роками дослідження дали змогу виявити життєву необхідність не лише окремих сполук, а й співвідношення і взаємозв'язки між ними, залежність здоров'я та захворюваності від рівня їх надходження в організм. Є свідчення, що лікувальна ефективність рослинних засобів корелює з наявними в них мікроелементами [6].

Ряска мала (*Lemna minor* L.) – багаторічна водна рослина родини Ароїдних (Araceae). Вегетативне тіло ряски являє собою округлу або обернено-яйцевидну пластинку завдовжки 2-8 мм і завширшки 0,6-5 мм [10]. В Європі розповсюджена повсюдно, в регіонах з помірним кліматом, зокрема в стоячих і слабо текучих водоймах на усій території України. Ряска розмножується переважно вегетативно і може подвоїти свою масу в межах від 16 годин до 2 діб при оптимальній температурі води, забезпеченні поживними речовинами та сонячним світлом. Це швидше, ніж у будь-якої іншої квіткової рослини. В експериментальних умовах можна зібрати до 183 кубічних тон / га / рік сухої речовини, хоча частіше ця величина ближча до 10-20 тонн сухої речовини / га / рік в реальних умовах [29]. Це визначає високий потенціал ряски для виробництва кормів для тварин та як ресурс лікарської рослинної сировини (ЛРС) та біологічно активних добавок (БАД) для людини і тварин.

Метою даного дослідження було порівняти вміст мікроелементів (цинку, міді, нікелю, хрому, марганцю, свинцю, олова) у рослинній сировині ряски малої з різних локалітетів зростання.

### Матеріали і методи досліджень

Для досліджень використовували рослинну сировину (РС) - траву ряски малої *Lemna minor* L., яку заготовляли протягом усього літа на території Львівської області, а саме: у річці Верещиця: Яворівський національний природний парк (ЯНПП) (територія "Майдан": 49°58'34.50"ПН 23°39'33.40"Сх 307 н.р. м.), (Локалітет 1); у озері у СМТ Винники (за 4 км на схід від м. Львова) (Локалітет 2); у ставку на території парку Погулянка у м.Львові (Локалітет 3).

Перед виконанням лабораторних досліджень проводили макроскопічний аналіз визначення ідентичності та стандартизації РС за морфологічними ознаками. Усі морфолого-анатомічні ознаки зібраної у трьох локалітетах ЛРС ряски відповідали таким, які описані у Визначнику [10].

Для визначення макро- та мікроелементів зразки попередньо мінералізували методом сухого озолення [7]. Після озолення проводили кислотну екстракцію. У підготовлених зразках проводили визначення мікро- та макроелементів методом атомно-абсорбційної спектроскопії на приладі С-115ПК [8]. Для визначення використовували ацетилен-повітряну суміш. Перерахунок концентрації елемента у пробі проводили у порівнянні з калібрувальною кривою за допомогою комп'ютерної програми. Параметри роботи: Напруга ФЭУ 9,00 кВ, Тік лампи – може струм 8,00 мА, Покази монохроматора 324,5 нм (для визначення міді). Калібрувальну криву будували для кожного елемента. Вміст елемента у РС перераховували та виражали у мг•кг<sup>-1</sup> сухої маси.

### Результати досліджень та їх обговорення

Вміст ряду мікроелементів вивчений нами у рясці малій подано в табл. 1.

Таблиця 1

Вміст деяких есенціальних елементів у РС ряски малої (мг•кг<sup>-1</sup> сухої маси) (n=3)

Локалітет	Zn	Mn	Cu	Cr	Ni
1 Верещиця	2,00	9,50	22,72	19,65	48,43
2 Погулянка	2,00	0,22	2,97	21,89	11,01
3 Винники	2,00	11,14	18,60	33,04	18,93

Вміст цинку не відрізнявся у РС з досліджених локалітетів.

Щодо вмісту хрому та марганцю, то їх значення відрізнялись більше як на порядок. Найвища концентрація марганцю спостерігалась у рясці з водойми Винників, мало відрізнялась у РС з річки Верещиця і у ~50 разів нижча – у рясці з водойми Погулянка. Аналогічна закономірність спостерігалась для міді, де концентрація у вказаних водоймах відрізнялась у ~ 7 разів (Табл. 2).

Майже вдвічі вища концентрація хрому спостерігалась у РС ряски з локалітету Винники порівняно щодо локалітетів 1 і 2 (Верещиця та Погулянка). І навпаки, вміст нікелю у РС ряски з локалітету 1 (Верещиця) у 4 рази перевищував той, що з локалітету 2 (Погулянка) та у більш як 2 рази того, що з локалітету 3 (Винники).

Порівняння вмісту цих же мікроелементів з виявленими іншими дослідниками в рясці (табл.2.) показало, що він може коливатись у значних межах.

Таблиця 2

Дані літератури щодо вмісту мікроелементів у рясці малій

Cu	Mn	Cr	Zn	Ni	Co	Джерело
0,002 мг/г	1,3 мг/г	0,06 мг/г	0,04 мг/г	2,8 мг/г	0,03 мг/г	[9]
	8,0 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу	26,9 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу	275,1 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу		8,2 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу	[5]
0,032 мг · 100 <sup>-1</sup> г сухої маси				0,7 мг · 100 <sup>-1</sup> г сухої маси	0,048 мг · 100 <sup>-1</sup> г сухої маси	[13]

Рослини – це природні адсорбенти і накопичувачі не лише необхідних для живого організму елементів, але й неесенціальних, які можуть при надходженні в організм людини і тварин виявляти негативний вплив на метаболізм. Відомо, що ряски можуть накопичувати свинець і кадмій [19]. Нами показано, що концентрація свинцю та стануму у ряски малої з трьох досліджених локалітетів зростання не перевищує ГДК (Табл. 3) і РС не має протипоказів використання щодо цих елементів. Аналогічно, низька концентрація виявлена для стануму (олова).

Таблиця 3

Вміст деяких неесенціальних елементів у РС ряски малої (мг•кг<sup>-1</sup> сухої маси) з локалітетів

Локалітет	Pb	Sn
1 - Верещиця	0,010	>0,5
2 - Погулянка	0,014	>0,5
3 - Винники	0,012	>0,5

Іншими дослідниками в РС ряски виявлено також елементи: титан (4,8 мг · 100<sup>-1</sup> г сухої маси), магній, ванадій, сіліційум (54 мг/г · 100<sup>-1</sup> г сухої маси) [9,13]. Особливо багата ряска **марганцем і бромом** (8,0 · 10<sup>-4</sup> та 256,5 · 10<sup>-4</sup> % на суху масу, відповідно) [5]. Є повідомлення про наявність також барію, срібла, кремнію, радію, стронцію, ртуті, кадмію [5,25].

Наявність неесенціальних елементів в рясці показана також іншими авторами (табл. 4).

Таблиця 4

Дані літератури щодо вмісту неесенціальних елементів у рясці

Ba	Sr	Cd	Pb	Bг	Hg	Джерело
		0,00035 мг/г	0,008 мг/г			[9]
407 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу	601,0 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу	<2 · 10 <sup>-7</sup> % на суху масу	12 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу	<256,5 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу	<10,0 · 10 <sup>-4</sup> % на суху масу	[5]

Очевидно, різна кількість досліджених елементів у РС ряски пов'язана з різною їх концентрацією у воді зростання, як це показано рядом дослідників [18]. Так у ґрунтах ЯНПП виявлено залізо-марганцеві конкреції [2] і високий вміст марганцю у РС ряски з Локалітету 1.

Аналіз літератури показав, що ряску не використовують в офіційній медицині, однак народна медицина використовує у лікуванні вітиліго, раку шкіри, цукрового діабету, нефриту, уретриту, алергії, глаукоми, імпотенції, подагри, ревматизму [11,26,27,28].

Встановлено, що захворювання ендокринної системи супроводжуються порушенням балансу таких елементів, як **цинк, марганець, хром**, а при судинних захворюваннях в організмі людини спостерігається дефіцит хрому, марганцю, міді [3,12]. Хоча основна частина цинку зосереджена в кістках і шкірі, рівень цинку найбільш високий в спермі і передміхуровій залозі, причому переважно в органічно зв'язаній формі у вигляді легко дисоційованих сполук з білком. Накопичення Zn у статевих залозах пов'язано з впливом цього елемента на процес утворення статевих клітин. Вважають, що ефективність ряски при цукровому діабеті зумовлена цинком в її складі, який разом з кобальтом стимулює діяльність секретії підшлункової залози [27]. Підтверджено клінічними дослідженнями, що високий вміст марганцю, хрому і цинку в комплексі з фенольними сполуками мають позитивну дію на хворих цукровим діабетом [3], тому можна припустити, що ряска матиме позитивний вплив на протікання хвороби або запобігати їй.

Хром в організмі людини бере участь у обміні білків і вуглеводів, регуляції мінерального обміну, метаболізмі холестерину. Нестача хрому в організмі може виникнути при вживанні великої кількості цукру, який виводить хром з сечею, що призводить до розвитку цукрового діабету. В складі олігопептиду хромодуліну тривалентний хром, який відноситься до есенціальних елементів для організму людини посилює дію інсуліну шляхом сприяння зв'язування гормона з рецепторами на поверхні клітини [15]. Завдяки змінній валентності хром може брати участь у окисно-відновних процесах, а також проявляти прооксидантну дію [22]. Це підтверджено дослідженнями на щурах [23] і рибах [24]. Хром покращує співвідношення ліпопротеїдів високої щільності/ ліпопротеїдів низької щільності (HDL/LDL) холестерина. Оскільки холестерин «відкриває» ланцюг біосинтезу стероїдних статевих гормонів і кортикостероїдів, саме від цього співвідношення залежить виникнення атеросклерозу, і зрозуміла абсолютна необхідність цього елемента. Хром сприяє переробці жиру в м'язеву масу.

При інфекційних захворюваннях та інших змінах метаболізму відбувається посилена екскреція хрому [14]. Є також повідомлення про антифунгальну та протибактерійну активність марганцю і молібдену [1,5,16]. Можна припустити, що використанню витяжок з ряски сприятиме лікуванню захворювань, викликаних патогенними бактеріями та грибами. Європейський комітет з безпеки харчових продуктів вважає за доцільне використовувати хром (Ш) в якості харчової добавки.

Роль міді пов'язана з її участю в регуляції процесів біологічного окиснення і генерації АТФ, в синтезі найважливіших сполучнотканинних білків (колагену і еластину) і в метаболізмі заліза (необхідна для перетворення заліза, що надходить з їжею в органічно пов'язану форму, а також для стимуляції дозрівання ретикулоцитів і перетворення їх в еритроцити, активно бере участь в синтезі гемоглобіну) [1].

На нашу думку, виявлений високий вміст вказаних елементів у дослідженій сировині, може служити підставою для подальшого дослідження витяжок з ряски малої щодо можливості застосування при лікуванні ендокринних і серцево-судинних захворювань, зокрема ішемічної хвороби серця.

Таким чином, мікроелементи входять до складу ензимів, вітамінів, гормонів і беруть участь практично у всіх обмінних процесах. Без мікроелементів не відбувається ріст і розвиток живих організмів. Цукровий діабет, патології серцево-судинної системи, хвороби Альцгеймера, розсіяний склероз і багато інших супроводжуються дисбалансом елементів і потребують корекції. Резистентність організму до гострих інфекційних захворювань залежить від достатньої забезпеченості мікроелементами. Дефіцит заліза, цинку, магнію, марганцю, міді, бора та інших елементів може призвести до клінічно значимих порушень імунної системи [17]. З іншого боку, дослідження біологічної активності екстракта ряски на мишах показали їх протизапальну активність на моделях карагенінового та стресорного запалення при пероральному введенні, а на моделі пептичних деструктивних пошкоджень стінки шлунка щурів цей же екстракт був не лише неефективним, а й підвищував кількість утворених пептичних виразок [4]. Автори дослідження не виявили змін кислотності шлунку піддослідних тварин, однак протеолітична активність підвищувалась тим самим активуючи секрецію пепсиногену.

Порівняння результатів, одержаних різними авторами, свідчить про недостатність вивченості механізмів дії витяжок з ряски на організми тварин і людини та потребує подальших досліджень.

## Висновки

1. Ряска накопичує есенціальні та неесенціальні макро- та мікроелементи залежно від їх форми і концентрації у середовищі локалітету зростання, тому у водоймі перед використанням з неї ряски потрібно визначити вміст елементів.

2. Ряска, що виросла в забруднених важкими металами водах, не придатна ні як лікарська рослина, ні як кормова.

3. Перспективи подальших досліджень. Механізми дії витяжок з ряски на організми тварин і людини вивчені недостатньо і потребують подальших досліджень.



1. *Абатуров А.Е.* Микроэлементный баланс и противoinфекционная защита у детей / А.Е. Абатуров // *Здоровье ребенка*. — 2008. — Т. 1, № 10. — С. 47—50.
2. *Вовк О.* Грунты Яворівського національного природного парку / Вовк О., Орлов О. // *Яворівський національний природний парк. До 10-річчя створення*. — Львів, ЗУКЦ. — 2008. — 166 с.
3. *Гринкевич Н.И.* Исследование лекарственных средств растительного происхождения для коррекции микроэлементного обмена при различных заболеваниях / Гринкевич Н.И., Баландина И.А. // *Микроэлементозы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине*. Самарканд, 1990. — С. 434—436.
4. *Замощина Т.А.* Биологическая активность спиртовых извлечений из ряски малой (*Lemna minor* L.) в отношении процесса воспаления / Замощина Т.А., Никифоров Л.А., Просекина Е.Ю., Томова Т.А. // *Вестник Томского госуд-го ун-та. Биология*. — 2011. — № 2 (14). — С. 73—80.
5. *Коломиец Н.Э.* Оценка перспективности некоторых видов лекарственного растительного сырья с точки зрения их экологической чистоты / Коломиец Н.Э., Туева И.А., Мальцева О.А. и др. // *Химия растительного сырья*. — 2004. — № 4. — С. 25—28.
6. *Ловкова М.Я.* О возможности использования лекарственных растений для лечения и профилактики микроэлементозов и патологических состояний / Ловкова М.Я., Бузук Г.Н., Соколова С.М., Деревяго Л.Н. // *Микроэлементы в медицине*. — 2005. — Т. 6 (4). — С. 3—10.
7. *Межгосударственный стандарт ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных продуктов»*. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997. — 27 с.
8. *Методы биохимического исследования растений* / [Ермаков А. И., Арисимович В. В., Ярошенко Н.П. и др.] — Л., Агропромиздат, 1987. — 430 с.
9. *Никифоров Л.А.* Изучение биоэлементного состава *Lemna minor* и *Lemna trisulca* / Никифоров Л.А., Дмитрук С.Е. // *Микроэлементы в медицине*. — 2008. — Т. 9, № 12. — С. 23—24.
10. *Определитель высших растений Украины* / [Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. и др.] — Киев: Наук. Думка, 1987. — 548 с.
11. *Полная энциклопедия народной медицины* / Сост. А. М. Маркова. — СПб.: П 51 Сова; М.: Изд-во ЭКСМО — Пресс, 2001. — 640 с.
12. *Скальный А.В.* Радиация и микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет (микроэлементы и антиоксиданты в восстановлении здоровья ликвидаторов аварии на ЧАЭС) / А.В.Скальный, А.В.Кудрин. — М.: Лир Макет, 2000. — 421 с.
13. *Соколов С.Я.* Справочник по лекарственным растениям / Соколов С.Я., Замотаев И.П. — М.: Медицина, 1988. — 464 с.
14. *Anderson R.A.* Chromium metabolism and its role in disease processes in man / Anderson R.A. // *Clin. Physiol. Biochem.* — 1986.—Vol. 4. — P. 31—41.
15. *Cefalu W.T.* Role of Chromium in Human Health and in Diabetes / Cefalu W.T., Hu F.B. // *Diabetes Care*. — 2004. — Vol. 27, N 11. — P. 2741—2751.
16. *Gülçin I.* Antioxidant, antibacterial, and anticandidal activities of an aquatic plant: Duckweed (*Lemna minor* L. Lemnaceae) / Anderson R.A. // *Turkish Journal of Biology*. — 2010. — Vol. 34, Is. 2. — P. 175—188.
17. *Keusch G.T.* The history of nutrition: malnutrition, infection and immunity // *J.Nutr.* — 2003. — Vol. 133, N 1. — P. 336—340.
18. *Khellaf N.* Growth, photosynthesis and respiratory response to copper in *Lemna minor*: a potential use of duckweed in biomonitoring / Khellaf N., Zerdaoui M. // *Iranian J. Environmmtal Health*. — 2010. — Vol. 7, N 3. — P. 299—306.
20. *Paczkowska M.* Oxidative stress enzyme activity in *Lemna minor* L. exposed to cadmium and lead / Paczkowska M., Kozłowska M., Golinski P. // *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica*. — 2007. — Vol. 49/2. — P. 33—37.
21. *Preuss H.G.* Comparative effects of chromium, vanadium and gymnema sylfestre on sugar-induced blood pressure elevations in SHR / Preuss H.G., Jarrell S.T., Scheckenbach R. et al. // *J. Am. Coll. Nutr.* — 1998. — Vol. 17. — P. 116—123.
22. *Ueno S.* Effects of chromium in lipid peroxidation in isolated hepatocytes / Ueno S., Susa N., Furukawa Y., et al. // *Jpn. J. Sci.* — 1998. — Vol. 50. — P. 45—52.
23. *Vasylykiv O.Y.* Cytotoxicity of chromium ions may be connected with induction of oxidative stress / Vasylykiv O.Y., Kubrak O.I., Storey K.B., Lushchak V.I. // *Chemosphere*. — 2010. — Vol. 80. — P. 1044—1049.
24. <http://www.rasteniya-lecarstvennie.ru/776-lekarstvennoe-rastenie-ryaska-malaya.html>
25. [http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-ryaska\\_malaya-2304](http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-ryaska_malaya-2304)
26. <http://www.vitiligoblog.ru/udivitelnoe-rastenie-ryaska>

27. <http://travmed.ru/travi/576-ryaska-malenkaya.html>  
28. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/lrrd/lrrd7/1/3.htm>

*Н.Н.Воробец, В.В. Влизло, Г.Ю.Кукурудз*

Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого  
Львовский институт биологии животных НААН,  
ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РЯСКИ МАЛОЙ

Изучено состав микроэлементов в ряске малой из трех локалитетов произрастания во Львовской области. Содержание цинка не зависело от локалитета произрастания и составило ~ 2 мг • 1 кг сухого веса. Концентрация марганца, меди, хрома и никеля существенно отличалась во всех изученных локалитетах произрастания. Концентрация олова и свинца в растениях всех локалитетов не превышала ГДК. Сделано заключение об отсутствии противопоказания применения ряски из изученных локалитетов с целью лечения и в качестве корма. Перспективно дальнейшее исследование ряски, выращенной в контролируемых условиях в лечении диабета, бактериальных и грибковых заболеваний.

*Ключевые слова: Lemna minor, концентрация микроэлементов, концентрация свинца и олова*

*N. Vorobets, V. Vlizlo, G. Kukurudz*

Lviv National Medical University named Daniel Galician  
Lviv Institute of animal biology NAAS

#### ELEMENT COMPOSITION OF DUCKWEED

It has been estimated microelements content in *Lemna minor* (duckweed) of three locations in the Lviv region. The Zinc content does not depend on duckweed growth location and totalled ~ 2 mg • kg-1 dry weight. The concentration of Manganese, Copper, Chromium and Nickel was significantly different in these locations. The concentration of Tin and Lead in duckweed of all the locations within which do not exceed the maximum allowable concentration. Conclusion about the absence of high content of lead and Tin, and contraindications of duckweed with the locations with the purpose of treatment and the quality of feed plants. (Concluded that no contraindications use of duckweed from the studied lokalitetov to treat and as animal feed.) The prospect of further research duckweed grown in controlled conditions in the treatment of diabetes, bacterial and fungal diseases.

*Keywords: Lemna minor, concentration of oligoelements, concentration of lead and tin*

Рекомендує до друку

Надійшла 22.01.2014

О.Б. Столяр

УДК 577.115.3:616.37-036

О.О. ГОПАНЕНКО, Й.Ф. РІВІС

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшино, Пустомитівський р-н., Львівська обл., 81115

## **КОРЕКЦІЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ МОНОАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ І ДИАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ ПЕЧІНКИ КРОЛІВ З ГОСТРИМ АРГІНІНОВИМ ПАНКРЕАТОМ**

---

У печінці кролів за гострого аргінінового панкреатиту відзначено зменшення концентрації суміші моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів. Одночасно в ній зменшується відносний вміст поліненасичених жирних кислот. При згодовуванні лляної олії в печінці кролів з гострим

аргініновим панкреатитом зростає вміст вказаних ліпідів. Разом з тим, у них збільшується відносна концентрація поліненасичених жирних кислот.

*Ключові слова:* кролі, панкреатит, корекція, печінка, моноацилгліцероли, диацилгліцероли, жирні кислоти

В обміні ліпідів і жирних кислот в організмі людини та тварин велику роль відіграє підшлункова залоза [8]. Остання активно екскретує ліпазу у просвіт травного каналу [9]. Крім того підшлункова залоза через глюкагон й інсулін впливає на рівень глікогену в печінці та глюкози в крові [4]. До того ж інсулін має пряме відношення до синтезу жирних кислот, холестеролу, фосfolіпідів і триацилгліцеролів у тканинах організму людини та тварин [2].

На функціонування підшлункової залози та секрецію нею ензимів і гормонів мають вплив аліментарні та хімічні фактори [10]. Зокрема, за гострого аргінінового панкреатиту в плазмі крові щурів змінюється вміст окремих класів ліпідів [6].

Моноацилгліцероли і диацилгліцероли відіграють важливу роль в синтезі фосfolіпідів і триацилгліцеролів тканин людини та тварин [3]. Зокрема, від їх жирнокислотного складу залежить функціональна активність синтезованих фосfolіпідів у клітинних мембранах [12].

Метою нашої роботи було встановити вміст та жирнокислотний склад суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами у печінці кролів за гострого аргінінового панкреатиту та його корекції згодовуваною лляною олією.

### **Матеріал і методи досліджень**

Дослід проведено в умовах віварію Львівського національного медичного університету ім. Д. Галицького на трьох групах (по 5 тварин у кожній) кролів-самців породи Сірий велетень живою масою 3,8-4,0 кг. Кролі контрольної, I та II дослідних груп протягом одного місяця отримували стандартний гранульований комбікорм. Однак за цей період кролі II дослідної групи щоденно отримували комбікорм з нанесеною на нього лляною олією в розрахунку 1 мл/кг живої маси. Крім того за п'ять днів до завершення дослідження для моделювання гострого панкреатиту кролям I та II дослідних груп інтраперитонально в складі 2 мл фізіологічного розчину одноразово ввели L-аргінін у дозі 4 г/кг живої маси [1]. У кінці дослідження піддослідні кролі під ефірним наркозом були забиті шляхом декапітації. Матеріалом для досліджень служили зразки печінки.

Усі втручання та забій тварин проводилися з дотриманням вимог "Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей" (Страсбург, 1985) та ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001).

У печінці методом хроматографії в тонкому шарі силікагелю визначали концентрацію суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами. Виділену із печінки суміш моноацилгліцеролів із диацилгліцерами піддавали швидкій переетерифікації для отримання метилових ефірів жирних кислот [7].

Для досліджень метилових ефірів жирних кислот використано газорідний хроматографічний апарат "Chrom-5" (Laboratorni přístroje, Praha), який має нержавіючу сталеву колонку довжиною 3700 мм і внутрішнім діаметром 3 мм. Колонку заповнювали Chromaton-N-AW, зернінням 0,120-0,140 мм, силанізованим гексаметилдисілізаном і покритим полідіетиленглікольадипінатом у кількості 10 %.

Отриманий цифровий матеріал обробляли методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента [5]. Вираховували середні арифметичні величини (M), помилку середнього арифметичного ( $\pm m$ ) та вірогідність різниць між досліджуваними середньоарифметичними величинами (p). Зміни вважали вірогідними за  $p < 0,05$ . Для розрахунків використано спеціальну комп'ютерну програму Microsoft Excel for Windows XP.

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Встановлено, що в печінці кролів за гострого аргінінового панкреатиту, порівняно з інтактними кролями, є тенденція до зменшення концентрації суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами ( $5,05 \pm 0,072$  проти  $5,21 \pm 0,079$  г/кг натуральної маси,  $p < 0,1$ ). За

## БІОХІМІЯ

згодовування лляної олії в печінці кролів з гострим аргініновим панкреатитом, порівняно з інтактними кролями, проявляється тенденція до зростання вмісту суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами ( $5,36 \pm 0,067$  проти  $5,21 \pm 0,079$  г/кг натуральної маси,  $p < 0,1$ ).

Разом з тим, виявлено, що в жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів за гострого аргінінового панкреатиту, порівняно з інтактними кролями, зростає відносний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот, але зменшується – поліненасичених (таблиця).

Таблиця

Жирнокислотний склад суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів, %  
( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Жирні кислоти та їх код	Інтактні кролі	Кролі з гострим аргініновим панкреатитом	Кролі з гострим аргініновим панкреатитом, корегованою лляною олією
Каприлова, 8:0	$0,28 \pm 0,015$	$0,36 \pm 0,011$ ***	$0,31 \pm 0,013$
Капринова, 10:0	$0,20 \pm 0,011$	$0,27 \pm 0,011$ ***	$0,22 \pm 0,010$
Лауринова, 12:0	$0,29 \pm 0,014$	$0,38 \pm 0,016$ ***	$0,32 \pm 0,012$
Міристинова, 14:0	$0,48 \pm 0,023$	$0,62 \pm 0,020$ ***	$0,51 \pm 0,021$
Пентадеканова, 15:0	$13,25 \pm 0,440$	$14,74 \pm 0,103$ ***	$13,94 \pm 0,558$
Пальмітинова, 16:0	$14,53 \pm 0,564$	$16,71 \pm 0,166$ ***	$14,97 \pm 0,535$
Пальмітоолеїнова, 16:1	$1,34 \pm 0,062$	$1,51 \pm 0,066$	$1,46 \pm 0,068$
Стеаринова, 18:0	$9,32 \pm 0,353$	$10,67 \pm 0,112$ ***	$8,94 \pm 0,377$
Олеїнова, 18:1	$13,7 \pm 0,148$	$16,04 \pm 0,171$ *	$7,47 \pm 0,157$ **
Лінолева, 18:2	$17,51 \pm 0,585$	$15,39 \pm 0,129$	$18,21 \pm 0,529$
Ліноленова, 18:3	$6,27 \pm 0,206$	$5,26 \pm 0,128$ ***	$7,41 \pm 0,140$ ***
Арахінова, 20:0	$0,24 \pm 0,009$	$0,31 \pm 0,014$ ***	$0,17 \pm 0,014$ ***
Ейкозаєнова, 20:1	$0,12 \pm 0,010$	$0,15 \pm 0,010$	$0,11 \pm 0,009$
Ейкозадиснова, 20:2	$0,24 \pm 0,015$	$0,17 \pm 0,009$ ***	$0,27 \pm 0,014$
Ейкозатриєнова, 20:3	$1,49 \pm 0,117$	$1,01 \pm 0,058$ ***	$1,62 \pm 0,119$
Ейкозатетраснова (арахідонова), 20:4	$5,55 \pm 0,238$	$4,57 \pm 0,095$ ***	$5,82 \pm 0,250$
Ейкозапентаєнова, 20:5	$1,47 \pm 0,069$	$1,04 \pm 0,057$ ***	$1,87 \pm 0,060$ ***
Докозадиснова, 22:2	$0,87 \pm 0,036$	$0,66 \pm 0,029$ ***	$0,94 \pm 0,035$
Докозатриєнова, 22:3	$0,97 \pm 0,059$	$0,74 \pm 0,022$ ***	$1,37 \pm 0,062$ ***
Докозатетраснова, 22:4	$2,49 \pm 0,110$	$1,92 \pm 0,074$ ***	$2,77 \pm 0,105$
Докозапентаєнова, 22:5	$4,27 \pm 0,179$	$3,30 \pm 0,111$ ***	$5,23 \pm 0,115$ ***
Докозагексаєнова, 22:6	$5,10 \pm 0,222$	$4,19 \pm 0,091$ ***	$6,08 \pm 0,114$ ***
Загальний відносний вміст жирних кислот	100,00	100,00	100,00
У т. ч. насичені	38,60	44,06	39,38
мононенасичені	15,16	17,69	9,03
поліненасичені	46,24	38,25	51,59
$\omega$ -3/ $\omega$ -6	0,64	0,61	0,74

Примітка: \* –  $p < 0,02-0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

При цьому відносний рівень насичених жирних кислот у суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки підвищується за рахунок жирних кислот з парною (29,3 проти 25,4 %) та непарною (14,7 проти 13,2) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, а мононенасичених – жирних кислот родин  $\omega$ -7 (1,51 проти 1,34) і, особливо,  $\omega$ -9 (16,18 проти 13,82 %). Відносна кількість поліненасичених жирних кислот у жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки зменшується за рахунок жирних кислот родин  $\omega$ -3 (14,5 проти 18,1 %) і, особливо,  $\omega$ -6 (23,7 проти 28,2 %). При цьому зменшується відношення поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 до поліненасичених жирних кислот

родини  $\omega$ -6 (таблиця). Одночасно у жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки зменшується вміст довголанцюгових та більш ненасичених похідних лінолевої (1,85 проти 1,64) та ліноленової (0,57 проти 0,53) кислот.

У жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів за гострого аргінінового панкреатиту, корегованою згодовуваною лляною олією, порівняно з інтактними кролями, зменшується відносна концентрація мононенасичених жирних кислот, але зростає – поліненасичених (таблиця). Причому відносний рівень мононенасичених жирних кислот в їх печінці знижується за рахунок жирних кислот родини  $\omega$ -9 (7,57 проти 13,82 %). Відносна кількість поліненасичених жирних кислот у жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами їх печінки збільшується за рахунок жирних кислот родин  $\omega$ -6 (29,63 проти 28,16 %) і, особливо,  $\omega$ -3 (21,96 проти 18,08 %). Відношення поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 до поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6 при цьому зростає (таблиця). Одночасно у жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами їх печінки зростає вміст більш довголанцюгових і більш ненасичених похідних лінолевої (1,59 проти 1,64) та ліноленової (0,51 проти 0,53) кислот. Вказаний вище жирнокислотний склад суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами свідчить про нормалізацію обміну ліпідів у печінці кролів за гострого аргінінового панкреатиту.

Переважаання мононенасичених і, особливо, насичених жирних кислот у суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів за гострого аргінінового панкреатиту може вказувати на покращення енергетичного забезпечення тканин їх організму. Навпаки, переважання поліненасичених жирних кислот у суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів за гострого аргінінового панкреатиту, корегованою згодовуваною лляною олією, може свідчити про покращення забезпеченості тканин їх організму біологічним і біологічно-функціональним матеріалом [11].

Домінування поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 над поліненасиченими жирними кислотами родини  $\omega$ -6 у жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів за гострого аргінінового панкреатиту, корегованою згодовуваною лляною олією, може свідчити про те, що в їх організмі іде синтез більш цінних і активних жирних кислот. Причому у печінці наведених вище кролів зростає перетворення лінолевої та ліноленової кислот в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

## Висновки

1. У печінці кролів за гострого аргінінового панкреатиту існує тенденція до зменшення концентрації суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами. За згодовування лляної олії в печінці кролів з гострим аргініновим панкреатитом проявляється тенденція до зростання вмісту суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами.

2. У жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів за гострого аргінінового панкреатиту зростає відносний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот, але зменшується – поліненасичених.

3. У жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів за гострого аргінінового панкреатиту, корегованою згодовуваною лляною олією, зменшується відносна концентрація мононенасичених жирних кислот, але зростає – поліненасичених.

4. За гострого аргінінового панкреатиту вміст більш довголанцюгових і більш ненасичених похідних лінолевої та ліноленової кислот у жирнокислотному складі суміші моноацилгліцеролів із диацилгліцерами печінки кролів за гострого аргінінового панкреатиту одночасно зменшується, а за гострого аргінінового панкреатиту, корегованою згодовуваною лляною олією, – зростає.

1. *Іващук І. О.* Морфологічне та біохімічне обґрунтування деяких способів моделювання гострого деструктивного панкреатиту на дрібних лабораторних тваринах / І. О. Іващук, І. С. Давиденко, І. К. Морар // *Клінічна та експериментальна патологія.* — 2011. — Т. 38, № 4. — С. 40—45.

2. *Искра Р. Я.* Вміст інсуліну і ліпідів у плазмі крові свиней при підвищенні рівня хрому в раціоні / Р. Я. Искра // Біол. тварин. — 2009. — Т. 11, № 1–2. — С. 176—179.
3. *Калачнюк Л.* Молекулярні механізми регулювання синтезу, метаболізму й секреції ліпопротеїнів у клітинах печінки / Л. Калачнюк, Д. Мельничук, Г. Калачнюк // Вісн. Львів. ун-ту, сер. біол. — 2004. — Т. 38. — С. 3—20.
4. *Копельнюк В.* Роль інсуліну у регуляції вуглеводного та ліпідного обміну за умов метаболічного синдрому / В. Копельнюк, Т. Галенова, Л. Кот, О. Богданова, Л. Остапченко // Вісник Київ. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. Біологія. — 2010. — Т. 56. — С. 15—16.
5. *Лопач С. Н.* Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лопач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. — К.: Мартон, 2001. — 408 с.
6. *Привроцька І. Б.* Жирнокислотний склад ліпідів крові за гострого аргінінового панкреатиту у щурів / І. Б. Привроцька, О. С. Покотило // Експерим. та клінічна фізіол. і біох. — 2011. — Т. 4. — С. 19—24.
7. *Рівіс Й. Ф.* Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, Р. С. Федорук. — Львів: Сполом, 2010. — 109 с.
8. *Чернобровий В. М.* Роль шлункової секреції в патогенезі хронічного панкреатиту / В.М. Чернобровий, І. В. Феджага // Буковинський медичний вісник. — 2008. — Т. 12, № 1. — С. 156—162.
9. *Шманько В. В.* Клініко-фармакологічні аспекти застосування ферментних препаратів у гастроентерології / В. В. Шманько, І. В. Мерецька // Ліки України. — 2008. — Т. 119, № 3. — С. 82—84.
10. *Konturek S. J.* Brain-gut axis in pancreatic secretion and appetite control / S. J. Konturek, J. Pepera, K. Zabielski, P. C. Konturek, T. Pawlik, A. Szlachcic, E. G. Hahn // J. of Physiol. and Pharmacol. — 2003. — Vol. 54, № 3. — P. 293—317.
11. *Lopaschuk G. D.* Myocardial fatty acid metabolism in health and disease / G. D. Lopaschuk, J. R. Ussher, C. D. Folmes, J. S. Jaswal, W. C. Stanley // Physiological Reviews. — 2010 — Vol. 90, № 1. — P. 207—258.
12. *Luquain C.* Bis(monoacylglycerol) phosphate in rat uterine stromal cells: structural characterization and specific esterification of docosahexaenoic acid / C. Luquain, R. Dolmazon, J.-M. Enderlin, C. Laugier, M. Lagarde, J. F. Pageaux // Biochem. J. — 2000. — 351. — P. 795—804.

*О.О. Гопаненко, Й.Ф. Ривіс*

Институт сeльського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

#### КОРРЕКЦІЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МОНОАЦИЛГЛИЦЕРОЛОВ И ДИАЦИЛГЛИЦЕРОЛОВ ПЕЧЕНИ КРОЛИКОВ ПРИ ОСТРОМ АРГИНИНОВОМ ПАНКРЕАТИТЕ

В печени кроликів при остром аргініновом панкреатиті є тенденція к уменьшению концентрации смеси моноацилглицеролов с диацилглицеролами. Одновременно в вышеуказанной смеси уменьшается относительное количество полиненасыщенных жирных кислот. При скармливанні льняного масла в печени кроликів с острым аргініновым панкреатитом проявляється тенденція к росту содержания смеси моноацилглицеролов с диацилглицеролами. В жирнокислотном составе смеси моноацилглицеролов с диацилглицеролами печени кроликів при остром аргініновом панкреатиті, корректированного скармливанием льняного масла, уменьшается относительная концентрация мононенасыщенных жирных кислот, но возрастает – полиненасыщенных.

*Ключевые слова:* кролики, панкреатит, коррекция, печень, моноацилглицеролы, диацилглицеролы, жирные кислоты

*O. O. Hopenenko, Y. F. Rivis*

Institute for Agriculture Carpathian National Academy of Agricultural Sciences

#### CORRECTION OF FATTY ACID COMPOSITION OF MIXTURE OF MONOACYLGLYCEROLS AND DIACYLGLYCEROLS IN THE LIVER OF RABBITS WITH ACUTE ARGININE PANCREATITIS.

There is a tendency to decrease the concentration of the mixture of monoacylglycerols and diacylglycerols in the liver of rabbits with acute arginine pancreatitis. At the same time, the relative content of polyunsaturated fatty acids decreases. And there is a tendency to increase the content of the mixture monoacylglycerols and diacylglycerols in liver of rabbits with acute arginine pancreatitis

corrected by the linseed oil. However the relative concentration of polyunsaturated fatty acids increases in the liver of rabbits with acute arginine pancreatitis corrected by using of linseed oil.

*Keywords: rabbits, pancreatitis, correction, liver, monoacylglycerols, diacylglycerols, fatty acids*

Рекомендує до друку

Надійшла 15.01.2014

О.Б. Столяр

УДК: 582.232:582.263(581.19:58.03)

І.М. НЕЗБРИЦЬКА, А.В. КУРЕЙШЕВИЧ, О.С. ПОТРОХОВ, О.Г. ЗІНЬКІВСЬКИЙ

Інститут гідробіології НАН України

пр. Героїв Сталінграду, 12, м. Київ, 04210, Україна

## **ВПЛИВ КОРОТКОЧАСНОГО ТЕПЛОВОГО ШОКУ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ ПРЕДСТАВНИКІВ СУАНОПРОКАРЮТА ТА CHLOROPHYTA**

Досліджено вплив короткочасного теплового шоку на активність процесів ліпопероксидації у деяких представників Суанопрокарюта (*Anabaena cylindrica*, *Phormidium autumnale* f. *uncinata* і *Microcystis aeruginosa*) та Chlorophyta (*Tetraedron caudatum* і *Desmodesmus brasiliensis*). Встановлено, що характер реакції–відповіді досліджуваних водоростей на вплив даного абіотичного чинника залежить від їх видових особливостей. Показано, що найбільш чутливою до короткочасної дії підвищеної температури ( $38\pm 2$  °C) виявилася водорість *A. cylindrica*, а найбільш стійкою – *Ph. autumnale* f. *uncinata*.

*Ключові слова: Суанопрокарюта, Chlorophyta, тепловий шок, пероксидне окиснення ліпідів*

Вплив на водорості несприятливих (зокрема, високих) температур є одним з найбільш поширених абіотичних стресорів. Оскільки у рослин відсутні механізми теплової регуляції, вони змушені постійно адаптуватися до коливань температури середовища існування [12]. В основі набуття рослинними організмами стійкості до екстремальних температур лежать структурні та фізіолого–біохімічні зміни в їх клітинах, обумовлені як специфічними так і неспецифічними реакціями на дію несприятливих чинників зовнішнього середовища [19]. Ранньою неспецифічною відповіддю водоростей на вплив різних стресових чинників, у тому числі і підвищеної температури, є збільшення рівня активних форм кисню (АФК), які ініціюють процеси пероксидного окиснення ліпідів [8, 10]. Надмірна активація ПОЛ у несприятливих умовах середовища супроводжується різноманітними модифікаціями метаболізму рослин, котрі зумовлені як безпосереднім окисненням ліпідів мембран, так і накопиченням продуктів ліпопероксидації та їхньою взаємодією з клітинними макромолекулами [5]. Такі зміни, згідно з даними деяких авторів, є одним з найбільш інформативних показників для оцінки ступеня впливу різних абіотичних чинників на водорості [18, 21].

Метою нашого дослідження було вивчити вплив короткочасного теплового шоку на інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у деяких видів синьозелених та зелених водоростей. Процеси ПОЛ характеризують стан біомембран клітин, які першими сприймають вплив екологічних чинників, тому, оцінюючи інтенсивність пероксидації мембранних ліпідів, можна контролювати первинні процеси адаптації рослин до різних негативних впливів, в тому числі підвищеної температури оточуючого середовища [5].

### Матеріал і методи досліджень

В досліджах використовували альгологічно чисті культури поширених у водоймах України мікродоростей, які знаходилися на стаціонарній фазі росту: 3 синьозелених (*Anabaena cylindrica* Lemmerm. HPDP-1; *Phormidium autumnale* f. *uncinata* (C. Agardh.) N.V. Kondrat. HPDP-36; *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin. HPDP-6); та 2 зелених (*Desmodesmus brasiliensis* (Bohl.) E. Hegewald IBASU-A 273 (= *Scenedesmus brasiliensis* (Bohl.) Hegewald) і *Tetraedron caudatum* (Corda) Hansg. IBASU-A 277) (табл. 1). Досліджувані водорості піддавали короткочасному теплового шоку шляхом нагрівання колб з культурами на водяній бані при температурі 38–40 °C по 20 хв протягом трьох діб. Контролем слугували культури без теплової обробки. Водорості вирощували на середовищі Фітцджеральда № 11 в модифікації Цендера і Горхема [9] за температури 27±2 °C та освітленості 3500–4000 лк з чергуванням світлового та темного періодів 16:8.

Таблиця 1

Еколого-географічна характеристика досліджуваних видів водоростей

Види водоростей	Приуроченість до місця існування
<i>Anabaena cylindrica</i>	Планктон [1], перифітон [2]
<i>Phormidium autumnale</i> f. <i>uncinata</i>	Бентос [1], перифітон [17],
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Планктон [1]
<i>Tetraedron caudatum</i>	Планктон , Бентос [1]
<i>Desmodesmus brasiliensis</i>	Планктон , Бентос [1]

Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів оцінювали за зміною вмісту основних молекулярних продуктів цього процесу – дієнових кон'югатів (ДК) [15], гідропероксидів ліпідів (ГПЛ) [13] та малонового альдегіду (МА) [16]. Загальний вміст ліпідів визначали за методом [20].

### Результати досліджень та їх обговорення

Одними із найбільш ранніх молекулярних продуктів ПОЛ є дієнові кон'югати [11]. Отримані експериментальні дані свідчать, що після короткочасної теплової обробки у клітинах *A. cylindrica* спостерігалось незначне зниження вмісту цих продуктів (на 10 % відносно контролю), або вони досить швидко перетворилися до ГПЛ. Встановлено, що у досліджуваній водорості в умовах дії стресового чинника концентрація ГПЛ підвищилася на 21 % в порівнянні з контролем (див. табл. 2). Надмірне накопичення цих продуктів ПОЛ негативно позначається на функціональному стані біомембран.

Ступінь ліпідної пероксидації у рослин найчастіше корелює з нагромадженням МА – кінцевого стабільного продукту ПОЛ [14]. Результати визначення цього показника у *A. cylindrica* показали, що за дії теплового шоку його рівень вірогідно зріс відносно контролю (на 57%). МА є високотоксичною сполукою і здатний взаємодіяти з вільними аміногрупами білків та компонентами фосфоліпідів, що може призвести до зміни властивостей як мембран загалом, так і окремих їхніх складових [10]. Відомо, що його вміст у клітинах рослин є одним із найважливіших показників їх стійкості до дії стресових чинників [3, 4]. Отже, значне накопичення МА у досліджуваній водорості свідчить про інтенсифікацію процесів вільнорадикального окиснення ліпідів та слабку її стійкість до короткочасного впливу теплового шоку. Припускають, що збільшення продуктів ПОЛ у клітинах може, з одного боку, свідчити про пошкодження, а з іншого – бути індуктором захисних реакцій [6].

У *Phormidium autumnale* f. *uncinata* нами відмічено протилежну тенденцію в характері перебігу ПОЛ в умовах впливу короткочасного теплового шоку. Так, після дії даного абіотичного чинника у водорості спостерігалось значне інгібування процесів ПОЛ, яке виражалось в зниженні вмісту молекулярних продуктів ліпопероксидації: ДК – на 60 %, ГПЛ та МА – на 62 % в порівнянні з контрольними показниками (див. табл. 2). Відомо, що суттєва різниця у розвитку ПОЛ спостерігається у рослин із різною сприйнятливістю до впливів: різка активація в чутливих і гальмування у стійких (толерантних) видів [7]. Важливо відзначити, що *Ph. autumnale* f. *uncinata* є одним з домінантів в фітоперифітоні дніпровських



водосховищ [17]. Він інтенсивно розвивається на стінах шлюзів, на буях, берегових укосах, тобто є досить стійким до впливу різних екологічних чинників.

Таблиця 2

Вміст продуктів ПОЛ в біомасі деяких представників Cyanoprokaryota за умов впливу короткочасного теплового шоку

Культури водоростей	Дієнові кон'югати, мкМ/мг ліп., M±m	Гідропероксиди ліпідів, у.о./мг ліп., M±m	Малоновий альдегід, мкМ/мг ліп., M±m
<i>Anabaena cylindrica</i>			
Контроль	0,2311±0,0187	2,4425±0,1396	0,0496±0,0048
Дослід	0,2094±0,0313	2,9503±0,3974	0,0779±0,0051
<i>Phormidium autumnale</i> f. <i>uncinata</i>			
Контроль	0,4297±0,0099	3,9401±0,3709	0,0739±0,0049
Дослід	0,1709±0,0259	1,4824±0,0751	0,0283±0,0023
<i>Microcystis aeruginosa</i>			
Контроль	0,1256±0,0007	0,5889±0,0050	0,0983±0,0008
Дослід	0,1176±0,0042	0,5518±0,0028	0,1315±0,0031

Встановлено, що у *M. aeruginosa* в умовах впливу підвищеної температури спостерігалось незначне зниження рівня ДК та ГПЛ в порівнянні з контролем (на 6 %), але концентрація МА, навпаки, зросла на 34 %. Підвищення вмісту МА у клітинах досліджуваної водорості свідчить про посилення вільнорадикальних окиснювальних процесів, що в свою чергу, призводить до деструкції ліпідних компонентів біомембран.

Результати експериментальних досліджень показали, що у зеленої водорості *T. caudatum* після короткочасної дії теплового шоку концентрація ДК зменшилася на 14 %, що, на нашу думку, знову ж таки, могло бути пов'язано із їх швидким перетворенням до ГПЛ. Виявлено, що вміст останніх підвищився на 25 % у порівнянні з контролем. Слід зазначити, що рівень МА у дослідних варіантах практично не відрізнявся від контрольних значень (див. табл. 3). Отже, стресова дія в цих умовах не виходила за межі фізіологічних реакцій.

Таблиця 3

Впливу короткочасного теплового шоку на вміст продуктів ПОЛ в біомасі деяких представників Chlorophyta

Культури водоростей	Дієнові кон'югати, мкМ/мг ліп., M±m	Гідропероксиди ліпідів, у.о./мг ліп., M±m	Малоновий альдегід, мкМ/мг ліп., M±m
<i>Tetraedron caudatum</i>			
Контроль	0,1155±0,0005	0,2108±0,0006	0,0272±0,0005
Дослід	0,0995±0,0047	0,2640±0,0064	0,0279±0,0012
<i>Desmodesmus brasiliensis</i>			
Контроль	0,1573±0,0071	0,3975±0,0058	0,0161±0,0007
Дослід	0,0886±0,0042	0,3589±0,0178	0,0139±0,0004

У іншій зеленої водорості – *D. brasiliensis* в умовах впливу підвищеної температури (38±2 °C) спостерігалася тенденція до зниження вмісту усіх досліджуваних продуктів ПОЛ. Так, кількість первинних продуктів ПОЛ – ДК та ГПЛ – зменшилася на 44 та 10 % відповідно, а вміст вторинного продукту пероксидного окиснення – МА знизився на 14 % у порівнянні з контролем (табл. 2), що свідчить про уповільнення вільнорадикальних окиснювальних процесів у клітинах досліджуваної водорості та ефективну роботу систем захисту, які перешкоджають розвитку оксидативного стресу.

### Висновки

Отримані експериментальні дані дають підстави стверджувати, що вплив короткочасної дії підвищеної температури (38±2 °C) призводив до посилення процесів ліпопероксидації у *A.*

*cylindrica* та *M. aeruginosa*, що свідчить про чутливість цих видів до дії даного стресового чинника. Встановлено, що короточасний тепловий шок практично не впливав на інтенсивність ПОЛ у *T. caudatum*. В той же час, у *Ph. autumnale f. uncinata* та *D. brasiliensis* цей абіотичний чинник викликав інгібування процесів ліпопероксидації. Отже, ці види характеризуються резистентністю до короточасної дії теплового шоку. Таким чином, характер реакції–відповіді досліджуваних водоростей на короточасний вплив підвищеної температури, сила цієї реакції, і її спрямованість залежить від їхніх видових особливостей, і може бути різною у видів в межах одного відділу.

1. Барінова С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Барінова, Л.А. Медведєва, О.В. Анисимова. — Телль–Авив, 2006. — 498 с.
2. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. I. Синьозелені водорості – Cyanophyta. Ч. 2., Клас гормогонієві — Hormogoniophyceae / Н. В. Кондратьєва. — К.: Наук. думка, 1968. — 523 с.
3. Демин И.Н. Участие Δ12-ацил-липидной десатуразы в формировании устойчивости растений картофеля к гипотермии: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук: спец. 03.01.05 “Физиол. и биохим. раст.” / И.Н. Демин. — М., 2010. — 25 с.
4. Капылова Л. В. Окислительный стресс в растительных клетках ячменя при совместном действии гипертермии и фитопатогенной инфекции / Л. В. Капылова, Л.М. Абрамчик, Л.Ф. Кабашникова / [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://www.elib.bsu.by/bitstream/123456789/32159/1>.
5. Кияк Н. Вплив абіотичних стресових факторів на інтенсивність ПОЛ і активність супероксиддисмутази у пагонах водного моху *Fontinalis antipyretica* Hedw. / Н. Кияк, І. Микієвич // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Біол. — 2010. — Вип. 53. — С. 181—187.
6. Колупасєв Ю.Є. Стресові реакції рослин (молекулярно-клітинний рівень) / Ю.Є. Колупасєв. — Харків: Харк. держ. аграрн. ун-т. — 2001. — 173 с.
7. Кордюм Е.Л. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях / [Е.Л. Кордюм, К.М. Сытник, В.В. Бараненко и др.]. — К.: Наук. думка, 2003. — 277 с.
8. Курганова Л.Н. Перекисное окисление липидов – одна из возможных компонент быстрой реакции на стресс / Л.Н. Курганова // СОЖ. — 2001. — № 6. — С. 76—78.
9. Методи фізіолого-біохімічного дослідження водоростей в гідробіологічній практиці / [Л.А. Сиренко, А.І. Сакевич, Л.Ф. Осипов и др.]. — К.: Наук. думка, 1975. — 247 с.
10. Нижник Т.П. Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів і активність антиоксидантних ферментів у листках картоплі за дії посухи та полістимуліну К / Т.П. Нижник, І.П. Григорюк, Л.М. Михальська // Укр. біохім. журн. — 2004. — Т. 76, № 1. — С. 130—135.
11. Пестова Е.Л. Влияние салициловой кислоты на состояние перекисного гомеостаза растений гороха при преадаптации к тепловому шоку: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук : спец. 03.00.12 “Физиол. и биохим. раст.” / Е.Л. Пестова. — Нижний Новгород, 2007. — 22 с.
12. Попов В.Н. Перекисное окисление липидов при низкотемпературной адаптации листьев и корней теплолюбивых растений табака / В. Н. Попов, О. В. Антипина, Т. И. Трунова // Физиол. раст. — 2010. — Т. 57, № 1. — С. 153—156.
13. Романова Л.А. Методы определения гидроперекисей липидов с помощью тиоцианата аммония / Л.А. Романова, И.Д. Стальная // Современные методы в биохимии. — М.: Медицина, 1977. — С. 64—66.
14. Россихіна-Галича Г. Компоненти прооксидантно-антиоксидантної системи вегетативних органів рослин кукурудзи як показники їх реакції на дію гербіцидів / Г. Россихіна-Галича // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Біол. — 2013. — Вип. 62. — С. 315—324.
15. Стальная И.Д. Метод определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот / И.Д. Стальная // Современные методы в биохимии. — М.: Медицина, 1977. — С. 63—64.
16. Стальная И.Д. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / И.Д. Стальная, Т.Г. Гаришвили // Современные методы в биохимии. — М.: Медицина, 1977. — С. 66—68.
17. Шевченко Т.Ф. Видовой состав водорослей фитоперифитона водохранилищ Днепровского каскада / Т.Ф. Шевченко // Гидробиол. журн. — 2007. — Т. 43, № 3. — С. 3—44.
18. Butow B. The synergistic effect of carbon concentration and high temperature on lipid peroxidation in *Peridinium gatunense* / B. Butow, D. Wynne, A. Sukenik // J. Plankton Res. — 1998. — Vol. 20. — P. 355—369.
19. Guy C. Metabolomics of temperature stress / [C. Guy, F. Kaplan, J. Kopka, D. Hincha] // Physiol. plant. — 2008. — 132. — P. 220—235.

20. Knight J.A. Chemical basis of the sulfo-phospho-vanilin reaction for estimating total serum lipids / J.A. Knight, Sh. Anderson, J.M. Rawle // *Clinical chemistry*. — 1972. — Vol. 18, № 3. — P. 199—202.
21. Rijstenbil J.W. Assessment of oxidative stress in the planktonic diatom *Thalassiosira pseudonana* in response to UVA and UVB radiation / J.W. Rijstenbil // *J. Plankton Res.* — 2002. — Vol. 24, № 12. — P. 1277—1288.

*И.Н. Незбрицкая, А.В. Курейшев, О.С. Потрохов, О.Г. Зиньковский*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

**ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННО ТЕПЛОВОГО ШОКА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЦАНОПРОКАРЫОТА И CHLOROPHYTA**

Исследовано влияние кратковременного теплового шока на активность процессов липопероксидации у некоторых представителей Cyanoprokaryota (*Anabaena cylindrica*, *Phormidium autumnale f. uncinata* и *Microcystis aeruginosa*) та Chlorophyta (*Tetraedron caudatum* и *Desmodesmus brasiliensis*). Установлено, что характер ответной реакции исследуемых водорослей на воздействие данного абиотического фактора зависит от их видовых особенностей. Показано, что наиболее чувствительной к кратковременному действию повышенной температуры (38±2 °C) оказалась водоросль *A. cylindrica*, а наиболее устойчивой – *Ph. autumnale f. uncinata*.

*Ключевые слова: Cyanoprokaryota, Chlorophyta, тепловой шок, перекисное окисление липидов*

*I.N. Nezbyrka, A.V. Kureyshevich, A.S. Potrokhov, O.G. Zinkovskyi*

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

**INFLUENCE OF SHORT-TERM HEAT SHOCK ON THE INTENSITY OF LIPID PEROXIDATION IN REPRESENTATIVES OF CYANOPROKARYOTA AND CHLOROPHYTA**

The influence of short-term heat stress on the intensity of lipid peroxidation processes in representatives of Cyanoprokaryota (*Anabaena cylindrica*, *Phormidium autumnale f. uncinata*, *Microcystis aeruginosa*) and Chlorophyta (*Tetraedron caudatum*, *Desmodesmus brasiliensis*) was studied. It has been shown that character of reaction of algae investigated on the influence of this abiotic factor depends on their species peculiarities. The most sensitive to short-term effect of high temperature (38±2 °C) was alga *A. cylindrica*, and the most resistant - *Ph. autumnale f. uncinata*.

*Keywords: Cyanoprokaryota, Chlorophyta, heat shock, lipid peroxidation*

Рекомендує до друку

Надійшла 10.01.2014

О.Б. Столяр

УДК 637.146.34

В.Г. ЮКАЛО, О.М. РИБАК

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя  
вул. Руська, 56, Тернопіль, 46001

**ЗНАЧЕННЯ ПЕПТИДАЗ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ  
У БІОТЕХНОЛОГІЯХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ**

В оглядовій статті узагальнено результати світових наукових досліджень щодо біохімічних властивостей пептидаз молочнокислих мікроорганізмів. Зазначено значимість процесу розщеплення пептидів до амінокислот у біотехнологіях молочних продуктів для формування якісних органолептичних показників. Наведено характеристику властивостей й специфічності пептидаз різних видів (амінопептидази, дипептидаз, трипептидаз, ендопептидаз, пролін-

імінопептидаз, пролідаз, проліназ та ін.), штамів молочнокислих мікроорганізмів, які їх продукують. Розглянуто експресію пептидаз у залежності від штамів мікроорганізмів та живильного середовища, яке було використано для їхнього росту.

*Ключові слова:* пептидаза, молочнокислі мікроорганізми, аміносполуки, сир, кисломолочні продукти

Під час виробництва і реалізації харчових продуктів та молочних, зокрема, органолептичні властивості (смак, запах, консистенція) готового продукту є одним з основних факторів, що гарантує високий рівень попиту серед споживачів. Особливий, характерний для кожного продукту смак і запах забезпечують різноманітні харчові речовини (білки, жири, вуглеводи) та продукти їхнього розпаду [1-4]. Значна кількість смако-ароматичних речовин у молочних продуктах утворюються у результаті протеолізу білків молока [1,2,5,6]. Зокрема, протеоліз активно відбувається під час виробництва кисломолочних продуктів (кефір, кумис, сир кисломолочний та ін.) і особливо інтенсивно – при виробництві твердих сирів, в основі визрівання яких є біохімічні зміни білків молока. Розщеплення білків і амінокислот ферментами молочнокислих й пропіоновокислих бактерій сприяє збагаченню молочних продуктів розчинними у воді азотовмісними та безазотними сполуками, у результаті продукт набуває необхідної консистенції, смаку і запаху [7-14].

Відомо, що протеоліз білків під дією молочнокислих мікроорганізмів відбувається поступово [1-3]. Спочатку паракапаказеїнфосфатний комплекс розпадається на розчинні у воді білкові речовини (високомолекулярні поліпептиди – альбуміни), потім на середньо- і низькомолекулярні поліпептиди (пептони, пептиди) і, нарешті, на амінокислоти. Одночасно проходить відщеплення амінокислот і низькомолекулярних пептидів від поліпептидів.

Слід зазначити, що особливості біохімічних перетворень на початкових етапах протеолізу у біотехнологіях молочних продуктів є предметом досліджень багатьох науковців як вітчизняних так і закордонних [13-17]. Однак на даний час, не існує систематизованих даних щодо дії ферментів молочнокислих мікроорганізмів на більш глибоких стадіях протеолізу – утворення амінокислот із пептидів, що і є визначальним у формуванні органолептичних властивостей молочних продуктів.

Виходячи із вищевикладеного, метою даної роботи є аналіз та узагальнення існуючої наукової інформації про особливості будови, умови утворення й біохімічні властивості пептидаз молочнокислих бактерій, які широко використовуються при виробництві молочних продуктів.

Пептидази – це ферменти класу гідролаз, які відщеплюють від молекул пептидів по одній амінокислоті з карбоксильного або амінного кінця. У науковій літературі існує багато робіт, присвячених будові, властивостям і специфічності пептидаз, основні результати яких систематизовані у таблиці.

У молочнокислих бактерій виявлено дві амінопептидази – *PepN* й *PepC*. Вивчення генів *PepN* у різних бактерій показало великий ступінь їх ідентичності [18]. Первинна структура *PepN* гомологічна до амінопептидази *N* у ссавців [19].

*PepN* може відщеплювати *N*-кінцеві амінокислоти у ди- і трипептидів. Проте дипептиди, в яких міститься залишок проліну в першому або другому положеннях, не розщеплюються *PepN*, тоді як такий зв'язок у трипептидах піддається гідролізу [20, 21]. *PepN* краще гідролізує дипептиди, у яких *N*-кінцевий амінокислотний залишок аргінін. Слабше гідролізуються дипептиди, які містять лізин і лейцин у першому положенні [22]. Активність ферменту зростає із підвищенням гідрофобності *C*-кінцевого амінокислотного залишку дипептиду *Arg-X*. *PepN* з *Lb. helveticus* має подібні властивості по відношенню до дипептидів *Ala-X* і *Lей-X* [20].

Пептидази молочнокислих бактерій

Назва ферменту	Субстрат	Штам бактерії	Молекулярна маса, кДа	Четвертинна структура	Тип пептидази <sup>1</sup>
Амінопептидази N PepN	X↓(X) <sub>n</sub>	<i>L. lactis ssp. cremoris</i> Wg2	95	мономер	М
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> MG1363	95		
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> HP	95		
		<i>Lb. casei ssp. casei</i> LGG	87	мономер	М
		<i>Lb. casei ssp. casei</i> IFPL731	95	мономер	М
		<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i> DSM7290	95	мономер	М
		<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> B14	95	мономер	М
		<i>Lb. helveticus</i> ITGL1	97	мономер	М
		<i>Lb. helveticus</i> SBT2171	95	мономер	М
		<i>Lb. sanfrancisco</i> CB1	75	мономер	М
<i>S. salivarius ssp. thermophilus</i> CNRZ302	97	мономер	М		
Амінопептидази C PepC	X↓(X) <sub>n</sub>	<i>L. lactis ssp. cremoris</i> AM2	50	гексамер	Ц
		<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i> DSM7290	51		Ц
		<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> B14	54	тетрамер	Ц
		<i>Lb. helveticus</i> CNRZ32	50		Ц
		<i>S. salivarius ssp. Thermophilus</i>	50	гексамер	Ц
Амінопеп-тидази A PepA		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> AM2	40	гексамер	М
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> MG1363	38		
		<i>S. salivarius ssp. Thermophilus</i>	45	октомер	М
Трипептидази PepT	X↓X-X	<i>L. lactis ssp. cremoris</i> Wg2	52	димер	М
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> AM2	52	димер	М
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> IMN-C12	23	тример	Ц
Трипептидази (некласифіковані)		<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> B14	38	димер	М
		<i>Lb. Sace</i>	55	мономер	М
		<i>Pedicoccus pentosaceus</i> K9.2.	45	димер	М
Дипептидази V PepV	X↓X	<i>L. lactis ssp. cremoris</i> Wg2	49	мономер	
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> MG1363	51		М
		<i>L. lactis biov. Diacetilactis</i>	50		М
		<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i> DSM7290	52		М
		<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> B14	51	мономер	М
		<i>Lb. helveticus</i> SBT2171	50	мономер	М
		<i>Lb. casei ssp. casei</i> IFPL731	46	мономер	М
		<i>Lb. sace</i>	50	мономер	М
<i>Lb. sanfrancisco</i> CB1	65	мономер	М		
Дипептидази D, PepD	X↓X	<i>Lb. helveticus</i> 53/7	54	октамер	Т
Пролідази Q PepQ	X↓Про	<i>L. lactis ssp. cremoris</i> AM2	42	мономер	М
		<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i> DSM7290	41		М
		<i>Lb. delbrueckii ssp. Bulgaricus</i>	41		М
		<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> CNRZ	41	димер	
		<i>Lb. casei ssp. casei</i> IFPL731	41	мономер	М
Пролінази R PepR	Про↓X	<i>Lb. helveticus</i> CNBZ32	33	тетрамер	С
		<i>Lb. Rhamnosus</i>	34		
		<i>Lb. curvatus</i> DPC2024	32	димер	

БІОХІМІЯ

Продовження таблиці					
Пролінази P PepP	X↓Про-(X)n	<i>L. lactis ssp. cremoris</i> NCDO763	43	мономер	М
		<i>L. lactis</i>	46		М
Пролінази L PepL		<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i> DSM7290	35		С
X-проліл-дипептидил-амінопептидаза PepX	X-Про↓(X)n	<i>L. lactis ssp. lactis</i> H1	83	димер	С
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> P-8-2-47	90		С
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> AM2	59	димер	С
		<i>L. lactis ssp. cremoris</i> nTR	88	димер	С
		<i>Lb. casei ssp. casei</i> LLG	79		С
		<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i> DSM7290	88		С
		<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> B14	95	димер	С
		<i>Lb. helveticus</i> 53/7	91	димер	С
		<i>Lb. helveticus</i> LHE-51	87		С
		<i>Lb. helveticus</i> CNRZ32	90		С
		<i>S. salivarius ssp. thermophilus</i> ACA-DC4	80	димер	С
Пролін-імінопептидази PepI	Про↓X-(X)n	<i>L. lactis ssp. cremoris</i> HP	50		М
		<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i> DSM7290	33		С
		<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> CNRZ	33		С
		<i>Lb. helveticus</i> 53/7	34	димер	С
Ендопептидази Pep E Pep G Pep O PepF1, PepF2		<i>Lb. helveticus</i> CNRZ32	52		Ц
		<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i> DSM7290	50		Ц
		<i>Lb. helveticus</i> CNRZ32	71		М
		<i>L. lactis</i>	71		М
		<i>L. lactis</i>	70		
Некласифіковані		<i>Lb. paracasei</i>	30	мультимер	М
		<i>L. lactis ssp. lactis</i> MG1363	70	мономер	М
		<i>L. lactis</i>	52	мультимер	М
		<i>L. lactis</i>	180	мультимер	М

<sup>1</sup>Примітка. М – металопептидаза; С – серинова; Ц – цистеїнова пептидаза.

У кількох роботах досліджувалась дія *PepN* на олігопептиди [21,22]. На прикладі використання як субстрату продуктів трипсинового гідролізату β-казеїну показано здатність *PepN* розщеплювати олігопептиди, які включають від 4 до 14 амінокислотних залишків. Дію очищеної *PepN* на пептиди типу Ліз-Фен-(Глі)<sub>n</sub> вивчали за співвідношенням  $V_{max}/K_m$  та встановлено, що оптимальним субстратом для *PepN* є гексапептид [22]. Амінопептидаза *N* з *Lb. helveticus* здатна гідролізувати пептиди, які містять до 10 амінокислот, причому, в першому положенні може бути залишок проліну. Також відомо, що фермент здатен відщеплювати кінцевий тирозин від фрагменту β-CNF193-209, який містить 16 амінокислотних залишків [23].

Регуляція експресії *PepN* у *L. lactis* залежить від штаму бактерій, а також від живильного середовища [18]. При рості лактококів у молоці активність *PepN* вища, ніж при рості на штучних живильних середовищах. Відомо, що дипептид Про-Лей знижує експресію *PepN* у *L. lactis* MG1363 [24]. Для з'ясування фізіологічної ролі пептидази *N* використовували мутанти *Lb. helveticus* і *L. lactis* з делецією гену *pepN* [23, 25]. Незначне зменшення росту на молочному середовищі виявлене у лактобацил, тоді як на штучному комплексному живильному середовищі різниці в їх рості не виявлено. Аналогічно ростуть мутанти і дикі штами *L. lactis* на штучному живильному середовищі, проте в молоці значно відстають у рості.

Амінопептидаза *C* (*PepC*) виділена з багатьох штамів лактобацил і лактококів [18, 26]. Використовуючи β-нафтіламідні (-βNAP) і пара-нітроанілідні (-pNA), встановлено значну активність *PepC* при розщепленні пептидних зв'язків, утворених основними (Арг, Гіс, Ліз), кислими (Глу, Асп), гідрофобними (Ала, Лей) і ароматичними (Фен) амінокислотами. При цьому не розривалися зв'язки, утворені проліном типу: Про-pNA, Про-βNAP, X-Про-pNA, X-Про-βNAP. Дії *PepC* на субстрат типу Глі<sub>n</sub> (n=2-5) має найвищу активність у розщепленні тетрапептидів. Структурне моделювання *PepC* з *L. lactis* показало, що до складу активного центру ферменту входять С-термінальні залишки і беруть участь у взаємодії α-карбоксихильної групи *PepC* і α-аміногрупи субстрату

[27]. Це ж підтверджено при дослідженні мутантів без *C*-термінального залишку *PepC*. Мутанти *L. lactis* з делецією гену *pepC* не відставали у рості в живильному середовищі, але у молоці зменшувалися на 10 % [25].

Амінопептидаза *A* (*PepA*) здатна відщеплювати кислі *N*-термінальні амінокислотні залишки, добре гідролізувати Глу- і Асп-рНА й значно менше Глу- і Асп-βНАР [28, 29]. *PepA* здатна відщеплювати *N*-термінальні Глу і Асп у пептидів різної величини (від 2 до 10 залишків). Мутанти *L. lactis*, у яких відсутня *PepA*, дещо відстають у рості під час лаг-фази, але у кінцевому варіанті досягають такої ж концентрації як і у диких штамів.

У штамів багатьох видів молочнокислих бактерій виявлена Х-проліл-дипептидил-амінопептидаза (*PepX*), що відщеплює дипептиди типу Х-Про з *N*-термінальної частини пептидів. Крім того, *PepX* проявляє амідазну і естеразну активність [30, 31]. Найвища активність *PepX* при розщепленні Х-Про-рНА субстратів, у яких *N*-термінальна амінокислота не заряджена (Ала, Глі) або основна (Арг). Відомо, що *PepX* не гідролізує дипептиди, але розщеплює пептиди, які містять від 3 до 7 амінокислотних залишків [30-32]. Дипептиди, які звільняються у результаті дії *PepX*, можуть містити в першому положенні залишки основних амінокислот (Арг, Гіс, Ліз), ароматичні (Фен, Тир) і гідрофобні (Ала, Іле, Вал, Глі) амінокислоти. Використовуючи фрагмент β-казеїну *f* 176-182 (Ліз-Ала-Вал-Про-Тир-Про-Глу), встановлено специфічність *PepX* до субстратів типу Х-Ала-(Х)<sub>n</sub> і одержано при розщепленні два дипептиди Ліз-Ала і Вал-Про [31, 32]. Крім того, *PepX* здатна гідролізувати субстрати типу Про-Про-(Х)<sub>n</sub>, але майже не розщеплює Х-Про-Про [33].

Крім амінопептидаз у молочнокислих бактерій виявлені дипептидази *PepD* і *PepV* [18, 34]. *PepD* володіє широкою специфічністю, проте не гідролізує АА-рНА, дипептиди, які містять пролінові залишки, і дипептиди з *N*-термінальними залишками гліцину. На відміну від *PepD*, пептидаза *PepV* є важливішою для росту молочнокислих бактерій. На прикладі *L. lactis* було показано, що штамми, в яких відсутня *PepV*, на 22 % відставали у рості [35].

Розповсюдженою у молочнокислих бактерій є пролін-імінопептидаза (*PepI*), що відщеплює *N*-термінальний залишок проліну в пептидів. [35, 37]. Каталітична тріада ферменту складається з Сер-107, Асп-246 і Гіс-273 [38]. Гідролітичну активність *PepI* проявляє до пептидів типу Про-Х, де Х може бути гідрофобним залишком (Ала, Іле, Лей, Вал), кислим (Глу) або ароматичним залишком (Фен, Тир). Використання в якості субстратів пептидів різної величини показало, що *PepI* і лактобацил і лактококів в основному відщеплює *N*-термінальний пролін в ди- і трипептидах (рідко у тетрапептидах, наприклад, Про-Фен-Глі-Ліз), але не у пентапептидах [36]. За своєю специфічністю *PepI* лактококів і лактобацил відрізняються між собою: *PepI* лактококів – металопептидаза, а *PepI* лактобацил – серинова. Відсутність пролін-імінопептидази у мутантів з делецією гену *PepI* не впливає на їх ріст у комплексних штучних живильних середовищах. Час подвоєння мікроорганізмів в молочному середовищі при цьому збільшується на 9 %.

Пептидаза, яка відщеплює *N*-термінальну амінокислоту, коли в другому положенні знаходиться залишок проліну – пролідаза (*PepQ*) [39, 40]. Пролідаза вважається ферментом, який гідролізує дипептид Х-Про. Проте не всі пролідази є дипептидазами, а також не всі субстрати типу Х-Про вони здатні гідролізувати. У першу чергу *PepQ* гідролізує дипептиди, в яких у першому положенні є залишки гідрофобних (Ала, Іле, Лей, Вал), основних (Гіс), ароматичних (Фен, Тир) і сірковмісних (Мет) амінокислот. Деякі пролідази виявляють не зовсім зрозумілу високу здатність розщеплювати пептиди без залишків проліну, або містили його у першому положенні (Про-Ала, Про-Про, Про-Вал). У молочному середовищі штамми *Lb. Helveticus*, дефіцитні по *PepQ*, розвивались на 13 % повільніше. Вивчення штамів бактерій, у яких нормально функціонує *PepQ*, і штамів без цього ферменту показали, що майже 100 % дипептидів Мет-Про, Лей-Про і Фен-Про гідролізується за участю *PepQ*.

Лише у лактококів *L. lactis* було виявлено оригінальну амінопептидазу *PepP*, яка звільняє *N*-термінальні амінокислоти з пептидів типу Х-Про-Про-(Y)<sub>n</sub> [41,42]. Найвищу активність *PepP* проявляла по відношенню до пентапептидів, які містять від 3 до 9 амінокислотних залишків. Встановлено специфічність *PepP* до наступних *N*-термінальних амінокислот (X): Арг, Мет, Ліз,

Лей і Тир. Різниця в швидкості росту в штучному і молочному середовищах у мутантів з делецією гену *PepP* і диких штамів *L. lactis* незначна.

Трипептидаза *PepT*, виділена з *L. lactis*, гідролізує трипептиди, крім пептидів типу X-Про-У. Вони не здатні гідролізувати ди-, тетра- або більші пептиди [43]. Інші трипептидази характеризуються більшою здатністю розщеплювати трипептиди із гідрофобними і ароматичними амінокислотними залишками [44, 45]. Фізіологічна роль *PepT* вивчена мало. Відомо тільки, що відсутність *PepT* у лактококів затримує їх ріст у молоці [25].

Пептидаза *PepO* розщеплює олігопептиди, які включають від 5 до 35 амінокислотних залишків [45, 46, 47]. Це Мет- і Лей-енкефаліни, фрагмент  $\alpha_{S1}$ -казеїну (f 165-199), брадікінін, нейротензин, ангіотензин. Подібно до термолізіну, *PepO* гідролізує пептидні зв'язки, утворені лейцином і фенілаланіном. Хоча *PepO* розщеплює ряд казеїнових фрагментів, нативні білки казеїнового комплексу гідролізу не піддаються. Ріст мутантів з делецією гену *pepO* і диких штамів *Lb. helveticus* досліджували на різних живильних середовищах [46]. Незначне відставання в рості спостерігали у мутантів *L.lactis* при використанні в якості живильного середовища молока [25].

Ще одна пептидаза (*PepF*), яка розщеплює олігопептиди виявлена лише у лактококів [48]. Причому у підвиді *L. lactis ssp. lactis* ген *pepF1* локалізований на хромосомі, а у *L. lactis ssp. cremoris* ген *pepF2*, який кодує гомологічну пептидазу, розміщений на лактозо-протеїназній плазміді [49]. *PepF* гідролізує олігопептиди, які включають від 5 до 17 амінокислотних залишків [48]. Найвищу розщеплюючу здатність *PepF* проявляє по відношенню до субстратів, що складаються з 8 або 9 залишків. У фрагменті АКТГ (f 1-24) *PepF* гідролізує три зв'язки, звільняючи пептиди від 3 до 5 залишків. Відсутність активності *PepF* до  $\beta$ -ланцюга інсуліну (30 залишків), глюкагону (29 залишків) і фрагменту АКТГ (f 1-24) дозволяє визначити межу розмірів субстратів (менше 24 залишків). Нативні білки казеїнового комплексу протеїнази *PepF* не розщеплює. Цей фермент відіграє важливу роль у процесах росту лактококів у молочному середовищі. У мутантів, дефіцитних за *PepF*, час генерації збільшується на 16 % [49].

Серед великої кількості різних за специфічністю пептидаз молочнокислих бактерій не було виявлено ні однієї з карбоксипептидазною активністю.

Питання локалізації пептидаз у клітинах молочнокислих бактерій від часу його виникнення зазнало змін. У ранніх роботах вказувалося про локалізацію їх на клітинних мембранах і навіть поза клітинами [50]. На сьогоднішній день більшість дослідників схиляються до думки про внутрішньоклітинну локалізацію всіх пептидаз молочнокислих бактерій [18, 33, 34, 39]. Доказами цього може бути відсутність сигнальних послідовностей та анкорних ділянок для фіксування на мембрані у всіх пептидаз, для яких була встановлена первинна структура. Крім цього, транспортна система олігопептидів молочнокислих бактерій може забезпечити проходження в клітину великих пептидів, що утворюються при протеолізі казеїну. При цьому немає необхідності розщеплення пептидів поза клітиною чи на клітинних мембранах.

## Висновки

На основі проведеного аналізу наукових джерел встановлено, що широковикористовувані у біотехнологіях молочних продуктів мікроорганізми здатні продукувати ряд пептидаз, які відіграють важливу роль у звільненні амінокислот із екзогенних пептидів. У більшості випадків мутанти, дефіцитні по кожній з пептидаз, не відрізняються у своєму рості від диких штамів молочнокислих бактерій в комплексних штучних живильних середовищах, а на молочному середовищі значно відставали у рості.

Рекомендовано у процесі підбору видового складу заквасок застосовувати систематизовані характеристики пептидаз тих чи інших мікроорганізмів з метою забезпечення якісних органолептичних показників молочних продуктів.

1. Гобатова К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова; под ред. К.К. Горбатова. — СПб.:ГИОРД, 2012. — 336 с.



2. Голуб Б. Протеоліз у про біотичних напоях, ферментованих біфідобактеріями / Богдан Голуб // Товари і ринки. — 2013. — № 2. — С. 100—107.
3. Макуян С.С. Изменения микрофлоры в сыре «Швейцарский», выработанном при двухстороннем прессовании / С.С. Макуян // Сыроделие и маслоделие. — 2012. — № 6. — С. 19—20.
4. Ножечкина Г.Н. Формирование органолептических показателей твердых сыров. Факторы созревания твердых сыров / Г.Н. Ножечкина // Молочная индустрия. — 2013. — № 1. — С. 28—30.
5. Орлюк Ю.Т. Дослідження протеолізу в сирі, що визріває за участі двох видів плісняви / Ю.Т. Орлюк, М.І. Степанищев // Наукові праці НУХТ. — 2013. — № 50. — С. 143—147.
6. Справочник технолога молочного производства. Том 3. Сыры. / В.В.Кузнецов, Г.Г.Шилер; под ред. Г.Г.Шилера. — СПб.: ГИОРД, 2003. — 512 с.
7. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Том 1. Цельномолочные продукты / Л. И. Степанова. — СПб.: ГИОРД, 1999. — 384 с.
8. A study of the substrate specificity of aminopeptidase N from *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* / G.W.Niven, S.A.Holder, P. Stroman // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* — 1995. — Vol. 43. — P. 91—97.
9. Ability of thermophilic lactic acid bacteria to produce aroma compounds from amino acids / S. Helinck, D. Le Bars, D. Moreau et al. // *Appl. Environ. Microbiol.* — 2004. — № 70. — P. 3855—3861.
10. Ardö Y. Flavour formation by amino acids catabolism / Y. Ardö // *Biotechnol. Adv.* — 2006. — № 24. — P. 238—242.
11. Baankreis R. Characterization of a peptidase from *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* HP that hydrolyses di- and tripeptides containing proline or hydrophobic residues as a amino-terminal amino acid / R.Baankreis, F.A. Exterkate // *Syst. Appl. Microbiol.* — 1991. — Vol. 14. — P 317—323.
12. Biochemical and genetic characterization of Pep F, an oligopeptidase from *Lactococcus lactis* / V.Monnet, M.Nardi, A. Chopin // *J. Biol. Chem.* — 1994. — Vol. 269. — P. 32070—32076.
13. Characterization of a prolidase from *Lactobacillus delbrückii* ssp. *bulgaricus* CNRZ 397 with an unusual regulation of biosynthesis / F.Morel, J.Frot-Coutaz, D. Aubel // *Microbiol.* — 1999. — Vol. 145. — P. 437—446.
14. Characterization of the recombinant exopeptidases PepX and PepN from *Lactobacillus helveticus* ATCC 12046 important for food protein hydrolysis / T Stressler, T. Eisele, M. Schlayer // *PLoS One.* — 2013. — Vol. 8(7). — e70055.
15. Chen Y.S. Genetic characterization and physiological role of endopeptidase O from *Lactobacillus helveticus* CNRZ 32 / Y.S.Chen, J.L.Steele // *Appl. Environ. Microbiol.* — 1998. — Vol. 64. — P. 3411—3415.
16. Christensen J.E. Characterization of peptidase-deficient *Lactobacillus helveticus* CNRZ 32 derivatives / J.E.Christensen, J.L. Steele // *Fifth Symposium on Lactic Acid Bacteria.* — Veldhoven, The Netherlands. — 1996. — P. 391—397.
17. Cloning of the pepX gene of *Lactobacillus helveticus* IF03809 encoding salt-tolerant X-prolyl dipeptidyl aminopeptidase and characterization of the enzyme / K. Kimura, A. Nagasawa, M. Fujii // *J Biosci Bioeng.* — 2002. — Vol. 93. — P. 589—594.
18. Degradation and debittering of a tryptic digest from  $\beta$ -casein by aminopeptidase N from *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* Wg 2 / P.S.T.Tan, T.A.Van Kessel, Van de Veerdonk // *Appl. Environ. Microbiol.* — 1993. — Vol. 59. — P. 1430—1436.
19. Duplication of pep F and shuffling of DNA fragments on the lactose plasmid of *Lactococcus lactis* / M.Nardi, P.Renault, V. Monnet // *J. Bacteriol.* — 1997. — Vol. 179. — P. 4164—4171.
20. Effect of kefir grains on proteolysis of major milk proteins / I.M. Ferreira, O. Pinho, D. Monteiro et al. // *J.Dairy Sci.* — 2010. — Vol. 93, Issue 1. — P. 27—31.
21. Enzymatic ability of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* to hydrolyze milk proteins: identification and characterization of endopeptidase O / C.Janer, F.Arighoni, B.H.Lee et al // *Appl Environ Microbiol.* — 2005. — Vol. 71. — P. 8460—8465.
22. Experimental evidence for the essential role of the C-terminal residue in the strict aminopeptidase activity of the thiol aminopeptidase Pep C a bacterial bleomycin hydrolase / L. Mata, M. Erra-Pujada, J.C. Gripon et al // *Biochem. J.* — 1997. — Vol. 328. — P. 343—347.
23. Expression of six peptidases from *Lactobacillus helveticus* in *Lactococcus lactis* / S. Luoma, K. Peltoniemi, V. Joutsjoki et al. // *Appl Environ Microbiol.* — 2001. — Vol. 67. — P. 1232—1238.
24. Fernández M. Amino acid catabolic pathways of lactic acid bacteria / M.Fernández, M.Zuniga // *Crit. Rev. Microbiol.* — 2006. — № 32. — P. 155—183.
25. Fitz G.R.J. Milk protein – derived peptide inhibitors of angiotensin-I-converting enzyme / G.R.J. Fitz, H. Meisel // *British. J. Nutrition.* — 2000. — Vol. 84. — P. 33—37.
26. Growth, survival, and peptidolytic activity of *Lactobacillus plantarum* I91 in a hard-cheese model / C.V. Bergamini, G.H. Peralta, M.M. Milesi et al. // *J. Dairy Sci.* — 2013. — Vol. 96, Issue 9. — P. 5465—5476.

27. *Hydrolysis of milk-derived bioactive peptides by cell-associated extracellular peptidases of Streptococcus thermophilus.* / Z. Hafeez, C. Cakir -Kiefer, J.M. Girardet et al. // Appl Microbiol Biotechnol. — 2013. — Vol. 97. — P. 9787—9799.
28. *Identification and characterization of Lactobacillus helveticus PepO<sub>2</sub>, an endopeptidase with post-proline specificity* / Y.S.Chen, J.E. Christensen, J.R.Broadbent et al. // Appl Environ Microbiol. — 2003. — Vol. 69. — P. 1276—1282.
29. *Introduction of peptidase genes from Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis into Lactococcus lactis and controlled expression* / U.Wegmann, J.R.Klein, I. Drumm et al. // Appl Environ Microbiol. — 1999. — Vol. 65(11). — P. 4729—33.
30. *Lactobacillus helveticus as a tool to change proteolysis and functionality in Swiss-type cheeses* / L. Sadat-Mekmene, R. Richoux, L. Aubert-Frogerais et al. // J.Dairy Sci. — 2013. — Vol. 96, Issue 3. — P. 1455—1470.
31. *Marilley L. Flavours of cheese products: Metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains* / L. Marilley, M.G.Casey // Int. J. Food Microbiol. — 2004. — № 90. — P. 139—159.
32. *Medium-dependet regulation of proteinase gene expresion in Lactococcus lactis: control of transcription initiation by specific dipeptides* / J.D.Marugg, W.Meijer, Van Kranenburg // J. Bacteriol — 1995. — Vol. 177. — P. 2982—2989.
33. *Mireau I. Multiple-peptidase mutants of Lactococcus lactis are severely impaired in their ability to grow in milk* / I.Mireau, E.R.S. Kunji, K.J. Leenhouts // J. Bacteriol. — 1996. — Vol. 178. — P. 2794—2803.
34. *Mistou M.Y. Catalytic properties of the cysteine aminopeptidase Pep C, a bacterial bleomycin hydrolase* / M.Y.Mistou, J.C.Gripon // Biochim. Biophys. Acta. — 1998. — Vol. 3. — P. 63—70.
35. *Nonstarter lactic acid bacteria volatiles produced using cheese components* / E. Sgarbi, C. Lazzi, G. Tabanelli et al.// J. Dairy Sci. — 2013. — Vol. 96, Issue 7. — P. 4223—4234.
36. *Rawlings N. D. Handbook of Proteolytic Enzymes* / N. D. Rawlings, A.J.Barrett, J. F. Woessner et al. — Elsevier, 2004. — 984 p.
37. *Peptidase activity in various species of dairy thermophilic lactobacilli* / M. Gatti, M.E. Fornasari, C.Lazzi //J Appl Microbiol. — 2004. — Vol. 96(2). — P. 223—229.
38. *Role of the microbial population on the flavor of the soft-bodied cheese Torta del Casar* / E.Ordiales, A.Martín, M. J. Benito, et al. // J. Dairy Sci. — 2013. — Vol. 96, Issue 9. — P. 5477—5486.
39. *Production, active staining and gas chromatography assay analysis of recombinant aminopeptidase P from Lactococcus lactis ssp. lactis DSM 20481* / T. Stressler, T. Eisele, M. Schlayer // AMB Express. — 2012. —doi: 10.1186/2191-0855-2-39.
40. *Rul F Presence of additional peptidases in Streptococcus thermophilus CNRZ 302 compared to Lactococcus lactis* / F.Rul, V. Monnet // J. Appl. Microbiol. — 1997. — Vol. 82(6). — P. 695—704.
41. *Purification and characterization of an aminopeptidase from Lactobacillus helveticus LHE-511* / H. Miyakawa, S. Kobayashi, S. Shimamura et al. // J. Dairy Sci. — 1992. — Vol. 75, № 1. — P. 27—35.
42. *Purification and characterization of an aminotripeptidase from cytoplasm of Lactococcus lactis subsp. cremoris AM2* / C.L.Bacon, M.Wilkinson, P.V. Jeninings // Int. Dairy J. — 1993. — Vol. 3. — P. 163—177.
43. *Purification and characterization of an aminotripeptidase from cytoplasm of Lactococcus lactis subsp. cremoris AM2* / C.L. Bacon, P.V. J ennings, I.N. Phaolain et al. // Int. Dairy. J. — 1994. — Vol. 4. — P. 503—519.
44. *Purification and characterization of aminopeptidase P from Lactococcus lactis subsp. cremoris* / M. Mc Donnell, R. Fitzgerald, I.N. Fhaoláin et al. // J Dairy Res. — 1997. — Vol. 64. — P. 399—407.
45. *Substrate specificity of a tripeptidase as a metalloenzyme purified from Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetyllactis ATCC 13675* / S.Mori, S.Sumino, T.Kasumi // J Biosci Bioeng. — 2002. — Vol. 93. — P. 360—366.
46. *Tan P.S.T. Characterization of the Lactococcus lactis pep N gene encoding an aminopeptidase homologous to mammalian aminopeptidase N* / P.S.T.Tan, J.J.Van Alen-Boerrigter, B.Poolman // FEBS Lett. — 1992. — Vol. 306. — P. 9—16.
47. *The prolyl aminopeptidase from lactobacillus delbruckii subsp. bulgaricus belongs to the alpha/beta hydrolase fold family* / F.Morel, C.Gilbert, C. Geourjon // Biochem. Biophys. Acta. — 1999. — Vol. 1429. — P. 501—505.
48. *Thomas T.D. Proteolytic enzymes of dairy starter cultures* / T.D.Thomas, G.Pritchard // FEMS Microbiology Reviews. —1987. — Vol. 46, № 3. — P. 245—268.
49. *Yang S.I Characterization of recombinant prolidase from Lactococcus lactis - changes in substrate specificity by metal cations, and allosteric behavior of the peptidase* / S.I Yang, T.Tanaka // FEBS J. — 2008. — Vol. 275. — P. 271—280.

*В.Г. Юкало, О.Н. Рыбак*

Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя, Украина

### ЗНАЧЕНИЕ ПЕПТИДАЗ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В БИОТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В обзорной статье обобщены результаты мировых научных исследований об биохимических свойств пептидаз молочнокислых микроорганизмов. Отмечено значимость процесса расщепления пептидов до аминокислот в биотехнологиях молочных продуктов для формирования качественных органолептических показателей. Приведена характеристика свойств и специфичности пептидаз различных видов (аминопептидаз, дипептидаз, трипептидаз, эндопептидаз, пролин-иминопептидаз, пролидаз, пролиназ и др.), штаммов молочнокислых микроорганизмов, которые их производят. Рассмотрено экспрессию пептидаз в зависимости от штаммов микроорганизмов и питательной среды их роста.

*Ключевые слова: пептидаза, молочнокислые микроорганизмы, аминоксоединения, сыр, кисломолочные продукты*

*V.G. Ukalo, O.N. Rybak*

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

### THE ROLE OF PEPTIDASES FROM LACTIC ACID BACTERIA IN DAIRY BIOTECHNOLOGIES

This review article summarizes the results of international research, which are related to biochemical characteristics of peptidases from lactic acid bacterias. The importance of peptides' proteolysis into amino acids to organoleptic property formation in dairy biotechnologies has been indicated. Properties and peculiarities of different peptidases (aminopeptidases, dipeptidases, tripeptidases, endopeptidases, proline-imiнопептидаз, prolidases, prolinases etc.) as well as strains of lactic acid bacteria, that produce them, have been described. We analyzed the peptidase expression depending on strains and culture medium used for their growth.

*Keywords: peptidase, lactic acid bacteria, aminocompound, cheese, fermented milk product*

Рекомендує до друку

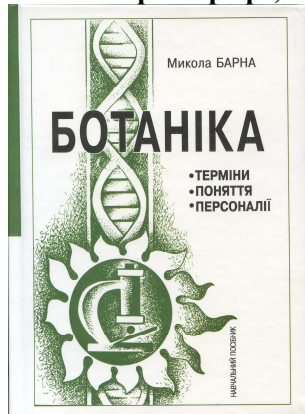
Надійшла 28.01.2014

О.Б. Столяр

## РЕЦЕНЗІЇ

### НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК З БОТАНІКИ

Барна М.М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії / М.М. Барна. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2013. — 360 с.: іл.



У тернопільському видавництві «Терно-граф» у 2013 році вийшло друком друге видання навчального посібника «Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії» відомого українського ботаніка, морфолога та цитоембріолога рослин, академіка Академії наук вищої школи України, доктора біологічних наук, професора кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, професора М.М. Барни. Зауважимо, що вища школа України отримала навчальний посібник, який, окрім першого його видання, в Україні раніше не видавався. Тому відрадно відмітити, що своїм листом № 1/11—9546 від 05. 06. 2013 р. Міністерство освіти і науки України надало навчальному посібнику Гриф «Рекомендовано як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів».

Навчальний посібник написаний за типом словника і містить близько 3000 термінів із різних галузей ботанічної науки, найуживаніші терміни з декоративної дендрології, ландшафтного дизайну та ландшафтною архітектури, мікології, вірусології, генетики, селекції насінництва, екології та охорони рослинного світу. Окрім того, в навчальному посібнику поміщені 42 біографічні статті українських і зарубіжних учених-ботаніків зі світлинами, в яких розкривається їх внесок у розвиток ботанічної науки. Подано етимологічні дані про всі іншомовні терміни. Виходячи з цього, актуальність видання навчального посібника і його важливість для вищих навчальних закладів України цілком очевидна.

У структурному відношенні навчальний посібник містить: передмову, вступ, умовні скорочення, терміни та поняття, персоналії, перелік скорочених прізвищ у латинській транскрипції, літературу, українсько-латинський алфавітний покажчик видів і вищих таксономічних одиниць, іменний покажчик.

У передмові досить обширно автор мотивує необхідність перевидання навчального посібника. У період, що минув після першого видання навчального посібника (1997 р.), чимало досягнуто в галузі природничої термінології. Низка біологів у широкому значенні цього слова і насамперед ботаніків і екологів запровадила до широкого обігу нові терміни. Це насамперед стосується праць Ю. Ю. Туниці, В. П. Гандзюри, В. В. Грубінка, М. А. Голубця, С. М. Стойка, С. Я. Кондратюка і В. Г. Мартиненка, В. І. Чопика та ін., які є авторами монографій, словників, навчальних посібників та наукових статей.

У другому виданні розширені поняття таких термінів: Адвентивні рослини, Архегоніальні рослини, Багатогнізда зав'язь, Ботаніка, Брунька, Вакуолі, Клітина, Мікроскопія, Пелюстки, Подвійне запліднення, Тканини, Сережка та ін. Окрім того, введені нові ботанічні терміни, які відсутні в першому виданні: Акліматизація, Акропетальний тип формування листової пластинки, Ареал біоценотичний, А. едафічний, А. екологічний, Васкуляризація, Видозмінені листки, Ліхеноіндикація, Закон гомологічних рядів, Національний природний парк, Фаза відмирання, Фаза диференціації, Фаза ембріональна та ін., а також нові загальнобіологічні, екологічні та терміни з охорони довкілля: Екологічна Конституція Землі, Середо-

вищезнавство (інвайронментологія), Третинний період, Шкодочинність та ін. Розширенні вжиті у першому виданні навчального посібника такі терміни: Водорості (*Algae*), Голонасінні, або Пінофіти (*Gymnospermae sive Pinophyta*), Лишайники (*Lichenophyta, Lichenes*), Мохоподібні, або Бріофіти (*Bryophyta*), Клітина (лат. *cellula*, грец. *kýtos*), Тканини (лат. *téxtus*, грец. *histós*) та ін.

Позитивним на нашу думку є те, що у другому виданні навчального посібника розділ «Персоналії» значно розширений і доповнений статтями про життя та діяльність українських учених у галузі ботаніки, геосозології, фітоценології тощо. У сучасний період розвитку України автор аналізує життя та діяльність визначних українських учених, а також підводить до думки про необхідність переосмислення ролі та вивчення талановитих особистостей, які здійснили значний внесок у розвиток біологічної, у т. ч. й ботанічної науки. Автор зазначає, що оскільки імена таких учених, як А. С. Лазаренко, В. І. Липський, А. О. Сапегін та ін., протягом тривалого часу замовчувалися, необхідно не лише їх відродити, але й визначити для кожного з них своє певне місце в історії ботанічної науки України. Це є необхідним не тільки вшанувати минуле, а й передумовою подальшого успішного утвердження нинішніх славетних українських учених-ботаніків, котрі своїми працями збагатили не лише українську, а й світову ботанічну науку. Тому автор в цьому розділі помістив статті про таких відомих українських природодослідників і ботаніків як І. Г. Верхратський, О. Д. Вісюліна, Б. В. Заверуха, А. С. Лазаренко, К. А. Малиновський, М. І. Котов, В. Г. Хржановський, які були відсутні в першому виданні. Для написання нових статей про видатних ботаніків сучасності (академіків НАН України М. А. Голубця, А. М. Гродзинського, К. М. Ситника, Ю. Р. Шеляга-Сосонка, члена-кореспондента НАН України Є. М. Кондратюка, докторів біологічних наук, професорів С. М. Стойка, В. І. Чопика) автор використав матеріали із фахових наукових журналів: «Український ботанічний журнал», «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія», а також з Інтернет-сторінки. Порівняно з першим виданням значно розширені статті: Бессер (Besser) Віллібальд Готлібович, Липський Володимир Іполитович, Навашин Сергій Гаврилович, Погребняк Петро Степанович та ін.

Поряд з наведеним великим фактичним, науковим і необхідним матеріалом, у тексті навчального посібника мають місце окремі граматичні та стилістичні неточності, які нічуть не знижують наукового та навчального значення посібника. Без сумніву, рецензований навчальний посібник «Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії» буде корисним викладачам, аспірантам, магістрантам, студентам вищих навчальних закладів. Окрім того, він знадобиться науковцям, екологам, вчителям біології середніх навчальних закладів, а також всім, хто цікавиться ботанікою та історією її розвитку.

На завершення хочемо побажати автору навчального посібника «Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії» — професору Миколі Миколайовичу Барні подальших творчих успіхів у науково-дослідній роботі, у виданні монографій, підготовці нових навчальних посібників і підручників, у навчально-виховному процесі щодо підготовки висококваліфікованих фахівців біології, необхідних для системи освіти і науки України.

В. І. Парпан  
Л. С. Барна  
Н. В. Герц

## 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 (кегель – 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	<p>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).</p> <p>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).</p> <p>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).</p> <p>4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. — Львів : Кальварія, 2005. — 196, [1] с. — (Першотвір).</p>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Два автори</p>	<p>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).</p> <p>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).</p> <p>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.</p>
<p>Три автори</p>	<p>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.</p>
<p>Чотири автори</p>	<p>1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. — К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2006. — 106 с. — (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи).</p> <p>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).</p>
<p>П'ять і більше авторів</p>	<p>1. Психология менеджмента / [ Власов П. К., Липницкий А. В., Луцких И. М и др.]; под ред. Г. С. Никифорова. — [3-е изд.]. — Х. : Гуманитар. центр. 2007.— 510 с.</p> <p>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).</p>
<p>Без автора</p>	<p>1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. — К. : Грані-Т, 2007. — 119 с. — (Грані світу).</p> <p>2. Воскресіння мертвих : українська барокова драма : антологія / [упорядкув., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. — К.: Грамота, 2007. — 638, [1] с.</p> <p>3. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця ХІХ — початку ХХ століття : [антологія / упоряд.: Л. Таран, О. Лагутенко]. — К.: Грані-Т, 2007. — 190, [1] с.</p> <p>4. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук. ред. Каліущенко В. та ін.]. — Чернівці : Рута, 2007. — 310 с.</p>



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Багатотомний документ</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>3. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни...: (Дочь врага народа): трилогия / А. Дарова. — Одесса : Астропринт, 2006.— (Сочинения : в 8 кн. /А. Дарова; кн. 4).</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> </ol>
<p>Матеріали конференцій, з'їздів</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>3. Матеріали ІХ з'їзду Асоціації українських банків. 30 червня 2000 р. інформ. бюл. — К. : Асоц. укр. банків, 2000. — 117 с. — (Спецвип.: 10 років АУБ).</li> <li>4. Оцінка й обґрунтування 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).</li> <li>5. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. —Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. — 215 с.</li> <li>6. Ризикологія в економіці та підприємстві : 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.</li> </ol>
<p>Препринти</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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).</li> <li>2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б. М. — Чернобыль: Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. — 7. [1] с. — (Препринт / НАН України. Ін-т пробл. безпеки АЕС: 06-1).</li> </ol>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Депоновані наукові праці</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Социологическое исследование малых групп населения / В. И. Иванов [и др]; М-во образования Рос. Федерации. Финансовая академия.- М., 2002. — 110 с. — Деп. в ВИНТИ 13.06.02. № 145432.</li> <li>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.</li> </ol>
<p>Словники</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. А.]. — Х. : Халімон, 2006. — 175, [1] с.</li> <li>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.</li> <li>3. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. — К. : Карпенко, 2007. — 219 с.</li> <li>4. Європейський Союз : словник-довідник / [ред.-упоряд. М. Марченко]. — 2-ге вид., оновл. — К. : К.І.С., 2006. — 138 с.</li> </ol>
<p>Атласи</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. — Х.: Ранок, 2005. — 96 с.</li> </ol>
<p>Законодавчі та нормативні документи</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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).</li> <li>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).</li> <li>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).</li> </ol>
<p>Стандарти</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик 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).</li> <li>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).</li> <li>3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірального 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).</li> </ol>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Каталоги	<p>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").</p> <p>Т. 5. — 2007 — 264 с.</p> <p>Т. 6.— 2007. — 277 с.</p> <p>2. Памятки історії та мистецтва Львівської області : каталог-довідник / [авт.-упоряд. М. Зобків та ін.]. — Львів : Новий час, 2003. — 160 с.</p> <p>3. Університетська книга : осінь, 2003 : [каталог]. — [Суми : Унів. кн., 2003]. —11 с.</p> <p>4. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П. — Донецк: Лебедь, 2005. — 228 с.</p>
Бібліографічні покажчики	<p>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.</p> <p>2. Систематизований покажчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997—2005 роки /[уклад. Кириш Б. О., Потлань О. С]. — Львів : Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2006. — 11с. — (Серія: Бібліографічні довідники ; вип. 2).</p>
Дисертації	<p>1. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси: дис. ... доктора фіз.- мат, наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. — К., 2005. — 276 с.</p>
Автореферати дисертацій	<p>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</p> <p>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.</p>
Авторські свідоцтва	<p>1. А. с. 1007970 СССР, МКИ<sup>3</sup> 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.</p>
Патенти	<p>1. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 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.).</p>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Частина книги періодичного, продовжаного видання</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень/ Тетяна Грінчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. — 2006. — № 6 — С. 14—17.</li> <li>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.</li> <li>4. Ма Шуїн. Проблеми психологічної підготовки в системі фізкультурної освіти / Ма Шуїн // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 5. — С. 12—14.</li> <li>5. Регіональні особливості смертності населення України / Л А. Чепелевська, Р. О. Мойсєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. — 2007. — № 1.— С. 25—29.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> </ol>
<p>Електронні ресурси</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. мед. вузів III—IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чусв — 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.</li> <li>2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за даними 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.</li> <li>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. : <a href="http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm">http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm</a>.</li> </ol>

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

Материали 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.:

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

---

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 кафедрі 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

- Арсан О.М.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу екотоксикології Інституту гідробіології НАН України (ІГ НАНУ).
- Барна Л.С.** — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії і методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ).
- Бучацький Л.П.** — доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник Київського національного університету імені Тараса Шевченка (КНУ).
- Васильковська І.Б.** — ветеринарний лікар Київського зоопарку.
- Влізло В.В.** — доктор ветеринарних наук, професор, академік НААН, директор Інституту біології тварин НААН.
- Воробець Н.М.** — доктор біологічних наук, професор кафедри фармакогнозії і ботаніки Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.
- Гаврилова І.П.** — директор приватної ветеринарної лабораторії ТОВ «Бальд».
- Герц Н.В.** — кандидат біологічних наук, викладач кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Гопаненко О. О.** — аспірант Інституту сільського господарства Карпатського регіону.
- Горбатюк Л.О.** — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Грубінко В.В.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Грюк І.Б.** — кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування Рівненського державного гуманітарного університету.
- Гудков Д.І.** — доктор біологічних наук, завідувач відділу прісноводної радіоекології ІГ НАНУ.
- Гуменюк Г.Б.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Євтушенко М.Ю.** — член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри гідробіології Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Зіньковський О.Г.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник ІГ НАНУ.
- Йосипів М.І.** — студентка II курсу Івано-Франківського національного медичного університету.
- Каглян Н.М.** — інженер I категорії відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Каленіченко К.П.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник ІГ НАНУ.
- Корінчак Л.М.** — викладач кафедри валеології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.
- Кукля І.Г.** — молодший науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Курейшевич А.В.** — доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник відділу екологічної фізіології водяних рослин ІГ НАНУ.
- Лисогор Л.П.** — асистент Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет».
- Лінчук М.І.** — молодший науковий співробітник ІГ НАНУ.
- Майстренко М.І.** — аспірант КНУ.



- Наконечна С.П.** — асистент кафедри гістології і ембріології Івано–Франківського національного медичного університету.
- Незбрицька І.М.** — аспірантка ІГ НАНУ.
- Парпан В. І.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
- Пасічна О.О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Причепя М.В.** — аспірант ІГ НАНУ.
- Потрохов О.С.** — доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділом біології відтворення риб ІГ НАНУ.
- Рибак О.М.** — кандидат технічних наук, доцент кафедри харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені І. Пулюя (ТНТУ).
- Римар В.І.** — науковий співробітник приватної ветеринарної лабораторії ТОВ «Бальд».
- Рівів Й.Ф.** — доктор сільськогосподарських наук, головний науковий співробітник лабораторії агроекології Інституту сільського господарства Карпатського регіону.
- Романишин Г.М.** — аспірант ІГ НАНУ.
- Рудь Ю.П.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник КНУ.
- Савлучинська М.О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Ситник Ю.М.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Стадниченко А.П.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології Житомирського державного університету імені Івана Франка.
- Стефурак В. П.** — доктор біологічних наук, професор кафедри медичної біології і генетики Івано–Франківського національного медичного університету.
- Суходольська І.Л.** — аспірантка кафедри загальної біології ТНПУ.
- Хлисту́н Н.Я.** — кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри «Екологія і право» Чернівецького факультету Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».
- Цимбал Т.Г.** — магістрант кафедри екології і права Чернівецького факультету НТУ «ХПУ».
- Шевцова Н.Л.** — кандидат біологічних наук, СНС відділу прісноводної радіоекології ІГ НАНУ.
- Шерело А. Г.** — аспірантка кафедри гідробіології Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Юкало В.Г.** — доктор біологічних наук, професор кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ.
- Явнюк А.А.** — аспірант Національного авіаційного університету.
- Якушин В.М.** — доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, зав. відділом екології водоймищ ІГ НАНУ.



---

Здано до складання 4.03.2014. Підписано до друку 13.03.2014. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.  
Умовних друкованих аркушів — 9.2. Обліково-видавничих аркушів — 11.1. Замовлення № 25.  
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.

---