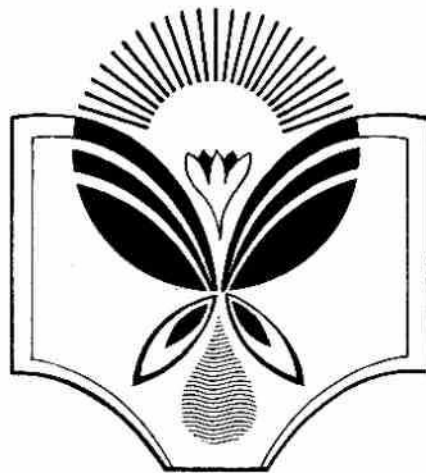




# Наукові записки

**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. — 2013. — № 3 (56). — 138 с.

*Друкується за рішенням вченої ради  
Тернопільського національного педагогічного університету  
ім. Володимира Гнатюка  
від 30.08.2013 р. (протокол № 1)*

**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>В. О. Хоменчук</b>	кандидат біологічних наук, доцент ( <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

<b>БОТАНІКА</b> .....	<b>5</b>
С.В. ГАПОН РІДКІСНІ ТА ЗНИКАЮЧІ ВИДИ МОХОПОДІБНИХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ .....	5
Н.В. ГЕРЦ ОСОБЛИВОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ БРУНЬОК І ПАГОНІВ У ВИДІВ РОДУ <i>ACER</i> L. 10	
А.М. ГУРА, В.І. ЧОПИК ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНИКАЮЧИХ ВИДІВ РОСЛИН НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ .....	18
Л.Г. ЛЮБІНСЬКА ДИНАМІКА І АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ РОСЛИННОСТІ НПП «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ» .....	23
<b>БІОТЕХНОЛОГІЯ</b> .....	<b>28</b>
Г.М. ГОЛІНЕЙ, В.І. КВАША ВПЛИВ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗЕРНОСУМІШЕЙ З БАЛАНСУЮЧОЮ МІКРОМІНЕРАЛЬНОЮ ДОБАВКОЮ (БММД-1) НА ДЕЯКІ ГІСТОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОРГАНІВ СВИНЕЙ .....	28
Н.Б. КРАВЕЦЬ, Г.І. БОРИС, Л.Р. ГРИЦАК, О.Ю. МАЙОРОВА, Н.М. ДРОБИК РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ <i>GENTIANA LUTEA</i> L. IN VITRO .....	31
<b>ГІДРОБІОЛОГІЯ</b> .....	<b>38</b>
Е.А. ВОДЯСОВА НОВИЙ МОРФОЛОГІЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА НЕОДНОРОДНИХ СКОПЛЕНИЙ ХАМСЫ .....	38
О.А. ДАВИДОВ, Д.П. ЛАРІОНОВА СЕЗОННА ДИНАМІКА КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ <i>VASCILLARIOPHYTA</i> МІКРОФІТОБЕНТОСУ УРБАНІЗОВАНОЇ ВОДОЙМИ .....	42
О.О. КРАВЧЕНКО, В.І. МАКСІН, Н.І. ВОВК АНТИБАКТЕРІАЛЬНА ДІЯ НАНОАКВАЦИТРАТІВ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО АЕРОМОНОЗУ РИБ .....	45
І.М. КУРБАТОВА, О.О. СМОЛЕНСЬКИЙ ХАРАКТЕРИСТИКА АМІНІВ, ШЛЯХИ НАДХОДЖЕННЯ У СЕРЕДОВИЩЕ ТА ТОКСИЧНА ДІЯ .....	49
І.М. КУРБАТОВА, В.В. ЦЕДИК, Н.П. СВИРИДЕНКО РОЗВИТОК ІКРИ ТА ВИЖИВАННЯ ЕМБРІОНІВ КОРОПА ЗА ДІЇ НОНДРАЛОНУ .....	53
О.О. ЛИСАК, С.М. ГАРІНА, П.Г. ШЕВЧЕНКО ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІХТІОЛОГІЇ І РИБНИЦТВІ .....	56
О. М. ЛЕТИЦЬКА, С.О. АФАНАСЬЄВ, О.О. ГОЛУБ, О.П. КИРИЛЮК ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ІКВА ТА ОЦІНКА ЙОГО СТАНУ .....	61
Н.М. МАТВІЄНКО МОНІТОРИНГ ВІРУСНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ РИБ У РИБОГОСПОДАРСЬКИХ ВОДОЙМАХ УКРАЇНИ .....	67
О.Б. МЕХЕД ВМІСТ НУКЛЕЇНОВИХ КИСЛОТ В ОРГАНАХ ТА ТКАНИНАХ КОРОПІВ В РІЗНИХ УМОВАХ УТРИМАННЯ .....	73
О.І. ПРОКОПЧУК, В.В. ГРУБІНКО ФОСФАТИ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ .....	78

## ЗМІСТ

Д.С. ХРИСТЕНКО, Г.О. КОТОВСЬКА ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ОКУНЯ РІЧКОВОГО ( <i>PERCA FLUVIATILIS L.</i> ) У СПЕЦІАЛЬНИХ ТОВАРНИХ РИБНИХ ГОСПОДАРСТВАХ УКРАЇНИ .....	86
<b>ЕКОЛОГІЯ</b> .....	<b>92</b>
О.В. ГУЛАЙ ЕКОЛОГІЧНІ ЗВ'ЯЗКИ ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ З ПРЕДСТАВНИКАМИ РОДИНИ <i>ROTAMOGETON</i> .....	92
Л.А. ДАНКЕВИЧ, О.М. ЗАХАРОВА, В.П. ПАТИКА, М.Д. МЕЛЬНИЧУК ГЕНЕТИЧНЕ ПРОФІЛЮВАННЯ БАКТЕРІЙ РОДУ <i>PSEUDOMONAS</i> , ЩО УРАЖУЮТЬ РІПАК, ЗА ДОПОМОГОЮ RER-ПЛР .....	95
О.О. ХОДАНЦЬКА, В.Г. КУР'ЯТА ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ВМІСТ АЗОТУ, ФОСФОРУ ТА КАЛІЮ У РОСЛИНАХ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО .....	102
<b>БІОХІМІЯ</b> .....	<b>109</b>
А.В. ЮКАЛО ХРОМАТОГРАФІЧНІ І ЕЛЕКТРОФОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КАЗЕЇНОВИХ ФРАКЦІЙ .....	109
В.Г. ЮКАЛО, Р.А. ТКАЧУК УТВОРЕННЯ ІНГІБІТОРІВ АНГІОТЕНЗИН ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНОГО ЕНЗИМУ В ПРОЦЕСІ ПРОТЕОЛІЗУ A <sub>S1</sub> -КАЗЕЇНУ ПРОТЕАЗАМИ ЛАКТОКОКІВ <i>L. LACTIS SSP. CREMORIS</i> .....	113
<b>ОГЛЯДИ</b> .....	<b>119</b>
М.О. САВЛУЧИНСЬКА, Л.О. ГОРБАТЮК, О.М. ПЛАТОНОВ, О.О. ПАСІЧНА, С.П. БУРМІСТРЕНКО, І.Г. КУКЛЯ, Н.М. КАГЛЯН, О.М. АРСАН ФОСФОР МІЙНИХ ЗАСОБІВ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ВОДЯНІ ОРГАНІЗМИ (ОГЛЯД) .....	119
<b>РЕЦЕНЗІЇ</b> .....	<b>126</b>
ЗАГАЛЬНІ ЗАСАДИ ЕВОЛЮЦІЙНОГО ВЧЕННЯ .....	126
<b>ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ</b> .....	<b>128</b>
ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ БІОТЕХНОЛОГ КОРМІВ І ГОДІВЛІ ТВАРИН, ЗООЛОГ, ТЕРІОЛОГ, ЕВОЛЮЦІОНІСТ (до 70-річчя від дня народження професора В.І. Кваші) .....	128
<b>АВТОРИ НОМЕРА</b> .....	<b>135</b>

# БОТАНІКА

УДК 582.32 (292.485)(477)

С.В. ГАПОН

Полтавський національний педагогічний університет ім. В.Г. Короленка  
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36003, Україна

## **РІДКІСНІ ТА ЗНИКАЮЧІ ВИДИ МОХОПОДІБНИХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

---

Охарактеризовано результати созологічних досліджень Лісостепу України. У межах регіону виявлені рідкісні та зникаючі види мохоподібних, які розподілені за категоріями рідкисності на чотири групи: зниклі та ймовірно зниклі види; види, занесені до Червоної книги України; мохоподібні, рідкісні в межах рівнинної частини України та регіонально рідкісні. Для кожної групи виявлених мохоподібних наведено їх перелік, екологічна приуроченість та особливості поширення.

*Ключеві слова:* мохоподібні, Лісостеп України, рідкісні та зникаючі види, Червона книга України

Підвищення антропогенного тиску на природні екосистеми зумовлює появу в них необоротних змін, що відбиваються і на скороченні гено- та ценофонду. Яскравим прикладом таких явищ є зникнення окремих видів або перехід їх до категорії рідкісних та зникаючих, зниження чисельності їх популяцій, зміна структури останніх та ін. Незважаючи на те, що мохоподібні, на відміну від інших вищих рослин, масово не використовуються безпосередньо, все ж вони також піддаються знищенню. Відчутну роль у цьому відіграють процеси руйнування екотопів, місцезростань, адже бріофіти в силу своїх специфічних еколого-біологічних особливостей тісно пов'язані з ними. Збіднення бріофлори проявляється як в зникненні окремих видів з певних територій, так і скороченні ареалів багатьох видів, зниженні чисельності особин в популяціях. Дослідження бріофлори будь-якого регіону є неповним без вивчення її созологічних аспектів [9, 14 та ін.]. Розробка теоретичних основ охорони мохоподібних неможлива без виявлення в будь-якому регіоні рідкісних та зникаючих видів, встановлення категорії їх рідкисності. Як свідчить аналіз літератури [25] основними напрямками охорони мохоподібних є наступні: 1) складання списків рідкісних та зникаючих видів; 2) нанесення на картах місцезнаходжень таких видів; 3) виявлення представленості рідкісних та зникаючих видів в природно-заповідних об'єктах; 4) виявлення не охоронюваних територій, на яких зростають рідкісні та зникаючі види.

Першочерговим завданням созологічних досліджень є складання списків рідкісних та зникаючих видів. У сучасних бріологічних дослідженнях виділяються групи раритетних видів на різних рівнях [12]. Тому метою нашої роботи є аналіз созологічних особливостей флори мохоподібних Лісостепу України, встановлення рідкісних та зникаючих видів, розподіл їх за категоріями рідкисності.

### **Матеріал і методи досліджень**

Аналіз созологічних аспектів бріофлори Лісостепу України ґрунтувався на виявленні кількості місцезнаходжень мохоподібних у межах регіону та України в цілому, давності та кількості їх знахідок, особливостей поширення видів. До уваги були взяті літературні відомості, гербарні

дані та оригінальні збори. Всього переглянуто понад 1600 зразків мохоподібних. Назви мохоподібних наведено за «Чеклістом мохоподібних України» [10].

### Результати досліджень та їх обговорення

У результаті наших досліджень складено список видів та розподілено їх за чотирма категоріями рідкісності. До першої категорії відносяться зниклі та ймовірно зниклі види, останні повідомлення про знахідки яких в межах досліджуваного регіону датуються кінцем XIX та початком (30-40 роки) XX століття. Можливо при подальших дослідженнях вони можуть бути знайдені. Тому із загального флористичного списку мохоподібних Лісостепу України ми їх не виключаємо. Друга група об'єднує види, занесені до Червоної книги України [30]. До третьої групи відносимо мохоподібні, які є рідкісними в межах рівнинної частини України. Четверта група об'єднує регіонально рідкісні види, знахідки яких датуються різним часом, але відомі в межах регіону не більше як з 1-3 місцезнаходжень. На нашу думку така диференціація у виділенні рідкісних та зникаючих видів дозволить деталізувати шляхи їх можливої охорони.

До першої групи відносимо печіночники: *Trichocolea tomentella* (Ehrh.) Dumort., *Scapania nemorosa* (L.) Grolle (останні повідомлення 1916 рік [2]), сфагни: *Sphagnum inundatum* Russow, *S. papillosum* Lindb. [21, 28], мохи: *Pleuridium acuminatum* Lindb. [1, 26], *Dicranoweisia cirrata* Lindb. [1], *Dicranella rufescens* (Dicks.) Schimp. [26], *Pterygoneurum lamellatum* (Lindb.) Jur. [22], *Tortula cuneifolia* (Dicks.) Turn. [1], *Ulota crispula* Bruch ex Brid. [22], *Neckera crispa* Hedw. [31].

До цієї ж групи відносимо бріофіти, переважно зборів Б.Є. Балковського та О.О. Савостьянова (всього 7 видів), відомі з 40-х років XX ст. Так, *Dicranodontium denudatum* (Brid.) Britton наводився для регіону двічі [1, 3]. Єдину знахідку в регіоні дослідження мають *Seligeria donniana* (Sm.) H. Mull. [3], *Orthotrichum gymnostomum* Bruch ex Brid. [4], *Haplocladium microphyllum* (Hedw.) Broth. [5]. Дві-три давні знахідки мають *Philonotis marchica* (Hedw.) Brid. [5, 22], *Cirriphyllum crassinervium* (Taylor) Loeske & Fleisch. [22, 31].

До Червоної книги України [30]. в межах регіону, відноситься 5 видів різної екології та природоохоронного статусу. Три види мохоподібних *Hennediella heimii* (Hedw.) Zander, *Tortula randii* (Kenn.) Zander, *Conardia compacta* (Drumm. ex Mull. Hal.) H. Robins. виявлені в реліктовому комплексі пам'ятки природи «Тясминський каньйон» [22, 23, 30]. *Hennediella heimii* є раритетним видом з диз'юнктивним ареалом, відомий на Україні з двох місцезростань (Львівська та Черкаська обл.). *Tortula randii* – європейсько-північно-американський вид з диз'юнктивним ареалом. Крім «Тясминського каньйону» на Правобережжі регіону, виявлений нами і на Лівобережжі з трьох місцезростань [18]. *Conardia compacta* – реліктовий вид дніпровського зледеніння, відомий на Україні не лише з «Тясминського каньйону», а і околиць м. Хотин Чернівецької обл. [22, 23, 30]. Всі вищеназвані бріофіти мають один і той же природоохоронний статус – рідкісних видів.

*Meesia triquetra* (L. ex Jolycl.) Angstr. – є реліктовим видом льодовикового періоду, має природоохоронний статус – зникаючого. Подається з Українських Карпат, Розточчя, Полісся, Правобережного Лісостепу [30]. Але, як зауважує В.М. Вірченко [30], багато місцезростань на сьогодні знищено, в тому числі і з околиць міст Києва, Львова. Чисельність популяцій їх знижується через осушування боліт та інші меліоративні роботи. Ймовірніше всього цей вид на території Лісостепу зник. *Helodium blandowii* (F. Weber & Mohr) Warnst. – вразливий болотний реліктовий вид дніпровського зледеніння. Трапляється в Українських Карпатах [27], Поліссі, Правобережному Лісостепу [30].

Серед мохоподібних лісостепової зони є група видів, які зрідка трапляються в рівнинній частині України (29 видів). За еколого-ценотичною приуроченістю вони розподіляються на водні, водно-петрофітні, лісові, петрофітні, петрофітно-лісові, степові. Водний мох *Riccia rhenana* Lorbeer на Україні відзначений з двох місцезростань, одне з яких (збори В.М. Вірченка з околиць с. Козацьке Звенигородського р-ну Черкаської обл.) характерне для лісостепової зони (KW). На каменях у водоймах зростають *Fissidens crassipes* Wils. ex Bruch & Schimp., *F. arnoldii* Ruthe, які на Україні відомі з Полісся та Лісостепу (по п'ять місцезнаходжень кожний –

[12, 15]. *Geocalyx graveolens* (Schrad.) Nees зростає в затінених вологих місцях по берегах струмків, мілководді. Відомий з Карпат та з двох місцезнаходжень на рівнині (Полісся – [20] та Західний Лісостеп – [11]). На вологому ґрунті, іноді скелях, гнилій деревині зростає *Scapania curta* (Mart.) Dumort., яка відома переважно з гірських районів [20], але з рівнинної України відзначена з 4 місцезнаходжень (Полісся, Опілля, Західний та Правобережний Лісостеп) [11, 20]. *Pohlia leskuriana* (Sull.) Ochira відмічена тільки для Закарпаття та Західного Лісостепу (всього два місцезнаходження в Україні – [7]). Вона зростає на вологому піщаному та глинистому ґрунті по берегах річок, озер.

Серед рідкісних для рівнинної частини видів є цікаві бореальні та неморальні лісові види. Це *Ptilidium ciliare* (L.) Hampe, *Dicranum tauricum* Sap., *Sciuro-hypnum reflexum* (Starke) Ignatov & Huttunen, *Plagiothecium latebricola* Schimp. *Ptilidium ciliare* відомий на Україні з Опілля, Українського Полісся [20], Лівобережного Лісостепу [17]. Відмічений він у хвойних лісах. *Dicranum tauricum* відомий переважно з Лісостепу (причому Правобережного) [14], а також за нашими оригінальними зборами виявлений і для Лівобережного Лісостепу в мішаних дубово-соснових лісах. *Orthotrichum lyellii* Look. & Taylor відзначений в рівнинній частині України з шести місцезростань (Полісся, Опілля, Правобережний Лісостеп), два з яких знаходяться в межах досліджуваного регіону [16]. *Sciuro-hypnum reflexum* на рівнині відзначений в Прикарпатті [8], на території Західного [19], Правобережного [15] та Лівобережного Лісостепу [17]. Зростає переважно в прикореневій зоні дерев, гнилій деревині, рідше камінні, ґрунті. *Plagiotheciella latebricola* наводиться для України з двох місцезнаходжень – з Полісся та Правобережного Лісостепу [15]. Нами вид відзначений і для Лівобережного Лісостепу.

Найбільш різноманітною є петрофітна група (19 видів). *Fissidens pusillus* (Wils.) Milde відзначений лише в межах Лісостепової зони і наводиться для Вінницької [22], Київської, Черкаської та Хмельницької областей, де виявлений на затінених вологих кам'янистих субстратах [15]. *Tortula cernua* (Huebener) Lindb. зростає як на вапняках так і гранітах, що зрошуються карбонатними водами, карбонатних болотах. Відомий для України з трьох місцезростань Правобережного та Лівобережного Лісостепу [6]. *Tortula ucrainica* (Lazar.) Zander для України вказується тільки з реліктового комплексу «Тясминського» каньйону з м. Кам'янка Черкаської обл., де, як і попередній вид, зростає на гранітах, що зрошуються карбонатними водами [6, 22]. *Tortula mucronifolia* Schwaegr. відома переважно з гірського Криму [6]. На рівнині має два місцезнаходження: на Поліссі [6] та в Лівобережному Лісостепу (збори М.П. Слободяна [13]). Зростає на вапняках, рідше гранітах. *Syntrichia norvegica* F. Weber відома переважно з гірських районів, а на рівнині відзначена з трьох місцезнаходжень (Полісся, Західний Лісостеп [6]).

З кальцепетрофітними ектопами, що поширені на Правобережжі Лісостепу, пов'язано ще ряд кальцефілів. Це *Timmia austriaca* Hedw., *Gymnostomum aeruginosum* Sm., *Eucladium verticillatum* (With.) Bruch & Schimp., *Barbula enderesii* Garov., *Didymodon insulanus* (De Not.) M. Hill, *D. luridus* Hornsch., *D. tophaceus* (Brid.) Lisa, *Ditrichum flexicaule* (Schwaegr.) Hampe, *Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch & Schimp., *Tortula cernua* (Huebener) Lindb., *Brachythecium tommasinii* (Sendt. ex Boulay) Ignatov & Huttunen, *Sciuro-hypnum plumosum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen, *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb., *Rhynchostegium murale* (Hedw.) Schimp.

Із зональними типами рослинності (степовими ділянками) пов'язані знахідки в межах досліджуваного регіону таких видів: *Acaulon triguetrum* (Spruce) H. Müll., *Aloina aloides* (W. Koch ex Schultz) Kindb., *Bryum alpinum* Huds. ex With., *Entostodon hungaricus* (Boros) Loeske. Перший вид на рівнині наведено лише з Лісостепової зони, а саме з Вінницької, Черкаської областей та м. Києва [6, 15]. Більш поширеними на території України є види *Bryum alpinum*, *Entostodon hungaricus*. Вони відомі з 9 та 13 місцезнаходжень відповідно [6, 7] і стосуються переважно степової зони. Для лісостепової зони наводяться В. М. Вірченком, В.О. Болюхом [15]. *Aloina aloides* трапляється як на степових ділянках, так і на виходах крейди. В Україні відомі лише три місцезнаходження виду і всі з лісостепової зони (Тернопільська обл. [11]).

Перевага серед мохоподібних цієї групи петрофільних та петрофільно-лісових видів свідчить про регіональну специфіку бріофлори Лісостепу.

Четверта група мохоподібних є найбагаточисельнішою і налічує 53 види. За еколого-ценотичною приуроченістю це бріофіти майже всіх еколого-ценотичних груп. Але переважають серед них петрофітні (в тому числі кальцепетрофітні), петрофітно-лісові види, що також підкреслює регіональні особливості бріофлори. Ймовірніше всього, що не всі види мохоподібних, які віднесені нами до цієї групи, є в дійсності рідкісними на території Лісостепу України і в подальших дослідженнях зможуть бути виявлені більше як в трьох місцезнаходженнях. Такими є дрібні, малопомітні мохи, які пропускаються при зборах. Це види родів *Riccia*, *Tortula*, *Orthotrichum*, *Grimmia*, *Acaulon* та ін. Перспективним напрямком пошуків цих бріофітів може бути дослідження мохових угруповань з участю видів вищеназваних родів.

Але основна маса рідкісних та зникаючих у межах Лісостепу видів пов'язана з кам'янистими субстратами. Це затінені та відкриті вапняки, граніти, пісковики, сланці. Так, на відкритих вапняках відмічені *Schistidium brunnescens* Limpr., *Didymodon luridus* Hornsch., *D. spadiceus* (Mitt.) Limpr., *Pseudocrossidium revolutum* (Brid.) Zander, *Tortula hoppeana* (Schultz) Ochya, *Hypnum recurvatum* (Lindb. & Arnell.) Kindb., *Isopterygiopsis pulchella* (Hedw.) Iwats. На вапняках і крейді зростає *Hypnum vaucheri* Lesq., а на вапняках, покритих шаром дрібнозему – *Syntrichia calcicola* (J. J. Amann) Barkman. На відкритих силікатних скелях, гранітах, пісковиках трапляються *Encalypta spathulata* H. Müll., *Grimmia plagiopodia* Hedw., *G. tergestina* Tomm. ex Bruch & Schimp., *Schistidium flaccidum* (De Not.) Ochya, *Seligeria recurvata* (Hedw.) Bruch & Schimp., *Pseudotaxiphyllum elegans* (Brid.) Iwats. Затінені вапнякові та силікатні породи характеризуються своїм специфічним бріорізноманіттям рідкісних видів. Це *Jungermannia leiantha* Grolle, *Scapania curta* (Mart.) Dumort., *Lejeunea cavifolia* (Ehrh.) Lindb., *Timmia austriaca* Hedw., *Seligeria pusilla* (Hedw.) Bruch & Schimp., *Fissidens dubius* P. Beauv., *F. exilis* Hedw., *Trichostomum crispulum* Bruch, *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee. Серед рідкісних та зникаючих видів найменша кількість типових епіфітів (*Orthotrichum diaphanum* Schrad. ex Brid., *Neckera complanata* (Hedw.) Huebener) та епіксилів (*Hypnum recurvatum* (Lindb. & Arnell.) Kindb., *Hypnum fertile* Sendt.).

### Висновки

Отже, на території Лісостепу України відмічено 106 видів мохоподібних (27,7 % від загальної кількості видів), що мають статус ймовірно зниклих, рідкісних та зникаючих. Таку частку видів від загального бріорізноманіття пояснюємо досить високим ступенем антропоїчної трансформації території дослідження.

1. Алексенко М.А. Лиственные мхи северной части Харьковской губернии и смежных уездов Курской губернии / М.А. Алексенко // Труды о-ва испытат. природы при Харьков. у-те. — 1897. — 31. — С. 3—23.
2. Алексенко М.А. Мхи. По окрестностям Харькова. / М.А. Алексенко // Из-во студенческого кружка натуралистов, 1916. — С. 14—16.
3. Балковський Б.Є. Матеріали до бріофлори Вінницької і Кам'янець-Подільської областей / Б.Є. Балковський, О.О. Савостьянов // Журн. Ін-ту ботаніки АН УРСР. — 1938. — № 18—19. — С. 247—255.
4. Балковський Б.Є. Матеріали до бріофлори Вінницької і Кам'янець-Подільської областей. II. / Б.Є. Балковський, О.О. Савостьянов // Журн. Ін-ту ботаніки АН УРСР. — 1939. — № 20. — С. 203—206.
5. Балковський Б.Є. Матеріали до бріофлори Вінницької і Кам'янецької областей / Б.Є. Балковський, О.О. Савостьянов // Журн. Ін-ту ботаніки АН УРСР. — 1939. — Т. 28, № 21—22. — С. 299—305.
6. Бачурина Г.Ф. Флора мохів Української РСР / Бачурина Г.Ф., Мельничук В.М. — Вип. 2. — К.: Наук. думка, 1988. — 180 с.
7. Бачурина Г.Ф. Флора мохів Української РСР / Бачурина Г.Ф., Мельничук В.М. — Вип. 3. — К.: Наук. думка, 1989. — 176 с.
8. Бачурина Г.Ф. Флора мохів Української РСР / Бачурина Г.Ф., Мельничук В.М. — Вип. 3. — К.: Наук., думка, 2004. — 176 с.



9. *Бойко М.Ф.* Анализ бриофлоры степной зоны Европы: [монография] / Михаил Федосеевич Бойко. — К.: Фитосоцицентр, 1999. — 180 с.
10. *Бойко М.Ф.* Чекліст мохоподібних України / М.Ф. Бойко. — Херсон, Айлант, 2008. — 232 с.
11. *Болюх В.О.* Бриофлора центральной части Подолии и ее анализ: дис. кандидата биол. наук: 03.00.05 / Болюх Валентин Александрович. — Киев, 1992. — 276 с.
12. *Болюх В.О.* Рідкісні мохоподібні центральної частини Подільської височини / В.О. Болюх // Укр. ботан. журн. — 1995. — Т. 52, № 4. — С. 536—541.
13. *Бондар Т.Г.* Матеріали по роду *Tortula* Hedw. родини *Pottiaceae* (Musci) бріологічного гербарію музею. I. Секція *Zygotrichia* / Т.Г. Бондар, К.О. Улична // Каталог музейних фондів. — К.: Наук. думка, 1985. — С. 8—14.
14. *Вірченко В.М.* Мохообразные лесостепной части Приднепровской возвышенности (конспект флоры) / В.М. Вірченко. // Ред. Укр. ботан. журн. — 1989. — 60 с. — Деп. в ВИНТИ 03.01.89, № 84-В 89.
15. *Вірченко В.М.* Рідкісні для рівнинної частини УРСР мохоподібні / В.М. Вірченко, В. О. Болюх // Укр. ботан. журн. — 1989. — Т. 46, № 3. — С. 71—76.
16. *Вірченко В.М.* Нові знахідки рідкісних мохів на півдні України / В.М. Вірченко, О.М. Попова, М.М. Перегрим // Інтродукція рослин. — 2004. — № 2. — С. 9—11.
17. *Гапон С.В.* Анований список мохоподібних / Байрак О.М., Гапон С.В., Леванець А.А. // Безсудинні рослини Лівобережного Лісостепу України (грунтові водорості, лишайники, мохоподібні). — Полтава: Верстка, 1998. — С. 108—130.
18. *Гапон С.В.* *Desmatodon randii* (Kenn.) Lazar. (Musci) та його поширення в межах Лівобережного Лісостепу України / С.В. Гапон // Укр. фітоценологічний збірник. — 1999. — Серія А. — Вип. 1–2 (12–13). — С. 228—229.
19. *Данилків І.С.* Мохоподібні (*Bryophyta*) природного заповідника «Медобори» / І.С. Данилків, І.В. Рабик // Чорномор. ботан. журн. — 2007. — Т. 3, № 1. — С. 85—99.
20. *Зеров Д.К.* Флора печіночних і сфагнових мохів України / Дмитро Костьович Зеров. — Київ: Наук. думка, 1964. — 356 с.
21. *Кац Н.Я.* *Sphagnaceae* Харьковской губернии / Н.Я. Кац // Журн. русск. ботан. о-ва. — 1924. — Т. 9. — С. 69—74.
22. *Лазаренко А.С.* Відомості про найцікавіших представників української бріофлори / А.С. Лазаренко. — К.: Труды фізмат відділу ВУАН. — 1929. — Т. 15. — Вип. 1. — С. 3—35.
23. *Лазаренко А.С.* Мохова рослинність вогких гранітних скель р. Тясмина (Еколого-географічний етюд) / А.С. Лазаренко // Наук. зап. Львівськ. науково-природознавч. музею АН УРСР. — 1951. — Вип. 1. — С. 40—49.
24. *Лазаренко А.С.* Атлас хромосом листовних мхов СРСР / Лазаренко А.С., Высоцкая Е.И., Лесняк Е.Н. — К.: Наук. думка, 1971. — 143 с.
25. *Партика Л.Я.* Бриофлора Крыма / Лариса Яковлевна Партыка. — К.: Фитосоцицентр, 2005. — 170 с.
26. *Плутенко І.* Матеріали для флоры мхов и лишаяев Полтавской губернии / І. Плутенко // Зап. Киев. о-ва естествоиспытателей. — 1971. — Т. 2. — Вип. 2. — С. 14—19.
27. *Фельбаба-Клушина Л.М.* Осоково-сфагнові болота Чорногірського масиву (Українські Карпати): структура і тенденції зміни / Л.М. Фельбаба-Клушина, С.В. Гапон // Укр. ботан. журн. — 2008. — Т. 65, № 1. — С. 80—89.
28. *Фомін О.В.* До вивчення торфових мохів на Україні *Sphagnaceae* Чернігівщини та Київщини. / О.В. Фомін // Наук. записки орган. Київ. науково-дослідчих кафедр. — 1923. — Т. 1, № 1. — С. 28—32.
29. *Фомін А.В.* Торфяные мхи Харьковской губернии / О.В. Фомін // Вісник Київ. ботан. саду. — 1924. — Вип. 1. — С. 42—46.
30. *Червона книга України.* Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
31. *Schafnagel K.* Zapiski bryologiczne / K. Schafnagel // Wilno: TPN. — 1908. — Vol. 1. — S. 57—64.

#### *С.В. Гапон*

Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленко, Україна

#### РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ МОХООБРАЗНЫХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Охарактеризованы результаты соэологических исследований Лесостепи Украины. В пределах региона обнаружены редкие и исчезающие виды мохообразных, которые распределены по категориям редкости на четыре группы: пропавшие и вероятно исчезнувшие виды, виды, занесенные в Красную книгу Украины; мохообразные, редки в пределах равнинной части

України і регіонально рідкіє. К першій групі належить одинадцять видів, останні повідомлення про знахідки яких в межах Лесостепі України датуються кінцем ХІХ і початком ХХ століття. П'ять видів *Henediella heimii*, *Tortula randii*, *Conardia compacta*, *Meesia triquetra*, *Helodium blandowii*, занесені в Червону книгу України. Ізредка зустрічаються в рівнинній частині України 29 видів, а регіонально рідкіє 53 види. Переважають серед останніх петрофітні, петрофітно-лісові види, підкреслює регіональні особливості бріофлори. Для кожної групи виявлених мохоподібних наведено їх перелік, ектопічна приуроченість і особливості поширення.

В межах Лесостепі України відзначено 106 видів мохоподібних (27,7% від загальної кількості видів), які мають статус ймовірно пропалих, рідкіє і зникаючих.

*Ключові слова:* мохоподібні, Лесостепь України, рідкіє і зникаючі види, Червона книга України

*S.V. Gapon*

Poltava National Pedagogical University named by V.G. Korolenko, Ukraine

#### RARE AND ENDANGERED SPECIES OF BRYOPHYTES OF THE UKRAINIAN FOREST-STEPPE

The results of zoological research of the Ukrainian Forest-Steppe is characterized. The rare and endangered species of bryophytes are defined within the region, which are categorized into four groups of rarity: missing and probably missing species, species, which are listed in the Red Book of Ukraine, bryophytes, which are rare within the plain part of Ukraine and regionally rare. The first group includes eleven species. The recent reports about their finds within the Ukrainian Forest-Steppe are dated from the late nineteenth and early twentieth century. Five species *Henediella heimii*, *Tortula randii*, *Conardia compacta*, *Meesia triquetra*, *Helodium blandowii* are listed in the Red Book of Ukraine. Rarely occur in the lower part of Ukraine 29 species and 53 regionally rare species. Among the regionally rare species pteridophytic, pteridophytic-forest species predominate. This fact emphasizes the regional features of bryoflora. The list, ectopic attachment and spreading characteristics are defined for each group of identified bryophytes.

106 species of bryophytes (27.7% of total number of species) are defined within the Ukrainian Forest-Steppe. They have a status of probably missing, rare and endangered species.

*Keywords:* bryophytes, Ukrainian Forest-Steppe, rare and endangered species, the Red Book of Ukraine

Рекомендує до друку

М.М. Барна

Надійшла 23.05.2013

УДК 581.44/442:582.772.2

Н.В. ГЕРЦ

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

#### **ОСОБЛИВОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ БРУНЬОК І ПАГОНІВ У ВИДІВ РОДУ *ACER* L.**

Досліджено, описано та здійснено порівняння будови бруньок та пагонів у деяких видів роду *Acer*. Простежено закономірність закладання і диференціації зачатків чоловічих і жіночих генеративних структур. Виділено три типи бруньок: І-й – за розміщенням; ІІ-й – за призначенням; ІІІ-й – за статтю. Наявність певного типу бруньок, їх кількості та співвідношення в межах пагона, дозволило класифікувати пагони на сім типів: 1) вегетативні;

2) жіночі; 3) чоловічі; 4) бісексуальні; 5) вегетативно – жіночі; 6) вегетативно – чоловічі; 7) вегетативно – бісексуальні.

*Ключові слова:* морфогенез, вегетативний апекс, зачатки генеративних структур, брунька, пагін, рід *Acer*

Вивчення особливостей протікання морфогенезу у лісових деревних полікарпічних рослин має вагомим значенням для вивчення будови та принципів закладання генеративних і вегетативних структур, питань виникнення та зміни статі, етапів ембріонального розвитку, філогенії та систематичного положення певних груп рослин. Вивченням процесів закладання та диференціації генеративних структур у деревних рослин займалися чимало дослідників [1; 4; 5; 10; 12-15]. Однак, незважаючи на досить велику кількість робіт, присвячених цій проблемі, не до кінця вирішеними залишаються ці питання для багатьох видів роду *Acer* родини *Aceraceae* Juss. Зокрема, відсутні дані щодо закладання і формування чоловічих і жіночих генеративних органів, класифікації бруньок, онтогенезу пагонів та їх класифікації, етапів органогенезу чоловічих і жіночих квіток та суцвіть у видів роду *Acer*. Приналежність видів роду *Acer* до різних систематичних секцій та їх зростання під впливом мінливих екологічних факторів в умовах Західного Поділля (Тернопільська область) зумовлює проблематику подібних досліджень бути актуальною і привертає до себе увагу широкого кола науковців.

### Матеріал і методи досліджень

Об'єктами досліджень були види роду *Acer*, що належать до родини *Aceraceae* Juss. порядку *Sapindales* Benth et J. D. Hooker 1862: *A. campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. tataricum*, *A. rubrum*, *A. saccharinum*, *A. negundo*. Дослідження для вирішення поставленої мети проводили у природних та лабораторних умовах. Фенологічні спостереження та збір матеріалу для досліджень проводили у ряді місцезростань досліджених видів в умовах Західного Поділля (Тернопільська область). Дослідження проводили на одних і тих же особинах. Матеріалом для дослідження були вегетативні, генеративні та вегетативно-генеративні пагони та бруньки чоловічих і жіночих особин видів роду *Acer*. Для вивчення морфогенезу генеративних структур дослідний матеріал відбирали в середній частині крони дерева в літній, осінньо-зимовий і весняний періоди роздільно за видами, статтю та фазами розвитку рослин. У кожній пробі брали по 10-15 бруньок. Водночас, встановлювали типи пагонів і вивчали характер розташування на них бруньок [3; 7]. В період розкривання бруньок (з початку березня до кінця квітня) спостереження за особинами проводилися через 3-5 днів. В усі наступні місяці спостереження проводили один раз у два тижні, а взимку – один раз в кінці кожного місяця.

### Результати досліджень та їх обговорення

У досліджених видів роду *Acer* материнський пагін складається з циліндричного стебла, листків, супротивно розмішених на стеблі і бруньок, що закладаються на верхівці стебла та в пазухах, супротивно розмішених листків. Пагони голі або опушені, коричневі, жовтуваті або сірі; молоді пагони зелені, червонуваті, бурі, червонувато-коричневі, кармінно-червоні, іноді з сизим нальотом, залежно від видової приналежності.

Бруньки у більшості видів сидячі, іноді на коротких ніжках, яйцеподібної або конічної форми; закладаються у пазухах листків навесні, що характерно для більшості полікарпічних деревних рослин. Протягом онтогенезу рослин формуються різні типи бруньок, які виконують як вегетативні, так і генеративні функції. За будовою бруньки у видів роду *Acer* нами віднесені до захищених, оскільки зверху вони вкриті кількома шарами катафілів – видозміненими примордіальними листками, що виконують захисну функцію [8]. У пазухах зачатків листків формується кілька латеральних конусів наростання, ступінь розвитку яких і їхня кількість варіабельні у різних видів роду *Acer*. Зокрема, найбільша кількість метамерів у бруньці утворюється у *A. tataricum*. Бруньки цього виду мають максимальну кількість катафілів (10-12) та примордіальних листків. Найменша кількість метамерів у бруньці відмічена нами у *A. negundo* (5-6). Проміжне положення за кількістю цих елементів займають *A. platanoides*, *A. campestre* та *A. pseudoplatanus* (7-8). Кількість катафілів, що щільно прилягають один до

одного, у пазушних бруньках коливається в межах 3-6 пар. Кількість примордіальних листків у досліджених видів теж варіює: за збільшенням їх кількості досліджені види можна розташувати у такий ряд: *A. platanoides* → *A. pseudoplatanus* → *A. negundo* → *A. campestre* → *A. tataricum*.

У деяких досліджених видів роду *Acer* спостерігається тенденція до нерівномірного розташування різних за призначенням бруньок у межах пагона та крони, така ж особливість виявлена нами і у розміщенні квіток різних статевих типів у межах суцвіття та крони [9]. Так, на чоловічих особинах дводомного *A. negundo* вегетативні і вегетативно-генеративні бруньки, здебільшого, розташовані у нижньому та верхньому ярусах крони, у жіночих особин цього ж виду – лише у нижньому, рідше – середньому. Проте, генеративні бруньки розташовані більш-менш рівномірно по всій кроні і на чоловічих, і на жіночих особинах. Описана особливість, на нашу думку, обумовлює формування різних статевих типів пагонів та форму крони дерева: у чоловічих – вона куляста, злегка овальна, у жіночих – витягнута, овальна.

Проведені нами дослідження та аналіз літературних даних [9; 12-15], дають змогу дійти висновку, що бруньки у досліджених видів роду *Acer* в структурному відношенні майже однакові. Апікальні меристеми верхівкових і бічних бруньок за цитологічними і гістологічними особливостями та органогенною діяльністю дуже подібні, тобто на ранніх етапах формування верхівкові та аксиллярні бруньки не відрізняються між собою. Під катафілами розміщені зачатки листків, що охоплюють меристематичний апекс (рис. 1). Апекси термінальних бруньок навесні протягом 20-30 днів утворюють нові пагони, що завершуються формуванням нових бруньок — зачатків пагона наступної вегетації. Функціональна діяльність новоутвореного пагона триває протягом усього вегетаційного періоду, а під кінець його активність поступово припиняється і в зиму він переходить в безлистому стані із закладеними і сформованими термінальними та аксиллярними бруньками. Наприкінці вегетаційного періоду у термінальній бруньці материнського пагона внаслідок активної діяльності конуса наростання формуються зачатки нового пагона наступної вегетації – ініціали стебла та примордіальні листки, в пазухах яких закладаються латеральні апекси. Навесні наступного року продовжується внутрішньобруньковий ріст пагона, в процесі якого латеральні конуси приступають до закладання катафілів аксиллярних бруньок нової генерації.

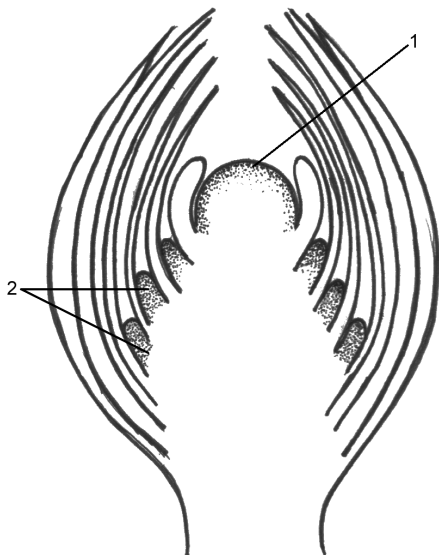


Рис. 1. Закладання термінального (1) та апікального (2) апексів у термінальній бруньці *A. pseudoplatanus*

З настанням середньодобових температур  $+10 - +15^{\circ}\text{C}$  і вище відбувається інтенсивний поділ клітин конуса наростання термінальної бруньки, яка згодом поступово починає розкриватися. Варто зазначити, що середньодобові температурні градієнти, за яких починаються активні мітотичні поділи в термінальних апексах, є не однаковими для досліджених видів *Acer*. Так, у видів ранньоквітучої групи (*A. saccharinum*, *A. rubrum*,

*A. negundo*, *A. platanoides*) відмічався поділ апікальних меристематичних клітин за середньодобової температури +8°C, тоді як у *A. campestre*, *A. pseudoplatanus*, *A. tataricum* ці процеси починаються лише за температури +15°C і вище, що обумовлено біолого-екологічними особливостями досліджених видів.

З виходом зачатка пагона з-під покривів материнської бруньки (перша декада квітня – початок травня) завершується внутрішньобруньковий ріст пагона і настає позабруньковий його ріст, у процесі якого відбувається подальше формування елементів пагона – стебла, листків та бруньок. Згодом, у пазухах листків стають помітні аксилярні бруньки, які закладаються акропетально, тобто знизу вгору, що призводить до неодночасного формування генеративних структур у межах одного пагона. Тому цілком закономірно, що на ранніх етапах розвитку бруньки в базальній частині пагона мають більші розміри, ніж в апікальній його частині. Однак, з ростом пагона в довжину, розташовані біля його основи бруньки відстають в рості від бруньок, розташованих у середній його частині, а бруньки, що знаходяться в апікальній частині пагона, до моменту завершення річного приросту мають найменші розміри. Відмічена закономірність чітко виражена у *A. platanoides*. В однодомних особин видів роду *Acer* інтенсивний поздовжній ріст пагонів відбувається навесні, на відміну від деяких полікарпічних видів, зокрема, видів родів *Salix* та *Populus* [4, 6, 14, 15]. Тому закладання нових бруньок припиняється із завершенням верхівкового росту пагонів.

Термінальні та аксилярні бруньки, які містять зачатки вегетативних і генеративних пагонів, в морфологічному відношенні мають подібну будову. Проте, не всі аксилярні бруньки стають вегетативними. На певних етапах розвитку вегетативні апекси переходять у генеративний стан. Цей процес супроводжується збільшенням конуса наростання, у його базальній частині з'являються меристематичні горбочки – зачатки брактей. На жіночих особинах досліджених видів у пазухах брактей закладаються зачатки маточкових, а на чоловічих – зачатки тичинкових квіток. До початку їх диференціації бруньки жіночих і чоловічих особин можна розглядати як сексуально однотипні [12]. Однак з появою примордіїв гінецея і андроцея бруньки набувають морфологічних ознак, що свідчить про їх приналежність до того чи іншого статевого типу.

Досліджені види роду *Acer* за термінами закладання і розвитку чоловічих та жіночих генеративних структур у генеративних бруньках можна умовно віднести до двох типів: 1-й – зачатки квіток та суцвіть закладаються протягом вегетаційного періоду в рік, що передує цвітінню (*A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. campestre*) та 2-й – ці ж процеси можуть відбуватися як у другій половині вегетаційного періоду, що передує цвітінню, так і на початку вегетаційного періоду в рік цвітіння (*A. tataricum*).

Генеративні бруньки на пагоні закладаються послідовно. Спочатку вони закладаються в базальній частині пагона, згодом – у середній та апікальній частинах. Н. А. Аксьонова [1] за морфоструктурною будовою генеративних бруньок виділяє серед них такі: генеративні (спеціалізовані) і вегетативно-генеративні (змішані) (рис. 2).

Так, у *A. rubrum*, *A. negundo* суцвіття закладаються в генеративних бруньках. В інших видів клена суцвіття закладаються у вегетативно-генеративних бруньках. У *A. rubrum* і *A. negundo* квіткові бруньки завжди займають бічне положення на пагоні, в – інших як бічне, так і верхівкове і розміщуються як на вкорочених, так і на видовжених пагонах. Квіткові бруньки чітко відрізняються від вегетативних лише у *A. rubrum* і, *A. pseudoplatanus*. Їхня величина у різних досліджених видів клена коливається від 3-5 мм (*A. tataricum*, *A. saccharinum*) до 7-15 мм (*A. pseudoplatanus*).



а



б

Рис. 2. Типи бруньок у видів роду *Acer*: а — генеративна (чоловіча) *A. platanoides*; б — вегетативно-генеративна *A. negundo*

За характером розміщення бруньок на стеблі нами виділені наступні типи бруньок: термінальні, що утворюються на верхівці пагона і є зачатком нового пагона, за функціональним призначенням — це вегетативні бруньки; латеральні, або бічні бруньки. Останні за походженням — це аксиллярні, які утворюються екзогенно в пазухах листків з первинної апікальної меристеми – конуса наростання.

О. Г. Мініна [11], характеризуючи типові ознаки пагонів та бруньок деревних рослин, вирізняє п'ять категорій і дає їм умовну назву, а саме, бруньки: ростові, чоловічі, комбіновані чоловічі, комбіновані жіночі, складно комбіновані; пагони: ростові, двостатеві, чоловічі, жіночі, комбіновані.

Однак, найбільш повною, на нашу думку, є класифікація аксиллярних бруньок, розроблена для видів родини *Salicaceae* Mirb. М. М. Барною [4]. Застосувавши цю класифікацію, у досліджених видів роду *Acer* ми виділили такі типи бруньок:

1. Вегетативні, які містять зачатки пагона і виконують лише вегетативні функції.
2. Генеративні жіночі, що містять зачатки жіночих суцвіть і виконують функцію формування лише жіночої генеративної сфери.
3. Генеративні чоловічі, які мають зачатки чоловічих суцвіть і виконують функцію формування лише чоловічої генеративної сфери (рис. 2, а).
4. Генеративні бісексуальні, які містять зачатки чоловічих і жіночих квіток в одному суцвітті та виконують функцію формування і чоловічої, і жіночої генеративних сфер.
5. Вегетативно – генеративні (жіночі), що мають зачатки пагона та жіночого суцвіття і виконують вегетативні функції та функції формування жіночої генеративної сфери (рис. 2, б).
6. Вегетативно – генеративні (чоловічі), що містять зачатки пагона і чоловічого суцвіття та виконують вегетативні функції і функції формування чоловічої генеративної сфери.
7. Вегетативно-генеративні (бісексуальні), що містять зачатки пагона, чоловічих і жіночих квіток в одному суцвітті та виконують вегетативні функції та функції формування жіночої і чоловічої генеративних сфер.

На основі дослідження особливостей будови пагонів видів роду *Acer*, аналізу літератури з урахуванням класифікації пагонів М. М. Барни [4], нами виділено 7 типів пагонів (рис. 3):

1. Вегетативні, на яких закладаються лише вегетативні бруньки (рис. 3, а).
2. Жіночі, на яких закладаються лише бруньки жіночих суцвіть (рис. 3, б).
3. Чоловічі, на яких закладаються лише бруньки чоловічих суцвіть (рис. 3, в).

4. Бісексуальні, на яких закладаються бруньки чоловічих і жіночих суцвіть (рис. 3, б, з).
5. Вегетативно-жіночі, на яких утворюються вегетативні бруньки та бруньки жіночих суцвіть.
6. Вегетативно-чоловічі, на яких містяться вегетативні бруньки та бруньки чоловічих суцвіть.
7. Вегетативно-бісексуальні, на яких закладаються вегетативні бруньки та бруньки чоловічих і жіночих квіток в одному суцвітті.

Відмінності між видами роду *Acer* за виділеними типами пагонів та бруньок полягають у якісних (наявність того чи іншого типу бруньок та пагонів) та кількісних показниках (кількість бруньок на пагоні, співвідношення жіночих і чоловічих квіток у бісексуальних бруньках тощо), які необхідно враховувати під час заготівлі пагонів для збору пилку або при підборі батьківських форм для генетико-селекційних робіт.

Згідно з отриманими даними у досліджених видів бруньки відрізняються за низкою ознак. Враховуючи розміщення бруньок на стеблі, строки закладання і диференціації генеративних органів, їх призначення та стать, ми розподілили бруньки на чотири типи: I-й тип включає бруньки за місцем розміщення на стеблі; II-й тип охоплює бруньки за строками закладання і диференціації зачатків чоловічих і жіночих генеративних органів; III-й тип об'єднує бруньки за призначенням; IV-й тип включає бруньки за статтю.

I-й тип. До цього типу віднесені два види бруньок: термінальні бруньки, які утворюються на верхівці стебла і є зачатком нового пагона, та латеральні бруньки, які розміщуються супротивно збоку стебла. Останні за походженням — це аксиллярні бруньки, які утворюються екзогенно в пазухах листків з первинної апікальної меристеми — конуса наростання.

II-й тип. Включає бруньки, в яких зачатки чоловічих і жіночих генеративних структур закладаються в три періоди: літньо-осінній, що передує цвітінню, весняний в рік цвітіння і літньо-осінньо-весняний, який відбувається в рік, що передує цвітінню або протікає в рік цвітіння.

III-й тип. Охоплює три види бруньок: вегетативні, які містять зачатки пагона і виконують лише вегетативні функції; генеративні, що містять зачатки жіночих, чоловічих або двостатевих квіток чи суцвіть і виконують функції лише генеративної сфери; вегетативно-генеративні, що мають зачатки пагона та зачатки жіночих, чоловічих або двостатевих квіток чи суцвіть і водночас виконують вегетативні функції та функції формування генеративної сфери.



а



б



в



Рис. 3. Типи пагонів у видів роду *Acer*: а — генеративний пагін (*A. negundo*);  
 б — вегетативно-генеративний чоловічий (*A. negundo*);  
 в — генеративний жіночий (*A. saccharinum*);  
 г — вегетативно-генеративний жіночий (*A. saccharinum*);  
 д — вегетативний (*A. pseudoplatanus*)

IV-й тип. До нього віднесені п'ять видів аксиллярних генеративних бруньок: чоловічі (тичинкові), з яких утворюються лише тичинкові квітки і суцвіття; жіночі (маточкові), з яких утворюються лише маточкові квітки і суцвіття; гермафродитні (двостатеві), з яких утворюються лише двостатеві квітки та суцвіття з двостатевими квітками; моноецічні, з яких утворюються суцвіття, що містять роздільностатеві (маточкові і тичинкові) квітки; полімонойкістичні, з яких утворюються суцвіття, що містять маточкові, тичинкові та двостатеві квітки.

### Висновки

На основі проведеного дослідження встановлено, що у видів роду *Acer* розвиток бруньок та пагонів дещо відрізняється від інших полікарпічних видів, що дозволило нам виділити окремі типи бруньок і пагонів. Аналіз результатів власних досліджень та літературних даних дає підставу для висновку, що процеси закладання, диференціації та розвитку генеративних структур у досліджених видів зумовлені біологічними особливостями і залежать від кліматичних факторів, серед яких вирішальне значення має температура повітря. Одержані дані можуть мати практичне значення в генетико-селекційній роботі з видами роду *Acer* та іншими деревними полікарпічними рослинами, зокрема, в процесі підбору батьківських пар для схрещування.

1. Аксенова Н. А. Клены / Н. А. Аксенова. — М.: Изд-во МГУ, 1975. — 96 с.
2. Александров В. Г. Морфогенез цветковых растений и перспективы его изучения / В. Г. Александров. — М., 1961. — С. 25—46.
3. Альбенский А. В. Методы улучшения древесных пород / А. В. Альбенский. — Л.: Гослесбумиздат, 1954. — 212 с.
4. Барна Н. Н. Органогенез репродуктивных структур видов рода ива (*Salix L.*) / Н. Н. Барна // Охрана изуч. и обогащ. раст. мира. — К.: Изд-во КГУ, 1988. — Вып. 15. — С. 53—60.
5. Белостоков Г. П. Возрастные фазы в морфогенезе подроста древесных растений / Г. П. Белостоков // Ботан. журн. — 1981. — Т. 66, № 1. — С. 86—98.
6. Булыгин Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями / Н. Е. Булыгин. — Л.: Наука, 1979. — 96 с.



7. Витковский В. Л. Изучение динамики роста побегов, формирования почек и цветков у плодовых растений: метод. указания / В. Л. Витковский. — Л., 1979. — 60 с.
8. Витковский В. Л. Морфогенез плодовых растений / В. Л. Витковский. Л.: Колос, 1984. — 207 с.
9. Герц Н. В. Біологія цвітіння та ембріологія видів роду *Acer* L. зв'язку зі зміною статі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата біол. наук: спец. 03.00.05 "Ботаніка"/ Н. В. Герц. — К., 2011. — 20 с.
10. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов морфогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений / Ф.М. Куперман: [изд. 2-е, перераб. и доп.] — М.: Высш. шк., 1973 — 256 с.
11. Минина Е.Г. Развитие цветочных почек дуба / Е. Г. Минина // Журн. общ. биол. — 1951. — Т. 12, № 1. — С. 50—54.
12. Сергеев Л. И. Дифференциация генеративных почек / Л. И. Сергеев, К. А. Сергеева, В. К. Мельников // Морфофизиологическая периодичность и зимостойкость древесных растений. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — С. 81—93.
13. Тихонов В. И. Формирование вегетативных почек у некоторых видов *Acer* L. / В. И. Тихонов // Укр. ботан. журн. — 1973. — Т. 14, № 5 — С. 44—54.
14. Устинова Е. К. О ритме развития цветочных почек у лиственных древесных пород / Е. К. Устинова // Бюл. МОИП. Отд-ние биол. — 1958. — Т. 63, № 6. — С. 107—115.
15. Челябинова А. Особенности развития цветочных почек у древесных растений при разнополости / Челябинова А., Тюканова Л., Гайдукова Л. // Морфогенез растений. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1961. — Т. 2. — С. 87—89.

*Н.В. Герц*

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА ПОЧЕК И ПОБЕГОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *ACER* L.**

Исследовано, описано и проведено сравнение строения почек и побегов у некоторых видов рода *Acer*. Прослежена закономерность закладки и дифференциации зачатков мужских и женских генеративных структур. Выделено три типа почек: I –й – по размещению; II –й – по назначению; III –й – по полу. Наличие определенных типов почек, их количества и соотношения в пределах побега, дало возможность выделить семь типов побегов: 1) вегетативные; 2) женские; 3) мужские; 4) бисексуальные; 5) вегетативно – женские; 6) вегетативно – мужские; 7) вегетативно – бисексуальные.

*Ключевые слова:* морфогенез, вегетативный апекс, зачатки генеративных структур, почка, побег, род *Acer*

*N.V. Herts*

Volodimir Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

**FEATURES THE MORPHOGENESIS OF BUDS AND SHOOTS IN SPECIES OF THE GENUS OF *ACER* L.**

Have been studied, described and compared to the structure of the buds and shoots in some species of the genus *Acer*. Have been traced the pattern of laying and differentiation of primordia of male and female generative structures. Have been allocated three types of the buds: I - for deployment; II - on purpose; III - for the sex. The presence of a certain type buds, their quantity and value within the shoot, allowed to classify the shoots into seven types: 1) vegetative, 2) female, 3) male 4) bisexual, 5) vegetative - female, 6) vegetative - male, 7) vegetative - bisexual.

*Keywords:* morphogenesis, vegetative apex, the primordia of generative structures, bud, shoot, genus of *Acer*

Рекомендує до друку

Надійшла 16.05.2013

М.М. Барна

УДК 477; 582

А.М. ГУРА, В.І. ЧОПИК

Кременецький обласний гуманітарно-педагогічний інститут ім. Тараса Шевченка  
вул. Лицейна, 1, м. Кременець, Тернопільська обл., 47003

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНИКАЮЧИХ ВИДІВ РОСЛИН НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Збереження біологічної різноманітності – одна з глобальних і складних проблем сучасності. На території Західного Поділля більше 120 видів вищих судинних рослин потребують спеціальних форм охорони. Флористичним особливостям Західного Поділля присвячені дослідження багатьох вчених, у продовження цих робіт започатковано комплексне вивчення територіальної та ценотичної диференціації різноманіття зникаючих видів рослин Західного Поділля з розробкою наукових основ їх збалансованого використання та збереження в культурі.

*Ключові слова:* зникаючі види, Західне Поділля, охорона біорізноманіття

Зростаючий негативний вплив людського суспільства на природу призвів до того, що рослинний світ нашої планети вцілому та її окремих регіонів постійно та досить швидко змінюється. За останні десятиріччя помітно зменшились території, зайняті природною рослинністю, збідніла флора більшості регіонів країни. Зменшилась кількість багатьох видів рослин, а деякі з них повністю зникли з лиця Землі. У зв'язку з цим в наш час — час небувалого науково-технічного прогресу, особливого державного, наукового і практичного значення набуває охорона всього рослинного світу, особливо рідкісних і зникаючих видів.

Збереження біологічної різноманітності – одна з глобальних і складних проблем сучасності. Інтенсивна трансформація навколишнього природного середовища під впливом діяльності людини призводить до порушення еколого-ценотичного балансу фітосистем, збіднення фіто різноманіття, виснаження природних ресурсів цінних видів рослин.

Одним із основних завдань досліджень та охорони об'єктів природно-заповідного фонду є виявлення зникаючих видів рослин, які охороняються на державному та регіональному рівнях, постійний їх моніторинг та розробка рекомендацій з метою збереження та відтворення фіторізноманіття.

### Результати досліджень та їх обговорення

Західно-Подільська фізико-географічна область знаходиться на південь від Опілля, включає Тернопільську рівнину, масив Вороняки, Товтровий кряж, південний придністровський схил Подільського плато від гирла р. Стрипа на заході до Товтрового кряжа на сході (Західно-Подільське Придністров'я). Це південна частина Подільської височини, складена потужною товщею ордовіцьких, девонських, крейдових і неогенових осадочних відкладень (вапняків, мергелів, пісковиків). Антропогенні відклади, що перекривають малопотужним шаром корінні породи, представлені продуктами їх вивітрювання, лесоподібними суглинками, давніми і сучасними алювіальними утвореннями, галечниками, які складають тераси р. Дністер та його приток [1,2].

Характерними рисами природи цієї географічної області є:

- значна абсолютна висота її поверхні, яка в середньому досягає 350 м над рівнем моря, піднімаючись біля північного краю вище 400 м, а на півдні, поблизу долини Дністра, опускаючись до 320 м (у самій долині до 110—150 м);

- поєднання плоских межиріч з глибокими каньйоноподібними долинами, що надає цій області вигляду плато, складеного з ряду паралельних плоских межирічних смуг, витягнутих з півночі відповідно напрямку річок;

- абсолютна перевага в ґрунтовому покриві опідзолених, малогумусних, місцями вилугованих чорноземів при підпорядкованому значенні сірих опідзолених ґрунтів;

- незначне поширення природних лук, серед яких переважають суходільні типи та майже відсутні заплавні;

- незначне поширення лісів, які зустрічаються лише в сильногорбистих районах, і наявність у цих лісах бука.

Західне Поділля є областю дуже високої сільськогосподарської освоєності: орні землі займають до 75% площі; тобто природна рослинність тут мало збереглася [2]. З наведеної характеристики західноподільської природно-географічної області видно, що вона при всій цілісності своєї природи досить відмінна в окремих частинах, тобто поділяється на ряд природних районів [2]. Флора Поділля багата й різноманітна. Вона нараховує близько 1100 видів вищих судинних рослин, які належать до 100 родин та 500 родів (І. В. Бережний, 1979) [4,5,6]. На території Західного Поділля більше 120 видів вищих судинних рослин потребують спеціальних форм охорони та збереження [2].

Флора об'єднує в собі західноєвропейські та східноєвропейські елементи. У складі рослинності багато ендемічних і реліктових видів. Ботанічні дослідження флори, в тому числі й рідкісних рослин, Західного Поділля розпочалися в період 1800-1870 рр., так званий перший період. Флористичні роботи В. Г. Бессера й А. Л. Андржієвського були початком вивчення рослинності Поділля [1, 10, 11]. Перша двотомна праця В. Г. Бессера (Besser, 1809) присвячена флорі частково Тернопільської і Львівської областей. У ній описано 1215 видів рослин. Доповненням цієї роботи пізніше були публікації А. Завадського (Zawadski, 1835, 1836).

Найбільш цінним дослідженням Західного Поділля цього періоду можна вважати працю В. Г. Бессера (Besser, 1822). В ній описано 1632 види рослин мало вивченої на той час території даного регіону [11]. Вчений виступає не тільки як реєстратор видового різноманіття даної флори, але й також як критичний фітосистематик. У цих роботах описано біля 70 нових для науки видів, зроблено ряд різних критичних заміток до них. Але для більшості рослин не наведено більш-менш точного місцезростання; вони описані лише для небагатьох рідкісних видів. Завдяки чому флористика та систематика рослинності поповнились новими екземплярами (*Salvia cremenecensis*, *Euphorbia volhynica*, *Carlina onopordifolia*, *Viola alba*, *Agrostis stolonizans*, *Allium flavescens*, *Anchusa procera*, *Arabis gerardi*, *Artemisia tachernieviana*, *Aster ameloïdes*, *Cirsium ucrainicum*, *Erigeron podolicus*, *Gagea erubescens*, *Hieracium glaucescens*, *Myosotis nemorosa*, *Myosotis lithuanica*, *Onobrychis gracillis*, *Genistra tetragona*, *Poa versicolor*, *Polygala decipiens*, *Polygala wolfgangiana*, *Polygonum neglectum*, *Potentilla canescens*, *Rosa caryophyllacea*, *Rosa czackiana*, *Rosa gorinkensis*, *Rosa jundzili*, *Rosa klukii*, *Rosa nitidula*, *Rumex reticulatus*, *Seseli campestre*, *Seseli pallasii*, *Spiraea pikoviensis*, *Vicia biebersteinii*). Флористичні дослідження також описані в наступних працях В. Г. Бессера (Besser, 1820a, б, 1823, 1827, 1832) [11].

Р. Е. Траутфеттер (1851) досліджував рослинно-географічні райони європейської частини Росії. Автор відносив Західне Поділля до Південної Росії, або зони листяних деревних порід. Усю Правобережну Україну (крім Полісся) він відносив до зони черешні звичайної. Крайній південь Подільської височини належав до зони лучних трав, крайній захід Волині – до зони бука, крайній північ Волині – до зони граба. Це було перше ботаніко-географічне районування (на хоролого-дендрологічній основі) [3].

Вивченням флори Правобережної України також займався А. Л. Андржієвський. У його роботах містяться списки родів і видів, які ростуть на Подільській височині (Андржієвський, 1855, 1861, 1862; Andrzejowski, 1823, 1830, 1862, 1869). А. Л. Андржієвський подає опис багатьох цікавих у флористичному відношенні рослин, таких як *Schivereckia podolica*, *Salvia dumetorum*, *Taraxacum aritrospermum*, *Thymus latifolium*, *Syrenia silvicolosa*, *Senecio boryathenicus*, *Polygonum paniculatum*, *Erysimum marschallianum*, *Dianthus hypanicus*, *Coryspermum borysthenicum*, *Coryspermum coloratum*, *Agrimonia grandis* [1,8].

Дані про поширення дикоростучих дерев і кущів на Правобережній Україні наводить А. С. Рогович (1861). Він подає матеріали про флору губерній Київського навчального округу. Завершенням цього періоду є праця А. С. Роговича (1869), яка містить усі результати досліджень автора флори губерній Київського навчального округу. Для Волино-Поділля наведено більше 1500 видів вищих рослин, подана флористична інформація про всі відомі на той час рідкісні види рослинності [4].

У другому періоді (1870-1890) дублюються флористичні списки окремих районів Поділля, переважно західної частини, а також описані нові для науки види та цікаві

флористичні знахідки [9]. Відомою стає монографія про флору південно-західної Росії І. Ф. Шмальгаузена (1886).

Б. Блоцький у праці, присвяченій флорі околиць сіл Більче і Циган (Blockl, 1880), надрукував список із 775 видів. У слідуючих роботах (Blocki, 1881, 1883, 1887, 1888-1890) наведено флористичні списки окремих місцевостей і описано нові види (*Rosa herbichiana*, *R. Hedvigae*, *R. Leopoliensis*, *R. Cisielskii*, *R. Knappii*, *R. Thyraica*, *R. Ciliatosepala*, *R. Polonica*, *Hieracium polonicum*, *H. pseudobifidum*, *H. Andrzejowskii*, *Galium polonicum*, *Gagea glauca*, *Viola roxolanica*).

Флористичні списки рослин, а також свої записи опубліковують Е. Турчинський (Turczynski, 1858), А. Реман (Rehman, 1870-1872, 1874, 1875), В. Тинецький (Tyniecki, 1877), Ж. Круль (Krol, 1878), Е. Волощак (Woloszczak, 1874, 1887), А. Слендзінський (Slendzinski, 1874, 1877-1879, 1881), Б. Густавич (Gustawicz, 1880), К. Лапчинський (Lapczynski, 1882), Ш. Труш (Trusz, 1883, 1884, 1888). Важливе значення мають і записи В. Монтрезора (1881 а, б), І. Ф. Шмальгаузена (1883).

Отже, на другому етапі вивчення флори Волино-Поділля отримана цінна флористична інформація, яка була узагальнена І. Шмальгаузенем (1886) [9].

Третій період (1890-1917). Найбільш значним внеском є дослідження І. Пачоського (1910) про основні риси розвитку флори південно-західної Росії. На основі флористичного порівняльного аналізу списків, а також реліктових і ендемічних видів учений довів давність основного ядра рослинності Поділля і безперервність флорогенезу цієї території з часів третинного періоду. Подальшому вивченню флори присвячені праці Б. Блоцького (Blocki, 1892, 1895, 1896, 1897, 1907, 1908, 1912). Б. Гринецький (Hryniewiecki, 1911) дослідив особливості східної границі бука в Європі, в тому числі й на Поділлі. Флористичні списки та критичні замітки про видовий склад Західного Поділля містяться в працях І. Пачоського (1912, 1915, Raczoski, 1891, 1896, 1899, 1913). В. Шафер (Szafer, 1910 а, 1914 а,б) описав рослинність Товтрового кряжу й околиць Львова. Ним опублікована серія флористичних праць (Szafer, 1904, 1910 б, 1913). Роботи Г. Запаловича (Zapalowicz, 1906, 1908, 1911) про флору Галіції написані на основі критико-систематичного опрацювання гербарної колекції фізіогеографічної комісії Академії наук у м. Краків, а також його власних флористичних досліджень території від Полісся до Карпат. Запалович крім критичних заміток описав нові види, підвиди, гібридні форми. Частина видових таксонів пізніше була визнана ботаніками. Вчений розглянув деякі теоретичні питання видової диференціації та загального флористичного районування.

Флористичні свідчення містяться в працях Б. Гринецького (1913), В. Талієва (1910). Розширені списки видів рослин Поділля опубліковані С. Маковецьким (1913). Уся інформація цього періоду була узагальнена Б. Федченко, А. Флеровим (1908-1910).

Четвертий період (1917-1939). Характеристичні флористичні границі Поділля присвячені праці М. Кочвари (Koczvara, 1925, 1930). В. Шафер описав реліктові види флори Волино-Поділля (Szafer, 1923, 1930 а), проаналізував співвідношення лісових і степових угруповань на Поділлі (Szafer, 1935). В. Гаєвський (Gajewski, 1937) зробив огляд флористичного районування. Він відніс територію Поділля до сарматської долини ірано-туранського регіону, але його висновки про районування та флорогенез помилкові. Ю. Д. Клеопов (1938) дослідив релікти широколистяних лісів європейської частини СРСР, в тому числі Західного Поділля. Опис флористичних особливостей різних місцевостей даного регіону, свідчення про поширення окремих видів, угруповань містяться в публікаціях Б. Гринецького (Hryniewiecki, 1922), М. Кочвари (Koczvara, 1925 а-д, 1926 а-д, 1927 а-д, 1928, 1931, 1939), С. Кульчинського (Kulczynski, 1927), А. Козловської (Kozlowska, 1930, 1931), Я. Мондальського (Mondalski, 1930, 1936, 1938), В. Гаєвського (Gajewski, 1931 а, 1932 а, б, 1934), Р. Кобенди (Kobendza, 1933, 1935), С. Мацко (Macko, 1935, 1937 а, б), С. Кульчинського, Ю. Мотики (Kulczynski, Мотука 1936), Ю. Мотики (Мотука, 1936, 1937), М. Лімановського (Limanowski, 1939), С. Маковецького (Маковецький, 1939). Значний об'єм флористичної інформації про Західне Поділля є у визначнику рослин В. Шафера, С. Кульчинського, Б. Павловського (Szafer, Kulczynski, Pawlowski, 1924). Матеріали про територію Подільської височини містяться в публікаціях С. М. Лавренко (1927, 1930), Д. Богацького (1928), Ю. Д. Клеопова (1928), М. І. Котова (1931, 1940), Ф. А. Грinia, В. О. Михайличенко (1933), Н. І. Косца (1937), М. М. Круцкевича (1937), Б. Є. Балковського (1939).

У п'ятому періоді (1940-1966) накопичується велика кількість флористичної інформації по Україні, в тому числі і по Західному Поділлі (Флора УРСР, т. 2-12, 1940-1965; Визначник рослин УРСР, 1950; Визначник рослин України, 1965). Відбувається ціленаправлене флористичне дослідження окремих районів Поділля. Деяко менше особливості флори Західного Поділля відображені у "Флорі СРСР" (т. 11-30, 1945, 1964). Характеристиці флористичних особливостей, опису нових видів, ендемічним, реліктовим, рідкісним, охороні рослин присвячені праці Б. В. Заверухи (1958, 1959, 1960, 1962, 1963, 1964, 1965), В. О. Шиманської (1960). Опис окремих районів Поділля проводився Н. І. Косцем (1947, 1953) і Ф. А. Грінем (1950). Відомості про луки, степові ділянки містяться в публікаціях Є. М. Брадіс (1957, 1962), Г. В. Козія (1961-1963), І. С. Амеліна (1962), Барбаріча (1962, 1966), М. С. Боч, Н. І. Рубцова (1962), А. А. Зап'ятової (1963), Є. М. Брадіс, Н. І. Рубцова (1966), В. Г. Хржановського (1958). Відомості про нові та рідкісні види, ендеміки, флористичні знахідки, особливості флори окремих районів опубліковані Д. Н. Доброчаєвою (1947), М. В. Клоковим (1947, 1950, 1951, 1953, 1954, 1957, 1959, 1960), Г. К. Крейєром (1950), Б. Є. Балковським (1954), М. І. Котовим (1955), Є. В. Міндеровою (1956, 1957), Т. Я. Омельчук (1962), М. П. Бойко (1962, 1964), О. Н. Дубовик (1963, 1964).

Флористичні відомості представлені в працях М. Кочвари (Koczwara, 1946), С. С. Станкова, В. І. Талієва (1949), В. Шафера, С. Кульчинського, Б. Павловського (Szafer, Kulczynski, Pawlowski, 1953), П. Д. Ярошенко, С. Г. Іваницького (1954), Є. Н. Кондратюка (1960), П. Л. Горчаковського (1968). Шостий період (1966-1983) характеризується поповненням флористичної інформації новими матеріалами, відомостями про поширення ендемічних, диз'юнктивних і погранично-ареальних видів. Описані нові для науки рослини. Флористичним особливостям Товтрового кряжу присвячені дослідження І. І. Мороз (1970, 1973), С. С. Харкевич (1973), Є. М. Брадіс, Н. І. Рубцова (1966), А. І. Кузьмичева (1966, 1967), Б. В. Заверухи (1967, 1969, 1971, 1976, 1977, 1978, 1980, 1982, 1983), Є. М. Брадіс, А. Ф. Бачуріна (1969), Г. С. Куковіца (1970, 1971, 1973, 1976), Ю. Р. Шеляг-Сосонко (1970, 1971, 1973, 1974, 1980), Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Г. С. Куковіца (1970, 1971, 1974, 1976, 1980), Н. П. Слободян (1972), В. В. Протопопова (1973) [1, 2, 3, 4]. Списки рослин, а також свої записи опубліковують Е. Турчинський (Turczynski, 1858), А. Реман (Rehman, 1870-1872, 1874, 1875), В. Тинецький (Tyniecki, 1877), Ж. Круль (Krol, 1878), Е. Волошак (Woloszczak, 1874, 1887), А. Слендзінський (Slendzinski, 1874, 1877-1879, 1881), Б. Густавич (Gustawicz, 1880), К. Лапчинський (Lapczynski, 1882), Ш. Труш (Trusz, 1883, 1884, 1888). Важливе значення мають і записи В. Монтрезора (1881), І.Ф. Шмальгаузена (1883). Критичні замітки про видовий склад Західного Поділля містяться в працях І. Пачоського (1912, 1915, Paczoski, 1891, 1896, 1899, 1913). В. Шафер (Szafer, 1910, 1914) описав рослинність Товтрового кряжу й околиць Львова. Ним опублікована серія флористичних праць (Szafer, 1904, 1910 б, 1913). Флористичним особливостям Західного Поділля присвяченні дослідження І. І. Мороз (1970, 1973) [3], С. С. Харкевич (1973), Н. І. Рубцова (1966), Б. В. Заверухи (1967, 1969, 1971, 1977, 1983), Г. С. Куковіца (1971, 1973, 1976), Ю. Р. Шеляг-Сосонко (1970, 1971, 1974, 1980), Н. П. Слободян (1972), В. В. Протопопова (1973) та інші [3, 5, 6, 7, 8].

У продовження цих робіт ми започаткували комплексне вивчення територіальної та ценотичної диференціації різноманіття зникаючих видів рослин Західного Поділля з розробкою наукових основ їх збалансованого використання в культурі та збереження.

### Висновки

Отже, необхідно поглиблено вивчати популяції рідкісних рослин, організувати довготривалий моніторинг за їхнім станом, розробити конкретні рекомендації щодо їх охорони, заходи до репатріації популяцій зниклих видів або тих, що знаходяться на межі зникнення.

Охорона та раціональне використання рослинних ресурсів, зокрема лікарських та червонокнижних, – одна з найважливіших проблем сучасності.

1. *Андржиевский А.* Ботанический очерк местностей, лежащих между Бугом и Днестром от реки Збруч до Чёрного моря / *А. Андржиевський* // Зап. о-ва сел. хоз-ва Юж. России. — 1855. — № 2. — С. 63—78; № 3. — С. 93—108, С. 149—164.

2. Геренчук К.И. Область Волынской возвышенности / К. И. Геренчук // Физико-географическое районирование Украинской ССР (под ред. Попова В. П., Маринина А. М., Лянько А. И.). – К. : Киев. Ун-т, 1968. – Розд. 5. – С. 165–173.
3. Заверуха Б. В. Флора Волино-Подолли и ее генезис / Б. В. Заверуха. — К. : Наук. думка, 1985. — 192 с.
4. Рогович А.С. Обзорение семенных и высших споровых растений, входящих в состав флоры губерний Киевского учебного округа : Волынской, Подольской, Киевской, Черниговской и Полтавской / А. С. Рогович. — К.: Киев. ун-т, 1869. — 308 с.
5. Черевченко Т.М. Збереження біологічної різноманітності рослин – найважливіше завдання ботанічних садів і дендропарків України I / Черевченко Т. М., Мороз П. А. // Вісн. Київ. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. — К., 1999. — Віт. 1 — С. 10—13.
6. Черняк В.М. Рідкісні та зникаючі рослини Тернопільщини з Червоної книги України / В.М. Черняк, Г.Б. Синиця. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2008. — 224 с.
1. Чопик В. И. Редкие и исчезающие растения Украины / Чопик В. И. — К. : Наукова думка, 1978. — 211 с.
7. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Нові та рідкісні види флори Західного Поділля та їх охорона. / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Г.С. Куковиця // Укр. бот. журн. — 1974. — Т. 31, №4. — С. 522—524.
8. Шмальгаузен И.Ф. Флора юго-западной России, т. е. губерний : Киевской, Волынской, Подольской, Полтавской, Черниговской и смежных местностей / И. Ф. Шмальгаузен. — К. : Киевск. ун-т, 1886. — 783 с.
9. Andrzejowski A. Rys botaniczny krain zwiedzonych w podrozach miendzy Bohem a Dnistrem od Zbrucza az do morza Czarnego odbytych w latach 1814, 1816, 1822. — Wilno, 1823.
10. Besser V.S. Enumeratio plantarum hucusque in Volhynia, Podolia, gub. Kiivienki, Bessarabia, cis Tyraica et circa Odessam collectorum, simul observationibus in primitias floriae Galiciae Austriaceae. / V.S. Besser — Vilnae, 1822. — 111p.

*А.М. Гура, В.И. Чопик*

Кременецкий областной гуманитарно-педагогический институт им. Тараса Шевченко

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОГО ПОДОЛЬЯ

Сохранение биологического разнообразия - одна из глобальных и сложных проблем современности. На территории Западного Подолья более 120 видов высших сосудистых растений требуют специальных форм охраны. Флористическим особенностям Западного Подолья посвящены исследования многих ученых, в продолжение этих работ основано комплексное изучение территориальной и ценологических дифференциации многообразия исчезающих видов растений Западного Подолья с разработкой научных основ их сбалансированного использования и сохранения в культуре.

*Ключевые слова: исчезающие виды, Западное Подолье, охрана биоразнообразия*

*A.M. Gura, V.I. Chopuk*

Kremenetskiy Regional Humanitarian Pedagogical Institute them. Taras Shevchenko, Ukraine

#### STUDY ENDANGERED SPECIES IN WESTERN PODOLIA

Conservation of biological diversity - one of the global and complex challenges. In the western skirts more than 120 species of higher vascular plants require special forms of protection. Floristic features of Western Podolia dedication of many research scientists, extension of this work initiated a comprehensive study of territorial differentiation and coenotical diversity of endangered plant species in Western skirts with developing scientific principles of sustainable use and preservation of culture.

*Keywords: endangered species, Western skirts, protection of biodiversity*

Рекомендує до друку

Надійшла 25.06.2013

М.М. Барна

УДК 581.524 (477.43)

Л.Г. ЛЮБІНСЬКА

Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка  
вул. І.Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300**ДИНАМІКА І АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ  
РОСЛИННОСТІ НПП «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»**

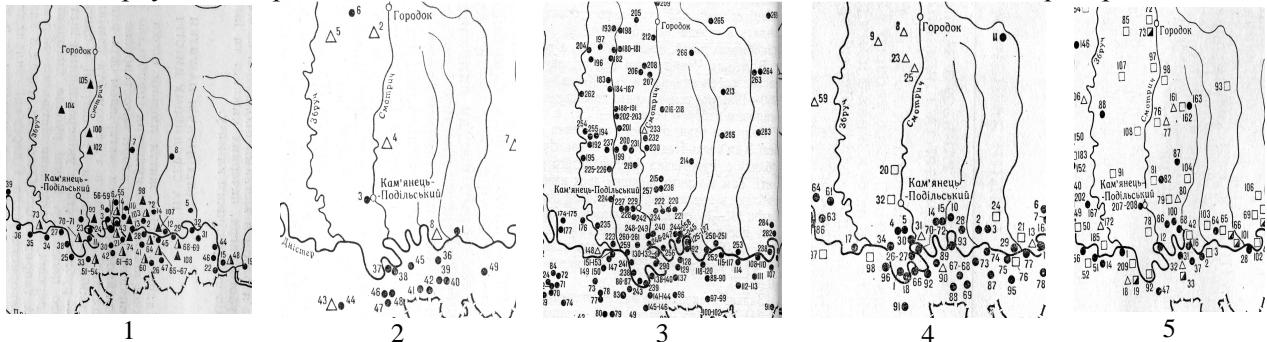
Територія НПП «Подільські Товтри» вирізняється різноманітними ландшафтами. Рослинний покрив представлений природними, природно-антропогенними та антропогенними рослинними угрупованнями. Тривалий вплив людини та інших факторів спричиняють зміни ландшафтів і рослинності. Щільність заселення, використання біологічних ресурсів, руйнування товтрової гряди через виїмку вапняку і створення кар'єрів, затоплення земель і формування водосховища – це основні антропогенні трансформуючі чинники.

Динамічні процеси рослинного покриву НПП «Подільські Товтри» мають різні напрямки. Описані еволюційні зміни, сукцесії, порушення. Наведені приклади таких змін. Демутаційні процеси відбуваються на ділянках, які останні десятиліття не використовуються для потреб людини або знаходяться під незначним впливом. Такі приклади є в межах НПП. Для аналізу змін необхідний постійний моніторинг. Збереження рослинного покриву потребує екологічного управління.

*Ключові слова:* рослинність, динаміка і трансформація, національний природний парк «Подільські Товтри»

В сучасних умовах національні природні парки є природоохоронними, рекреаційними науковими, еколого-освітніми установами. Для поєднання всіх видів діяльності та сталого розвитку необхідно мати комплексну інформацію про екотопи, флору і рослинність та розроблену структуру управління. НПП «Подільські Товтри» займає 261316 га і є найбільшим природозаповідним об'єктом в Україні. Територія парку високоантропогенізована, але вирізняється значним різноманіттям ландшафтів, що сприяє формуванню оригінальної флори і рослинності [4-5].

Рослинність НПП «Подільські Товтри» знаходиться в динамічному стані, тому чітко проглядаються різні види змін. Сучасний клімат на планеті здійснює вплив, який ще неможливо достовірно оцінити. Але ті зміни, що відбувалися впродовж тисячоліть описані палеоботаніками. На території НПП «Подільські Товтри», як на всій території Придністров'я, Поділля відбувалися зміни рослинного покриву та ландшафтів під впливом кліматичних, горотворчих, гідрологічних факторів. Антропогенний вплив залишає свій відбиток на рослинному покриві. Зокрема, І. С. Винокур [1] наводить для території, яка зараз знаходиться в межах парку, схеми (рис. 1), де виділено місця поселень і щільність заселеності території.



1-Палеоліт, мезоліт, 2-Доба Бронзи 3-Черняхівська 4-Раньосередньовічній 5-Давньоруське неоліт культура II-IV до. Р.Хр. поселення V- VII поселення IX-XIII

Рис. 1. Заселеність території НПП «Подільські Товтри» у різні часи.

Такі дані підтверджують припущення, що впродовж 40 тис. років проводиться людська діяльність на цих територіях. При використанні відкритих земель для вирощування зернових та інших рослин на лісових галявинах, лучних та степових ділянках розпочався процес зміни ландшафту. При цьому відбувалися значні зміни природного рослинного покриву.

Питання динаміки рослинності розглядається науковцями впродовж ХХ-ХХІ ст. (Ф.Клементс, Р.Уїткер, В.М.Сукачов, В.Д. Александрова, Б.М.Міркін, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, В.С. Ткаченко, В.А. Соломаха) [2, 3, 6]. Зокрема, вони вказують, що динаміка рослинності представлена трьома класами: еволюція, sukcesія, порушення.

### Матеріал і методи досліджень

Аналіз динамічних і трансформаційних процесів базується на багаторічних оригінальних польових дослідженнях рослинного покриву території НПП «Подільські Товтри» впродовж 1984-2012 рр. Використано методи пробних площ і маршрутний для геоботанічних описів з їх подальшою камеральною обробкою. Асоціації наведено за класифікацією Браун-Бланкез використанням синтаксономії України за Соломахою В.А. [7].

### Результати досліджень та їх обговорення

В сучасних умовах ми можемо аналізувати і оцінювати ті процеси, які відбуваються на території НПП «Подільські Товтри» впродовж останніх двадцяти п'яти років. Рослинність парку входить до 22 класів, що підтверджує її високу різноманітність [5].

Зокрема, еволюція - зміни, що призводять до формування нових, таких, що раніше не існували, типів угруповань. При еволюційних змінах спостерігається диференціація ніш видів в угрупованні. Формування нових угруповань можливе лише при їх відкритості для входження в них нових видів, які стратегічно сильніші. Ці процеси проявляються при внесенні інвазійних видів та інтродуцентів. На території НПП «Подільські Товтри» такі процеси спостерігаються у насадженнях культур *Pinus sylvestris* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Acerne gundo* L. та при формуванні угруповань після занесення насіння, наприклад *Ailantus altissima* L.

Сукцесії - поступові зміни рослинності, спричинені внутрішніми чи зовнішніми факторами [4]. Сукцесії не призводять до виникнення нових угруповань, але різні стадії їх можуть відрізнятися від остаточно сформованого угруповання.

Нами прослідковувалися зміни рослинного покриву, які опишемо далі, зокрема, автогенні та аллогенні сукцесії. Сингенез розглядають як зміни, що відбуваються через зміну взаємовідносин між рослинами і виділяють як підтип автогенних сукцесій. В межах НПП проводиться виїмка вапняку, в результаті цього процесу формуються вапнякові відвали і кар'єри, які вже не експлуатуються. Саме вони стають місцями для прояву сингенезу. Наприклад, на п'ятирічних вапнякових відвалах у с. Сахкамін, виявлено *Chamaerion Dodonea* (Vill.) Holub, який заселяється як піонерний вид, поряд з ним трапляються *Taraxacum officinale* Wigg., *Sonchus arvensis* L., *Lactuca serriola* L., *Achillea millefolium* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Tussilago farfara* L., *Trifolium pretense* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Pastinaca sylvestris* Mill., *Artemisia vulgaris* L., *Trifolium hybridum* L., *Chamaerion angustifolium* (L.) Holub, *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Daucus carota* L., *Vicia cracca* L., *Poa pratensis* L., *Agrostis gigantea* Roth., *Dactylis glomerata* L. На двадцятирічних відвалах сформований рослинний покрив за участю деревних видів: *Salix cinerea* L., *Populus tremula* L., *Carpinus betulus* L.

Ендоекогенез це зміни, що спричиняють формування інших фітоценозів через зміну середовища існування рослинами. В НПП часто трапляються ділянки, де навколо джерел розростається прибережно-водна рослинність, але через деякий час нагромадження відпаду сприяє зміні оводненості, трофності і зміні видового складу, в кінцевому результаті виникають незначні за площею вологі луки «рудки» (біля с. Боришківці, Врублівці, Китайгород, Андріївка, Свіршківці та ін.) з такими асоціаціями, як *Oenantherorripetum* Lohmeyer 1950 (Soo1928), *Potentillo argenteae-Poetum angustifoliae* V.Solomakha 1996, *Epilobio-Juncetum effuse* Oberd. 1957.

Аллогенні зміни у вигляді гологенезу відбуваються у придністровській частині НПП, де функціонує створене у 80-х роках ХХ ст. Дністровське водосховище при будівництві Дністровської ГЕС, а також при зміні товтрових ландшафтів через активну виїмку вапняку.

Гейтогенні сукцесії як підтип аллогенних змін, відбуваються під впливом пасовищного та рекреаційного навантаження. На території НПП «Подільські Товтри» пасовищні сукцесії спостерігаються на лучно-степових та степових ділянках. Впродовж століть на них випасають



тварин. За радянських часів активно розвивали вівчарство та вирощування великої рогатої худоби. Питаннями правильної експлуатації, відновлення та поліпшення таких земель не займалися. Тому більшість із них знаходилися на останніх стадіях пасовищної дигресії, що вказує на регресивну сукцесію. Під час досліджень нами виявлено всі стадії пасовищної дигресії.

Рекреаційний вплив спричиняє зміни, які можуть призвести, до часткового та повного знищення рослинного покриву. Спостереження в межах Бакотського скельного монастиря свідчать про негативний вплив рекреації на рослинний покрив різних фітоценозів. На дослідній території зростають типові, рідкісні та реліктові асоціації: *Botriochloetum ischaemii* (Krist. 1937) I.Pop 1977, *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* Klika (1931) 1936, *Carici humilis-Stipetum capillatae* Tkachenko, Movchanet V.Sl. 1987, *Lembotropio nigricans-Potentillietum arenariae* (Kukovitsa et al. 1994) Kukovitsa V.Sl. 1995, *Festuco valesiacaе-Stipetum capillatae* Sill. 1937, *Salvionemorosae-Festucetum valesiacaе* Korotchenko et Didukh, 1997, *Carici humilis-Festucetum valesiacaе* Klika 1951, *Festucetum valesiacaе* Solodkova et al., 1986; Tkachenko et al., *Seslerietum heufleranae* Soy 1946, *Asteri-Linetum flavae* Glaczek 1968.

З 1998 р. активізувалося відвідування Бакотського скельного монастиря. На вказаній території впродовж весняно-літнього сезону перебуває до 20 тис. відвідувачів, які за рахунок витоупування спровокували знищення рослинного покриву на стежках. За десять років ширина першої дослідної стежки збільшилася від 18 до 45 см, другої – з 24 до 73 см, також з'явилася одна автодорога шириною 3,2 м. Рослинний покрив було знищено повністю. З 2009 р. одну стежку перекрито для відвідувачів, що сприяло початку демуаційних процесів. Спостереження в межах Бакотського скельного монастиря свідчать про негативний вплив рекреації на рослинний покрив різних фітоценозів, зокрема, значно вразливими є асоціації *Carici humilis-Festucetum valesiacaе*, *Asteri-Linetum flavae*.

Варто звернути увагу на сукцесії, що відбуваються після випалювання. В останні десятиліття самовільне випалювання щорічно проявляється на всій території НПП «Подільські Товтри». Проведенні дослідження на Вербецьких товтрах засвідчили, що до створення заказника на території проводилося інтенсивне випасання. Після заповідання навантаження різко зменшилося і розпочалися демуаційні процеси. Але з 1993 по 2010 відбулося три самовільних підпали, які охопили всю територію заказника, окрім кам'янистих верхівок та чотири підпали у різних частинах. За цей час північно-західна частина горіла лише тричі. На цій ділянці виявлено наступні зміни. До призупинення випасання панували асоціації *Festucetum valesiacaе* і *Botriochloetum ischaemii* (Krist. 1937) I.Pop 1977 та невеличкі ділянки *Carici humilis-Brachypodietum pinnati* Soy (1942) 1947, *Carici humilis-Festucetum valesiacaе* Klika 1951.

В цих угрупованнях відмічений *Chamaecytisus albus* (Hacq.) Rothm., але його поширення обмежувалося випасанням, викошуванням. Після зниження зоогенного навантаження, та випалювання травостою, активізувалося поширення зіноваті. Випалювання вплинуло на проростки і молоді вегетативні особини виду. Також частково відмерли пагони у генеративних особин *Ch. albus*, але звільнена від конкурентів ділянка та удобрена відмерлими рослинними рештками сприяла розмноженню виду шляхом розпаду клонів. І на сьогодні там сформувалися асоціації з домінуванням *Ch. albus*. На таких ділянках гинуть рідкісні угруповання за участю *Carex humilis* L.

Гологенез як підтип аллогенних змін проявився після створення Дністровського водосховища, коли водою були залиті природні, антропогенно-природні та антропогенні ландшафти. Внаслідок цього знищено прибережно-водні, болотні, лучні, лучно-степові, степові, кальцепетрофітні угруповання. На цих ділянках та на сільськогосподарських землях пройшли алювіальні процеси, відбулося намивання глинистого ґрунту. Вздовж новостворених берегів поширюються асоціації *Xantio riparii-Chenopodietum* Lohm. Et Walther 1950., *Bidentipolygonetum hydropiperis* (W. Koch 1926) Lohm 1950. Порушення – зміни, що відбуваються під дією антропогенних чинників і можуть виникати миттєво, стрибкоподібно, без чітко виражених закономірностей. Зміни законодавства, які виключили погодження природокористування в межах НПП, сприяють таким змінам. На території НПП «Подільські Товтри» непередбачуваними змінами можуть бути зміни, що виникають після одночасної дії кількох факторів. Прикладом цього є процеси, що відбуваються на південно-східній частині бувшого заказника «Вербецькі Товтри». Після передачі в оренду фермеру прилеглих до «Вербецьких товтр» земель, відбулося самозахоплення частини заказника з наступним осіннім

випалюванням травостою та переорюванням (1995, 1996 р.) Випалювання проводилося в 2001, 2003 р.-2006 р. З 1999 р. оранка не проводиться. Такі умови сприяли активному розвитку асоціацій *Artemisio absinthii-Salvietum verticillatae* Fijalk. 1971, *Balloto-Artemisietum absinthii* Schubert et Mahn. ex Elias 1982, *Tanaceto-Artemisietum vulgaris* Br.-Bl. corr. 1949, *Artemisietum absinthii* Schubert et Mahn. 1959 ex Elias 1982, *Berteroetum incanae* Siss. et Tidem. ex Siss., *Echio-Verbascetum* Siss. 1950, *Melilotetum albi-officinalis* Siss. 1950, *Pastinaco sativae-Daucetum carotae* Kost. in V.Solomakha et al. 1992, *Dauco-Centauretum diffusae* Vagricova 2002, *Agropyretum repentis* Gors 1966, *Convolvulo-Brometum inermis* Elias 1979, *Convolvulo-Agropyretum repentis* Felf. (1942) 1943 і проникненню бур'янових видів влучностепові ценози, а на закинутих ділянках заселяються такі види як *Stipa capillata* L. з проективним покриттям 90-95%.

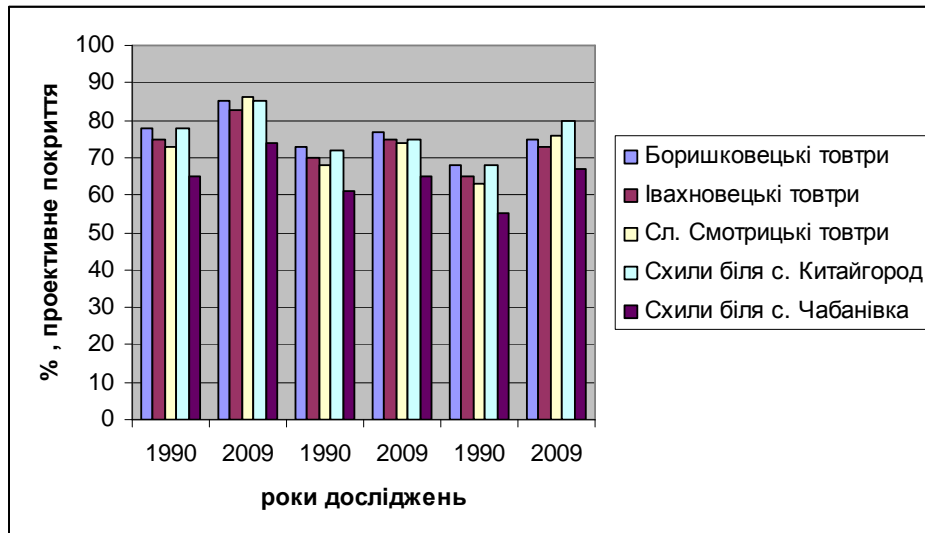


Рис. 2. Зміна проективного покриття на ділянках після призупинення інтенсивного випасання

На території парку також виявлено процеси демуації. На дослідних ділянках спостерігалися наступні зміни: асоціація *Carici humilis-Festucetum valesiacaе* Klika 1951, яка вже була під значним пасовищним навантаженням трансформувалася у *Festuco valesiace-Caricetum humilis* Klika (1931) 1936, а потім у *Festucetum valesiacaе* Solodkova et al., 1986; Tkachenko et al., Mirkin et al. Після припинення випасання овець розпочалися процеси демуації. Виявлено відновлення осокових, злакових, бобових рослин. На цих ділянках змінилося проективне покриття трав'янистих видів (рис. 2).

Сучасний стан рослинного покриву набуває характерних рис асоціації *Festuco valesiace-Caricetum humilis*.

### Висновки

Отже, різноманітні впливи призводять як до малопомітних змін так і до повного розладу рослинності. Для виявлення змін рослинного покриву НПП «Подільські Товтри» необхідний систематичний моніторинг та аналіз трансформаційних процесів. Збільшення кількості пробних площ з метою контролю динамічних процесів, забезпечить достовірність отриманих результатів дослідження. Для збереження екосистем, цінних ділянок та угруповань необхідне впровадження екологічного менеджменту.

1. *Винокур І.С.* Історія Лісостепового Придністров'я та Південного від кам'яного віку до середньовіччя / І.С. Винокур. — К.: Наукова думка, 1985. — С. 142—151.
2. *Геоботаніка: тлумачний словник: навч. посіб.* / [Якубенко Б.Є., Попович С.Ю., Григоров І.П., Мельничук М.Д.]. — Національний ун-т біоресурсів і природокористування України. — К.: Фітосоціоцентр, 2010. — 419 с.
3. *Григора І.М.* Рослинність України: ( еколого-ценотичний, флористичний та географічний нарис): учбовий посіб. / І.М. Григора, В.А. Соломаха. — К.: Український фітосоціологічний центр, 2005. — 451 с.

4. *Любінська Л.Г.* Аналіз флори і рослинності та особливостей території вилучених об'єктів НПП «Подільські Товтри» / Л.Г. Любінська // Подільський природничий вісник. — Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2010. — Вип. 1. — С. 180—188.
5. *Любінська Л.Г.* НПП «Подільські Товтри» // Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч. 2. / Національні природні парки / Під ред. В.А. Онищенко, Т.Л. Андрієнко. — К.: Фітосоціоцентр, 2012. — С. 395—409.
6. *Миркин Б.М.* Учебник / Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. — М.: Логос, 2001. — 264 с.
7. *Соломаха, В.А.* Синтаксономія рослинності України: третє наближення / В.А. Соломаха— К.: Фітосоціоцентр, 2008. — 295 с.

*Л.Г. Любинская*

Кам'янець-Подольський національний університет ім. Івана Огієнка

#### ДИНАМИКА И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НПП «ПОДИЛЬСЬКИ ТОВТРИ»

Территория НПП «Подільські Товтри» отличается разнообразными ландшафтами. Растительный покров представлен природными, природно-антропогенными и антропогенными фитоценозами. Длительное влияние человека и других факторов вызывают изменения ландшафтов и растительности. Плотность заселения, использование биологических ресурсов, разрушение толтовой гряды из-за выемки известняка и создания карьеров, затопления земель и формирования водохранилища – это основные трансформирующие факторы.

Динамические процессы растительного покрова НПП "Подільські Товтри" имеют разные направления. Описаны эволюционные изменения, сукцессии, нарушения. Приведены примеры таких изменений. Демутационные процессы происходят на участках, которые последние десятилетия не используются для потребностей человека или находятся под незначительным влиянием. Такие примеры есть в пределах НПП. Для анализа изменений необходим постоянный мониторинг. Сохранение растительного покрова требует экологического управления.

*Ключевые слова:* растительность, динамика и трансформация, национальный природный парк «Подільські Товтри»

*L.G. Lyubinska*

Ivan Ogienko Kamyanets-Podilsky national university, Kamyanets-Podilsky, Ukraine

#### THE DYNAMIC AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF VEGETABLE COVER OF NATURE PARK "PODILSKI TOVTRY"

Territory of national nature park "PodilskiTovtry" is distinguished by the varied sceneries. A vegetable cover is presented by natural, naturally-anthropogenic and anthropogenic cenoses. The protracted influence of man and other factors is caused by the changes of landscapes and vegetation. Density of settling of territory, the use of biological resources, destruction of tovtry ridge through the coulisse of limestone and creation of quarries, flood of earth and forming of storage pool is basic transforming factors.

The dynamic processes of vegetable cover of NNP"PodilskiTovtry" have different directions. Described evolutionary changes, succesions, violations. Examples of such changes are made. Demutations processes take place on areas, whatever last decades are used for the necessities of man or are under insignificant influence. Such examples are within the limits of NNP. For the analysis of changes the permanent monitoring is needed. Maintenance of vegetable cover needs an ecological management.

*Keywords:* vegetable cover, dynamic and anthropogenic transformation, national nature park "PodilskiTovtry"

Рекомендує до друку

Надійшла 4.07.2013

М.М. Барна

# БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 636.4.084

Г.М. ГОЛІНЕЙ, В.І. КВАША

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

## **ВПЛИВ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗЕРНОСУМІШЕЙ З БАЛАНСУЮЧОЮ МІКРОМІНЕРАЛЬНОЮ ДОБАВКОЮ (БММД-1) НА ДЕЯКІ ГІСТОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОРГАНІВ СВИНЕЙ**

Досліджено вплив використання у годівлі рослинних високобілкових і жиромістких екологічно чистих кормів місцевого виробництва у складі регіональних зерноsumішей (РЗС) з БММД-1 на деякі гістологічні параметри органів молодняка свиней при вирощуванні на м'ясо. Встановлено, що кормовий фактор сприяв збільшенню маси печінки у свиней дослідних груп на 1,4-11,8% ( $P < 0,01$ ) і кількості ядер на 1,4-3,2%.

*Ключові слова: свині, раціони, регіональні зерноsumіші, балансуєча мікромінеральна добавка, гістологічні структури*

Печінка свиней як велика залоза травної системи виконує ряд життєво необхідних для організму функцій. Вона виділяє жовч, яка поступає по протоках у дванадцятипалу кишку і допомагає розщепленню жирів; тут синтезуються білки плазми крові (альбуміни, глобуліни, фібриноген, протромбін) і знешкоджуються шкідливі для організму речовини азотного обміну, що поступають в кров з органів травлення; бере участь у обміні вуглеводів (відкладання і розщеплення гліконену), жирів (відбувається синтез фосфатидів, які потім поступають у кров), білків (білки печінки інтенсивно обновлюються), вітамінів (А і Д), мікроелементів (залізо, мідь, марганець і цинк) і води. Печінка виконує трофічну, захисну, а в ембріональний період і кровотворну функції.

Дванадцятипала кишка розміщена в правому підребер'ї і прилягає до вісцеральної поверхні печінки. У початковій частині дванадцятипалої кишки відкриваються протоки печінки і підшлункової залози. На місці їх входу слизова оболонка формує сосок дванадцятипалої кишки, який запобігає попаданню в протоку вміст кишки. В дванадцятипалій кишці відбувається хімічна обробка харчових мас і всмоктування продуктів хімічної переробки кормів [1].

Метою роботи було дослідити вплив згодовування рослинних високобілкових і жиромістких кормів місцевого виробництва у складі регіональних зерноsumішей (РЗС) з БММД-1 на стан структури печінки і дванадцятипалої кишки.

### **Матеріал і методи досліджень**

Для вивчення впливу використання розроблених регіональних зернових сумішей на організм свиней при м'ясній відгодівлі було проведено науково-господарський дослід на базі господарства ТОВ «Медобори» с. Кам'янки Підволочиського району Тернопільської області.

Об'єктом дослідження було взято свиней червоно-поясної породи, які були розділені на 4 групи по 8 голів у кожній. Піддослідні групи формували за принципом аналогів, враховуючи при цьому вік, живу масу, ріст, стать, породу тварин.

Годівля тварин проводилась з врахуванням живої маси і запланованих середньодобових приростів за основними раціонами (ОР), складеними відповідно норм годівлі, виходячи з фактичної поживності наявних кормів. Дослід включав зрівняльний та основний періоди і проводився за розробленою схемою (табл. 1).

Загальна енергетична поживність 1 кг РЗС коливалась у межах 1,12-1,20 корм. од. Загальна енергетична поживність середньодобових раціонів піддослідних груп свиней в основний період склала 2,8 корм. од. Годівля свиней дворазова з відповідною підготовкою кормів до згодовування при клітково-груповому утриманні [2, 3, 4].

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліду

Група	Вік тварин, місяць	n	Період досліду	
			зрівняльний (15 днів)	основний (180 днів)
Контроль	3	8	ОР(% за поживністю) (силос кукурудзяний 5; цукровий буряк і жом сухий – 30 (7+23); РЗС - 65 (горох 24% за масою)	ОР + РЗС – 65% за енергетичною поживністю (горох 24% за масою)
Дослідна Д <sub>1</sub>	3	8	ОР	ОР + РЗС – 65% за енергетичною поживністю із заміною 50% (за масою) гороху сумішшю КБ+ЗР(1:3)+ БММД-1
Дослідна Д <sub>2</sub>	3	8	ОР	ОР + РЗС – 65% за енергетичною поживністю із заміною 100% (за масою) гороху сумішшю КБ+ЗР(1:3)+ БММД-1
Дослідна Д <sub>3</sub>	3	8	ОР	ОР + РЗС – 65% за енергетичною поживністю із заміною 100% (за масою) гороху сумішшю КБ+СОЯ (1:3) + БММД-1

\* Примітка БММД-1 (солі) 19,3г на 100 кг РЗС

Проведено гістологічні дослідження печінки і дванадцятипалої кишки для виявлення ефективності впливу кормового фактору на організм свиней. Для цього було відібрано з кожної групи у трьох голів зразки печінки і дванадцятипалої кишки з відповідних до поставленої мети дослідження ділянок. Одержані зразки фіксували у 10% нейтральному формаліні до трьох діб. Потім промивали і зневоднювали у спиртах наростаючої концентрації (від 40% до абсолютного) і за класичними методиками заливали у парафін. Порізку матеріалу проводили на санному мікроскопі (товщина зрізу – 7,5 мкм); тканини натягували на предметне скло.

Забарвлення зразків проводили гематоксилін-еозином. При забарвленні гематоксиліном клітинні ядра набувають світло-синього кольору, а еозином Y (Eosin Yellowish) – структура цитоплазми набуває червоно-рожевого кольору. Дослідження проводили за допомогою мікроскопа МББ-1А [5, 6].

Результати досліджень опрацьовували статистично [7].

### Результати досліджень та їх обговорення

Стан гістологічної структури печінки піддослідних свиней подано у таблиці 2.

Гістологічні показники печінки піддослідних свиней,  $M \pm m$ ,  $n=3$

Показник	Група			
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>
Печінка, кг	1,44±0,03	1,46±0,03	1,61±0,03**	1,54±0,03*
% до К	100	101,4 (+1,4)	111,8 (+11,8)	106,9 (+6,9)
Кількість ядер на 1 мм <sup>2</sup> , шт.	4245,6±26,12	4381,6±47,02	4304,5±52,69	4363,6±46,47
% до К	100	103,2 (+3,2)	101,4 (+1,4)	102,8 (+2,8)
Розмір ядер, мкм	3,56±0,04	3,59±0,04	3,63±0,05	3,39±0,06*
% до К	100	100,8 (+0,8)	101,9 (+1,9)	95,2 (-4,8)

Примітки: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

Досліджено, що кормовий фактор сприяв збільшенню маси печінки у свиней груп Д<sub>1</sub>, Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub> відповідно на 1,4; 11,8 ( $P < 0,01$ ) і 6,9% ( $P < 0,05$ ) до контролю. Поряд із збільшенням маси печінки у дослідних групах відбулось підвищення відповідно на 3,2; 1,4 і 2,8% кількості ядер. Різниця у кількості ядер на 1 мм<sup>2</sup> у печінці тварин дослідних груп не вірогідна, але має тенденцію до збільшення. Розмір ядер у групах Д<sub>1</sub> і Д<sub>2</sub> збільшився на 0,8; 1,9%, а у групі Д<sub>3</sub> цей показник зменшився на 4,8% ( $P < 0,05$ ).

Результати гістологічних параметрів дванадцятипалої кишки піддослідних свиней були в межах фізіологічної норми (табл. 3).

Таблиця 3

Гістологічні параметри дванадцятипалої кишки піддослідних свиней,  $M \pm m$ ,  $n=3$

Показник	Група			
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>
Кількість ядер на 1 мм <sup>2</sup> , шт.	4238,6±24,67	4321,6±57,03	4303,5±77,69	4215,6±26,75
% до К	100	101,9 (+1,9)	101,5 (+1,5)	99,5 (-9,5)
Розмір ядер, мкм	2,81±0,05	2,52±0,04**	2,56±0,05*	2,96±0,08
% до К	100	89,7 (-10,3)	91,1 (-8,9)	105,3 (+5,3)

Примітки: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

Відмічено збільшення у групах Д<sub>1</sub> і Д<sub>2</sub> кількості ядер на 1,9 і 1,5%, при цьому розмір ядер був меншим на 10,3 і 8,9%. У групі Д<sub>3</sub>, поряд із зменшенням кількості ядер, розмір ядер був вищим на 10,3%. У клітинах печінки і дванадцятипалої кишки патологічних змін не виявлено.

### Висновки

Отже, гістологічні параметри найбільшої травної залози і дванадцятипалої кишки відповідають фізіологічним нормам і згодовування розроблених регіональних зерноsumішей з включенням мікромінеральної добавки БММД-1 позитивно впливає на стан структури печінки і дванадцятипалої кишки.

1. Александровская О.В. Цитология, гистология и эмбриология / О.В. Александровская, Т.Н. Радостина, Н.А. Козлов. — М.: Агропромиздат, 1987. — 448 с.
2. Георгиевский В.И. Минеральное питание животных / В.И. Георгиевский, Б.Н. Анненков, В.Т. Самохин. — М.: Колос, 1979. — 471 с.
3. Годівля сільськогосподарських тварин: Довідник у таблицях / [За ред. М.Г. Повознікова]. — Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2007. — 100 с.
4. Дмитроченко А.П. Кормление сельскохозяйственных животных / А.П. Дмитроченко, П.Д. Пшеничний. — [2-е изд.] — К.: Колос, 1975. — 480 с.
5. Меркулов Г.А. Курс патологической техники / Г.А. Меркулов. — Изд. «Медицина» Ленинградское отделение, 1969. — 424 с.
6. Новак В.П. Цитология, гистология, эмбриология / В.П. Новак, М.Ю. Пилипенко, Ю.П. Бичков. — К.: ВІРА-Р, 2001. — 288 с.
7. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. — М.: Колос, 1969. — 256 с.

*Г.М. Голиней, В.И. Кваша*

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка, Украина

**ВЛИЯНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЗЕРНОСМЕСЕЙ С БАЛАНСИРУЮЩЕЙ МИКРОМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ (БММД-1) НА НЕКОТОРЫЕ ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОРГАНОВ СВИНЕЙ**

Исследовано влияние использования в кормлении растительных высокобелковых и жиросодержащих экологически чистых кормов местного производства в составе региональных (РЗС) с БММД-1 на состояние гистоструктур органов и тканей молодняка свиней при выращивании на мясо. Установлено, что кормовой фактор сопутствовал увеличению массы печени у свиней опытных групп на 1,4-11,8% ( $P<0,01$ ) и количества ядер на 1,4-3,2%.

*Ключевые слова: свиньи, рационы, региональные зерносмеси, балансирующая микроминеральная добавка, гистологические структуры*

*H.M. Holiney, V.I Kvasha*

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University

**INFLUENCE OF REGIONAL GRAIN MIXES AND BMMD-1 ON THE HISTOLOGICAL PARAMETERS OF PIGS' ORGANS**

The influence of the use of vegetable rich in protein and fat ecologically clean locally-produced fodder as a component of regional grain mixes and BMMD-1 on the histological parameters of organs of pigs has been studied. It has been found out that feeding factor provided increase in weight of the liver of pigs in experimental groups of 1,4-11,8% ( $P<0,01$ ) and number of nuclei of 1,4-3,2%. In duodenum the increase in the number of nuclei in groups D1 and D2 has been 1,9 and 1,5%, and the size of nuclei was 10,3 and 8,9 % smaller.

*Keywords: pigs, rations, regional grain mixes, BMMD-1, histological structures*

Рекомендує до друку

Надійшла 10.07.2013

Н.М. Дробик

УДК 58.084:582.923.1

**Н.Б. КРАВЕЦЬ, Г.І. БОРИС, Л.Р. ГРИЦАК, О.Ю. МАЙОРОВА, Н.М. ДРОБИК**

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

**РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ *GENTIANA LUTEA L.* IN VITRO**

---

Представлено результати досліджень з оптимізації складу живильного середовища Мурасіге, Скуга з половинним вмістом макро- та мікросолей (МС/2) для культивування *in vitro* рослин *Gentiana lutea L.* Варіанти живильних середовищ розробляли з урахуванням результатів хімічного аналізу ґрунтів, взятих з природних місцевиростань цього виду. Виявлено, що підібрані живильні середовища забезпечують ріст рослин *in vitro*, однак більшість кількісних та морфометричних показників рослин були вищими у контрольному варіанті.

*Ключові слова: Gentiana lutea L., культивування in vitro, живильне середовище, оптимізація*

За останні сторіччя структура рослинного покриву Карпат зазнала суттєвих змін. Основними причинами трансформації первинних екосистем були і є антропогенні навантаження,

інтенсивність яких невпинно зростала від початку господарського освоєння Карпат до наших днів. В умовах антропогенного пресингу на природні екосистеми відбувається постійне збіднення біорізноманітності їхнього рослинного і тваринного компонентів.

За сучасними даними в Українських Карпатах збереглися популяції 378 рідкісних видів рослин, які потрібно охороняти [15]. До них належать й види роду *Gentiana* L., зокрема *G. acaulis* L., *G. asclepiadea* L., *G. laciniata* Kit. ex Kanitz., *G. lutea* L., *G. punctata* L., *G. verna* L., *G. nivalis* L. та *G. utriculosa* L.

Серед цих видів через нерегламентовану господарську діяльність істотно скоротилися запаси тирличу жовтого (*G. lutea*) в Україні. Як вид, що знаходиться під загрозою зникнення, *G. lutea* занесений до «Червоної книги України» (2009) та охороняється у Карпатському біосферному заповіднику і Карпатському національному природному парку [7, 9]. Тому важливим завданням нині є пошук можливих шляхів збереження *G. lutea* та стабілізації чисельності його порушених популяцій.

Перші спроби закладання штучних плантацій *G. lutea* були зроблені Крисем З.-О.П. (1972) у 70-х роках ХХ століття. Ним створено заказник цього виду на полонині Рогнеска, закладено напівпромислові плантації. Розробці методики введення *G. lutea* в культуру та його посіву і штучного вирощування в умовах ботанічних садів приділяли увагу також російські вчені – з Ботанічного інституту ім. В.Л. Комарова та Алтайського ботанічного саду [13, 14].

Агротехніка вирощування *G. lutea* на штучних плантаціях передбачає попереднє розрихлення ґрунту, видалення кореневищ інших видів та лише після цього – висів насіння. За такою методикою раніше було проведено висів насіння на високогірних біостаціонарах Інституту екології Карпат НАНУ (г. Пожижевська, 1440 м н.р.м), Львівського (г. Менчул Квасівський, 1210 м н.р.м.) та Ужгородського університетів (полонина Рівна, 1482 м н.р.м) [17], а також у дендропарку «Дружба» Івано-Франківського університету біля м. Івано-Франківськ (250 м н.р.м.) [16]. Агропопуляції *G. lutea* ( $\approx 0,10$  га) на горах Пожижевська та Менчул Квасівський нині перебувають у доброму стані.

У с. Богдан Рахівського району, Закарпатської області (550 м н.р.м.) Москалюк Б.І. культивує *G. lutea* з 1997 р. Автором розроблено агротехнічні заходи та рекомендації з вирощування *G. lutea* для збереження та збільшення локалітетів виду, а також запропоновано проводити реінтродукцію виду після попереднього підрощування рослин у культурі до двох–трирічного віку [10].

Проте, збереження фіторізноманіття не може бути досягнуто лише шляхом створення штучних плантацій. Упровадження заповідного режиму також не завжди дає бажаний ефект. Якщо стале самопідтримання порушене, то очікувати позитивних результатів від заповідання у пасивній формі (охороні та невтручанні у процеси, які відбуваються в рослинному покриві) доволі проблематично [4].

Поряд із традиційними природоохоронними заходами, поширені методи збереження і охорони видів за межами їх природних ареалів – *ex situ*. Колекції рослин, вирощених у штучно створених умовах, здатні не тільки стати банком генетичних ресурсів, але й забезпечити потреби у рослинному матеріалі для наукових досліджень, у лікарській сировині, посадковому матеріалі для створення плантацій, реінтродукції тощо [3].

Аналіз літературних даних та результати власних експедиційних досліджень засвідчують необхідність проведення цілого комплексу робіт для відновлення порушених популяцій *G. lutea*. У системі таких заходів важливу роль відіграє застосування біотехнологічних методів. Раніше розроблено спосіб мікроклонального розмноження *in vitro* тирличів, який дозволяє одержувати від однієї особини 20–100 тис. рослин за рік [11].

Метою цієї роботи було оптимізувати склад живильного середовища для вирощування *in vitro* рідкісного виду *G. lutea*.

### Матеріал і методи досліджень

Вихідним матеріалом для дослідження слугували 3–4 місячні рослини *G. lutea* (г. Пожижевська, 1450–1455 м н.р.м.), отримані шляхом пророщування простерилізованого насіння *in vitro*.



У результаті попередньо проведених досліджень встановлено вміст рухомих форм макро- та мікроелементів у зразках ґрунтів з г. Пожижєвська та полонини Лемська (місцевиростання *G. lutea* в Українських Карпатах) [1]. Ці результати було використано при виборі варіантів живильного середовища.

Контролем слугувало живильне середовище МС [19] з половинним вмістом макро- та мікросолей (МС/2) (табл. 1). Чотири дослідні варіанти середовища характеризувалися меншими, порівняно з контролем, концентраціями макро- та мікроелементів (за винятком вмісту сполук Cu, Fe, та Co). За результатами проведеного нами аналізу ґрунтів з природних місцевиростань *G. lutea*, концентрація усіх форм доступного нітрогену лежала в межах 362–457 мг/кг (неопубліковані дані). Тому, до складу розроблених нами живильних середовищ було додано сполуки нітрогену у нижчій, порівняно з контрольним варіантом, концентрації; у два дослідні варіанти  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  не додавали (табл. 1). Крім цього, дослідні варіанти відрізнялися між собою за наявністю вуглеводів (маніту або сахарози) (табл. 1). Введення до складу живильного середовища маніту зумовлено тим, що як осмотично активна речовина він забезпечує синтез ферментів антиоксидантного захисту та сприяє виживанню рослин під час стресу [2, 8, 12]. У всіх протестованих живильних середовищах як регулятор росту використовували кінетин у концентрації 0,15 мг/л. рН дослідних і контрольного середовищ становило 5,7.

У кожному варіанті висаджували по 10–15 рослин і культивували їх протягом 6 місяців. Ефективність підібраних середовищ оцінювали за такими показниками: висота стебел, кількість пар листків та кількість коренів у розрахунку на рослину, довжина коренів. Вимірювання морфометричних та підрахунок кількісних показників проводили впродовж 3,5 місяців через кожні 20 діб, а також у кінці експерименту. Результати дослідження опрацьовували статистично [6].

Таблиця 1

Склад варіантів живильних середовищ

Компонент	I Варіант, мг/л	II Варіант, мг/л	III Варіант, мг/л	IV Варіант, мг/л	Контроль (МС/2), мг/л
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	3,47	3,47	0	0	825
$\text{KNO}_3$	4	4	4	4	950
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,02	0,02	0,02	0,02	220
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	110	110	110	110	185
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0,013	0,013	0,013	0,013	85
$\text{H}_3\text{BO}_3$	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,98	1,98	1,98	1,98	11,15
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,08	0,08	0,08	0,08	0,013
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,32	0,32	0,32	0,32	4,30
$\text{Na}_2\text{MoO}_4$	1,16	1,16	1,16	1,16	0,125
KJ	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,415
$\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	34	34	34	34	13,65
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	26,86	26,86	26,86	26,86	13,9
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,025	0,025	0,025	0,025	0,013
Тіамін	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Піридоксин	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Нікотинова к-та	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Кінетин	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Мезоінозит	100	100	100	100	100
Сахароза	3000	0	3000	0	10000
Маніт	0	3000	0	3000	0

### Результати досліджень та їх обговорення

Кількісні та біометричні показники, отримані у результаті тестування контрольного та дослідних варіантів живильних середовищ, представлено у таблицях 2–4.

Максимальний приріст висоти стебел спостерігали на 20-ту добу на усіх протестованих живильних середовищах: середні значення цього показника становили 4,6–13,2 мм (табл. 2). До 40-ої доби приріст висоти стебел у першому варіанті був вищим, порівняно з іншими середовищами. Найменш інтенсивний ріст рослин відбувався на третьому варіанті середовища, починаючи із 60-ої доби. На відміну від дослідних варіантів живильного середовища, у контролі максимальний приріст висоти стебел зафіксовано з 60-ої по 80-ту добу.

Таблиця 2

Вплив складу живильного середовища на ріст пагонів рослин *G. lutea*

Варіант живильного середовища	Зміни параметрів рослин					
	з часу висаджування до 20-ої доби	з 20-ої до 40-ої доби	з 40-ої до 60-ої доби	з 60-ої до 80-ої доби	з 80-ої до 100-ої доби	з часу висаджування до 100-ої доби
<b>Кількість пар листків на рослину</b>						
<b>I</b>	1,4±0,05	1±0,05	0,6±0,05	0,5±0,05	0,4±0,05	3,9
<b>II</b>	0,9±0,05	0,9±0,07	0,4±0,05	0,8±0,04	0,5±0,07	3,5
<b>III</b>	1,3±0,09	0,6±0,07	0,2±0,05	0,5±0,05	0,2±0,05	2,8
<b>IV</b>	1,3±0,12	1±0,08	0,6±0,06	0,5±0,05	0,3±0,05	3,7
<b>Контроль</b>	0,8±0,05	1±0,01	<b>0,9±0,11</b>	<b>1±0,08</b>	0,4±0,05	<b>4,1</b>
<b>Висота стебла, мм</b>						
<b>I</b>	<b>13,2±1,13</b>	<b>9,6±0,89</b>	1,8±0,24	2,4±0,22	1,9±0,2	28,9
<b>II</b>	9,7±0,88	3,1±0,2	4,3±0,47	4,7±0,42	1,9±0,14	23,7
<b>III</b>	6,9±0,55	3,6±0,36	1,6±0,15	0,8±0,07	1,3±0,07	14,2
<b>IV</b>	4,6±0,31	2,4±0,32	3,1±0,43	2,2±0,27	1,9±0,2	14,2
<b>Контроль</b>	7,5±0,33	8,8±0,32	<b>8±0,47</b>	<b>10±1,1</b>	<b>5,4±0,07</b>	<b>39,7</b>

Примітка. \* – найбільші значення параметрів рослин виділено напівжирним шрифтом.

До 20-ої доби рослини на усіх варіантах середовищ формували листки. Збільшення середньої кількості пар листків на рослину на цьому етапі культивування становило 0,8–1,4 (табл. 2). На наступних етапах інтенсивність формування нових листків знижувалася. Найменша їх кількість утворювалася на третьому варіанті живильного середовища, починаючи із 40-ої доби. На 100-ту добу культивування кількість пар листків у розрахунку на рослину збільшилася на 2,8–2,9, висота стебел – 14,2–28,9.

Нами також виявлено значну варіабельність кількості коренів рослин та їх довжини (табл. 3). До 40-ої доби найбільший приріст довжини коренів спостерігали у рослин на першому варіанті живильного середовища, а, починаючи з 40-ої доби, – у контролі.

Порівняльний аналіз біометричних показників показав, що рослини з дослідних варіантів середовищ відставали у рості, характеризувалися дрібнішими, порівняно з контролем, розмірами листків при практично однаковій їх кількості. Із дослідних середовищ найбільшими морфометричними показниками стебел і коренів були у рослин з першого варіанту. Очевидно, це обумовлено найближчим до контролю вмістом елементів мінерального живлення у ньому.

Приріст висоти стебел та кількості пар листків (табл. 2), а також довжини коренів (табл. 3) рослин з 80-ої до 100-ої доби у більшості досліджених середовищ був найменшим, порівняно з іншими етапами культивування, що, ймовірно, спричинено збідненням живильного середовища та накопиченням у ньому продуктів метаболізму.

При подальшому культивуванні з 100-ої до 180-ої доби такі показники як приріст кількості пар листків на рослину, висоти стебел і довжини коренів були найбільшими у рослин з контрольного варіанту живильного середовища, тоді як приріст кількості коренів на рослину у цьому випадку був найменшим (табл. 4).

Вплив складу живильного середовища на ріст коренів рослин *G. lutea*

Варіант живильного середовища	Зміни параметрів рослин					
	з часу висаджування до 20-ої доби	з 20-ої до 40-ої доби	з 40-ої до 60-ої доби	з 60-ої до 80-ої доби	з 80-ої до 100-ої доби	з часу висаджування до 100-ої доби
<b>Кількість коренів на рослину</b>						
<b>I</b>	0,2±0,04	0,15±0,04	0,16±0,02	0,17±0,04	0,6±0,06	1,8
<b>II</b>	0,1±0,03	0,2±0,06	0	0,5±0,07	0,6±0,08	1,4
<b>III</b>	0	0	0,4±0,09	<b>0,7±0,12</b>	0,4±0,05	1,5
<b>IV</b>	0,4±0,06	0,2±0,04	0	0,3±0,06	0,6±0,06	1,2
<b>Контроль</b>	0,4±0,04	0,1±0,03	0,4±0,05	0,5±0,05	0,6±0,09	<b>2</b>
<b>Довжина коренів, мм</b>						
<b>I</b>	<b>5,1±0,54</b>	<b>5,9±0,78</b>	0,6±0,07	1,0±0,19	0,9±0,11	13,5
<b>II</b>	3,1±0,42	1,1±0,17	1,8±0,19	1,8±0,11	1,1±0,15	7,9
<b>III</b>	2,1±0,16	0,5±0,11	0,3±0,05	0,8±0,18	0,3±0,07	4
<b>IV</b>	3,5±0,27	2,7±0,27	2,7±0,41	1,2±0,14	0,6±0,07	10,7
<b>Контроль</b>	3,3±0,18	4,4±0,25	<b>3,0±0,14</b>	<b>10,5±1,14</b>	<b>2,3±0,27</b>	<b>23,4</b>

Примітка. \* – найбільші значення параметрів рослин виділено напівжирним шрифтом.

Дослідні варіанти середовищ забезпечували утворення рослинами більшої, порівняно з контролем, кількості коренів. Найвищим зазначений показник був на третьому варіанті живильного середовища, проте ці рослин характеризувалися найменшою довжиною коренів (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив складу живильного середовища на ріст пагонів та коренів рослин *G. lutea* на останніх етапах культивування

Варіант живильного середовища	Зміни параметрів рослин з 100-ої до 180-ої доби культивування			
	кількість пар листків на рослину	висота стебел, мм	кількість коренів на рослину	довжина коренів, мм
<b>I</b>	0,9±0,18	4,6±0,97	6,3±1,62	9,9±1,33
<b>II</b>	1,1±0,28	5,6±1,23	4,7±1,27	28,6±7,21
<b>III</b>	0,6±0,24	4,1±1,21	<b>8,8±1,88</b>	11,7±2,75
<b>IV</b>	0,5±0,22	3,2±0,39	6,4±2,16	14,3±3,88
<b>Контроль</b>	<b>3,6±0,8</b>	<b>35,8±8,94</b>	3,4±0,86	<b>47,6±10,34</b>

Примітка. \* – найбільші значення параметрів рослин виділено напівжирним шрифтом.

Отже, із чотирьох протестованих дослідних живильних середовищ у найбільшій мірі забезпечував ріст рослини перший варіант. На цьому середовищі до 40-ої доби рослини характеризувалися найбільшим приростом як висоти стебел, так і довжини коренів. Починаючи із 40-ої доби, найбільшими ці показники були у контролі.

Найменш сприятливим для росту рослин було середовище без  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , доповнене 3000 мг/л сахарози (третій варіант). При цьому культивовані рослини формували найменшу кількість листків та характеризувалися найменшими морфометричними параметрами стебел та коренів. Водночас, збільшення кількості коренів на цьому варіанті з 100-ої до 180-ої доби відбувалося найінтенсивніше. Цей параметр на останніх етапах культивування був більшим, порівняно з контролем та іншими дослідними середовищами (табл. 3). Очевидно, це обумовлено адаптацією рослин до росту у живильному середовищі в умовах дефіциту макро- та мікроелементів: утворення більшої кількості коренів дозволяє рослині інтенсивніше поглинати елементи живлення.

Як уже зазначалося, протестовані у цьому дослідженні живильні середовища є збідненими за кількістю макро- та мікроелементів, порівняно з контролем; вищим у дослідних варіантах був лише вміст сполук Cu, Fe, та Co. Очевидно, саме цим обумовлені отримані

результати: кількісні та морфометричні показники пагонів і коренів (за винятком кількості коренів) рослин у всіх варіантах були нижчими, порівняно з контролем – доволі багатим за вмістом макро- і мікроелементів середовищем МС/2.

Ймовірно, для оптимізації живильного середовища доцільним є врахування як вмісту елементів у ґрунтах з природних популяцій тирличів, так і біологічних потреб рослин в елементах мінерального живлення в природі та в умовах *in vitro*.

### Висновки

Зроблено спробу оптимізувати склад живильного середовища МС/2 для культивування *in vitro* *G. lutea* на основі даних щодо елементного складу ґрунтів з природних місцевиростань цього виду.

Встановлено, що із протестованих дослідних варіантів у найбільшій мірі забезпечувало ріст рослин модифіковане середовище МС/2, доповнене 3,5 мг/л  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  і 3000 мг/л сахарози. На середовищі без  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , доповненому 3000 мг/л сахарози, рослини формували найменшу кількість листків і характеризувалися найменшими морфометричними параметрами стебел та коренів, однак кількість коренів на цьому варіанті середовища була найбільшою.

Виявлено, що більшість кількісних і морфометричних показників рослин *G. lutea* у дослідних варіантах були меншими, порівняно з контролем (середовище МС/2). Тому, доцільною є подальша оптимізація складу живильного середовища з врахуванням біологічних потреб рослин в елементах мінерального живлення як в природі, так і в умовах *in vitro*.

1. *Вміст* деяких макро- і мікроелементів у ґрунтах та рослинах *Gentiana lutea* L. з двох чорногірських популяцій Українських Карпат / Г.І. Пасічник, О.Ю. Майорова, В.Б. Войтюк [та ін.] // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Біологія. — 2011. — Вип. 30. — С. 183—187.
2. Долгова Л.Г. Содержание пролина как показателя стойкости растений-интродуцентов рода *Amelancheir* Medic [Електронний ресурс] / Л.Г. Долгова, М.В. Самолова // Актуальные вопросы биологии, экологии и химии. — 2009. — №3. — С. 29—34. — Режим доступа к журн.: <http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/index.php?lang=rus>.
3. Евсеева Н.Н. Перспективы восстановления численности некоторых охраняемых растений: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника» / Н.Н. Евсеева. — Москва, 2003. — 23 с.
4. Климишин О. Оптимізація, охорона і раціональне використання рослинності високогір'я та верхньої межі лісу Українських Карпат / Олександр Климишин // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. — 2010. — Вип. 54. — С. 27—40.
5. Крысь З.-О.П. Эколого-биологические предпосылки охраны и обогащения запасов горечавки желтой (*Gentiana lutea* L.) в Украинских Карпатах: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника» / З.-О.П. Крысь. — К., 1972. — 28 с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов / Георгий Филиппович Лакин. — М.: Высш. школа, 1980. — 293 с.
7. Лікарські рослини: енциклопедичний довідник / [Лебеда А.П., Джуренко Н.І., Ісайкіна О.П. та ін.]; відп. ред. А.М. Гродзінський — К.: В-во «Українська Радянська Енциклопедія» ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. — С. 430—432.
8. Лобачевска О.В. Вміст вільного проліну та активність антиоксидантного захисту у мохоподібних за стресових умов / Оксана Василівна Лобачевска // Чорноморський ботан. журн. — 2008. — Т. 4, №2. — С. 230—236.
9. Мамчур Ф.І. Цілюще зело / Федір Іванович Мамчур. — К.: Здоров'я, 1993. — 208 с.
10. Москалюк Б. І. Сучасний стан популяцій високогірних видів роду *Gentiana* L. та наукові основи їх охорони в Українських Карпатах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника» / Б. І. Москалюк. — Київ, 2010. — 20 с.
11. Пат. 21499 Україна МПК(2006) C12N 5/00 A01H 4/00 C12N 5/04 Спосіб мікроклонального розмноження видів тирличу жовтого (*Gentiana lutea* L.) та тирличу безстеблового (*Gentiana acaulis* L.) / Страшнюк Н.М., Мельник В.М., Грицак Л.Р., Леськова О.М., Кунах В.А.; заявники і патентовласники Інститут молекулярної біології та генетики НАН України, Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка. — № u 2006 10671; заявл. 09.10.2006; опубл. 15.03.2007, Бюл. №3.
12. Петюх Г.П. Активність ферментів антиоксидантного захисту в рослинах буряків цукрових під дією осмотичного стресу / Г.П. Петюх, І.А. Грубляк // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія. — 2011. — Вип. 162 (2). — С. 61—66.

13. Самусев Ф. Ф. *Gentiana lutea* L на Алтае / Ф. Ф. Самусев // Бот. журн. — 1960. — Т. 45, № 4. — С.595—597.
14. Соколов В. С. Горечавка желтая и арника горная / В. С. Соколов // Бот. журн. — 1954. — Т. 39, № 5. — С. 759—763.
15. *Стратегія* популяцій рослин у природних і антропогеннозмінених екосистемах Карпат / [за ред. М. Голубця, Й. Царика] — Львів: Євросвіт, 2001. — 160 с.
16. *Тезиси* докладов Второй республиканской конференции по медицинской ботанике. — Киев, 1988. — С. 144.
17. *Тирлич* жовтий (*Gentiana lutea* L.) в Українських Карпатах / [Бедей М.І., Крись О.П., Волощук М.І., Маханець І.А.]. — Ужгород, 2010. — 131 с.
18. *Червона* книга України. Рослинний світ / [за ред. Я.П. Дідуха]. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
19. *Murashige T.* A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / Toshio Murashige, Folke Skoog // *Physiol. Plant.* — 1962. — Vol. 15, № 13. — P. 473—497.

*Н.Б. Кравец, Г.И. Борыс, Л.Р. Грицак, О.Ю. Майорова, Н.М. Дробык*

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка, Украина

#### РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *GENTIANA LUTEA* L. *IN VITRO*

Представлены результаты исследований по оптимизации состава питательной среды Мурасиге, Скуга с уменьшенным в два раза содержанием макро- и микросолей (МС/2) для культивирования *in vitro* растений *Gentiana lutea* L. Варианты питательной среды разрабатывали с учетом данных химического анализа почв, взятых с естественных мест произрастания этого вида. Выявлено, что подобранные питательные среды способны поддерживать рост растений *in vitro*, однако в контрольном варианте большинство количественных и морфометрических показателей растений было выше.

*Ключевые слова:* *Gentiana lutea* L., культивирования *in vitro*, питательная среда, оптимизация

*N.B. Kravets, G.I. Borys, L.R. Grytsak, O.Yu. Mayorova, N.M. Drobyk*

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

#### SEARCH FOR APPROACH TO OPTIMIZATION OF NUTRIENT MEDIUM FOR CULTURING OF *GENTIANA LUTEA* L. *IN VITRO*

The results of studies on nutrient medium composition optimization for culturing of *Gentiana lutea* L. plants *in vitro* are presented. Nutrient medium variants were formulated based on Murashige-Scoog medium with semi-content inorganic macro- and micronutrients (MS/2) given the results of the soils' chemical analysis to be collected from the localities of this species natural vegetation.

It was found that among the tested experimental variants most plant growth promoting proved to be MS/2 medium supplemented with 3.5 mg/L  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  and 3000 mg/L sucrose. Plants maintained on it up to 40<sup>th</sup> day of cultivation showed most extensive growth increment of both stem height and root length. Starting from 40<sup>th</sup> day of growth these indices prevailed in the control (MS/2 medium). On the medium with  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  omitted but supplemented with 3000 mg/L sucrose the plants formed the least number of leaves and were characterized by the least morphometric parameters of stems and roots; the number of roots on this variant of medium, however, was maximal.

Given the fact that most numerical and morphometric measurements of *G. lutea* plants in tentative variants appeared to be lesser as compared with control it was concluded the reasonability of further nutrient medium optimization.

Furthermore, one should take into account the plant biological requirements in elements of mineral nutrition both in nature and conditions *in vitro*.

*Keywords:* *Gentiana lutea* L., cultivation *in vitro*, nutrient medium, optimization

Рекомендує до друку  
М.М. Барна

Надійшла 30.07.2013

# ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 597.2/5

Е.А. ВОДЯСОВА

Институт биологии южных морей  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина

## **НОВЫЙ МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА НЕОДНОРОДНЫХ СКОПЛЕНИЙ ХАМСЫ**

Предложен новый морфологический критерий – угол отолита  $\beta$ , который характеризует открытие центральной борозды и позволяет различить две формы отолитов (эллипсоидную и веретенovidную). Этот параметр имеет ряд преимуществ по сравнению с индексом  $l/d$ . Двухфакторный анализ в системе  $\beta-l/d$  позволяет дифференцировать азовскую и черноморскую популяции анчоуса.

*Ключевые слова: анчоус, отолит, морфология, популяции, дифференциация*

Вид *Engraulis encrasicolus* имеет сложную внутривидовую структуру, широкое распространение и является одним из основных промысловых видов в Азово-черноморском бассейне. Признано существование двух форм анчоуса, отличающиеся по многим морфологическим признакам, которые выделены в два подвида: *Engraulis encrasicolus ponticus* Aleksandrov и *Engraulis encrasicolus maeoticus* Puzanov (Световидов, 1964). Однако были проведены работы, показавшие более сложную его видовую структуру. На основе полученных результатов сделано предположение, что структура анчоуса в Черном море, представляет собой: группировки азовской популяции, черноморской популяции, азово-черноморских гибридов и черноморской популяции с механической или генетической примесью атлантического анчоуса (Калнин и Калнина, 1985). Также допускается наличие прибрежной формы по морфологическим признакам близкой к азовской популяции (Зуев, 2010).

В настоящее время для идентификации рас используется индекс отолитов  $l/d$  (Сказкина, 1965). Этот критерий позволяет оперативно и одновременно с определением возраста анчоуса по отолитам, устанавливать и популяционную принадлежность особей. Однако использование данного индекса в качестве различительного внутривидового признака имеет ряд проблем требующих критического анализа. Установлено, что с учетом погрешности расчета данного параметра его необходимо округлять до десятых, потому что ошибка метода составляет 0,1. Значения индекса отолитов для азовской и черноморской хамсы следует рассматривать в качестве интервала: для азовского анчоуса 1,9-2,1 и для черноморского 2,1-2,3. Отсюда следует, что использование только данного критерия в качестве различительного признака является недостаточным, так как значение 2,1 является характерным как для азовской, так и для черноморской популяции (Водясова, 2012).

Ранее исследователями было отмечено, что отолиты популяций анчоуса имеют различную форму: для азовской популяции характерна эллипсоидная, для черноморской популяции веретенovidная форма, но количественной оценки данный параметр не имеет.

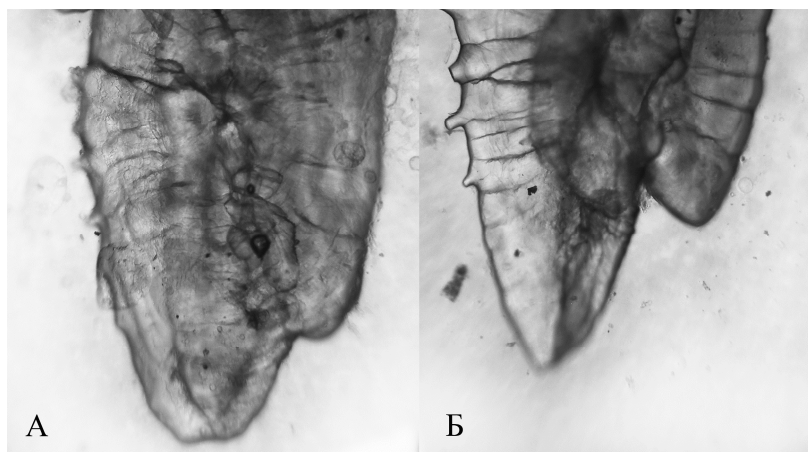


Рис. 1. Различные формы отолитов (А – эллипсоидная, Б – веретеновидная)

На рисунке 1 показано, что эти две формы отолитов отличаются открытием центральной борозды. В настоящей работе предлагается учитывать величину угла между рострумом и антирострумом, который будет косвенно свидетельствовать о различиях формы отолитов.

#### Материал и методы исследований

Объектом для исследования являлись особи анчоуса (*Engraulis encrasicolus*), собранные у побережья Крыма в ноябре-декабре 2011 г. Возраст рыб определяли по сагиттальным отолитам. В дальнейшем их анализировали в возрасте от года и выше (всего было проанализировано 260 отолитов).

Отолиты доставали из свежемороженой рыбы, просветляли в глицерине и анализировали при помощи окуляра микрометра (МБС-10). У каждой особи измеряли длину (l) и ширину (d) отолита с точностью до 0,025 мм. По этим данным рассчитывали индекс отолитов, как отношение длины отолита к его ширине (округление индекса проводилось до десятых).

В качестве нового морфологического критерия, отличающего эллипсоидную и веретеновидную формы, был выбран угол, характеризующий открытие центральной борозды отолитов. Для его измерения проводили фотографирование отолитов с помощью камеры Olympus C-5060 wide zoom при помощи адаптера RT5248 и светового микроскопа Biolar.

Измерение угла проводилось двумя способами, которые показаны на рисунке 2. Угол  $\alpha$  измерялся в основании открытия центральной борозды строго вдоль краев отолита, угол  $\beta$  проводился через вершину рострума, основание центральной борозды и вершину антерострума. Углы между антерострумом и рострумом отолита измерялись в программе Photoshop с помощью инструмента Ruler Tool.

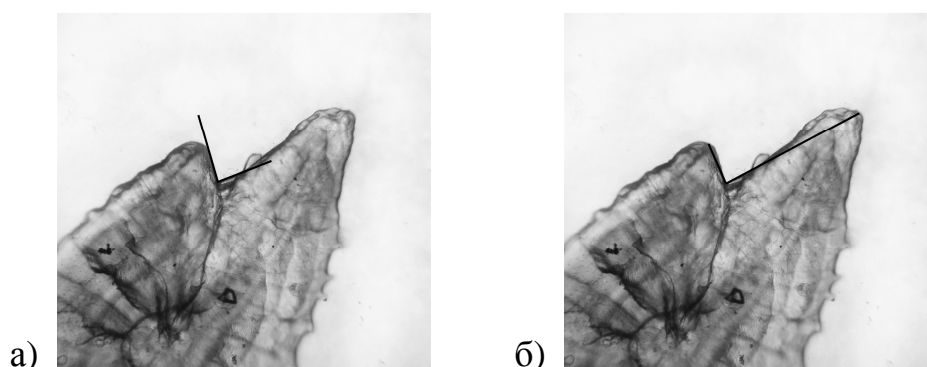


Рис. 2. Измерение углов отолита: а) измерение  $\alpha$ ; б) измерение  $\beta$ .

Статистическая обработка и графическое оформление полученных результатов проведены с применением стандартного пакета Microsoft Excel 2007. Достоверность различий оценивали при помощи t-критерия Стьюдента. Проверка нормального закона распределения

проводилась методом хи-квадрат, теоретические частоты рассчитывались с помощью функции Лапласа. Погрешность измерения угла рассчитывалась стандартными методами для прямых измерений. Симметричность нового морфологического параметра для левого и правого отолита оценивалась с помощью критерия Манна-Уитни.

**Результаты исследований и их обсуждения**

Предлагаемые методы измерения углов отолитов требуют проверки надежности. Для расчета величины погрешности измерений были проанализированы отолиты анчоуса, собранные в Черном море в районе Евпатории в ноябре 2011 года. Каждый угол ( $\alpha$  и  $\beta$ ) измерялся в десятикратной повторности. Случайная погрешность измерений для доверительной вероятности  $\alpha=0,95$  была рассчитана с помощью метода Стьюдента. Так как углы измерялись в программе Photoshop с помощью инструмента Ruler Tool, где цена деления равна  $0,1^\circ$ , это значение и было принято за инструментальную погрешность, погрешность отсчета равна 0 (согласно правилам для цифровых приборов). Все рассчитанные значения представлены в таблице 1 и приведены в соответствии с правилами округления.

Таблица 1

Расчет абсолютной погрешности измерения углов отолита

Показатель	Определение случайной погрешности			Определение инструментальной погрешности			$\Delta F$
	$\bar{F}$	$\sigma(F)$	$\Delta F_{случ}$	$\Delta F_{приб}$	$\Delta F_{отсч}$	$\Delta F_{инстр}$	
$\alpha$ , град	70,7	1,9	4,3	0,1	0	0,1	4
$\beta$ , град	121,9	0,8	1,9	0,1	0	0,1	2

Расчеты показывают, что измерения углов необходимо проводить с точностью до градуса. Так как случайная погрешность в разы больше инструментальной, то она является определяющей и измерение необходимо проводить более одного раза. Для того чтобы определить оптимально число повторов, были проведены расчеты по нахождению случайной погрешности для различного числа измерений. Все полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Погрешность углов в зависимости от числа измерений

Измеряемый угол		Число повторов								
		10	9	8	7	6	5	4	3	2
$\alpha$	$\bar{\alpha}$ , град	70,7	70,3	70,4	69,3	69,1	66,8	68,0	67,1	64,9
	$\sigma(\alpha)$	1,9	2,1	2,4	2,4	2,8	2,1	2,2	2,8	3,1
	$\Delta\alpha_{случ}$ , град	4,3	4,9	5,7	5,9	7,3	5,8	7,0	12,1	39,4
$\beta$	$\bar{\beta}$ , град	121,9	121,7	121,6	121,7	121,4	121,8	121,5	119,9	120,6
	$\sigma(\beta)$	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	1,7	2,6
	$\Delta\beta_{случ}$ , град	1,9	2,1	2,4	2,9	3,5	4,4	6,3	7,2	33,0

Для того, чтобы измерения углов можно было проводить с точностью до градуса, угол  $\alpha$  необходимо измерять четыре раза, угол  $\beta$  – три. В этом случае погрешность измерений составит  $7^\circ$  для обоих углов.

Для того, чтобы в дальнейшем при определении угла можно было брать среднюю для его значений у левого и правого отолита, необходимо проверить их симметричность. Она



підтверджена с помощью критерия Манна-Уитни. U-критерий составил 776 и 716 (для  $\alpha$  и  $\beta$  соответственно) при  $U_{\text{крит}}=559$  ( $p=0,05$ ). С учетом величины погрешности и U-критерия для дальнейшего анализа в качестве морфологического отличительного критерия форм отолитов был выбран угол  $\beta$ .

Проверка на нормальность проводилась для однородной группировки хамсы из района Керчи. Значения критерия Пирсона ( $\chi^2$ ) составили:  $\chi^2_{\text{эмпир.}}=16,99$ ;  $\chi^2_{\text{крит.}}=33,4$  ( $p=0,05$ ,  $N=72$ ).

Таким образом, угол  $\beta$  имеет нормальное распределение и симметричен для пар отолитов, что позволяет использовать данный морфологический параметр в качестве отличительного критерия. Для дальнейшего анализа у каждой особи замерялся угол у левого и правого отолита, затем рассчитывалось среднее значение угла с округлением до единиц.

Всего было измерено 260 отолитов. Исследована зависимость параметра  $l/d$  и угла  $\beta$ , которая представлена на рисунке 3. Коэффициент детерминации  $R^2=0,9484$ .

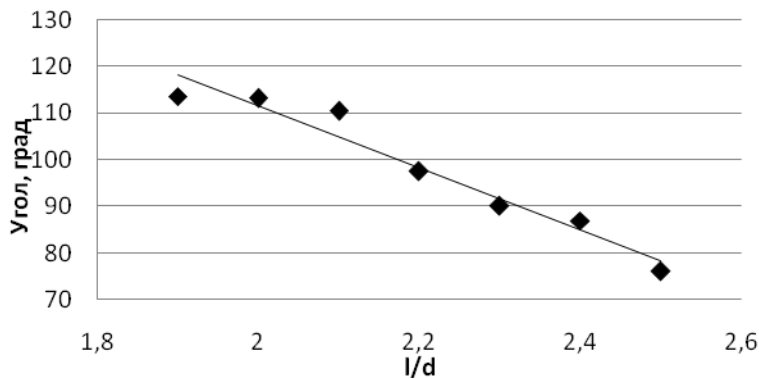


Рис. 3. Зависимость между углом и индексом отолита

С увеличением значений  $l/d$  величина угла уменьшается, что подтверждается данными из литературы о том, что веретеновидная форма характерна для отолитов с большим значением параметра  $l/d$ . Данная зависимость между двумя отличительными морфологическими критериями позволяет проводить двухфакторный анализ для скоплений анчоуса.

### Выводы

В результате проведенных исследований предложен новый морфологический отличительный критерий – угол отолита  $\beta$ , характеризующий эллипсоидную и веретеновидную формы отолита. Использование данного параметра имеет ряд преимуществ по сравнению с индексом  $l/d$ . Во-первых малая погрешность измерения (относительная погрешность составляет 6 %), которая позволяет проводить измерения до градуса. Во-вторых угол  $\beta$  дает широкий диапазон распределения значений признака, что более информативно при анализе смешанных скоплений анчоуса. В-третьих двухфакторный анализ в системе  $\beta$ – $l/d$  позволяет обнаруживать другие формы анчоуса, что при использовании одного индекса отолитов было невозможно.

1. Зуев Г.В. Внутривидовая морфо-экологическая и биологическая изменчивость азово-черноморской хамсы *Engraulis encrasicolus* (pisces: Engraulidae), зимующей у побережья Крыма / Г.В. Зуев [и др.] // Морський екологічний журнал. — 2011. — Т.10, №1. — С. 5—18.
2. Зуев Г.В. К вопросу о внутривидовой неоднородности зимующей у побережья Крыма хамсы / Г.В. Зуев [и др.] // Материалы III междунар. конф. «Современные проблемы экологии Азово-черноморского региона». — Керчь. — 2007. — С. 15—23.
3. Зуев Г.В. Применение графического метода вероятностной бумаги для изучения внутривидовой неоднородности азово-черноморской хамсы / Г.В. Зуев, Ю.Л. Мурзин // Материалы II междунар. ихтиолог. научно-практ. конф. «Современные проблемы теоретической и прикладной ихтиологии — 2009». — Севастополь. — 2009. — С. 57—59.
4. Калнин В.В. Интрогрессивная гибридизация рас и популяционная структура анчоуса Черного моря / В.В. Калнин, О.В. Калнина // Генетика. — 1985. — Т. 21, № 8. — С. 1352—1360.
5. Мельникова Е.Б. Определение внутривидовой неоднородности хамсы с помощью метода дискриминантного анализа / Е.Б. Мельникова // Рибе господарство України. — 2011. — №6. — С. 55—60.

6. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. Определитель по фауне СССР. Вып. 86. / Под ред. Световидова А.Н. — Москва: Наука, 1964. — 550 с.
7. Сказкина Е.П. Различие азовской и черноморской хамсы (*Engraulis encrasicolus maeoticus* Puzanov, *Engraulis encrasicolus ponticus* Aleks.) по отолитам / Е.П. Сказкина // Вопросы ихтиологии. — 1965. — Т. 5, № 4. — С. 600—605.

*Е.А. Водясова*

Институт біології південних морів, Севастополь, Україна

#### НОВИЙ МОРФОЛОГІЧНИЙ КРИТЕРІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ НЕОДНОРІДНИХ СКУПЧЕНЬ АНЧОУСІВ

Запропоновано новий морфологічний критерій – кут отоліту  $\beta$ , який характеризує відкриття центральної борозни і дозволяє розрізнити дві форми отолітів (еліпсоїдну і веретеноподібну). Цей параметр має ряд переваг порівняно з індексом  $l/d$ . Двофакторний аналіз у системі  $\beta$ - $l/d$  дозволяє диференціювати азовську і чорноморську популяції анчоуса.

*Ключові слова: анчоус, отоліт, морфологія, популяції, диференціація*

*Е.А. Vodiasova*

Institute of Biology of Southern Seas, Sevastopol, Ukraine

#### NEW MORPHOLOGICAL CRITERION FOR THE ANALYSIS OF HETEROGENEITY OF ANCHOVY

A new morphological criterion was proposed - the otolith angle  $\beta$ , which characterizes the opening of the central sulcus and permits distinguishing two otolith forms of anchovy (ellipsoid and fusiform). This parameter has more advantages than index  $l/d$ . Two-factor analysis conducted in the system « $l/d$  –  $\beta$ » allowed us to establish reliable differences between the Black Sea and the Azov populations.

*Keywords: anchovy, otolith morphology, population, differentiation*

Рекомендує до друку

Надійшла 14.06.2013

В.В. Грубінко

УДК (581.526.323:574.3)(285.3)

О.А. ДАВИДОВ, Д.П. ЛАРІОНОВА

Институт гідробіології НАН України

пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210

### **СЕЗОННА ДИНАМІКА КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ VACILLARIOPHYTA МІКРОФІТОБЕНТОСУ УРБАНІЗОВАНОЇ ВОДОЙМИ**

---

Досліджено сезонну динаміку кількісних показників Vacillariophyta мікрофітобентосу урбанізованої водойми. Встановлено їх роль у формуванні видового багатства, чисельності та біомаси мікрофітобентосу.

*Ключові слова: мікрофітобентос, Vacillariophyta, видове багатство, чисельність, біомаса, урбанізована водойма*

Діатомові водорості є важливою складовою мікрофітобентосу, їм належить основна роль в утворенні донних альгоценозів [4, 7]. Вони проявляють високу чутливість до зміни екологічних факторів середовища та реагують на різні антропогенні впливи [1, 2, 5, 8, 12].

Метою роботи було дослідження сезонної динаміки кількісних показників Bacillariophyta та встановлення їх ролі у формуванні видового багатства, чисельності та біомаси мікрофітобентосу урбанізованої водойми.

### Матеріал і методи досліджень

Матеріалами послужили дані досліджень у 2011 р. кількісних показників Bacillariophyta мікрофітобентосу озера Йорданське (Н. Опечень), що зазнає антропогенного забруднення розсіяним та точковим стоком з урбанізованої території м. Києва.

Проби мікрофітобентосу відбирали посезонно у літоральній (1,0 м) та глибоководній (6,0 м) зоні мікробентометром МБ–ТЕ у трьох повторностях із загальної площі близько 40 см<sup>2</sup>. Відбір та камеральна обробка проб проводилась за загальноприйнятою методикою [3]. Кількісний підрахунок виконувався на рахівній пластині в краплі об'ємом 0,1 см<sup>3</sup>, для визначення діатомових водоростей виготовляли препарати з використанням спеціальних середовищ.

Приуроченість діатомових водоростей, які зустрічались в мікрофітобентосі, до певних біотопів аналізувалась з урахуванням даних про екологію окремих видів водоростей [1, 6, 9, 10, 13].

Кількісні показники Bacillariophyta (видове багатство, чисельність, біомасу) виражали у відсотках від відповідних загальних величин мікрофітобентосу, що дало змогу виконати рекомендацію документа, який розкриває основні положення Водної Рамкової Директиви ЕС [11, 14].

### Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження показали, що Bacillariophyta відіграють важливу роль у формуванні видового багатства, чисельності та біомаси мікрофітобентосу урбанізованої водойми. Сезонні зміни їх кількісних показників чітко виражені.

Весною Bacillariophyta утворювали 45,8–65,0% видового багатства, 26,9–52,1% чисельності та 89,3–93,4% біомаси мікрофітобентосу. Основу їх кількісних показників склали бентонти: у літоральній зоні – 72,7 % кількості видів, 92,4% чисельності та 96,5% біомаси; у глибоководній – відповідно 59,9, 64,4 та 92,0%.

Роль бентонтів Bacillariophyta у формуванні загальних кількісних показників бентонтів мікрофітобентосу надзвичайно вагома: у прибережній зоні їм належало 80,8 % кількості видів, 24,8 % чисельності та 90,2% біомаси; у глибоководній – відповідно 53,9, 33,6 та 82,1 %.

За чисельністю та біомасою серед Bacillariophyta мікрофітобентосу у літоральній зоні вирізнялися: *Amphora ovalis* Kütz., *Melosira varians* Ag., *Navicula capitata* Ehr., *N. cryptocephala* Kütz., *Stausosira construens* Ehr., *Surirella brebissonii* var. *Kuetzingii* Kram. et L.-B.; у глибоководній – *Cymbella lanceolata* (Ehr.) Kirch., *Diatoma tenue* Ag., *M. varians*, *S. construens*.

Влітку кількісні показники Bacillariophyta мікрофітобентосу суттєво знижуються. Насамперед, це обумовлено специфікою водойми, у якій внаслідок антропогенного впливу у літній період відбувається інтенсивне «цвітіння» води планктонними синьозеленими водоростями та активне заростання мілководних ділянок вищою водною рослинністю, які конкурують з донними водоростями за трофічні та топічні умови, лімітуючи їх вегетацію.

Масово розвиваючись у товщі води, на вищій водній рослинності, аллохтони, за несприятливих умов або ж у кінці вегетації, осідають на дно та істотно впливають на кількісні показники Bacillariophyta, що не перевищують 33,3–45,0 % загального числа видів, 0,1–0,7 % чисельності та 5,5–18,8 % біомаси мікрофітобентосу.

У цей період кількісні показники Bacillariophyta мікрофітобентосу значною мірою формуються аллохтонами: у літоральній зоні – 77,8 % кількості видів, 98,6 % чисельності, 50,0% біомаси; у глибоководній – відповідно 66,7, 60,0 та 50,0 %.

Частка аллохтонів Bacillariophyta у загальних кількісних показниках аллохтонів мікрофітобентосу досить незначна: у прибережній зоні – 0,7% чисельності, 9,1 % біомаси; у глибоководній – відповідно 0,1 та 2,7 %. Натомість, бентонтам Bacillariophyta належало 66,7 % загальної кількості видів бентонтів мікрофітобентосу у літоральній зоні та 33,4 % в глибоководній.

У прибережній зоні, поблизу місць вегетації вищої водної рослинності серед аллохтонів Bacillariophyta мікрофітобентосу масово зустрічались також заростеві форми: *Cocconeis placentula* Ehr., *Diatoma vulgare* f. *lineare* (Grun.) Bukht., *Encyonema paradoxa* Kütz., *Epithemia sorex* Kütz., *Gomphonema angustum* Ag., *Martyana martyi* (Herib.) Round; у глибоководній – *Cyclotella radiosa* (Grun.) Lemm., *Encyonema silesiaca* (Bleisch) Mann, *M. varians*.

Восени роль Bacillariophyta у формуванні кількісних показників мікрофітобентосу зростає до 58,3–87,3% загальної кількості видів, 8,1–20,9 % чисельності та 66,7 % біомаси.

Як і навесні, основу кількісних показників Bacillariophyta утворювали бентонти: у літоральній зоні – 57,1 % кількості видів, 87,8 % чисельності, 75,0 % біомаси; у глибоководній – відповідно 57,1 та 70,1 %.

Частка бентонтів Bacillariophyta від загальних кількісних показників бентонтів мікрофітобентосу значна, хоча дещо нижча, ніж весною (за виключенням видового багатства): у прибережній зоні – 80,0% кількості видів, 18,4 % чисельності, 50,0 % біомаси; у глибоководній – відповідно 100, 5,7 та 33,3 %.

Основу чисельності та біомаси Bacillariophyta мікрофітобентосу восени формували як бентонти (*A. ovalis*, *Craticula cuspidata* (Kütz.) Mann, *M. varians*, *Navicula reinhardtii* (Grun.) Grun., *N. tripunctata* (O.F.Müll.) Bory, *Pinnularia major* (Kütz.) Rabenh., *S. construens*, *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr.), так і аллохтони (*Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., *C. placentula*, *D. tenue*, *E. silesiaca*, *Planothidium lanceolata* (Bréb.) Bukht., *Stephanodiscus hantzschii* Grun.).

## Висновки

Встановлено, що Bacillariophyta належить важлива роль у формуванні видового багатства, чисельності та біомаси мікрофітобентосу урбанізованої водойми.

Сезонна динаміка кількісних показників Bacillariophyta характеризується весняним та осіннім максимумами; їх зниження у літній період обумовлене, насамперед, інтенсивною вегетацією фітопланктону та вищої водної рослинності, що конкурують з донними водоростями за трофічні та топічні умови, лімітуючи їх вегетацію.

Основу кількісних показників Bacillariophyta мікрофітобентосу весною та восени утворюють бентонти, влітку – аллохтони, до складу яких входять планктонні та епіфітні форми водоростей, які за несприятливих умов або ж у кінці вегетації осідають на дно.

1. *Барінова С.С.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / *С.С. Барінова, Л.А. Медведєва, О.В. Анісімова.* — Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. — 498 с.
2. *Давидов О.А.* Структурні компоненти мікрофітобентосу як індикатори впливу антропогенних чинників на водні об'єкти / *О.А. Давидов* // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. — 2009. — №3 (40). — С. 47—56.
3. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / [Арсан О.М., Давидов О.А., Дьяченко Т.М. та ін.]; за ред. В.Д. Романенка. — НАН України, Ін-т гідробіології. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
4. *Оксиюк О.П.* Оценка экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу / *О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов.* — НАН Украины. Ин-т гидробиологии. — Киев: ЛОГОС, 2006. — 32 с.
5. *Оксиюк О.П.* Методические принципы оценки экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу / *О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов* // Гидробиол. журн. — 2006. — Т. 6, №2. — С. 98 — 112.
6. *Оксиюк О.П.* Эколого-морфологическая структура микрофитобентоса / *О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов, Ю.И. Карпезо* // Гидробиол. журн. — 2008. — Т. 44, № 6. — С. 15—27.
7. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А.* Альгоценозы микрофитобентоса Днепра и Днепроовско-Бугской устьевой области / *О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов* // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 2. — С. 48—70.
8. *Оксиюк О.П.* Микрофитобентос как биоиндикатор состояния водных экосистем / *О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов, Ю.И. Карпезо* // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 5. — С. 75—89.
9. *Топачевський О.В.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. XI. Діатомові водорості / *О.В. Топачевський, О.П. Оксиюк.* — К.: Вид-во АН УРСР, 1960. — 412 с.
10. *Bukhtiyarova L.* Diatoms of Ukraine. Inland waters. — Kyiv: National Academy of Science of Ukraine, 1999. — 133 p.

11. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. — 2000. — L. 327, 22.12. — 72 p.*
12. *Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice Biologique Diatomes — NFT 90 — 354. — 134 p.*
13. *Krammer, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 1–4 Teile. — In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. — 2/1 — 4. — Stuttgart, Jena: VEB Gustav Fisher Verlag, 1986 — 1991. — 876; 596; 576; 437 S.*
14. *Overall approach of the classification of ecological status and ecological potencial. — ECOSTAT, 27 November 2003. — 47 p.*

*О.А. Давыдов, Д.П. Ларионова*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ BACILLARIOPHYTA  
МИКРОФИТОБЕНТОСА УРБАНИЗИРОВАННОГО ВОДОЕМА**

Исследована сезонная динамика количественных показателей Bacillariophyta микрофитобентоса урбанизированного водоема. Определена их роль в формировании видового богатства, численности и биомассы микрофитобентоса.

*Ключевые слова: микрофитобентос, Bacillariophyta, видовое богатство, численность, биомасса, урбанизированный водоем*

*O.A.Davydov, D.P.Larionova*

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

**SEASONAL DYNAMICS OF QUANTITATIVE PARAMETERS OF BACILLARIOPHYTA OF  
MICROPHYTOBENTHOS OF THE URBANIZED WATER BODY**

Seasonal dynamics of quantitative parameters of Bacillariophyta of microphytobenthos of the urbanized water body has been studied. Their role in forming of the species richness, numbers and biomass has been determined.

*Keywords: microphytobenthos, Bacillariophyta, species richness, numbers, biomass, urbanized water body*

Рекомендує до друку

Надійшла 2.08.2013

В.З. Курант

УДК 504:57.088:639.3

О.О. КРАВЧЕНКО, В.І. МАКСИМ, Н.І. ВОВК

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 17, Київ, 03041

**АНТИБАКТЕРІАЛЬНА ДІЯ НАНОАКВАЦИТРАТИВ ПЕРЕХІДНИХ  
МЕТАЛІВ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО АЕРОМОНОЗУ РИБ**

Досліджено бактерицидну дію наноаквацитратів цинку, міді, а також комплексу міді та срібла за експериментального зараження риб аеромонозом.

За експериментального аеромонозу у інфікованих риб реєстрували клінічні ознаки хвороби (точкові крововиливи, локальні ділянки гіперемій поверхневих покривів), а у варіанті з додаванням до акваріумів наноаквацитрів міді та срібла клінічних ознак хвороби не спостерігали, що є підставою для практичного використання препаратів у аквакультурі.

*Ключові слова: аеромоноз, риби, наноаквацитрати металів, антибактеріальна активність*

Оскільки водні екосистеми є не тільки середовищем існування іхтіофауни, але й колекторами більшості ксенобіотиків різного складу і походження, що ускладнює проблеми аквакультури, зниження загальної резистентності об'єктів вирощування.

Значних збитків аквакультурі наносять хвороби різноманітної етіології, серед яких поширений аеромоноз – захворювання, збудником якого є бактерії роду *Aeromonas* родини *Vibrionaceae*, які трапляються у воді, мулі, у здорових риб [10,12].

Вперше краснухноподібне захворювання на території України виявлене у 30-х роках ХХ століття, коли співробітниками лабораторії хвороб ставкових риб під керівництвом Щербини А.К. були проведені епізоотологічні обстеження рибоводних господарств УРСР [11]. Розвиток вірусологічних та мікробіологічних методів досліджень дали можливість встановити, що краснухноподібні захворювання викликають як віруси (весняна віремія коропа), так і бактерії (аеромоноз, псевдомоноз). Згідно з даними епізоотологічного обстеження, проведеного у 29 рибних господарствах України в 2011 р., частота виявлення аеромонозу становила 27,6% [6].

Для лікування бактеріальних хвороб риб тривалий час застосовували антибіотики широкого спектру дії (левоміцетин, хлортетрациклін), кормові антибіотики (кормогризин, біофузол, біовіт, ветдипасфен), нітрофурани (фуразолідон, фурацилін) [1, 9]. Проте широке застосування цих препаратів у ветеринарії потенційно небезпечно появою нових резистентних штамів. У країнах ЄС заборона використання кормових антибіотиків задекларована з 1 січня 2006 року, а у Швеції, Данії, Нідерландах – з 80-х років ХХ століття [13].

Отже, однією з найактуальніших проблем ветеринарної медицини є синтез екологічно безпечних препаратів комплексної дії. До них можна віднести нанокарбоксилати харчових кислот біогенних металів, отриманих методом аквананотехнології [7]. Дослідженнями доведено їхню біодоступність, асептичну та овоцидну дію [2, 3]. Встановлено, що вони проявляють бактерицидну та бактеріостатичну дію проти збудників хвороб риб *in vitro* [4].

Мета цієї роботи – встановити особливості дії наноаквацитратів срібла, міді та цинку при експериментальному зараженні риб збудником аеромонозу.

### Матеріал і методи досліджень

Експерименти проводили в стандартних умовах на території Національного університету біоресурсів і природокористування України у весняно-літній період 2013 року.

Досліди проводили на клінічно здорових однорічках коропа (*Cyprinus carpio* L.) масою  $35 \pm 8$  г [8].

Для проведення експерименту формували дві контрольні та чотири дослідні групи риб по 10 екз. у кожній. Дослідні групи риб інфікували методом внутрішньочеревного введення дводобової бульйонної культури (1 млрд клітин в 1 мл) штаму бактерії *A. hydrophila* (штам 0433/1, ДНК-зна активність – 6 од.), вирощеної на м'ясо-пептонному бульйоні. Контрольним групам риб аналогічним способом вводили стерильний бульйон.

Риб витримували в аерованих акваріумах за температури води у межах 20 – 22°C із заданою концентрацією наноаквацитратів протягом 8 діб. В одній контрольній та одній дослідній групі наноаквацитрати до акваріумів не вносили.

Спостереження за піддослідними рибами проводили щоденно, фіксуючи зміни в поведінці, появу клінічних ознак захворювання, їх локалізацію та враховуючи кількість загиблих особин. Експеримент проводили у трьохкратній повторюваності.

Умови проведення експерименту наведені у табл.1.

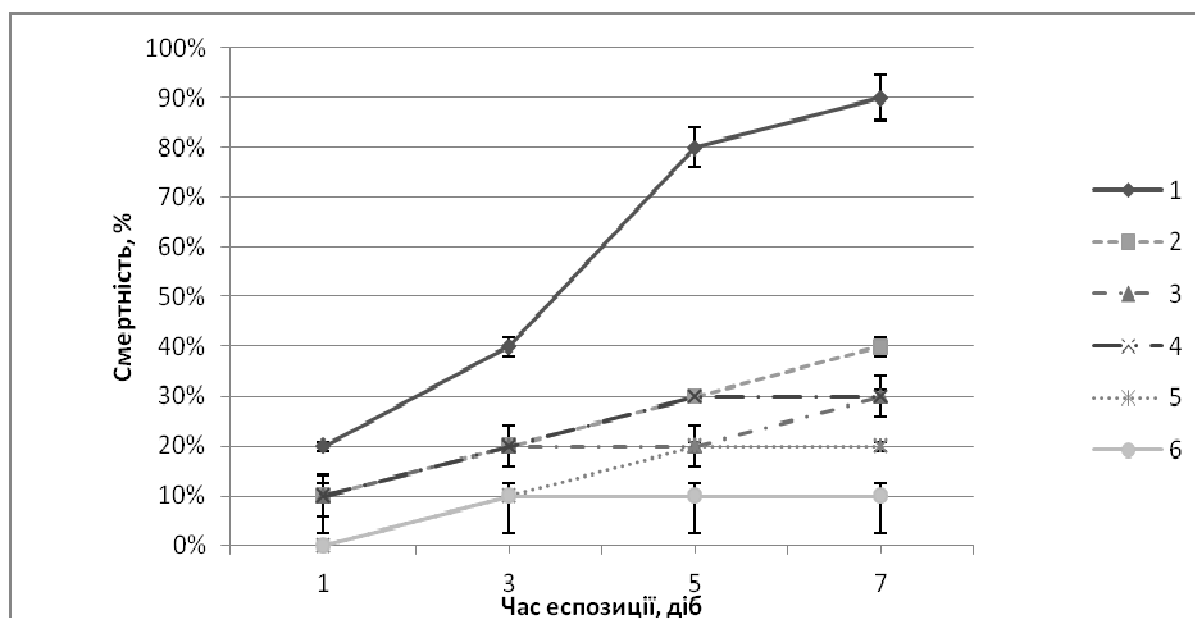
Умови проведення експерименту з вивчення впливу наноаквацитратів за експериментального зараження однорічок коропа аеромонадами

Варіанти	Внутрішньочеревні ін'єкції	Препарат	Концентрація препарату в акваріумах, мг/дм <sup>3</sup>
1	0,2 см <sup>3</sup> суспензії дводобової культури <i>A. hydrophila</i> у бульйоні	-	-
2	0,2 см <sup>3</sup> суспензії дводобової культури <i>A. hydrophila</i> у бульйоні	Наноаквацитрат цинку	0,01
3	0,2 см <sup>3</sup> суспензії дводобової культури <i>A. hydrophila</i> у бульйоні	Наноаквацитрат міді	0,01
4	0,2 см <sup>3</sup> суспензії дводобової культури <i>A. hydrophila</i> у бульйоні	Наноаквацитрат срібла та міді	0,01
5 (контроль)	стерильний бульйон	Наноаквацитрат срібла та міді	0,01
6 (контроль)	стерильний бульйон	-	-

### Результати досліджень та їх обговорення

За проведенні експерименту з експериментального зараження коропів аеромонадом були отримані такі результати. Впродовж проведення експерименту (8 діб), смертність коливалася від 10% (варіант 6) до 90% (варіант 1), що відображено на рисунку 1.

У варіанті 5 за витримування риби у акваріумах з додаванням наноаквацитратів срібла та міді кількість загинув особин майже не відрізнялася від їх кількості у контрольному варіанті 6 за відсутності внесення препаратів, що узгоджується з попередніми дослідженнями [5].



Примітка: 1, 2, 3, 4, 5, 6 – варіант згідно табл. 1.

Рис. 1. Смертність риби впродовж проведення експерименту

У контрольних варіантах 5,6 за відсутності інфікування аеромонозом клінічних та поведінкових змін впродовж проведення експерименту не зафіксовано.

У варіанті 1 клінічні ознаки аеромонозу почали проявлятися через 24 – 32 години після зараження. У інфікованих риб відмічалися локальні точкові крововиливи та гіперемії поверхневих покривів на черевці, в основі плавників. Риба втрачала рухову активність, зависала у водній товщі, плавала на боці. Через 36 годин після появи клінічних ознак, смертність у варіанті 1 склала 80%.

За додавання наноаквацитратів цинку та міді (варіант 2 та варіант 3 відповідно) були зафіксовані точкові крововиливи на черевці та у основи грудних плавників. У той же час зниження рухової активності не було зафіксовано.

За витримування риб у акваріумах з додаванням наноаквацитратів срібла та міді (варіант 4) клінічні ознаки аеромонозу були відсутні, поведінкових змін не зафіксовано.

## Висновки

За експериментального аеромонозу коропа, найвищою антибактеріальну активність щодо бактерії *A. Hydrophila (штам 0433/1)* володіє комплекс наноаквацитратів срібла та міді, про що свідчить відсутність у інфікованих риб клінічних ознак хвороби.

При додаванні наноаквацитратів цинку та міді виявлено бактеріостатичну дію комплексу, оскільки гострий перебіг хвороби не спостерігали.

Отримані дані свідчать про доцільність подальшого вивчення можливостей використання у аквакультури.

Можливе розширення напрямків досліджень з метою лікування риб від паразитарних інфекцій, зокрема для знешкодження ракоподібних паразитів.

1. *Болезни рыб. Справочник* / [Васильков Г.В., Грищенко Л.И., Енгашев В.Г. и др.]; под ред. В.С. Осетрова. — [2-е изд., перераб. и доп.] — М.: Агропромиздат, 1989 — 288 с.
2. *Борисевич В.Б.* Наночастиці мікроелементів у лікуванні ран / В.Б. Борисевич, Б.В. Борисевич, О.Ф. Петренко [та ін.] // *Ветеринарна медицина: Міжвідомчий. темат. зб. Міжнародний конгрес з ветеринарної медицини, присвячений 85-річчю з дня заснування Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної медицини».* — Х., 2008. — С. 62—64.
3. *Волошина Н.А.* Наночастиці срібла в боротьбі з інвазійними захворюваннями тварин / Н.А. Волошина // *Международная научно-практическая конференция молодых исследователей «Наука и молодежь: новые идеи и решения (14-16 мая 2008 г.)».* — Волгоград, 2008. — С. 233—237.
4. *Кравченко О.О.* Антибактеріальна активність наноаквацитратів металів щодо збудників хвороб риб / О.О. Кравченко, В.І. Максін, Н.І. Вовк, В.Г. Каплуненко // *Біоресурси і природокористування.* — 2012. — Т. 4, №3-4. — С.44—48.
5. *Кравченко О.О.* Токсичність наноаквацелатів та безпека використання їх у рибництві / О.О. Кравченко, В.І. Максін, Н.І. Вовк // *Другий міжнародний семінар «Етика нанотехнологій та нанобезпека».* — 2012 — С. 72—74.
6. *Мазур Т.В.* Епізоотична ситуація з інфекційних хвороб в Україні [Електронний ресурс] / Т.В. Мазур, Н.Г. Сорокіна, О.К. Гальчинська // «Наукові доповіді НУБіП» 2011-5 (27). — К.: 2011. — Режим доступу: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_5/11mtv.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11mtv.pdf).
7. *Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів* / А.М. Сердюк, М.П. Гуліч, В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов // *Журнал Академії медичних наук України.* — 2010. — Т. 16, № 3. — С. 467—471.
8. *Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб: ГОСТ 31339-2006.* — М.: Стандартинформ, 1998. — 15 с.
9. *Сергеев Е.П.* Санитарная охрана водоемов (научные, методические и практические аспекты) / Е.П. Сергеев, Е.А. Можаяев. — М.: Медицина, 1979. — 152 с.
10. *Толоконников Г.Ю.* Особенности товарного выращивания растительноядных рыб в придунайских озерах / Г.Ю. Толоконников // *Мат. Межд. науч.-практ. Конференции «Проблемы воспроизводства растит.-ядных рыб, их роль в аквакультуре».* — Краснодар, 2000. — С. 126—128.
11. *Щербина А.К.* Болезни рыб / А.К. Щербина — К.: Урожай, 1973. — 404 с.
12. *Юхименко Л.Н.* Профилактика аеромоноза рыб / Н.В. Гусева, Л.Н. Юхименко // *Первый конгресс ихтиологов России, сентябрь, 1997 г.: тезисы. докл.* — М., 1997. — С. 399.



13. *Castanon J. I. R.* History of the Use of Antibiotic as Growth Promoters in European Poultry Feeds / *Castanon J. I. R.* // *Poultry. Science.* — 2007. — Vol. 86, N. 11 — P. 2466—2471.

*О.А. Кравченко, В.И. Максін, Н.И. Вовк*

Национальный университет биоресурсов і природопользования Украины

**АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ НАНОАКВАЦИТРАТОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ АЭРОМОНОЗЕ РЫБ**

Исследовано бактерицидное действие наноаквацитратов цинка, меди, а также комплекса меди и серебра при экспериментальном заражении рыб аэромонозом.

При экспериментальном аэромонозе у инфицированных рыб отмечали клинические симптомы заболевания (точечные кровоизлияния, локальные участки распространения гиперемий поверхностных покровов), одновременно в варианте с добавлением наноаквацитратов меди и серебра клинических признаков болезни не наблюдалось, что обосновывает возможность практического использования препаратов в аквакультуре.

*Ключевые слова: аэромоноз, рыбы, наноаквацитраты металлов, антибактериальное действие*

*О.О. Kravchenko, V.I. Maksin, N.I. Vovk*

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY NANOACQUACITRATES OF TRANSITION METALS FOLLOWING EXPERIMENTAL INFECTION WITH AEROMONAS HYDROPHILA**

Bactericidal activity of zinc, copper, and mixtures of copper and silver nanoaquacitrates following experimental infection of *Aeromonas hydrophyla* was investigated.

The local hyperaemia of integument, pinpoint hemorrhages were observed in infected fish. In case of addition of nanoaquacitrates to the aquarium clinical signs of aeromonas weren't found.

Research indicates the possibility of practical use of preparation in aquaculture.

*Keywords: Aeromonas, fish, nanoaquacitrates, antibacterial activity*

Рекомендує до друку

Надійшла 11.07.2013

В.В. Грубінко

УДК 547.466:504.054:599

**І.М. КУРБАТОВА, О.О. СМОЛЕНСЬКИЙ**

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

**ХАРАКТЕРИСТИКА АМІНІВ, ШЛЯХИ НАДХОДЖЕННЯ У СЕРЕДОВИЩЕ ТА ТОКСИЧНА ДІЯ**

---

В оглядовій статті розглянуто загальні характеристики рядів аліфатичних, ароматичних амінів та їх похідних. Простежено шляхи надходження у середовище та особливості токсичної дії на тварин

*Ключові слова: аліфатичні аміни, ароматичні аміни, токсичний вплив*

Аміни являють собою сполуки, в яких атоми водню в молекулі аміаку заміщені вуглеводневими радикалами. В залежності від числа радикалів у атома азоту розрізняють первинні ( $R - NH_2$ ), вторинні ( $R_2 - NH$ ) та третинні ( $R_3 - N$ ) аміни, введення четвертого аліфатичного радикалу приводить до утворення четвертинних солей амонію. В залежності від

природи радикалів аміни відносять до аліфатичного, ароматичного, гетероциклічного та змішаного рядів (1, 3, 20, 22, 28).

За фізичними властивостями при нормальних умовах нижчі аліфатичні аміни – гази з запахом аміаку, так метиламін – газоподібна речовина, етиламін за температури вище 16, 6 °С – газ, при більш низьких температурах – рідина. Наступні члени гомологічного ряду (по мірі збільшення вуглеводневого радикалу) – рідини з неприємним запахом. Вищі члени ряду – тверді без запаху речовини нерозчинні у воді, аміни ароматичного ряду – безбарвні висококиплячі рідини чи тверді речовини з своєрідним запахом (3, 20).

Аліфатичні аміни володіють значною реакційною здатністю. вони утворюють солі з мінеральними і органічними кислотами, легко поглинають з повітря вуглекислий газ, утворюють комплексні сполуки з важкими металами (3, 28). При дії азотистої кислоти первинні ароматичні аміни піддаються діазотуванню, вторинні дають N-нітросоаміни, а третинні - *n*-нітросопохідні (3, 20), які в свою чергу проявляють канцерогенний вплив на організм (29).

Багато амінів, що містяться в стічних водах, неповністю окислюються на спорудах біологічної очистки, довго зберігають стабільність у воді та можуть здійснювати токсичну дію на живі організми, призводити до загибелі риб, кормових організмів, погіршувати смак, запах води і м'яса риб та знищувати мікрофлору гальмуючи процеси самоочищення водою (3, 7, 8, 10, 21, 27, 30).

Основну роль у забрудненні навколишнього середовища амінами відіграють антропогенні джерела (3, 6). Разом із стічними водами підприємств з виробництва гуми, текстильних, хіміко-фармацевтичних, полімерних матеріалів, кінофотореактивів, пестицидів, а також металургійних підприємств аміни можуть потрапляти в організм людини і тварин (2, 7, 19). В районах розміщення промислових, сільськогосподарських та транспортних підприємств реєструються підвищені концентрації амінів (24).

В об'єкти навколишнього середовища аміни можуть надходити природним шляхом – як продукти обмінних процесів, що протікають в живих організмах, а також в результаті процесів гниття білкових речовин, в ході досліджень знайдені біогенні аміни у рибі, м'ясних продуктах, хлібі, овочах (1, 4).

Жиророзчинні аліфатичні аміни піддаються в організмі метаболічним перетворенням за участю мітохондріальної моноамінооксидази і цитохром-Р-450-залежних оксидаз змішаної функції (17).

Токсична дія в рядах первинних, вторинних і третинних аліфатичних амінів має багато спільного (15). При підшкірному та внутрішньошлунковому введенні токсичний вплив з ростом молекулярної маси спочатку зростає лише до відповідного гомолога, а потім починає знижуватись (16). Це пояснюється тим, що в гомологічних рядах аліфатичних амінів з ростом молекулярної маси розчинність знижується. Тому найбільш токсичним серед членів гомологічного ряду виявляється той, власна токсичність якого велика, а розчинність ще не лімітує токсичної дії (13, 14). При цьому по мірі зменшення розчинності амінів у воді збільшується їх здатність до розчинення в ліпідах шкіри, призводячи до алергічних реакцій та проявляючи канцерогенну дію (17).

Токсична дія амінів та їх похідних на різні системи органів теплокровних тварин досліджена доволі добре. Так, солі амінів викликають задишку, зміну тиску крові, порушують діяльність серця, підвищують рефлекторну збудливість і викликають судоми, ці ознаки пов'язані з дією амінів на центральну нервову систему, центр блукаючого нерва та дихальний центр (5, 9, 26). Нижчі та вищі аліфатичні аміни негативно впливають на роботу нервової, серцево-судинної системи, печінки, нирок, викликають подразнення шкіри, слизової верхніх дихальних шляхів (9, 12, 15, 17, 23), змінюється активність ферментів білкового та вуглеводного обміну (25). Характерним проявом токсичної дії ароматичних амінів є вибіркоче ураження крові, з утворенням метгемоглобіну. Як наслідок розвивається гемічна гіпоксія, видимі ознаки якої – ціаноз і темний колір крові (3, 9).

У водному середовищі нижчі аліфатичні аміни в експериментальних умовах викликають гальмування процесів біологічного споживання кисню (3, 8, 10, 27, 30), але порогові

концентрації їх за цим показником досить високі (2,5-10 мг/л); для вивчених сумішей вищих аліфатичних амінів вони трохи нижчі (близько 1 мг/л) (18).

На риб мають шкідливий вплив багато амінів. Так летальні концентрації (в мг / л) деяких амінів для пічкурів при 15-25 ° С і тривалості впливу 24 год: аміламін – 30-50 мг/л, бутиламін – 30-70 мг/л, дибутиламін – 20-60, метиламін – 10-30 мг/л, пропіламін – 40-60 мг/л, етиламін – 30-50 мг/л (7).

Для водоростей *Scenedesmus* мінімальна токсична концентрація метиламіну становила 4 мг/л, для дафній 200 мг/л. Пічкурі виживали за 24 годинного впливу метиламіну в концентрації 10 мг/л, але смертельною виявлялась доза 30 мг/л. Загибель райдужної форелі наступала за концентрації 141 мг/л протягом 3 годин (7). Токсична концентрація диметиламіна для водоростей *Scenedesmus* 4 мг/л, для дафній-100 мг/л, на кишкову паличку не впливає концентрація 1000 мг/л (31). Триметиламін, внесений у воду в концентрації 0,2 мг/л, не проявляв токсичної дії на організм риб, тоді як концентрація 1 мг/л викликала токсичну дію на дафній протягом 3-4 діб (26). За концентрації аніліну 1 мг/л порушується БСК водойми та відбувається пригнічення росту біомаси водоростей *Scenedesmus*, при концентрації 1875-7500 мкг/мл сповільнюється розвиток стафілокока та кишкової палички (11, 31).

Піскарі в добре аеровані воді при 15 ° С переносять концентрацію метиламіну 70 мг/л, але гинуть при 100 мг/л. При концентрації 2 мг / л не змінюється БСК розведених стічних вод, а в концентрації 10 мг / л він сам окислюється у воді (12).

Отже, на сьогодні накопичено значний експериментальний матеріал про токсичну дію багатьох аліфатичних та ароматичних амінів на організм тварин. Для більшості з них встановлені санітарно-гігієнічні норми та летальні концентрації, але механізм дії на гідробіонтів, зокрема на риб, висвітлено недостатньо.

1. *Александрова Л.П.* Выяснение токсического действия некоторых органических соединений на микроорганизмы, ведущие биохимическую очистку сточных вод / Л.П. Александрова, Н.Я. Жданова, Е.В. Коллерова // В. кн.: Биохимическая очистка сточных вод предприятий химической промышленности. — М. — 1962. — С. 73—89.
2. *Альохіна Т.Н.* Токсикологія та гігієна флотаційних реагентів / Т.Н. Альохіна // Современные проблемы токсикологии, 2006. — № 1. — С. 74—77.
3. *Арбузова Т.П.* Вредные химические вещества. Азотосодержащие органические соединения: Справ. изд. / Т.П. Арбузова, Л.А. Базарова, Э.Л. Балабанова и др. / Под ред. Б.А. Курляндского и др. — Л.: Химия, 1992. — 432 с.
4. *Архипов Г.Н.* Канцерогенные нитрозосоединения в пищевых продуктах / Г.Н. Архипов, Г.Ф. Жукова, В.В. Пилипова // Вопросы питания. — 1979. — № 2. — С. 12—21.
5. *Васильева О.Г.* К токсичности диэтиламина / О.Г. Васильева // Гигиена и санитария. — 1955. — №4. — С. 28—31.
6. *Горбачев Е.М.* К токсикологии некоторых алифатических аминов: автореф. дис. канд. мед. наук / Е.М. Горбачев. — Новосибирск, 1958. — 17 с.
7. *Грушко Я.М.* Вредные органические соединения в промышленных сточных водах / Я.М. Грушко // Справочник, издание второе — Л.: Химия, 1979. — 160 с.
8. *Джанашвили Г.Д.* Гигиеническое обоснование предельно допустимого содержания диметиламина в водоемах / Г.Д. Джанашвили // Гигиена и санитария. — 1967. — № 6. — С. 12—18.
9. *Закабунина М.С.* Действие минимальных доз анилина при нанесении его на кожу кроликов / М.С. Закабунина // Фармакология и токсикология. — 1953. — № 2. — С. 40—42.
10. *Иванова Р.П.* Влияние высших алифатических аминов фракции C<sub>17</sub> – C<sub>20</sub> на развитие и дыхание ранних стадий некоторых сиговых рыб / Р.П. Иванова, Э.С. Зубкович, В.Д. Прокопенко // Из кн.: Биохимия молоди рыб в зимовальный период. — Петрозаводск. — 1987. — С. 119—127.
11. *Истмухамедов М.* Исследование некоторых производных акриловых кислот и ароматических аминов как потенциально возможных бактерицидных веществ / М. Истмухамедов, М.Б. Султанов // В. кн.: Фармакология алкалоидов и их производных ДАН Уз ССР, №2. — Ташкент: Фан, 1972. — С. 190—193.
12. *Каган Г.З.* Сравнительная гигиеническая оценка диэтиламина и триэтиламина в связи с санитарной охраной водоемов / Г.З. Каган // Гигиена и санитария — 1965. — № 9 — С. 28—32.
13. *Куклина М.Н.* Гомологическая закономерность биологической активности алифатических аминсоединений / Н.М. Куклина, П.Г. Ромашов, В.В. Гайдамака // Современные вопросы

- токсикологии и гигиены применения полимерных материалов: Тез. докл. VII Всесоюз. науч. конф. — Киев. — 1985. — С. 151.
14. Кулагина Н.К. Зависимость биологической активности алифатических аминов от химического строения и физико-химических свойств // Токсикология новых промышленных химических веществ. — М.: Медицина, 1975. — Вып. 14. — С. 80—89.
  15. Кулагина П.К. Некоторые закономерности биологического действия алифатических аминов в зависимости от химической структуры / П.К. Кулагина, Т.А. Кочеткова, Т.Г. Гневковская, Т.Г. Двинских // В сб. Актуал. вопр. гигиены труда, промышленной токсикологии, профессиональной патологии и коммунальной гигиены в нефтяной, нефтехимической и химической промышленности. — Уфа, 1969. — С. 87—89.
  16. Лойт А.О., О токсичности алифатических аминов и изменении ее в гомологических рядах / А.О. Лойт, В.А. Филлов // Гигиена труда и профессиональные заболевания. — М.: Медицина, 1964. — № 12. — С. 23—27.
  17. Луковникова Л.В. Сравнительная характеристика токсического действия некоторых аминов и подходы к их ускоренному регламентированию / [Л.В. Луковникова, Г.И. Сидорова, Л.И. Дьякова и др.] // В кн. Актуальные проблемы теоретической прикладной токсикологии / Сб. науч. труд. под ред. М.И. Михеева. — М., 1988. — С. 44—53.
  18. Мазаев В.Т. О стабильности и трансформации некоторых аминокислот в водной среде / В.Т. Мазаев, Л.Б. Троенкина // Гигиена и санитария. — 1981. — № 10. — С. 91—92.
  19. Май М.В. О влиянии величины рН на летучесть некоторых алифатических аминов в природных водах. В кн.: Человек и среда: Тез. докл. конф. молодых ученых и специалистов. — Пермь. — 1981. — С. 15—17.
  20. Маковецкий П.С. Курс органічної хімії / П.С. Маковецкий. — К.: Вища школа. — 1980. — 472 с.
  21. Обухов П.Ф. К вопросу о нормировании содержания анилина в общественных водоемах / П.Ф. Обухов // Гигиена и санитария. — 1954. — № 9. — С. 16—20.
  22. Резников В.А. Химия азотсодержащих соединений: Учеб. пособие / В.А. Резников. — Новосибирск, 2006. — 130 с.
  23. Сидорин Г.И. О токсичности некоторых алифатических аминов / Г.И. Сидорин, Л.В. Луковникова, Ю.Н. Стройков // Гигиена труда и профессиональные заболевания. — 1984. — № 11. — С. 50—53.
  24. Ткачев П.Г. Низшие алифатические амины, как предшественники канцерогенных нитрозаминов в атмосферном воздухе / П.Г. Ткачев // Гигиена и санитария. — 1987. — № 2. — С. 54—56.
  25. Ткачев П.Г. Гигиеническое значение моноэтиламина в атмосферном воздухе и его нормирование / П.Г. Ткачев // Гигиена и санитария. — 1969. — № 8. — С. 7—9.
  26. Трубка Е.И. Гигиеническое нормирование триметиламина в воде водоёмов / Е.И. Трубка, Е.В. Теплякова // Гигиена и санитария. — 1981. — № 8. — С. 79—80.
  27. Трубка Е.И. Санитарно-химические и токсикологические исследования монобутиламина и дибуттиламина в связи с проблемой санитарной охраны водоемов: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук / Е.И. Трубка. — Ленинград, 1966. — 19 с.
  28. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: Учебник: 2-е изд., перераб. и доп. / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков — М.: Медицина, 1991. — С. 21—70.
  29. Худолей В.В. Экологически опасные факторы / В.В. Худолей, И.В. Мизгирев — СПб.: Publishing House, 1996. — 111 с.
  30. Штанников Е.В. Трансформация ароматических аминов в процессе кондиционирования воды / Е.В. Штанников, И.Н. Луцевич // Гигиена и санитария. — 1982. — № 4. — С. 20—22.
  31. Bringmann G., Kiihn R. Vergleichende wasser-toxicologische Untersuchungen an Bakterien, Algen und Kleinkrebsen. Gesundheits-Ingenieur, 4: 1959. — 115—120.

*И.Н. Курбатова, О.О. Смоленский*

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

#### ХАРАКТЕРИСТИКА АМИНОВ, ПУТИ ПОСТУПЛЕНИЯ В СРЕДУ И ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ

В обзорной статье рассмотрены общие характеристики рядов алифатических, ароматических аминов и их производных. Прослежены пути поступления в среду и особенности токсического действия на животных.

*Ключевые слова:* алифатические и ароматические амины, токсическое влияние

*I. Kurbatova, O.Smolenskiy*

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

## CHARACTERISTICS OF AMINES, ROUTE OF ENTRY IN ENVIRONMENT AND THE TOXIC EFFECT

In a review article describes common features of aliphatic series, aromatic amines and their derivatives. The article traces the route of the environment and particularly toxic to the animals.

*Key words: aliphatic and aromatic amines, toxic effects*

Рекомендує до друку

Надійшла 9.07.2013

В.З. Курант

УДК 639.3:615.3

І.М. КУРБАТОВА, В.В. ЦЕДИК, Н.П. СВИРИДЕНКО

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

## РОЗВИТОК ІКРИ ТА ВИЖИВАННЯ ЕМБРІОНІВ КОРОПА ЗА ДІЇ НОНДРАЛОНУ

---

Встановлено, що нондралон у незначних концентраціях позитивно впливає на ембріональний розвиток ікри коропа та збільшує вихід личинок. Підвищення вмісту нондралону у воді до 0,02 та 0,06 мг/дм<sup>3</sup> збільшує загибель ікри коропа та знижує вихід личинок.

*Ключові слова: ікра, ембріони коропа, нондралон*

Широке використання стимуляторів продуктивності тварин при виробництві продукції тваринництва обумовлене перш за все економічними чинниками. У зв'язку з цим існує небезпека їх негативної дії на організм людини не зважаючи на те, що продукти містять залишкові кількості цих речовин. Як стимулятори продуктивності тварин застосовують речовини, які володіють анаболічною дією [7]. Крім того в організмі тварин утворюється значна кількість стероїдних гормонів та їх похідних, які здатні накопичуватися у відходах тварин та забруднювати природні водойми [2, 5, 8]. Гормони повільно перетворюються, що дозволяє досягти значного їх накопичення у стічних водах тваринницьких підприємств [4]. Поряд з тим токсична дія і їх вплив на метаболізм гідробіонтів до нині недостатньо вивчені, що ускладнює оцінку ризиків, пов'язаних з їх застосуванням. В ряді країн деякі природні і синтетичні гормональні стимулятори росту сільськогосподарських тварин широко використовуються [9]. Тому систематичний контроль за вмістом цих сполук у воді ставів, при використанні їх в рибогосподарських цілях, є необхідною умовою досягнення високої продуктивності водойм [6].

### Матеріал і методи досліджень

Вплив нондралону на розвиток ембріонів прісноводних риб вивчали на щойно заплідненій ікрі коропа за загальноприйнятою методикою [1].

Запліднену ікру, одержану від однієї самки, поміщали в чашки Петрі зі ставковою водою, до якої попередньо додавали різні дози нондралону. Концентрація нондралону у воді з ікрою коропа першої (1) дослідної групи становила 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, другої (2) – 0,020 мг/дм<sup>3</sup>, третьої (3) – 0,060 мг/дм<sup>3</sup>. Тривалість досліду склала 72 години. Під час досліду спостерігали за розвитком ікри, підраховуючи кількість загиблих ембріонів та виключуваних личинок.

Одержані результати досліджень оброблено статистично за допомогою спеціальної програми з використанням комп'ютерної техніки [3].

**Результати досліджень та їх обговорення**

Проведеними дослідженнями встановлено суттєвий вплив нондралону на розвиток ікри коропа та виживаність ембріонів. На першу добу досліджень найвища смертність ембріонів (близько 29%) спостерігалась у воді з концентрації нондралону  $0,060 \text{ мг/дм}^3$ , що в 2,5 рази перевищувала цей показник у контролі (рис. 1.). При концентрації препарату  $0,005 \text{ мг/дм}^3$  та  $0,020 \text{ мг/дм}^3$ , кількість відмерлих ембріонів коропа була вищою ніж у контролі на 7-9% та становила 21 та 19% відповідно.

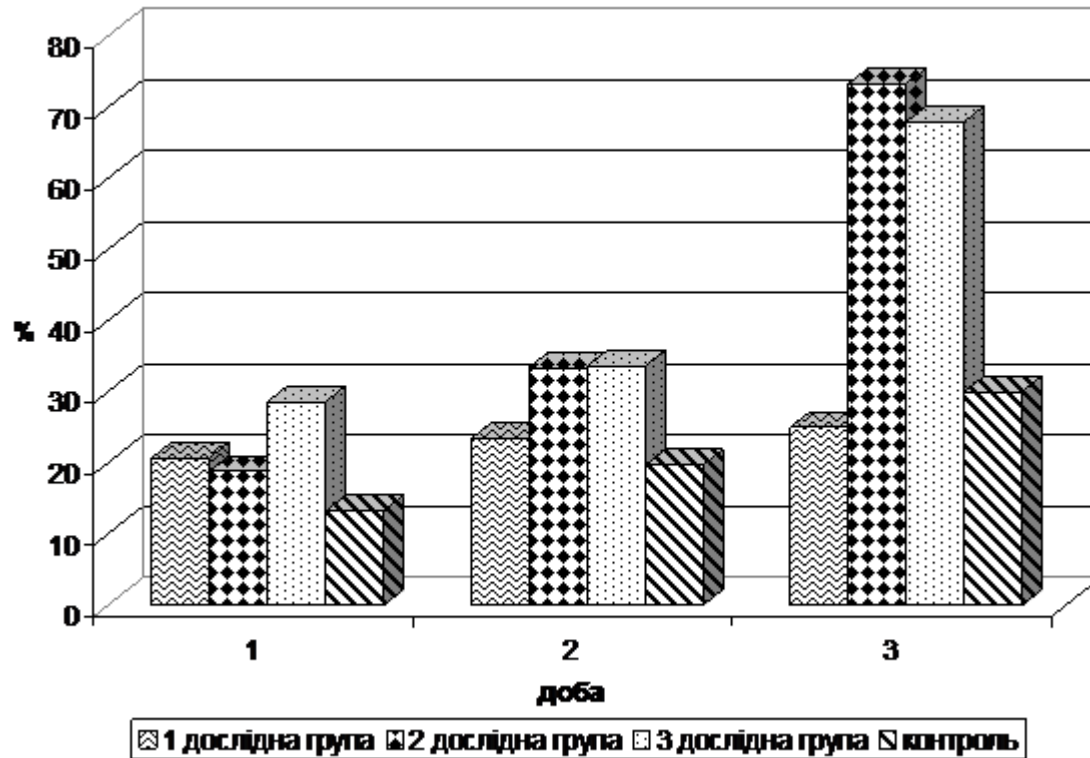


Рис. 1. Загибель ікри коропа за різних концентрацій нондралону у воді,  $M \pm m$ ,  $n = 75$

На другу добу розвитку ембріонів коропа кількість відмерлих ікринок збільшилась як у дослідних групах, так і в контролі. Найбільший показник смертності (понад 33%) був у другій і третій дослідних групах з вмістом нондралону у воді, відповідно,  $0,020 \text{ мг/дм}^3$  та  $0,060 \text{ мг/дм}^3$ . У першій дослідній групі, де концентрація препарату складала  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ , кількість загинувших ікринок збільшилась лише на 2% та відповідала даному показнику в контролі.

На третю добу досліду у другій та третій дослідних групах із концентрацією нондралону у воді  $0,020 \text{ мг/дм}^3$  та  $0,060 \text{ мг/дм}^3$ , кількість відмерлих ембріонів збільшилась більше, ніж удвічі, відповідно на 73 та 69%. Однак в першій дослідній групі, де вміст даного препарату у воді був найнижчим загинувших ікринок відмічено на рівні 25%, що на 5% менше, ніж у контрольному варіанті.

Відносна кількість личинок, що виклюнулась із ікри у воді з концентрацією нондралону  $0,020 \text{ мг/дм}^3$  та  $0,060 \text{ мг/дм}^3$  не перевищувала 25% від загального числа живих ікринок. Одночасно за вмісту препарату у воді  $0,005 \text{ мг/дм}^3$  вихід личинок був на 8% вище, ніж у контрольній групі.

Динаміка загибелі ікри коропа у дослідних групах свідчить про негативну дію нондралону на ембріогенез коропових риб при концентрації препарату  $0,020 \text{ мг/дм}^3$  та  $0,060 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає другій та третій дослідним групам, де відмічено різке зростання загибелі ембріонів на третю добу (рис. 2.).

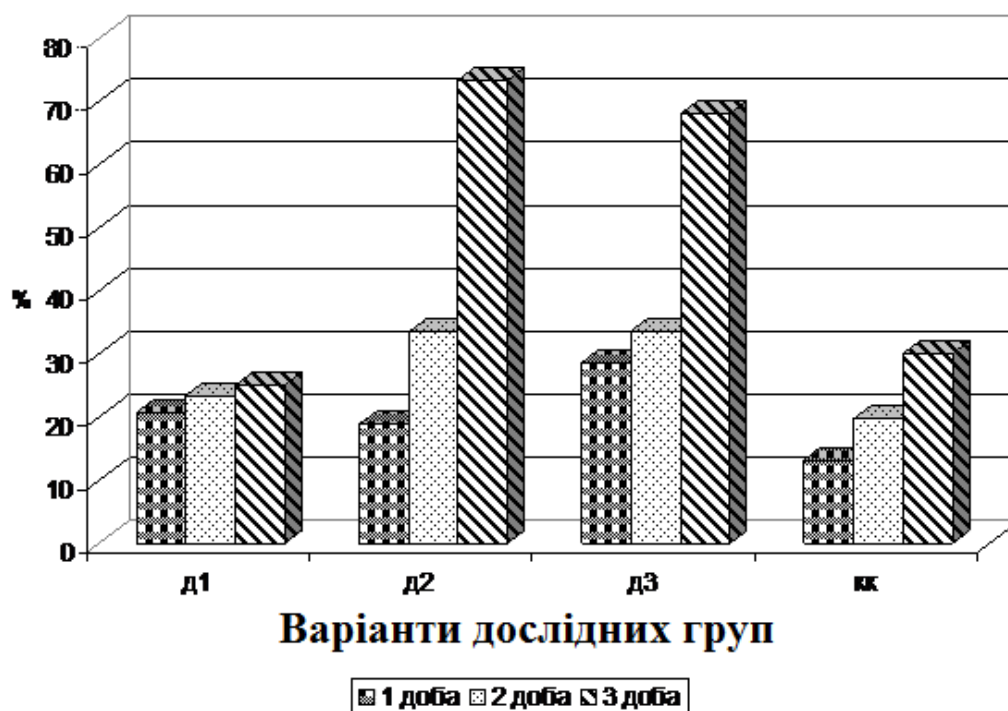


Рис. 2. Динаміка загибелі ембріонів коропа за дії нондралону,  $M \pm m$ ,  $n = 75$

В першому варіанті досліді при концентрації нондралону у воді  $0,005 \text{ мг/дм}^3$  спостерігалось значне зниження загибелі ембріонів риб впродовж другої та третьої доби досліді, що може свідчити про стимулюючий вплив незначних доз препарату на ембріональний розвиток ікри коропа.

#### Висновки

Результати досліджень свідчать про гальмування нондралонем у концентраціях у воді  $0,020 \text{ мг/дм}^3$  і  $0,060 \text{ мг/дм}^3$  розвитку ікри коропа. За вмісту препарату у воді  $0,005 \text{ мг/дм}^3$  спостерігається позитивний вплив нондралону на ембріональний розвиток риб.

1. *Визначення токсичності на ембріонах та ікрі прісноводних риб. Напівстатистичний метод. ISO 12890; 1999, ІДТ). ДСТУ ISO 1289: 2005. Київ. Держспоживстандарт України, 2006. — 19 с*
2. *Кокунин В.А. Статистическая обработка данных при малом числе опытов // Укр. биохим. журн. — 1975. — Т. 47, № 6. — С. 776—790.*
3. *Лурье Ю.М., Рыбникова А.М. Химический анализ производственных сточных вод. — М.: Химия, 1974. — 336 с.*
4. *Система обеспечения безопасности продукции животноводства при использовании анаболических стероидов, производных стибена и в-адреностимуляторов): Автореф. дис... док. биол. наук: 03.00.23, 16.00.04 / А.А. Комаров / ФГУ «ВГНКИ». — Москва, 2006. — 20 с.*
5. *Яремчук О. Продукти життєдіяльності лактуючих корів та їх подальше використання / О. Яремчук // Тваринництво України, 2011. — № 10. — С. 10—14.*
6. *Fotherby K. Metabolism of synthetic steroids / Fotherby K., James F.L. // Adv. Steroid Biochem. Pharmacol. — 1972. — Vol. 3. — P. 67—165.*
7. *Pinel G. Estranediols profiling in calves' urine after 17 $\beta$ -nandrolone laureate ester administration / G. Pinel, L. Rambaud, F. Monteau, C. Elliot // The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. — 2010. — Vol. 121. — P. 626—632.*
8. *Samuels T.P. Study of the metabolism of testosterone, nandrolone and estradiol in cattle / T.P. Samuels, A. Nedderman, M.A. Seymour, E. Houghton // Analyst, 1998. — issue 12. — P. 2401—2404.*
9. *Scarth J. Presence and metabolism of endogenous androgenic-anabolic steroid hormones in meat-producing animals: a review / J. Scarth, C. Akre, L. van Ginkel, B. Le Bizec, H. De Brabander, W. Korth, J. Points, P. Teale, J. Kay // Food Additives & Contaminants: Part A, 2009. — V. 26. — issue 5. — P. 640—671.*

*И.М. Курбатова, В.В. Цедик, Н.П. Свириденко*

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

#### РАЗВИТИЕ ИКРЫ И ВЫЖИВАНИЕ ЭМБРИОНОВ КАРПА ПРИ ДЕЙСТВИИ НОНДРАЛОНА

Установлено, что нондралон в незначительных концентрациях положительно влияет на эмбриональное развитие икры карпа и увеличивает выход личинок. Повышение содержания нондралона в воде до 0,02 и 0,06 мг/дм<sup>3</sup> увеличивает гибель икры карпа и снижает выход личинок.

*Ключевые слова: икра, эмбрионы карпа, нондралон*

*I. Kurbatova, V. Tsedik, N. Svyrydenko*

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

#### DEVELOPMENT OF EGGS AND THE SURVIVAL OF CARP EMBRYOS EXPOSED NANDRALONE

From research that nondralon low concentrations has a positive effect on embryonic development carp eggs and larvae increases the yield. Increase in water content nandralone to 0.02 and 0.06 mg/l increases the death carp eggs and larvae reduces the yield.

*Keywords: caviar, embryos carp, nandralone*

Рекомендує до друку

Надійшла 17.07.2013

В.В. Грубінко

УДК 004.8:639.2.05

О.О ЛИСАК, С.М. ГАРІНА, П.Г. ШЕВЧЕНКО.

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041

### **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІХТІОЛОГІЇ І РИБНИЦТВІ**

---

Доведена актуальність розробки методів, спрямованих на формалізацію процесів прийняття рішень за результатами іхтіологічних досліджень. Встановлена ефективність застосування функцій відстані на етапі вибору найкращого варіанту експериментальних досліджень за наявності множини результативних ознак.

*Ключеві слова: короп кої, образ, прецедент, вектор*

Типовим завданням іхтіологічних експериментів є вивчення впливу факторних ознак на об'єкт дослідження, який представлений, як правило, множиною результативних ознак. При зміні рівнів варіювання факторних ознак характер змінювання значень результативних ознак відрізняється як за величиною, так і за напрямом. Відслідковування ступеня змінювання множини результативних ознак і вибір оптимального варіанту є достатньо складним і неоднозначним аналітичним завданням, правильне рішення якого залежить, в основному, від досвіду дослідника. Розробка методів, направлених на формалізацію зазначених процесів, шляхом спрощення процедур оцінювання і підвищення ймовірності отримання адекватного висновку в саме в іхтіологічних дослідженнях здійснюється вперше і є актуальною.

#### **Матеріал і методи досліджень**

Уявимо завдання, що розглядається, з позиції теорії розпізнавання образів. *Розпізнавання образів* – це наука про методи і алгоритми класифікації об'єктів різної природи за декількома



категоріями, або класами. Задачі розпізнавання образів відносяться до галузі систем штучного інтелекту. Об'єкти, які підлягають класифікації, називаються *образами*. (В даному випадку образ – це варіант результатів досліджень). Класифікація засновується на прецедентах. *Прецедент* – це образ, правильна класифікація якого відома. Прецедент – раніше класифікований об'єкт, який використовується в якості зразка в задачах класифікації. (Прецедентом може бути контрольний, або оптимальний варіант). Виміри, які використовуються для класифікації образів, називаються ознаками. *Ознака* – це деякий кількісний вимір об'єкта довільної природи. Сукупність ознак одного образу називають *вектором ознак*. (Вектор ознак – набір значень результативних ознак, що характеризують об'єкт). Задача розпізнавання полягає в тому, щоб віднести об'єкт, який підлягає розпізнаванню, до одного із відомих класів. Одним із способів розпізнавання образів є їх *класифікація за мінімумом відстані*.

Для реалізації алгоритму класифікації за мінімумом відстані виконували такі дії:

1. формували, так звані, вектори-прецеденти, властивості і належність яких до певних класів відомі (набір показників контрольного або оптимального варіанту);
2. формували вектори-образи, елементами яких є властивості об'єкта, і належність яких до певних класів треба визначити (набір результативних ознак для кожного варіанту досліду);
3. знаходили відстань між векторами-образами і векторами-прецедентами;
4. вектор-образ відносили до того класу, до якого належав вектор-прецедент, що мав *мінімальну відстань* до вектора-образу.

Якщо задані два багатовимірних вектори  $a$  і  $b$ , то відстань  $R$  між ними в скалярній формі було визначено за формулою:

$$R = \sqrt{(a - b)^0 \cdot (a - b)}$$

Зазначена формула використовувалась для знаходження відстані між векторами ознак у коропа-кої та у внутріпородного типу коропів української лускатої породи нивківського коропа.

### Результати досліджень та їх обговорення

Зважаючи на власні історико-іхтіологічні дослідження перший кої (що в перекладі з японського - короп) з'явився в Персії близько 2500 років тому і саме звідти чорна форма кої "Magoi" поширилася до Східної Азії та Китаю. У 533 році до нашої ери, у рік народження сина Конфуція, імператор Шоко (King Shoko of Ro) подарував йому дивного коропа, який одразу був визнаний "коронованою персоною" у водоймі.

Враховуючи ці відомості можна стверджувати, що *Cyprinus carpio koi* бере початок від амурського сазана (*Cyprinus carpio haematopterus*).

Для визначення спорідненості порід методом морфо-метричного порівняння було обрано внутрішньопородний тип коропів української лускатої породи нивківського коропа оскільки у виведенні цього типу в Україні є значна частка біологічного матеріалу амурського сазана.

Для прикладу розглянемо порівняння відхилень середніх морфо-метричних показників нивківського коропа (25 екземплярів по 33 показники – проба №5) і чотирьох кольорових порід коропа кої (*Cyprinus carpio koi*) (по 25 екземплярів кожної породи і по 33 показники), які наведені нижче: чорно-жовті – порода *Utsurimono* (проба №1), сіро-білі – порода *Hikarimuji* (проба №2), червоно-білі – порода *Kawarimono* (проба №3) і чорно-білі – порода *Kimonryu* (проба №4). Всі морфометричні показники для порівняння зведені до середніх (таблиця). У результаті отримуємо один вектор-прецедент (набір показників варіанту нивківського коропа) і 4 вектори-образи (набори показників варіантів експериментальних досліджень коропа кої). В результаті було визначено експериментальний варіант однієї з чотирьох порід коропа кої, вектор показників якої має мінімальну відстань до вектору показників варіанту нивківського коропа, що дало змогу оцінити відхилення показників коропа кої від початкової величини (рис. 2).

Середні значення морфо-метричних показників нивківського коропа (проба №5) і коропа кої (проби №1-4)

№, п/п	Абсолютні Величини	Проба №1	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5
1	Д.ст. <b>l</b>	53,2	61,78	57,492	46,96	62,12
2	Д.зоол. <b>L</b>	65,24	75,4	70,448	57,136	77,64
3	Д.тулуба <b>lcor</b>	35,16	41,08	38,156	30,744	42,052
4	Д.рила <b>lr</b>	6,156	7,292	6,5532	5,868	6,928
5	Діам.ока <b>do</b>	4,604	5,2	4,66	4,312	5,332
6	Позаоч.відст. <b>Po</b>	7,5252	8,58	8,208	6,924	8,268
7	Вис.лоба <b>ho</b>	1,484	1,392	1,708	1,336	1,38
8	Шир.лоба <b>io</b>	6,112	7,008	6,852	5,18	6,62
9	Д.вер.щел. <b>mx</b>	4,528	4,908	5,032	4,156	5,02
10	Д.ниж.щел. <b>mn</b>	3,868	4,172	4,384	3,484	4,404
11	Д.голови <b>lc</b>	17,816	20,344	18,928	15,752	19,656
12	Вис.гол.біл.пот. <b>hc</b>	13,288	14,704	14,192	12,024	14,396
13	Вис.гол.чер.сер.ока <b>hc2</b>	16,252	12,744	11,688	10,16	12,168
14	Наб.вис.тіл <b>H</b>	17,964	21,1	19,544	15,424	21,1
15	Нам.вис.тіл <b>h</b>	6,584	7,536	7,192	5,576	7,344
16	Ан.дор.відс. <b>ad</b>	27,076	30,976	28,984	23,668	31,988
17	Пост.дор.від. <b>pD</b>	24,956	30,036	27,784	22,752	30,848
18	Д.хвос.стебла <b>pl</b>	8,212	8,5216	10,3	7,776	8,468
19	А.пен.від. <b>aP</b>	17,776	20,276	18,452	15,524	19,788
20	А.вент.від. <b>aV</b>	28,136	32,956	30,412	24,712	32,424
21	А.ан.від. <b>aA</b>	39,344	45,768	42,528	34,416	45,472
22	Д.ос.сп.пл. <b>ID</b>	16,4	18,464	17,356	14,536	21,704
23	Наб.вис.сп.пл. <b>hD</b>	10,648	12,16	11,224	9,324	11,704
24	Д.ос.ан.пл. <b>IA</b>	4,288	4,812	5,072	3,908	5,088
25	Наб.вис.ан.пл. <b>hA</b>	8,864	10,336	9,424	8,116	11,54
26	Д.гр.пл. <b>IP</b>	9,792	10,732	10,76	8,62	11,388
27	Д.чер.пл. <b>IV</b>	8,612	9,98	9,484	7,78	10,76
28	Пентровентр. <b>PV</b>	11,54	13,204	12,76	10,18	13,204
29	Вентранал. <b>VA</b>	12,032	13,632	13,088	10,156	13,404
30	Д.вер.лоп.хв.п. <b>IC1</b>	12,56	14,208	14,116	11,204	15,568
31	Д.ниж.лоп.хв.п. <b>IC2</b>	13,208	15,152	14,652	11,796	16,284
32	Обхват	50,572	50,572	50,572	40,268	50,572

Також є можливим створення схеми відхилення основних порід коропа кої від початкового (вихідного) варіанту, яким є нивківський короп (рис. 1):

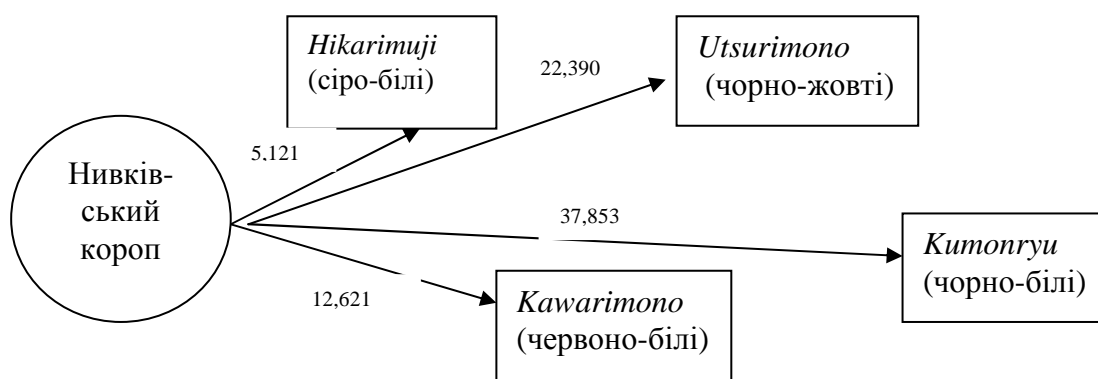


Рис. 1. Схема відхилення основних порід коропа кої.

n := 4  
j := 1..n

Надання значення системній константі.

$\Delta_{ij} :=$	53.2	61.78	57.492	46.96	$Y :=$	62.12
	65.24	75.4	70.448	57.136		77.64
	35.16	41.08	38.156	30.744		42.052
	6.156	7.292	6.5532	5.868		6.928
	4.604	5.2	4.66	4.312		5.332
	7.5252	8.58	8.208	6.924		8.268
	1.484	1.392	1.708	1.336		1.38
	6.112	7.008	6.852	5.18		6.62
	4.528	4.908	5.032	4.156		5.02
	3.868	4.172	4.384	3.484		4.404
	17.816	20.344	18.928	15.752		19.656
	13.288	14.704	14.192	12.024		14.396
	16.252	12.744	11.688	10.16		12.168
	17.964	21.1	19.544	15.424		21.1
	6.584	7.536	7.192	5.576		7.344
	27.076	30.976	28.984	23.668		31.988
	24.956	30.036	27.784	22.752		30.848
	8.212	8.5216	10.3	7.776		8.468
	17.776	20.276	18.452	15.524		19.788
	28.136	32.956	30.412	24.712		32.424
39.344	45.768	42.528	34.416	45.472		
16.4	18.464	17.356	14.536	21.704		
10.648	12.16	11.224	9.324	11.704		
4.288	4.812	5.072	3.908	5.088		
8.864	10.336	9.424	8.116	11.54		
9.792	10.732	10.76	8.62	11.388		
8.612	9.98	9.484	7.78	10.76		
11.54	13.204	12.76	10.18	13.204		
12.032	13.632	13.088	10.156	13.404		
12.56	14.208	14.116	11.204	15.568		
13.208	15.152	14.652	11.796	16.284		
50.572	50.572	50.572	40.268	50.572		

$R_j =$

22.389
5.121
12.621
37.853

Введення результату визначення скалярних добутків векторів

Формування матриці, у стовпчиках якої знаходяться набори значень середніх морфометричних показників риб, які належать до певних варіантів досліду з коропом кої.

Формування вектора-прицедента зі значеннями середніх морфо-метричних показників, для варіанту №5 (нивківський короп).

$$R_{ij} := \sqrt{(A^{(j)} - Y)^T \cdot (A^{(j)} - Y)}$$

Введення формули для визначення скалярного добутку векторів

Зазначений алгоритм класифікації був реалізований в середовищі математичного процесора MathCAD:

$\min(R) = 5.121$   
 $\max(R) = 37.853$

Рис.2. Відстані відхилення скалярних добутків векторів порід коропа кої від нивківського коропа

Згідно з одержаними результатами, максимальну відстань від нивківського коропа (проба №5) має останній варіант (проба № 4) чорно-білі (*Kumonryu*). Він є найгіршим. Мінімальну відстань має другий варіант (проба № 2) сіро-білі (*Hikarimuji*) –він є найкращим.

Окрім цього, за значеннями скалярних добутоків можна провести ранжування варіантів досліджень і у відносних одиницях кількісно оцінити, наскільки один із варіантів є кращим, а інший – гіршим.

### Висновки

1. Застосування методів штучного інтелекту в процесах прийняття рішення за результатами наукових іхтіологічних досліджень дозволяє автоматизувати зазначений процес, підвищити ймовірність прийняття адекватних висновків, кількісно оцінити ступінь відмінностей між оптимальним і експериментальними варіантами.
2. Для порівняння відмінностей були проведені і усереднені морфо-метричні виміри за 33 ознаками у нивківського коропа і коропа кої чотирьох порід, а саме у порід чорно-жовтих *Utsurimono*, сіро-білих *Hikarimuji*, червоно-білих *Kawarimono* і чорно-білих *Kumonryu*.
3. Також за даними досліджень встановлені відстані відхилення скалярних добутоків векторів порід коропа кої від нивківського коропа, які становлять для сіро-білих *Hikarimuji* – 5,121; червоно-білих *Kawarimono* – 12,621; чорно-жовтих *Utsurimono* – 22,390 і чорно-білих *Kumonryu* – 37,853.

1. *Лепский А.Е.* Математические методы распознавания образов: Курс лекций. / А.Е. Лепский, А.Г. Броневиц. — Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. — 156 с.
2. *Гаріна С.М.* Застосування методів штучного інтелекту для підтримки прийняття рішень в агробіології / С.М.Гаріна, Р.О.Тарасенко, А.С.Алексєнко // Наук.вісник НАУ — 2010. — № 155, Ч.1. — С. 205—210.
3. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. — М., 1966.

*А.А Лысак, С.М. Гарин, П.Г. Шевченко*

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИХТИОЛОГИИ И РЫБОВОДСТВЕ

Доказана актуальность разработки методов, направленных на формализацию процессов принятия решений по результатам ихтиологических исследований. Установлено эффективность применения функций расстояния на этапе выбора наилучшего варианта экспериментальных исследований при наличии множества результативных признаков.

*Ключевые слова: карп кои, образ, прецедент, вектор*

*O.O.Lysak, S.M. Garin, P.G. Shevchenko*

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatiuk

### APPLICATION OF METHODS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS SUPPORT DECISION-MAKING IN ICHTHYOLOGY

The urgency of developing methods aimed at the formalization of decision-making processes based on ichthyology research. The effectiveness of distance functions on the stage of selecting the optimal variant of experimental studies in the presence of numerous successful traits.

Рекомендує до друку

Надійшла 10.07.2013

В.В. Грубінко

УДК 574.5: 005.962 (282.247.322)

О. М. ЛЕТИЦЬКА, С.О.АФНАСЬЄВ, О.О. ГОЛУБ, О.П. КИРИЛЮК

Інститут гідробіології НАН України  
просп. Героїв Сталінграда 12, Київ-210, 04210

## **ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ІКВА ТА ОЦІНКА ЙОГО СТАНУ**

Розглядаються біотопічні характеристики, фізіономія угруповань, склад та представленість макробезхребетних та іхтіофауни басейну річки Іква. Показано, що у верхній та нижній течії річка має «добрий» екологічний стан, середня ділянка – має стан від «задовільного» до «поганого».

*Ключові слова:* басейн річки Іква, макробезхребетні, іхтіофауна, гідроекологічна характеристика, якість води, екологічний стан

За останні 150 років на більшості річок Полісся, людина здійснила численні втручання, найзначнішим з яких вважається здійснена у другій половині ХХ ст. меліорація басейну Прип'яті. В результаті була створена система осушувальних каналів, кар'єрів, польдерів тощо, було значно осушено заплаву та знищено сотні малих водойм та боліт, крім того, було порушено дренажну здатність русла та акумулятивні властивості заплави. В останні роки в басейні Прип'яті значно інтенсифікувалися гідробіологічні дослідження з метою оцінки їх екологічного стану. Виходить ряд монографічних робіт, присвячених даному басейну [5-6]. В той же час, поза увагою дослідників залишилося декілька типів річок, які є досить рідкісними не тільки для басейну Прип'яті, але і для України в цілому. Зокрема, комплексних гідроекологічних робіт на середніх та малих річках, що течуть у вапнякових породах на середніх висотах, до сьогодні не проводили. Саме до такого типу відноситься р. Іква. Проведення гідроекологічних досліджень та оцінка її екологічного стану в певній мірі заповнює цю прогалину.

### **Матеріал і методи досліджень**

Матеріалами слугували дані комплексних гідроекологічних досліджень басейну річки Ікви, проведених у літній період 2010 року, а також результати епізодичних досліджень її водних об'єктів, проведених у 2006-2009р. На всіх станціях проводили докладний опис біотопів, визначали концентрацію розчиненого у воді кисню, рН, температуру води, прозорість, вимірювання морфометричних параметрів русел річок, а також швидкості течії. Для кожної станції була заповнена форма «Польовий протокол» [2]. Фізіономію угруповань описували на підставі розподілу макроформ.

Проби макробезхребетних відбирали, по перетину річкового русла з урахуванням візуально виділених однорідностей, за допомогою коробчастого пробовідбірника (площа захоплення 10см<sup>2</sup>), обростання з твердих субстратів відбирали скребком з шириною леза 5 см, також робили змиви з окремих каменів та вищих водяних рослин. Склад іхтіофауни оцінювали, опитуючи місцеве населення і на основі власних ловів ставними сітками та тканкою довжиною 8 м (Дозвіл Головривводу від 01.05.2010 р.). Проби фіксували та обробляли за загальноприйнятими методиками [3]. Обрахування проведені з використанням програмного пакету Aqua BioBase [1].

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

Річка Іква бере початок на Волино-Подільській височині, і тільки в нижній течії розташована на Поліській низовині. Іонний склад води формується під впливом вапняків і мергельно-крейдяних відкладень, у зв'язку з чим мінералізація води в нормі повинна бути порівняно висока. Води характеризуються значною каламутністю, низькою кольоровістю, високою мінералізацією, рН 7,1-8,5. На незарегульованих ділянках течія досить виражена, береги абразійні. На більшій протяжності внаслідок вираженої течії, відносно великих глибин і високої каламутності води рослинність розвивається слабо. Структура донного населення, та

## ГІДРОБІОЛОГІЯ

індекси, які використані при оцінці якості води та екологічного стану, наведені в таблиці. Розглянемо далі характеристику досліджених ділянок, а також фізіономію біотичних угруповань.

Таблиця

Структурні показники угруповань макробезхребетних в басейні річки Іква

	р. Іква с. Лукаши	р. Іква с. Богданівка	р. Іква біля с. Берг	р. Іква нижче м. Дубно	Водосховище			р. Іква с. Острів	р. Таргаська	р. Повчанка
					верхня частина	середня частина	нижня частина			
Spongia	як.	як.			як.	як.		як.		
Bryozoa		як.			як.	як.			як.	
Turbellaria	як.									
Oligochaeta	1010	950	2080	1400	1230	260	40	590	330	1100
Gastropoda		як.			10	20	10		30	як.
Bivalvia					10	10		100		
Sphaeriidae	830	20		10	50	60	30	50		
Arachnoidea									210	
Cyclopoida				30	20					
Isopoda			як.	20			як.		310	
Gammarididae		як.							20	
Hirudinea	50		як.	як.	20	10	як.	10	60	як.
Hemiptera	як.	як.	190	20	як.		як.	як.		як.
Simuliidae	10	як.		як.	40				410	як.
Ceratopogonididae	10							50		40
Chironomidae	110	350	1300	870	510	60	190	600	2640	690
Ephemeroptera	180	10	20		10		30	10	610	як.
Trichoptera	10	як.	як.		10	10	10	220	2030	як.
Plecoptera	як.									
Odonata	як.	як.	як.	як.	як.	як.		як.	як.	як.
Diptera	330				10		10	10	80	
Coleoptera		як.			як.		як.	10	180	
Ostracoda	1360	20	590	110	2190	560		410	як.	
Abundance [ind/m <sup>2</sup> ]	3900	1350	4180	2460	4110	990	320	2060	6910	1830
Taxa	15	14	9	10	17	11	11	14	15	11
Species	25	22	15	18	32	20	18	28	26	22
TBI (BBI)	9	8	5	4	7	4	6	8	7	6
Pantle&Buck S.I.	1,85	2,10	2,56	2,40	1,87	2,30	2,60	1,97	2,00	2,20
Zelinka&Marvan S.I.	1,99	2,09	2,26	2,47	1,90	2,70	2,40	1,99	1,82	2,29
German S.I.	1,74	2,19	2,63	2,85	2,20	2,41	2,56	1,88	1,93	1,98
Czech S.I.	1,89	2,55	2,73	2,41	2,21	2,42	1,91	2,19	2,21	2,24
Slovak S.I.	1,90	2,29	2,55	2,39	2,05	2,30	2,70	2,02	2,09	2,15
BMWP Score	92	52	32	6	35	12	25	88	42	67
EPT-Taxa	17	10	3	0	3	1	3	10	7	7

Примітка: як.– якісні проби; S.I. - Saprobic Index

Річка Іква, 5 км від витоку, вище с. Лукаші – відноситься до малих річок на середніх висотах, русло природне з обривистими берегами, ширина русла 1,2-2,2 м, глибина 0,5-0,6 м,

течія 0,17 м/сек. у прибережній зоні, на перекатах і в проточних місцях – 0,23 м/сек. Переважаючий тип субстрату – мулистий пісок, черепашки, глина. Відмічається досить велика кількість корчів і дамб, побудованих бобрами. Макрофіти по руслу практично відсутні і представлені переважно прибережно-запlavною рослинністю.

Макробезхребетні були представлені 25 видами з 15 таксономічних груп. Найчисельнішими були олігохети (переважно *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826)), остракоди та сферіїди. Серед комах найбільша чисельність була у *Dicronota* sp. та *Chironomidae* sp., також відмічались волохокрильці з домінуванням: *Hydropsyche incognita* Pitsch, 1993, *Habrophlebia fusca* (Curtis, 1834), та одноденки - *Ameletus inopinatus* Eaton, 1887. Незначну чисельність мали мокреці, мошки та п'явки – *Glossiphonia complanata* (Linnaeus, 1758). У якісних пробах відмічені веснянки, клопи, бабки, губки, турбелярії.

Іхтіофауна представлена: карасем сріблястим *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), окунем звичайним *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, верховодкою звичайною *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), пліткою звичайною *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), пічкуром звичайним *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758), в'юном звичайним *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758), щипавкою звичайною *Cobitis taenia* Linnaeus, 1758. На твердих субстратах індекс Вудівісса (ТВІ) склав – 9, на рихлих – 5 балів. Оцінка з урахуванням представленості біотопів та кількісного розподілу індикаторних видів показує, що вода в річці «чиста» і відповідає I- II класу – «відмінна-добра» [4]. Категорія трофності за біологічними показниками – мезотрофна. Виходячи з цього, можна припустити, що для даного типу річок за Водною Рамковою Директивою ЄС – 2000 (ВРД) екологічний стан ділянки відповідає I класу – «відмінний» [7].

Річка Іква вище с. Богданівка – мала рівнинна річка, з пологими, місцями обривистими берегами, ширина русла 10-12 м, глибина від 0,5-0,6 м до 1 м, течія – 0,1-0,15 м/сек. Структура берега природна, переважаючий тип субстрату – мулистий пісок, глина, вапняк, деревина. Заростання прибережної зони зануреною рослинністю (кушир, елодея канадська) незначне – до 5%, подекуди зустрічаються рослини з плаваючим листям (ряска мала). Макробезхребетні донних відкладень представлені переважно малоштитковими червами і личинками хірономід. На занурених субстратах найбільш представлені німфи одноденок – 4 види (з домінуванням *Caenis macrura* Stephens, 1835). Також відмічались личинки волохокрильців та бабок, п'явки, губки, молюски, мохуватки, мошки, клопи, жуки, гаммариди. Найбільш типовими представниками риб були: карась сріблястий, окунь, верховодка, щука звичайна *Esox lucius* Linnaeus, 1758, плітка, пічкур, короп, в'юн, щипавка, головешка ротань *Perccottus glenii* Dybowski, 1877. На занурених твердих субстратах ТВІ склав 8, на м'яких – 6 балів. Загалом оцінка показує, що вода в річці «досить чиста». Категорія трофності – мезоевтрофна, екологічний стан ділянки відповідає II класу – «добрий». Річка Іква в районі с. Берг відноситься до малих рівнинних річок. Русло частково каналізоване, з обривистими берегами, місцями збереглися пологі ділянки. Річка має відгалуження бічних каналів для відведення води на постачання рибогосподарських ставків. Ширина русла 40-50 м, глибина до 1,5 м, течія в прибережній зоні до 0,1 м/сек., в русловій до 0,2 м/сек. Переважаючий тип субстрату – мулистий пісок, глина, крейдяна галька. За рахунок каналів, наявності дамб і риборозплідних ставків, які вилучають частину води, цю ділянку можна вважати сильно модифікованою. Макробезхребетні були представлені лише 15 видами, з 9 таксономічних груп, до 60% їх чисельності складала *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758). Субдомінантами могли виступати олігохети, хірономіди і остракоди. Також на ґрунті відмічено незначну кількість німф *Caenis macrura* і *Ephemerella ignita* (Poda, 1761) та клопів *Notonecta* sp. Серед іхтіофауни звичайними були: карась сріблястий, окунь, щука, плітка, пічкур, короп, в'юн, щипавка, головешка ротань, верховодка.

В цілому, на ділянці відзначається помітне зниження видового багатства тварин. Індекс ТВІ на занурених субстратах знижується до 5, а на ґрунті – до 4 балів. Якість води на цій ділянці може бути оцінена як «слабко забруднена – помірно забруднена». Категорія трофності – евтрофна. Екологічний стан річки, в тому числі і за рахунок значної гідроморфологічної модифікації, відповідає III-IV класу – «задовільний-поганий».

Іква нижче м. Дубно – середня рівнинна річка з обривистими берегами, каналізована. Ширина русла 30-35м, глибина до 3-х м, течія до 0,2 м/сек. Переважаючий тип субстрату – мулистий пісок, мул. Вздовж берега поодинокі розвивається очерет, відмічена незначна кількість обростань нитчастими водоростями. Макробезхребетні представлені переважно олігохетами та хірономідами, також відмічались бабки, п'явки, молюски, мошки, клопи *Notonecta sp.* та рачки *Asellus aquaticus*. Серед представників іхтіофауни: карась сріблястий, окунь, верховодка, щука, плітка, пічкур, короп, сом європейський *Silurus glanis* Linnaeus, 1758, головень європейський *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), лин *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), в'юн, щипавка, гірчак європейський *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782), лящ звичайний *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Незважаючи на деяке збільшення числа груп і видового багатства, показники якості води знижуються. За різними індексами дана ділянка відповідає 4 класу і в цілому оцінюється як «брудна». Категорія трофності – евтрофна зі зсувом в сторону політрофної. Зважаючи на сильну гідроморфологічну порушеність, екологічний стан річки слід вважати таким, що відповідає IV класу – «поганий». Руслове водосховище в районі с. Млинів – штучний водний об'єкт одамбований по лівому берегу, частково виступає в ролі рекреаційної зони. Ширина водойми 500-600 м у верхній частині, близько 300м в середній течії та 50-100 м у пониззі. Течія слабка - 0,05-0,01 м/сек. Глибина у верхів'ї 4-5 м, з ямами до 12 м, в середній – 3-5м з ямами до 8 м та 1,2-1,5м у нижній частині. Переважаючий тип субстрату: мулистий пісок, м'який мул з великою кількістю черепашок уніонід. Зарості вищої водної рослинності займають глибини 1-2 м прибережної зони водосховища. Ступінь заростання у верхній і середній частині (рдесник плаваючий, латаття біле та чотирикутне) до 15%, покриття, в нижній (рдесник, латаття та ряска) до 90-95%. Відзначені куртини зелених нитчастих водоростей у прибережній зоні та у заростях макрофітів, а також синьозелених водоростей у нижній частині водосховища.

Макробезхребетні представлені досить широко. В верхній частині по руслу відзначено значну кількість уніонід (переважно *Unio tumidus tumidus* Philipsson, 1788 та *Unio pictorum pictorum* (Linnaeus, 1758)) та річкових раків *Astacus leptodactylus* (Eschscholz, 1823). Досить звичайними в зоні заростей є черевоні молюски: *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758), *Valvata piscinalis piscinalis* (Muller, 1774), *Bithynia leachi* (Linnaeus, 1758), *Ancylus fluviatilis* Muller, 1774, личинки волохокрильців: *Limnephilus flavicornis* (Fabricius, 1787), *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842), одноденки *Caenis horaria* (Linnaeus, 1758), п'явки *Helobdella stagnalis* (Linnaeus, 1758), також бабки, губки, хірономіди, олігохети, мошки, клопи, жуки.

Іхтіофауна: карась сріблястий, окунь, верховодка, щука, плітка, пічкур, короп, сом, головень, лин, в'юн, щипавка, гірчак, плоскирка, краснопірка звичайна *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758). У водосховищі відбувається поступове зниження кількості груп і видів макробезхребетних та риби від верхів'я вниз за течією. Відповідно до цього знижуються і показники якості вод. Незважаючи на те, що за більшістю показників вода може бути оцінена як «слабко забруднена», а категорія трофності – евтрофна, загальний склад безхребетних та риби дозволяє віднести «екологічний потенціал» водосховища до 2 класу – «добрий».

Іква в районі с. Острів, середня рівнинна річка з природними обривистими берегами, ширина русла до 21,5м, глибина біля берега 1,2м, по руслу – до 4-х м, швидкість течії - 0,06 м/см в прибережній і 0,2-0,25м/см в русловій зоні. Переважаючі субстрати: мулистий пісок, черепашки, м'який мул. Прибережна зона (1-1,5м) заростає куширом плаваючим та очеретом. Серед макробезхребетних на ґрунті до 50% домінують уніоніди (*Unio pictorum*, *U. longirostris* Rossmassler, 1836, *U. ovalis* (Montagu, 1803)), також зустрічаються річкові раки. Личинки волохокрильців представлені досить різноманітно – *Molanna angustata* Curtis, 1834, *Hydropsyche incognita*, *Hydropsyche contubernalis contubernalis* McLachlan, 1865, *Ecnomus tenellus*, *Brachycentrus subnubilus* (Curtis, 1834). Зустрічались одноденки *Caenis macrura* і *Ephemerella ignita*, п'явки *Glossiphonia complanata*, бабки 2-х видів губки, сферіди, хірономіди, олігохети, мошки, водні клопи та жуки.

Іхтіофауна – карась сріблястий, окунь, верховодка, щука, плітка, пічкур, сом, в'юн, щипавка, головень. За різними індексами вода даної ділянки оцінюється як «досить чиста».



Категорія трофності – мезоевтрофна. Екологічний стан цієї ділянки річки відповідає I-II класу – «відмінний-добрий». Річка Тартаська, притока Ікви, в районі с. Судобичі – мала рівнина річка з каналізованим руслом, та природними крутими або похилими берегами. Ширина русла 3-4 м, місцями до 12м, глибина 1,2м, швидкість течії 0,12м/сек. Переважаючий тип субстрату – мул, мулистий пісок, детрит, вапнякові ґрунти. Прибережна частина заростає осокою і вербами. Серед безхребетних домінують личинки хірономід, волохокрильців (*Halesus digitatus digitatus* (Schrank, 1781), *Hydropsyche instabilis* (Curtis, 1834), *Hydropsyche angustipennis angustipennis* (Curtis, 1834), *Agaphetus sp.*), а також *Asellus aquaticus*. Звичайні одноденки (*Ephemerella ignita*, *Heptagenia sulphurea* (Muller, 1776), *Ameletus inopinatus*, *Baetis rhodani* (Pictet, 1843), *Caenis macrura*), бабки, п'явки *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758), молюски *Planorbium corneum* (Linnaeus, 1758), *Ancilus fluviatilis*, хірономіди, олігохети переважно Tubificidae, мошки, клопи *Notonecta sp.*, жуки, мохуватки. Іхтіофауна – карась сріблястий, окунь, верховодка, щука, плітка, пічкур, в'юн, щипавка, головешка ротань. В цілому якість води визначено як – «досить чиста», категорія трофності – евтрофна, екологічний стан ділянки річки відповідає II-III класу – «добрий-задовільний».

Річка Повчанка, притока р. Іква в районі с. Турковичі – мала рівнинна річка з обривистими берегами, каналізована. Ширина русла – 15-17 м, глибина – 0,5 м біля берега і до 1 м в руслі, течія слабка – 0,01-0,05 м/сек. при березі, 0,1м/сек. – по руслу. Переважаючий тип субстрату – мулистий пісок. У прибережній смужі відмічається значне – до 90-95%, заростання очеретом, куширом, рдесником плаваючим та ряскою. Подекуди відзначені колонії нитчастих водоростей. У кількісних пробах макробезхребетних відмічені тільки олігохети, мокреці та хірономіди. У якісних змивах з рослинності відмічались: личинки волохокрильців, бабок, одноденок, хірономіди, мошки, клопи, жуки, п'явки, молюски, олігохети, мохуватки.

Іхтіофауна – карась сріблястий, окунь, верховодка, щука, плітка, пічкур, в'юн, щипавка, головешка ротань, краснопірка, триголкова колючка звичайна *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758. Якість води даної ділянки відповідає 3 класу - «слабко забруднена». Категорія трофності за біологічними показниками – евтрофна. Екологічний стан даної ділянки віднесено до III класу – «задовільний».

Отже, обстеження русла основної річки, приток та водосховища в басейні річки Іква, показало, що практично кожна з обстежених ділянок, згідно «Системи А, ВРД» може бути ідентифікована як самостійне водне тіло. Оскільки при оцінці екологічного стану/потенціалу ВРД вимагає кожне з водних тіл розглядати окремо, загальну оцінку даного басейну виконати досить важко. Крім того, для басейну р. Іква не встановлені референсні значення гідробіологічних показників. У той же час проведено гідроморфологічний опис, визначення якості води (як найбільш наближене віддзеркалення загального екологічного стану річки) за різноманітними індексами, що враховують склад та представленість макробезхребетних (див. таблицю), іхтіофауну, загальну фізіономію рослинних угруповань. Це дозволяє нам вважати, що від витoku до с. Богданівна річка Іква знаходиться в доброму екологічному стані, а її верхів'я можуть виступати в якості референційного створу для такого типу річок даного екорегіону. На ділянці від с. Берег до м. Дубно та на початку Млинівського водосховища екологічний стан річки погіршується до «задовільного» та «поганого», що викликано, в першу чергу, гідроморфологічними змінами у вигляді каналізування русла, відгалужень бічних каналів і відведення води на постачання рибогосподарських ставків. Млинівське водосховище, яке за термінологією ВРД має «добрий екологічний потенціал», поліпшує стан річки нижче за течією. В районі с. Острів і до впадіння в річку Стир екологічний стан можна вважати «добрим» та «відмінним». В цьому районі також можна знайти ділянки, які відповідають критеріям «референсного створу». Підсумовуючи викладене, а також зважаючи на те, що досліджені притоки р. Повчанка та р. Татарська були класифіковані як такі, що мають «задовільний» та «добрий-задовільний» статус відповідно, загальний екологічний стан басейну можна вважати на рівні III класу якості – «задовільний». З огляду на те, що після підписання Плану дій України та Євросоюзу держава повинна вкладати кошти в підтримання екологічного статусу річкових басейнів на рівні не гірше «доброго». Така, навіть попередня оцінка вказує на

необхідність розробки окремого Плану Управління Річковим Басейном для річки Іква, при цьому потребують більш пильної уваги ділянки середньої течії та її притоки.

1. *А. с. № 31662* МОН України. Комп'ютерна програма AquaBioBase / С. О. Афанасьєв, О. Є. Усов, О. О. Пілевич; заявка 18.11.2009; реєстр. 18.10.2010; бюл. № 21.
2. *Афанасьєв С.А.* Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидроэкосистем в мониторинге рек Украины // Гидробиол. журн. – 2001. – Т. 37, № 5. – С. 3–18.
3. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В.Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: Логос, 2006. – 408 с.
4. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями* / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксїюк О.П., Яцик А.В., Чернявська А.П. – К.: СИМВОЛ – Т, 1998. – 28 с.
5. *Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять* / под ред. А. Ободовского, М. Калинина. – Минск.: Белсэнс, 2003. – 269 с.
6. *Управление трансграничным бассейном Днепра: суббассейн реки Припяти.* / под ред. А.Г. Ободовского, А.П. Станкевича, С.А. Афанасьєва. - К.: Кафедра, 2012.- 448 с.
7. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy* // Official Journal of the European Communities. – EN. – 22.12.2000. – L. 327. – P. 1–72 p.

*Е. Н. Летицкая, С.А. Афанасьєв, О.А. Голуб, О.П. Кирилюк*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, Украина

### ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА РЕКИ ИКВА И ОЦЕНКА ЕГО СОСТОЯНИЯ

Рассматриваются биотопическая характеристика, физиономия сообществ, состав и представленность макробезхребетных и ихтиофауны бассейна р. Иква. Показано, что в верхнем и нижнем течении река имеет «хорошее» экологическое состояние, средний участок – имеет состояние от «удовлетворительного» до «плохого».

*Ключевые слова:* бассейн реки Иква, макробеспозвоночные, ихтиофауна, гидроэкологическая характеристика, качество воды, экологическое состояние

*O. Lietytska, S. Afanasyev, O. Golub, O. Kyrylyuk*

Institute of Hydrobiology National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### HYDROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE IKVA RIVER BASIN AND ASSESMENT OF ITS ECOLOGICAL STATUS

The article presents the results of hydroecological researches of the Ikva River Basin and assessment of its ecological status. The article describes the biotopical characteristics, physiognomy communities, composition of macroinvertebrates and fish fauna. It shows that the upper and lower reaches of the river Ikva has a "good" ecological status. The middle part of the river with substantially modified hydro-morphological characteristics has the class of ecological status from "satisfactory" to "poor."

*Keywords:* River basin Ikva, macroinvertebrates, fish fauna, hydrobiological characteristics, water quality, ecological status

Рекомендує до друку

В.З. Курант

Надійшла 11.07.2013

УДК 576.858:574

Н.М. МАТВІЄНКО

Інститут рибного господарства НААН  
вул. Обухівська, 135, м. Київ, 03164

## **МОНІТОРИНГ ВІРУСНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ РИБ У РИБОГОСПОДАРСЬКИХ ВОДОЙМАХ УКРАЇНИ**

На основі епізоотичних даних оцінено стан рибницьких господарств України щодо вірусних захворювань риб. Виявлено новий для нашої країни вірус панкреатичного некрозу, що уражує райдужну форель (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). Проведений філогенетичний аналіз виділених ізолятів цього вірусу риб свідчить про їх близьку спорідненість з ізолятами, що циркулюють на території Польщі та про можливі шляхи потрапляння цього вірусу на територію України.

*Ключові слова:* моніторинг, IPNV, SVCV, VHS, філогенетичний аналіз, ЗТ-ПЛР, ІФА

Водні біоресурси України є важливою частиною природних ресурсів держави і мають велике господарське значення. Процеси інтенсифікації рибництва неможливі без впровадження нових методів його ведення таких як застосування полікультури, ущільнення посадок, впровадження і акліматизація нових об'єктів аквакультури. Також не варто залишити поза увагою перевезення риб із одних господарств в інші, що знаходяться у різних географічних та кліматичних зонах із характерними для них екосистемами. Причинно-наслідковим зв'язком такої діяльності є виникнення нових захворювань риб, часто не характерних для даного регіону або окремо взятого господарства. Найбільших збитків рибництву завдають захворювання, що викликаються вірусами, зокрема такими рабдовірусами як весняна віремія коропа (SVC) та вірусна геморагічна септицемія форелі (VHS), а також представником родини *Birnavirinae* вірусом інфекційного некрозу підшлункової залози (IPN). Ці хвороби занесені до кодексу особливо небезпечних хвороб водних тварин [4, 12]. Необхідність проведення комплексних моніторингових досліджень щодо виявлення вірусних захворювань риб в Україні визначається в першу чергу тим, що нині значна частина території України – це райони, сприятливі для інтенсивного ведення рибництва. Господарства, що займаються рибогосподарською діяльністю, постійно завозять рибу, ікру та рибопосадковий матеріал в Україну з різних географічних зон (в тому числі і з закордону).

Метою роботи було провести моніторингові дослідження та філогенетичний аналіз виділених українських ізолятів вірусів риб, а також визначити клінічні характеристики виявлених захворювань.

### **Матеріал і методи досліджень**

Матеріал для вірусологічних досліджень був відібраний в рибницьких господарствах та природних водоймах різних областей України. Найчастіше вірусні ізоляти виділяли від різновікових груп коропа (*Ciprinus carpio*, Linnaeus, 1758), з мальків та цьоголіток райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) з ознаками вірусного ураження. Відбір та обробку патологічного матеріалу проводили згідно міжнародних нормативних документів [10, 12]. Для серологічної діагностики було використано метод класичного імуоферментного аналізу в модифікації сендвіч за стандартною методикою. Використано діагностичні тест-системи „VHSV Ag-ELISA”, “IPNV Ag-ELISA» та SVCV Ag-ELISA (фірми «TestLine»), дослідження проводили згідно інструкції виробника.

Розміри вірусних часток ізолятів визначали за допомогою електронної мікроскопії методом негативного контрастування. Зразки тканин експериментально заражених цьоголіток коропа і зараженої культури клітин риб фіксували за Іто і Карновським [9], обезводнювали в спиртах висхідної концентрації і заливали в метакрилат. Ультратонкі зрізи контрастували цитратом свинцю за Рейнольдсом [14] і досліджували в електронному мікроскопі при інструментальному збільшенні 20000-40000х.

Виділення РНК із зразків та реакцію зворотної транскрипції проводили за допомогою наборів „Рибозоль-А” та „РЕВЕРТА-Л” згідно з рекомендаціями виробника („Амплиценс”, Росія). Для детекції вірусу інфекційного панкреатичного некрозу форелі використовували 3 різних пари праймерів та проводили оптимізацію постановки реакції. Для детекції вірусу весняної віремії корпа використовували метод гніздової ПЛР з використанням олігонуклеотидних праймерів, рекомендованих Міжнародним епізоотичним бюро [13]. У якості другої пари праймерів були використані праймери, рекомендовані І.С. Щелкуновим [3].

Для детекції вірусу геморагічної септицемії форелі використали вітчизняну тест-систему для виявлення РНК вірусу геморагічної септицемії форелі «ВГС-ТЕСТ»[1].

Аналіз продуктів ампліфікації здійснювали за допомогою електрофорезу в 2% агарозному гелі з використанням стандартних маркерів Gene Ruller 100 bp DNA Ladder plus (ThermoScientific, США).

Сиквенування очищених ампліфікованих фрагментів проводили на Applied Biosystems 3730x1 DNA Analyzer з використанням Big Dye terminators, version 3.1 (Applied Biosystems, США). Ідентифікацію та порівняння отриманих послідовностей проводили за допомогою BLAST-аналізу. Філогенетичний аналіз проводили за допомогою програмних пакетів MEGA 5 [16]. Для перевірки достовірності побудованих дерев застосовували бутстреп тест (bootstrep) з 1000 бутстреп реплікаціями [7]. Філогенетичні дерева конструювали методом зв'язування найближчих сусідів (neighbour-joining, NJ) [15] та максимальної правдоподібності (ML) [8].

### Результати досліджень та їх обговорення

Для дослідження епізоотичної ситуації були проведені обстеження господарств різних форм власності, що спеціалізуються на вирощуванні райдужної форелі та корпа. Дослідження проводились впродовж 2005-2013 років. Також проводили обстеження природних водойм, які забезпечують водопостачання цих господарств.

Відомо, що більшість форелевих господарств – це повносистемні господарства закритого типу [2]. Більшість цих господарств сконцентровано у західних областях України (Закарпатська, Львівська, Чернівецька, Волинська, Рівненська) та АР Крим. Саме в цих регіонах природно кліматичні умови є сприятливими для вирощування форелі.

У результаті комплексу досліджень виявлено у райдужної форелі із природних водойм вірус інфекційного панкреатичного некрозу (Чернівецька та Закарпатська обл.). Цей вірус також виділений нами у приватних фермерських господарствах Львівської та Волинської областей. Вірус був виділений під час обстеження личинок та молоді райдужної форелі. Візуальні прояви інфекції полягали у зміні забарвлення тіла риб до чорного, у порушенні рухових функцій, які проявлялися в нетипових колоподібних рухах форелі на одному місці, екзофтальмії. (рис. 1).



Рис.1. Клінічні ознаки у малька райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*), викликані вірусом IPN.

Вірус виділяли з печінки, нирок, гонад, травного тракту і мозку навіть у тих цьоголіток, де не було зафіксовано ніяких ознак захворювання.

Вірусомісний матеріал, ізольований від форелі, був підданий електронно-мікроскопічному дослідженню з метою вивчення морфології виділених ізолятів. При негативному контрастуванні та інструментальному збільшенні 30 000 були виявлені віріони гексагональної і округлої форми діаметром 65-85 нм (рис. 2).

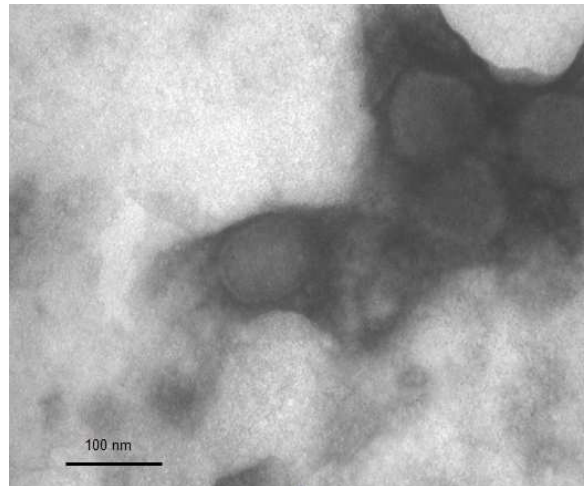


Рис. 2. Електронна мікрофотографія вірусу панкреатичного некрозу (IPN).

Негативне контрастування уранілацетатом, інструментальне збільшення 30 000.

Вірусу геморагічної сиптицемії форелі у риби з обстежених господарств та природних водойм нами виявлено не було.

Що стосується господарств, які спеціалізуються на вирощування корокових риб, то ситуація тут залишається складною. Було проведено обстеження господарств, які знаходяться у різних регіонах України, зокрема у Львівській, Рівненській, Хмельницькій, Тернопільській, Вінницькій, Київській, Миколаївській, Херсонській та Донецькій областях. Постановку діагнозу проводили комплексно, з урахуванням клінічних, патолого-анатомічних та молекулярно-біологічних методів. При дослідженні риби у весняно літній період, у момент стресу при пересадженні її з зимувальних ставів у нагульні, поряд із бактеріальними збудниками були виділені ізоляти вірусу весняної віремії коропа. Захворювання носило системний характер. У цьоголіток спостерігали здуття черевця, скуйовдження луски, екзофтальмію (рис. 3).



Рис.3. Ознаки ураження коропа вірусом весняної віремії (SVC).

При електронно-мікроскопічному дослідженні матеріалу від коропа були виявлені віріони характерної будови для рабдовірусів (рис. 4).

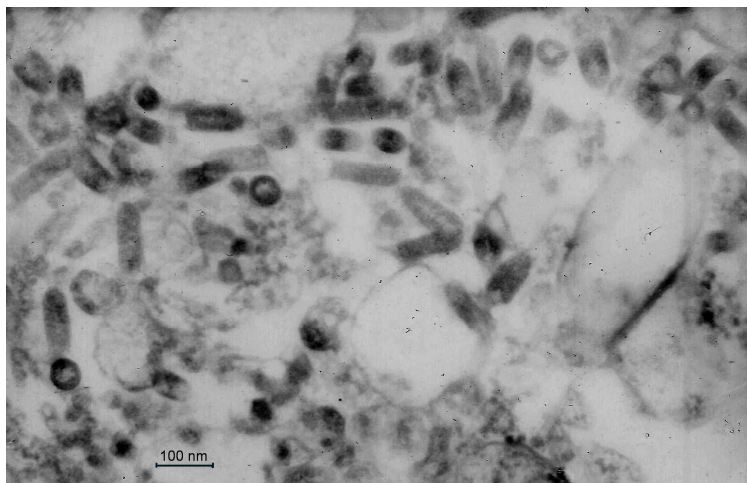


Рис. 4. Електронна мікрофотографія вірусу весняної віремії коропа (SVC). Інструментальне збільшення 30 000

Нижче наведена мапа України де зазначені регіони виявлення вірусних інфекції риб (рис. 5).

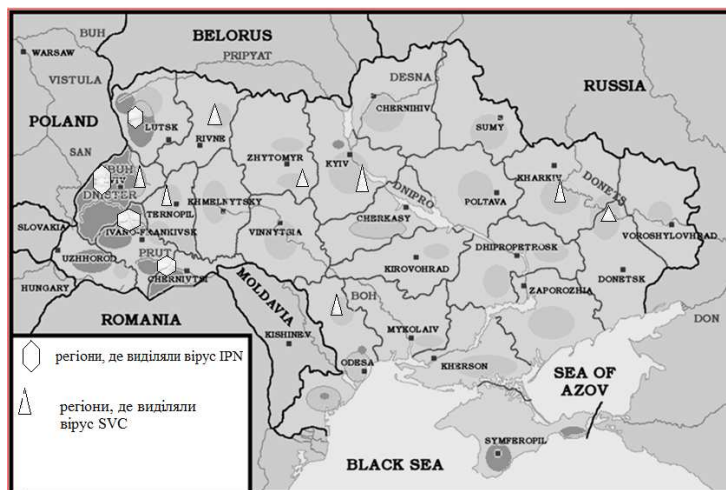


Рис. 5. Мапа України, із зазначенням регіонів, щодо виявлення вірусів риб

Оскільки одним із завдань нашої роботи було проведення філогенічного аналізу для вивчення походження українських ізолятів вірусів, на першому етапі роботи нуклеотидні послідовності капсидного білка двох ізолятів IPNV. були сиквензовані та порівняні між собою. Як відомо, IPNV. є одним з типових представників роду *Aquabirnavirus*. Більше того, за існуючими даними [5] цей вид вірусу має значну кількість штамів та філогенетично споріднений з іншими представниками роду *Aquabirnavirus*.

При порівнянні ділянок нуклеотидних послідовностей кДНК капсидного білка VP2 виділених ізолятів (1, 2) IPNV. між собою встановлено, що гомологія становить 98-99%. Згідно з літературними даними [11], якщо частка гомології нуклеотидних послідовностей вірусів становить 95% і більше, то вони є ізолятами одного штаму, якщо ж менше 90% -то це різні штами одного вірусу.

Отже, всі українські ізоляти IPNV належать до одного і того ж штаму, подібного до штаму Sp, серотипу A2 [6]. Наступним кроком нашої роботи було порівняння нуклеотидних послідовностей українських ізолятів з представленими в світових базах даних відомими нуклеотидними послідовностями штамів та ізолятів IPNV. (рис. 6).

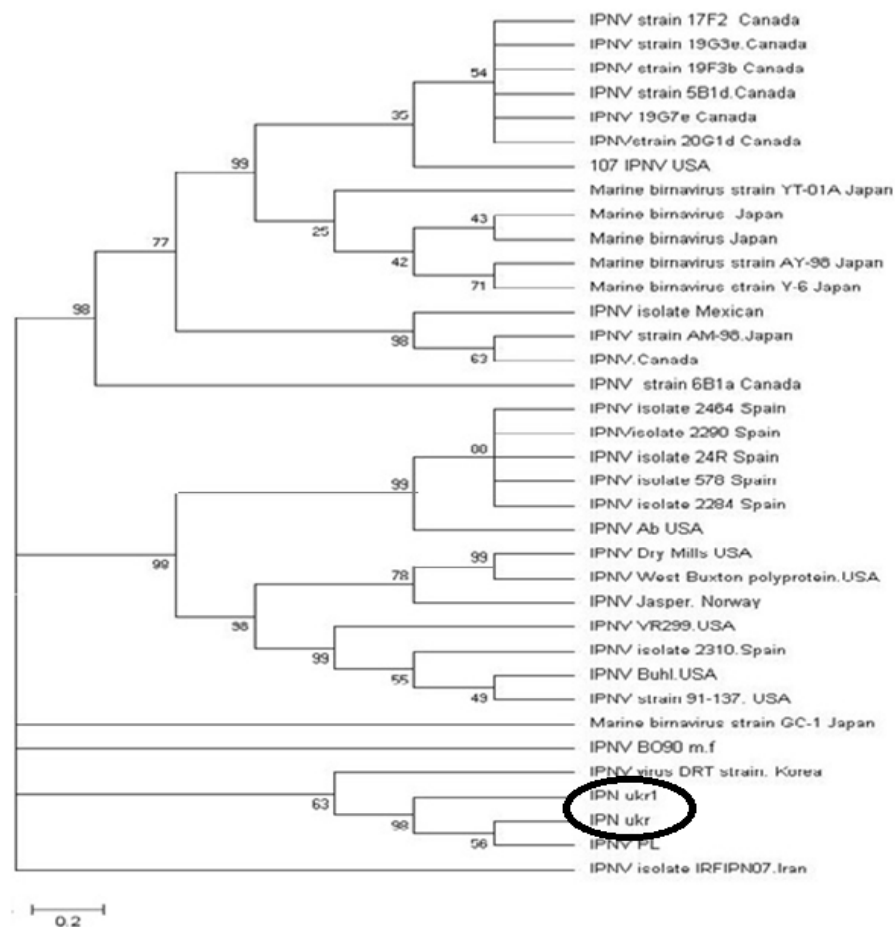


Рис. 6 Порівняльний філогенетичний аналіз українських ізолятів вірусу IPN та відомих ізолятів вірусу IPN з Генбанку (NJ з 1000 бутстреп)

Виявилося, що найвища частка подібності (біля 98% за нуклеотидними послідовностями) українські ізоляти мають з польським ізолятом, що може свідчити про їх спільне походження.

### Висновки

За результатами проведеного моніторингу щодо вірусних інфекцій риб у господарств України з використанням клінічних, молекулярно-біологічних та серологічних методів встановлено ураження коропових риб вірусом весняної віремії (SVC) та виявлено новий (для України) вірус інфекційного панкреатичного некрозу (IPN) райдужної форелі.

На основі філогенетичного аналізу ділянки геному виділених ізолятів вірусу інфекційного панкреатичного некрозу райдужної форелі з послідовностями, опублікованими в ген банках встановлено ступінь подібності нуклеотидних послідовностей українських ізолятів з відомими у світі. Українські ізоляти IPNV показали високу подібність: з польськими ізолятами – 98%, що може свідчити про їх спільне походження.

Проведення щорічного систематичного моніторингу, а також створення заходів щодо попередження заносу збудників інфекційних захворювань є запорукою благополуччя спеціалізованих рибницьких господарств України.

1. *Гайдей О.С.* Розробка діагностичної тест-системи для виявлення та ідентифікації вірусу геморагічної септицемії форелі на основі зворотно-транскриптазної ПЛР / О.С. Гайдей, А.М. Головки, О.М. Дерябін // Вісник аграрної науки. — 2011. — № 8. — С. 39—40.

2. *Гибридизационная* тест-система для экспресс-диагностики весенней виiremii карпа / [И.С. Щелкунов, Т.И. Щелкунова, О.А. Купинская и др.] // Избранные труды ВНИИПРХ. — М., 2002. — Кн. 1. — Т 2. — С 471—473.
3. *Привезенцев Ю.А.* Интенсивное прудовое рыбоводство / Ю.А. Привезенцев. — М.: Агропромиздат, 1991. — 368 с.
4. *Antychowicz J.* Choroby ryb srodlatowych / Antychowicz J. — Warszawa: Panstwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne, 2007. — P. — 447.
5. *Cutrin J.M.* Restriction fragment length polymorphisms and sequence analysis: an approach for genotyping Infectious pancreatic necrosis virus reference strains and other aquabirnaviruses isolated from northwestern Spain / Cutrin, J.M., J.L. Barja, B.L. Nicholson, I. Bandin, S. Blake & C.P. Dopazo. //Appl. Environm. Microbiol., 2004. —№ 70 (2). — С. 1059—1067.
6. *Dadar. M.* Sequence analysis of infectious pancreatic necrosis virus isolated from Iranian reared rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in 2012 / Dadar. M., Peyghan R., Memari Hamid Rajabi, et al. et al. // Virus Genes- September 2013.- Springer, Part of Springer Science+Business Media <http://link.springer.com/article/10.1007/s11262-013-0981-4>.
7. *Felsenstein J* Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. // Evolution . — 1985. — V. 39. — P. 783—791.
8. *Huelsenbeck John P.* PHYLOGENY ESTIMATION AND HYPOTHESIS TESTING USING MAXIMUM LIKELIHOOD. / John P., Keith A. Crandall P. // Annual Review of Ecology and Systematics.— 1997. — Vol. 28. —P. 437—466.
9. *Ito S.* Formaldehyde-glutaraldehyde fixatives containing trinitro compounds / ITo S., KARNOVSKY. M.J // J. Cell Biol. — 1968. — V 39. —P. 168.
10. *Mahy B.W.* Virology Methods: manual / B.W. J Mahy, H. O Kangro. — London: Academic Press, 1996.
11. *Mahy B.W. J.* A Dictionary of Virology, 3rd edn. Academic Press, San Diego, CA. — 2001.
12. *OIE.* Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals Fourth Edition, 2003. <http://www.oie.int/doc/ged/D6505.PDF>.
13. *OIE.* Diagnostic Manual for Aquatic Animal Diseases 3 th Edition, Paris, Word Organization for Animal Health (Chapter 2.3.8.). — 2012.
14. [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/aahm/current/2.3.08\\_SVC.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/current/2.3.08_SVC.pdf).
15. *Reynolds E S.* The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy // J. Cell Biol. — 1963. — 17: 208. — P.12.
16. *Saitou N.* The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. / Saitou N., Nei M. // Molecular Biology and Evolution. — 1987. —V 4.— P. 406—425.
17. *Tamura K.* MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. / Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, and Kumar S. // Molecular Biology and Evolution. — 2011. — V. 28. — P. 2731—2739.

*Н.Н. Матвиенко*

Институт рыбного хозяйства НААН

#### МОНІТОРИНГ ВІРУСНИХ ЗАБОЛЕВАНЬ РЫБ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ УКРАИНЫ

На основе эпизоотологических данных дана оценка состояния рыбоводных хозяйств Украины по вирусных заболеваний рыб. Обнаружен новый для нашей страны вирус панкреатического некроза, который поражает радужную форель (*Oncorhynchus mykiss*). Проведенный филогенетический анализ выделенных изолятов этого вируса рыб указывает на их близкое родство с изолятами, циркулирующих на территории Польши и указывает на возможные пути попадания данного вируса на территорию Украины.

*Ключевые слова* : мониторинг, IPNV, SVCV, VHS, филогенетический анализ, ОТ-ПЦР, ИФА

*N.N. Matvienko*

Institute of Fisheries NAAS

#### MONITORING OF VIRAL DISEASES OF FISH IN THE FISHERIES WATERS UKRAINE

Based on this data epizootic assessment fish farms Ukraine on viral diseases of fish. Discovered new for our country pancreatic necrosis virus that affects rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Conducted phylogenetic analysis of selected isolates of the virus of fish indicates their close



relationship with isolates circulating in Poland and points to possible ways of getting the virus into the territory of Ukraine .

*Keywords* : monitoring , IPNV, SVCV, VHS, phylogenetic analysis, RT-PCR , ELISA

Рекомендує до друку

Надійшла 19.06.2013

В.В. Грубінко

УДК 574.24: 577.123

О.Б. МЕХЕД

Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Г.Шевченка  
вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів 14037, Україна

## **ВМІСТ НУКЛЕЇНОВИХ КИСЛОТ В ОРГАНАХ ТА ТКАНИНАХ КОРОПІВ В РІЗНИХ УМОВАХ УТРИМАННЯ**

Подано результати визначення вмісту нуклеїнових кислот у клітинах різних органах та тканин цьогорічок та дворічок коропів, які утримувалися за дії гербіцидів та йонів міді

*Ключові слова*: короп лускатий, зенкор, 2,4-Д, йони міді, нуклеїнові кислоти, нуклеази

Нуклеїновим кислотам і білкам, як відомо, належить надзвичайно важлива роль у регуляції біохімічних і фізіологічних процесів в організмі. Їх уміст у тканинах риб визначається видовими особливостями, стадією онтогенезу, а також впливом сезонних чинників [2]. Особливої уваги заслуговує вивчення вмісту нуклеїнових кислот в тканинах риб, які перебували за дії токсикантів [3-6]. Актуальність цих досліджень зумовлена тим, що мідь є одночасно необхідним для життєдіяльності мікроелементом і токсичним металом, оскільки виявляє значну дію завдяки пошкодженню плазматичних мембран. Механізм дії міді заснований переважно на порушенні структури ДНК. Крім того, існують передбачення про можливий зв'язок між використанням пестицидів і розвитком онкологічних захворювань як наслідку змін у структурі ДНК.

Мета дослідження — визначити уміст нуклеїнових кислот у клітинах різних органів та тканин цьогорічок та двохрічок коропа лускатого за дії гербіцидів та йонів міді.

### **Матеріал і методи досліджень**

Об'єктом дослідження слугував короп лускатий (*Cyprinus carpio* L.) масою 100-120 та 350-400 г. Досліди проводилися у модельних умовах в акваріумах об'ємом 200 дм<sup>3</sup>, в яких рибу розміщували з розрахунку 1 екземпляр на 40 дм<sup>3</sup> води. Період акліматизації складав 3 доби. Риби витримувались в умовах досліду протягом 14 діб, що є достатнім для формування можливої адекватної відповіді організму [9]. Температура води коливалася в межах +15 - +16 °С, уміст розчиненого кисню знаходився в межах фізіологічної норми (5-7 мг/дм<sup>3</sup>). Воду змінювали кожні 3 доби. У експерименті риби знаходилися у чотирьох варіантах: контроль, та за дії 2,4-Д бутилового ефіру, зенкору та Cu<sup>2+</sup>. Їх уміст у воді відповідно становив Cu<sup>2+</sup> 200 мг на 200 дм<sup>3</sup>, зенкору – 57,2 мг на 200 дм<sup>3</sup>, 2,4-Д бутиловий ефір 16 мг на 200 дм<sup>3</sup>. Для аналізу використовували зразки печінки, м'язової тканини та мозку. Кількісний уміст нуклеїнових кислот розраховували за методом [10]. Активність кислих нуклеаз визначали спектрофотометричним методом згідно з методикою [1]. Уміст загальних білків розраховували за методом Лоурі [11]. Статистична обробка результатів проводилися загальноприйнятими методами, а вірогідне розходження між середніми арифметичними величинами визначали за допомогою t-критерію Стьюдента [7, 8]. Відмінності між порівнюваними групами вважали вірогідними при \* - P < 0,05.

### Результати досліджень та їх обговорення

За дії 2,4-Д уміст ДНК в білих м'язах цьогорічки коропа зменшується на 4 % (рис. 1), одночасно кількість РНК зросла на 53% ( $P \leq 0,001$ ). В білих м'язах за дії зенкору уміст ДНК не змінюється, а кількість РНК зменшилась в 2 рази ( $P \leq 0,001$ ). На відміну від гербіцидів, вплив йонів міді на коропа проявився у суттєвому (28 %,  $P \leq 0,05$ ) збільшенні вмісту ДНК та у незначному підвищенні кількості РНК, що становить 11 % порівняно з контролем.

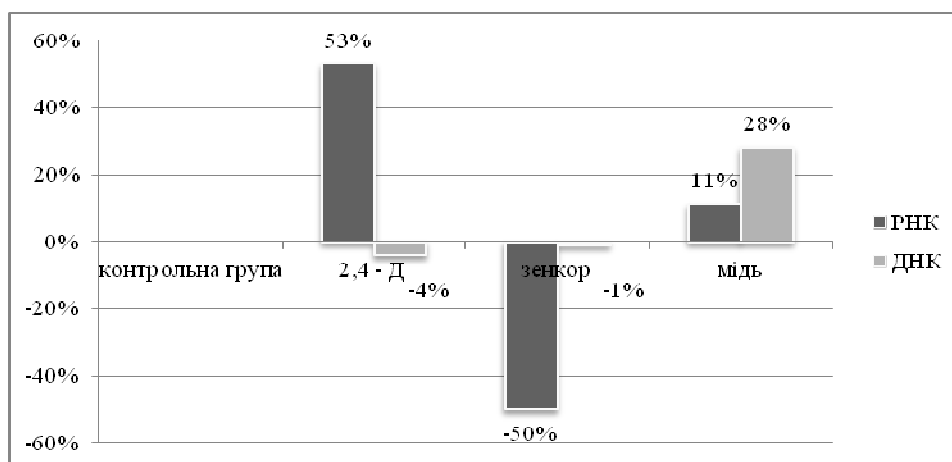


Рис. 1. Вміст нуклеїнових кислот у м'язовій тканині цьогорічки коропа ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Незалежно від природи токсиканта після чотирнадцятидобового впливу активність ДНКаз збільшується, однак по різному: на 50% порівняно з контролем за дії 2,4-Д ( $P \leq 0,02$ ), на 1% та на 14% за дії зенкору та йонів міді відповідно. РНКаз під впливом 2,4-Д також проявляє активність, вищу за показник риб контрольної групи, на 19%. Активація ферменту порівняно з контролем сягає 18% за дії зенкору. Одночасно йони міді майже не спричиняють зміни активності РНКаз порівняно з показником у риб контрольної групи ( $12,41 \pm 1,12$  та  $12,22 \pm 4,02$  ОА/мг білка у контролі та за дії йонів міді відповідно). В результаті дії 2,4 – Д спостерігали збільшення співвідношення вмісту РНК/ДНК, що може свідчити про гальмування синтезу ДНК з одночасною стимуляцією синтезу білків. За дії зенкору відзначається різке зниження (49%) співвідношення РНК/ДНК, що свідчить про гальмування синтезу нуклеїнових кислот у білих м'язах цьогорічки коропа.

Вивчаючи вміст нуклеїнових кислот в печінці за дії токсикантів виявлені значні відхилення від контролю при токсичній дії зенкору в тканинах печінки коропа (рис. 2). Вміст нуклеїнових кислот значно зменшується (кількість РНК становить лише 37% від такої у риб контрольної групи, ( $P \leq 0,001$ ). При інтоксикації 2,4 – Д, та  $\text{Cu}^{2+}$  вміст РНК і ДНК практично не змінювався і становив 99% та 89% для ДНК від показників риб у контролі. Вміст РНК змінювалась неоднозначно, відмінності порівнюваних показників невірогідні: за дії 2,4-Д вміст РНК зростає на 11 %, а під впливом  $\text{Cu}^{2+}$  зменшується на 6 % порівняно зі вмістом кислоти в тканині печінки риб контрольної групи. Різке зменшення співвідношення РНК/ДНК у тканинах печінки коропа лускатого цьогорічки за дії зенкору також свідчить про гальмування синтезу нуклеїнових кислот.

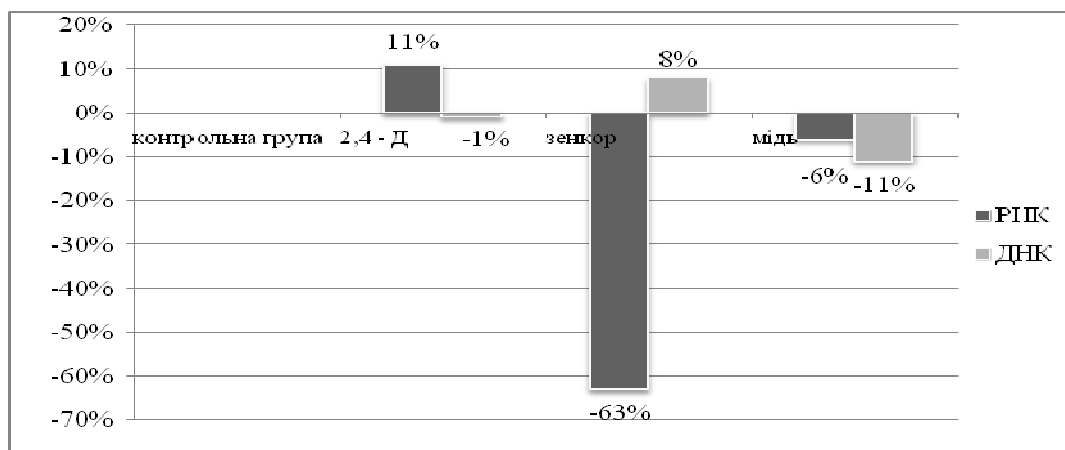


Рис. 2. Вміст нуклеїнових кислот у печінці цьогорічки коропа ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Активність нуклеаз найменша при дії міді (РНКаза 80%) також 2,4 – Д (РНКаза 98%). Активність ДНКазі наближається до контрольних значень. При порівнянні контрольної групи з досліджуваною спостерігали значні відхилення від контролю при токсичній дії 2,4 – Д в тканинах мозку (рис. 3) - вміст ДНК зменшується на 37% ( $P \leq 0,01$ ). При інтоксикації  $Cu^{2+}$  вміст нуклеїнових кислот практично не змінювався, відповідно ДНК - 102%, РНК – 96%. В результаті дії 2,4 – Д співвідношення вмісту РНК/ДНК в тканинах мозку коропа цьогорічки збільшується в 2 рази, за дії зенкору – значно зменшується (50%), що свідчить про гальмування синтезу нуклеїнових кислот, з одночасною стимуляцією синтезу білка.

Активність нуклеаз найменша при дії міді (ДНКазі 102%, РНКаза 105%). За дії зенкору активність РНКази збільшується на 43% щодо показників у риб контрольної групи. Хоча відмінності порівнюваних показників невірні, спостерігали зростання активності ДНКазі і РНКази на 31% та 17%.

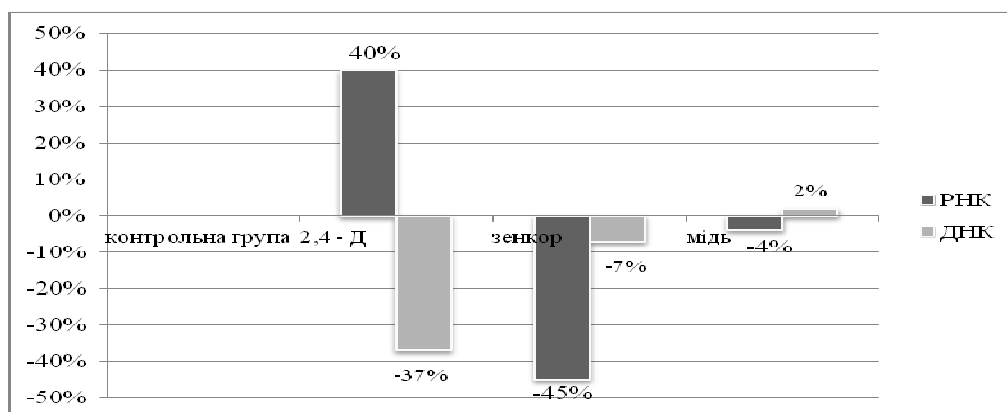


Рис. 3. Вміст нуклеїнових кислот у тканинах мозку цьогорічки коропа ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Дослідивши вміст ДНК і РНК у різних тканинах коропа (дворічки) за токсичної дії гербіцидів та міді можна зробити висновок, що суттєвих відмінностей у риб різного віку в одних і тих самих тканинах не спостерігається при дії 2,4–Д: вміст ДНК в білих м'язах дворічки зменшується на 16%, одночасно спостерігали незначне збільшення РНК (на 11% відносно показника у риб контрольної групи). За токсичної дії зенкору вміст РНК в цій тканині зменшується в 2 рази ( $P \leq 0,001$ ). Вплив йонів міді на дворічного коропа порівняно з показниками цьогорічки проявився у значному підвищенні кількісного показника РНК у 2,5 рази ( $P \leq 0,001$ ) щодо контролю, а вміст ДНК збільшився на 16% (рис. 4).

Незалежно від природи токсиканта активність ДНКазі в м'язовій тканині найменша за дії йонів міді 95%.

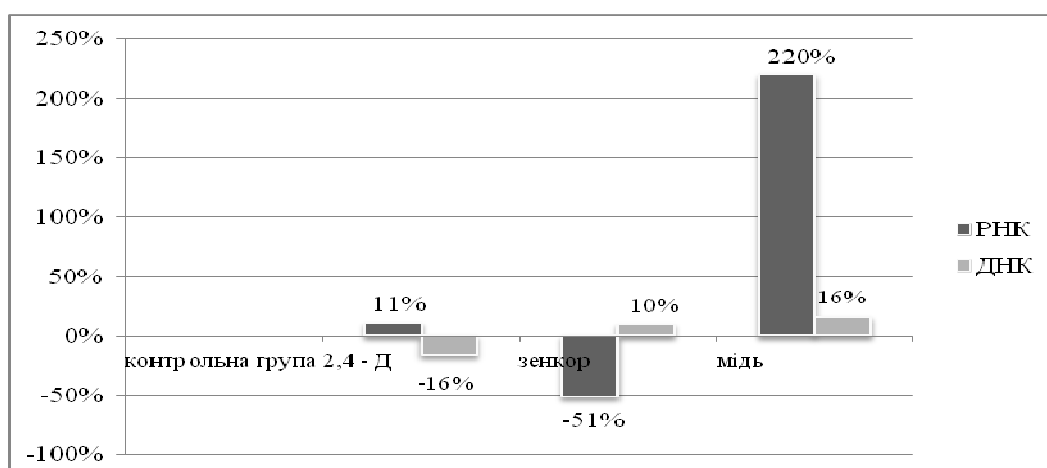


Рис. 4. Вміст нуклеїнових кислот у м'язовій тканині дворічки коропа ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

У дворічок коропа в результаті дії 2,4 – Д та йонів міді спостерігалось збільшення співвідношення вмісту РНК/ДНК відповідно на 32% та 174%, дія зенкору має зворотній характер – РНК/ДНК зменшується на 56% відносно риб контрольної групи.

Порівнявши одержані дані щодо вмісту ДНК та РНК і активності нуклеаз в тканинах печінки коропа різного віку можна зробити висновок, що значне зменшення вмісту РНК спостерігались при дії зенкору як у цьогорічного коропа (РНК - на 63%), так і у дворічного (РНК - на 36%) ( $P \leq 0,02$ ). За дії 2,4 – Д та йонів  $Cu^{2+}$  вміст РНК суттєво збільшився, відповідно на 74% ( $P \leq 0,001$ ) та на 69% ( $P \leq 0,01$ ) порівняно з показниками контрольної групи (рис. 5).

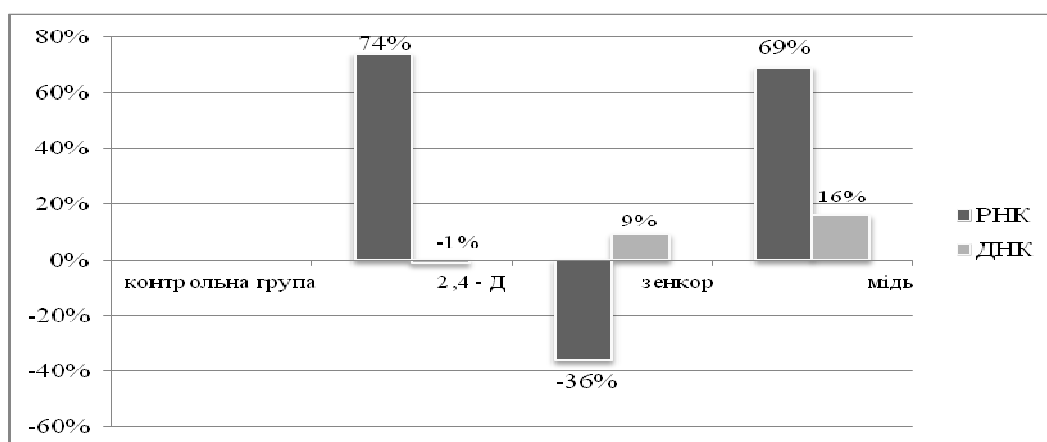


Рис. 5. Динаміка вмісту нуклеїнових кислот у печінці дворічки коропа ( $M \pm m$ ,  $n=5$ ).

Показники кількісного вмісту ДНК під дією токсикантів різної природи в тканинах печінки коропа дворічки наближаються до показників риб контрольної групи. ДНКаз під впливом зенкору та йонів міді проявляє меншу активність: 79% та 73% відповідно.

У коропа дворічки в результаті дії 2,4 – Д та йонів міді в печінці спостерігалось збільшення співвідношення вмісту РНК/ДНК відповідно на 76% та 46%, дія зенкору має зворотній характер – РНК/ДНК зменшується на 41% щодо риб контрольної групи.

Дані про вміст нуклеїнових кислот в тканинах мозку дворічного коропа приведені на рис. 6. Досліджувані гербіциди виявили протилежний вплив на показники ДНК та РНК.

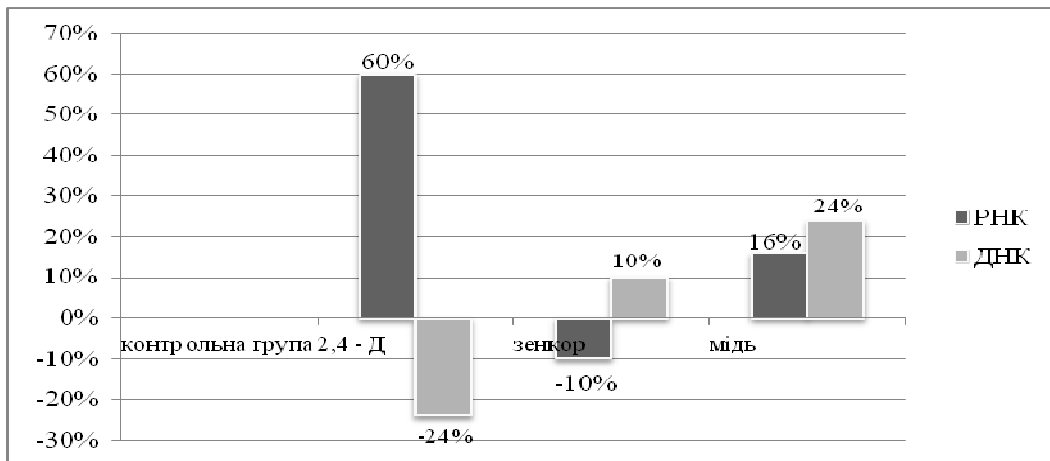


Рис. 6. Вміст нуклеїнових кислот у тканинах мозку дворічки коропа ( $M \pm m, n=5$ ).

Активність нуклеаз найменша за дії йонів міді (ДНКза 9%, РНКза 14%). За дії зенкору активність РНКаз збільшується на 31% відносно показників контрольної групи.

### Висновки

За дії підвищених концентрацій гербіцидів в тканинах коропа лускатого змінюється вміст РНК: під впливом 2,4-Д в усіх досліджуваних тканинах показник збільшується незалежно від віку риб, зенкор має протилежну дію - вміст рибонуклеїнових кислот значно зменшується. Зміни вмісту ДНК у цього річки коропа найбільше виражені у мозку при інтоксикації організму риб бутиловим ефіром 2,4-Д. Незалежно від природи токсиканта, віку риб та досліджуваної тканини активність нуклеаз близька до показників у риб контрольної групи, за виключенням активності ДНКаз у мозку дволітки коропа, що вірогідно активується за дії 2,4-Д бутилового ефіру.

1. Коновец В.М. Щелочная и кислая рибонуклеазы слюны людей разного возраста / В.М. Коновец, А.П. Левицкий // Укр. биохим. журн. — 1973. — № 64. — С. 454—456.
2. Курант В.З. Влияние цинка на содержание белков и нуклеиновых кислот в тканях карпа / В.З. Курант, О.М. Арсан // Гидробиол. журн. — 1991. — Т. 27, № 6. — С. 45—48.
3. Курант В.З. Вплив марганцю на вміст нуклеїнових кислот і білків у тканинах коропа / В.З. Курант, О.М. Арсан // Доповіді АН УРСР. — 1990. — Сер.Б., № 9. — С.60—62.
4. Курант В.З. Вплив підвищених концентрацій свинцю на динаміку вмісту білків і нуклеїнових кислот в організмі коропа / В.З. Курант // Наукові записки Тернопільського педуніверситету. Серія: біологія. — Тернопіль, 2001. — № 1 (12). — С. 93—96.
5. Курант В.З. Динамика белков и нуклеиновых кислот в организме карпа под влиянием повышенных концентраций марганца, цинка и меди / В.З. Курант // Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 37, № 4. — С. 45—51.
6. Курант В.З. Содержание белков и нуклеиновых кислот в тканях некоторых пресноводных рыб и их зависимость от возраста и сезона : автореф. дисс. канд. биол. наук : спец. 03.00.04 – «Биохимия» / В.З. Курант. — Тернополь, 1984. — 17 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высшая школа. — 1990. — 352 с.
8. Ойвин И.А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований / И.А. Ойвин // Патол. физиол. и экспер. терапия. — 1960. — № 4. — С. 76—85.
9. Хлебович В.В. Акклимация водных животных / В.В. Хлебович. — Л.: Наука, 1981. — 135 с.
10. Цанев Р.Г. К вопросу о количественном спектрометрическом определении нуклеиновой кислоты / Р.Г. Цанев, Г.Г. Маркова // Биохимия. — 1960. — Т. 25, № 1. — С. 151—159.
11. Lowry O.H. Determination of enzymes in the liver of the fish / O.H. Lowry, N.I. Rosebrough, A.I. Farr, R.I. Rendall // J. Biol. Chem., 1951. — Vol. 193, № 1. — P. 265—275.

*О. Б. Мехед*

Черниговский национальный педуниверситет им. Т.Г.Шевченко

**СОДЕРЖАНИЕ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ КАРПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ**

Представлены результаты о содержании нуклеиновых кислот различных органов и тканей сеголетки и двухлетки карпа чешуйчатого под действием гербицидов и ионов меди.

*Ключевые слова: карп чешуйчатый, зенкор, 2,4-Д, ионы меди, нуклеиновые кислоты, нуклеазы*

*О. В. Mekhed*

Chernihiv National Pedagogical University named after Taras Shevchenko

**CONTENT NUCLEIC ACIDS IN ORGANS AND TISSUES OF CARP DEPENDING ON THE MAINTENANCE**

The results of numerical range of nucleic acids of various organs and tissues and tsohorichky dvohrichky carp flake that held for the action of herbicides and copper ions

*Keywords: carp scaly, zenkor, 2,4-D, cuprum ions, nucleic acid, nucleases*

Рекомендує до друку

Надійшла 20.06.2013

В.В. Грубінко

УДК 504.4.054 +614.777

**О.І. ПРОКОПЧУК, В.В. ГРУБІНКО**

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

**ФОСФАТИ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ**

---

Здійснено аналіз інформації щодо джерел та інтенсивності надходження, вмісту, перетворення і впливу фосфатів на водні організми та гідроекосистеми. Встановлено, що біологічний ефект фосфатів щодо водних організмів та гідроекосистем визначається їх кількістю у воді (допорогові рівні – корисні, поза порогові – викликають патології організмів та “цвітіння” води), гідрохімічними умовами водойм та фізіологічною чутливістю окремих організмів.

*Ключові слова: сполуки фосфору, водойми, евтрофікація, токсичність*

Фосфор знаходиться у природних і стічних водах переважно у формі фосфат-іонів. Останні класифікують на ортофосфати, конденсовані фосфати (піро-, мета- та інші поліфосфати), а також органічно зв'язані фосфати. Вони зустрічаються в розчинах, частково, або в детритах, або у складі водних організмів.

Фосфор необхідний для росту організмів і є поживним ресурсом, що визначає первинну продуктивність водойми. У водоймах, де фосфати обмежують продукцію, викид необроблених або забруднених стічних вод, сільськогосподарський стік або води промислових підприємств сприяють росту фотосинтезуючих водних мікро- та макроорганізмів у небажаних кількостях. Фосфати також зустрічаються на дні водойм або в біологічних болотах, в обох випадках як осажені неорганічні форми, так і включені в органічні сполуки [16].

Слід відмітити подвійну роль сполук фосфору. З одного боку, вони відіграють визначальну роль в процесі фотосинтезу і є матеріалом, що необхідний для побудови клітин фітопланктону, з іншого – надлишок сполук фосфору призводить до розвитку евтрофікації у водоймах [2].

**Шляхи надходження фосфатів у водойми.** Автори роботи [13] поділяють джерела надходження фосфатів у поверхневі води на дві категорії: точкові джерела (наприклад, промислові підприємства, очисні споруди підприємств житлово-комунального господарства) і дифузні джерела (наприклад, стоки із сільськогосподарських угідь). Разом з тим у роботах [2, 3] зазначається, що основними джерелами надходження сполук фосфору у водойми є: атмосферні опади, поверхневий стік із забудованих територій, річковий стік, ерозія ґрунту, абразія (руйнування берега), донні відклади, дренажні води зрошувальних систем, притік фосфору із глибинних вод моря, а також в результаті азотфіксації і фотосинтезу гідробіонтів. Окрім того, вважають джерелами надходження фосфатів континентальне вивітрювання, добрива, тваринні відходи і пряме захоронення фосфатів [17].

Автори [13] показали, що основні джерела надходження фосфору у водойми територій країн Європейського Союзу (по 12 країнах, включаючи Великобританію) такі: добрива – 16%, промисловість – 7%, фонові джерела – 9%, людські і побутові відходи – 24%, детергенти – 10%, стічні води – 34% (мал. 1).

Значним джерелом надходження сполук фосфору у водойми є атмосферні опади, включаючи атмосферний пил. Кресин В.С. і співав. [2] дослідили різні шляхи надходження фосфатів у водойми прибережної зони Чорного моря. Встановлено, що потоки фосфатів у Чорне море оцінювались величиною 67,4 тис. т/рік (атмосферні опади і атмосферний пил). За той самий період надходження фосфатів у Чорне море з атмосферними опадами оцінювалось величиною 436 т/рік. Середнє значення надходження фосфатів складає 33,9 тис. т/рік. Використовуючи значення площі територіальних вод України, розраховано, що в прибережні води України з атмосферними опадами щорічно надходить 1,56 тис. т. фосфору [2].

Джерелами надходження фосфатів з урбанізованої території в основному є побутові стічні води. Згідно з будівельними нормами і правилами, в СРСР в побутових джерелах води середній вміст фосфору на одну людину за добу становив 3,3 г [4], а згідно з даними Кульського Л.А. [3], від 0,75 до 5,0 г фосфору. Близькі значення встановлені зарубіжними дослідниками. Закордонні дослідники приводять також значення викидів фосфорних сполук з побутовими стоками у розрахунку на одного жителя 2-5 г., яке за використання детергентів збільшується в 2,5 рази в стічних водах у США та на 85% у Англії [4].



Мал. 1. Основні джерела надходження фосфору у водойми [13].

Надходження сполук фосфору зі стічними водами точкових джерел, дренажними водами зрошувальних систем суттєво впливає на якість води в районі викиду стічних вод. Якщо в 1995 році в Чорне море скидалось 55,2 т мінерального фосфору, то в 2005 році – 382,1 т [2], що

викликано збільшенням надходження речовин, які містять фосфор на очисні споруди і зниження рівня очистки. Окрім того, надмірне використання фосфатів при виробництві синтетичних миючих засобів призвело до збільшення умісту фосфору у побутових стічних водах у 2-3 рази, а в промислових – у 100 разів [2]. Отже, більша частина водойм, яка отримує стічні води, надзвичайно збагачена фосфором порівняно з іншими біогенними елементами. Таке збагачення не може не викликати стресового впливу на екосистеми [12]. У дощових водах, які стікають з міста, вміст фосфору може сягати до  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ , а вже протягом першої години дощу із водозабору вулиць площею 5670 га змивається 200 кг фосфору [4]. Порівняльний аналіз згаданих даних свідчить про те, що з 1996 до 2006 року порівняно з 90-ми роками помітна тенденція до зростання кількості загального фосфору зі стоком головних рік України. Так, суттєво збільшилось надходження загального фосфору зі стоком р. Дніпро. Це, можливо, пов'язано зі збільшенням складових фосфору за рахунок використання миючих і чистячих засобів промисловістю і населенням, а також з погіршенням очистки побутових стічних вод від фосфатів на очисних спорудах комунального господарства і несанкціонованими викидами неочищених стічних вод в басейн р. Дніпро [2]. Надходження фосфатів за рахунок абразії берегів північно-західної частини Чорного моря оцінювалось величинами від 5,01 до 42,0 т/рік [2]. Притік із глибинних вод моря сполук фосфору з морськими водами із глибинної зони у північно-західну частину Чорного моря складає 96 тис. т/рік [2]. Не менш важливим джерелом насичення води біогенними елементами, зокрема фосфором, є донні відкладення. Наприклад, під час шторму за добу з  $1 \text{ м}^2$  дна Кременчуцького водосховища у воду потрапляє 1-9 мг мінерального фосфору [3]. Із розвитком сучасної агротехніки до 2% фосфорних добрив, які вносяться в ґрунт (а при неправильному і неакуратному використанні – ще більше), змивається у водойми ґрунтовими, дощовими і талими водами [3]. За довготривалого застосування великих доз добрив виніс фосфору із ґрунту з поверхневим стоком може збільшуватись внаслідок накопичення цього елемента у верхньому шарі ґрунту. За матеріалами різних країн виніс фосфору може досягати 20-50 кг/га. В Швейцарії кількість фосфору і азоту, які попадають в ріки з поверхневим стоком, дорівнює загальній кількості забруднень, які вносяться усіма стічними водами з населених міст і промислових підприємств [7].

Велике значення має забруднення вод детергентами (синтетичними миючими засобами, до складу яких входять солі неорганічних кислот, фосфати). Детергенти покривають поверхню водойм шаром поверхневої плівки. Вона зменшує випаровування, що викликає підвищений прогрів поверхні води. Утворення плівки перешкоджає надходженню кисню у воду і виділенню вуглекислого газу із води у повітря протягом тривалого часу. Детергенти також поглинають частину ультрафіолетового проміння. Вони практично не окисляються і знижують співвідношення біологічної потреби кисню, у зв'язку з чим є сильною отрутою для біоти. Так, в концентраціях вище  $0,5-25 \text{ мг/дм}^3$  детергенти викликають загибель бокоплавів і багатьох риб [6].

**Перетворення фосфатів.** У будь-якій водоймі, яка існує тривалий час за таких умов, що в ній відбувається "цвітіння" водоростей, останні гинуть, осідають і розкладаються. В результаті цього біогенні елементи знову надходять у поверхневі шари води. При цьому велике значення має не тільки їх концентрація, а також і співвідношення N/P (азот/фосфор). Згідно з концепцією надмірного поглинання водоростями, які ростуть в умовах надлишку фосфору, вони запасують значну кількість цього елемента понад свої справжні потреби. Після загибелі клітин, відкладений фосфор швидко вивільняється, що обумовлює низьке співвідношення N/P при поверненні у середовище цих біогенних елементів. Встановлено, що безперервне надходження фосфату в озеро не викликає пропорційного збільшення концентрації фосфат-іонів у водах озера, отже частина фосфату випадає в осад [12]. Оскільки в озерних водах часто спостерігається високий вміст кальцію, можна припустити, що одним із шляхів видалення фосфатів є їх випадання у вигляді фосфатів кальцію.

**Вплив фосфатів на рослинний і тваринний світ.** Відомо, що фосфор є необхідним біогенним елементом для росту і розвитку водоростей. Для оптимального росту водоростей різних видів потрібна різна кількість фосфору. Наприклад, результати попередніх дослідів з використанням культури *Pteromonas varians* показали, що для цієї водорості необхідний



високий вміст фосфору порівняно з іншими біогенними елементами [12]. Різні види *Chara* мають дуже низьку потребу у фосфаті: найкраще ця водорість росте за концентрації фосфату нижче 20 мг/дм<sup>3</sup> [12]. Встановлено, що для підтримання максимального росту фітопланктону в природному озері достатньо 20 мг фосфату на 1 дм<sup>3</sup> води. Однак, у водоймах, які містять не більше 10 мг/дм<sup>3</sup> розчинених фосфатів у верхньому шарі води приблизно 10 м, спостерігається принаймні одне цвітіння в рік. У морській воді фосфор зазвичай міститься у невеликих кількостях і часто слугує фактором, який обмежує ріст фітопланктону. Виходячи з принципу лімітуючих факторів, рівень фосфору у воді буде регулювати ріст лише до того часу, поки кількість фосфору обмежена. Якщо вміст фосфору спочатку був обмеженим, а потім став підвищуватися, то швидкість росту також буде пропорційно збільшуватись до того моменту, коли який-небудь інший фактор не стане лімітуючим. В цьому випадку надмірний вміст фосфору уже не буде викликати відповідної стимулюючої дії [12].

Найчастіше внаслідок «цвітіння» води найінтенсивніше розвиваються синьозелені водорості, які займають домінуюче положення у гідробіоценозах. По-перше, синьозелені водорості володіють колосальним потенціалом розмноження: за вегетаційний період (приблизно 70 днів) одна клітина може дати 10<sup>20</sup> потомків, в той час серед жителів фауни водойми практично немає тварин (безхребетних, риб), які б активно споживали синьозелені водорості і сприяли регулюванню їх чисельності. По-друге, клітини синьозелених водоростей виробили протягом багатомільйонної еволюції високу стійкість до впливу несприятливих факторів навколишнього середовища – різких перепадів температури і освітленості, зневоднення, наявності різних хімічних сполук і т. д. Однією з адаптацій, що захищає клітини, є слиз, який покриває їх чохлам і захищає від шкідливих впливів. По-третє, до найбільш сприятливих умов для розмноження синьозелених водоростей належить низький вміст кисню. Не пригнічує синьозелені водорості і висока концентрація у воді органічних сполук. Вони чудово себе почувають у цьому “бульйоні”, оскільки для них характерний міксотрофізм, або змішаний тип живлення [3].

У водяних рослин (мікро-, макроводоростей і макрофітів) найбільш наочною реакцією на токсичні впливи, зокрема надмірної кількості фосфору у воді, є зниження інтенсивності або повне припинення фотосинтезу. Найбільші зміни виявляються у надзвичайно швидкому рості водоростей у поверхневих водах. Планктонні водорості викликають помутніння води і появу плавучих плівок. Прибережні водорості призводять до замулення, дуже часто до утворення плавучих плівок і до пошкодження очерету. Розкладання цих водоростей обумовлює зниження вмісту кисню в глибинних шарах і в поверхневих водах біля берега [12]. Під впливом інгібіторів фотосинтезу у водяних рослин можливі два типи реакцій: а) пригнічення фотосинтезу і зростання інтенсивності дихання як прояв деструкційних процесів; б) повне пригнічення як дихання, так і фотосинтезу, внаслідок чого рослина гине. При цьому у водоймах виникає дефіцит кисню і гинуть тварини. Вищі водяні рослини проходять певні стадії відмирання: спочатку змінюється забарвлення листя, із зеленого на жовте, буре або коричневе, потім листя в’яне, втрачається тургор, а його маса поступово розкладається. Одноклітинні водорості зазнають лізису, а продукти їх розкладу розчиняються у воді [9].

Фосфорвмісні гербіциди в певних концентраціях також впливають на інтенсивність фотосинтезу в клітинах водоростей. Пригнічення цієї фізіологічної функції виявлялося при вмісті цих гербіцидів у середовищі 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, а концентрації розчинених у воді гербіцидів в межах 1-10 мг/дм<sup>3</sup> стимулювали інтенсивність фотосинтезу водоростей [11]. Малі концентрації цих токсикантів на перших етапах дії можуть виявляти стимулюючий вплив на гідробіонтів: у водоростей і вищих водяних рослин посилюється фотосинтез, у безхребетних прискорюється рухливість, може навіть зростати плодючість, риби виявляють ознаки збудження. Однак такі явища тимчасові і вони швидко змінюються патологічними ознаками. Присутність у водоймах високих концентрацій детергентів може викликати отруєння риб. Особливо вони небезпечні для мальків риб, ікринок, мікроорганізмів водойм. Показано, що смертельною дозою синтетично-миючих засобів для мальків риб являється концентрація 3,5-18,0 мг/дм<sup>3</sup> [10]. Крім того, детергенти викликають надмірне піноутворення, що погіршує кисневий режим у водоймах і негативно впливає на рослинність прибережних районів [7].

Надкевич Л.І. та Надкевич А.Л. [8] виявили, що унаслідок уживання кроликами води із вмістом детергентів, у них знизився рівень гемоглобіну та порушилися білковий, жировий і вуглеводневий обміни. Це викликало порушення ферментативної та неферментативної антиоксидантної системи. У печінці всіх вікових груп 100 мишей посилювалося пероксидне окислення ліпідів, також посилювався антиоксидантний захист організму.

Серед гербіцидів, які використовують у сільському господарстві, все частіше застосовують препарати, що мають у своєму складі гліфосат. Внесені в ґрунт, вони частково можуть поступати у водойми, сприяючи зміні функціональної активності гідробіонтів: водоростей, безхребетних риб. Впливаючи на гіллястовусих рачків, спостерігали всі фази патологічного процесу: гіперзбудження, порушення координації рухів, пригнічення функції дихання і серцевого ритму, параліч і смерть [11]. Вміст у водному середовищі раундапу 0,004 мг/дм<sup>3</sup> призводить до неоднозначних реакцій в органах карпа: найменші зміни проходять в мозку і зябрах, незначні – в кишечнику, найбільші – в м'язах і печінці, при чому останні є найбільш чутливими [11].

**Вплив сполук фосфору на екосистемні процеси.** Реакція біоценозів водойм на забруднення виявляється як у змінах видового складу гідробіонтів, що входили до складу біоценозу перед забрудненням водойми, так і у змінах чисельності та біомаси окремих видів [9]. На відміну від органічного забруднення, надходження у водойму токсичних речовин майже завжди приносить на екосистему різко негативний, стресовий вплив, який призводить до погіршення його стану, тобто до відхилення від оптимального і переходу до екстремального екологічного стану. Після надходження у водні екосистеми токсичні речовини, зокрема фосфати, в першу чергу взаємодіють з планктонними організмами. В організмі ракоподібних-фільтраторів вони накопичуються в особливо великій кількості. Тому фільтратори є своєрідним першим буфером, що приймає основний токсичний прес на себе, зменшуючи тим самим негативний вплив на організми інших популяцій. Унаслідок цього вони першими випадають із складу планктону, що веде до зміни домінантних видів у ньому.

За рахунок токсифікації значні зміни відбуваються і в кількісній структурі. Серед таксономічних груп домінування переходить від гіллястовусих ракоподібних до більш резистентних до токсикантів коловерток і веслоногих. Коловертки можуть переносити таке забруднення завдяки високим темпам розмноження і здатності відкладати латентні яйця, які добре захищені товстими оболонками від несприятливого впливу. Із веслоногих, особинами, які стійкі до дії отрут, характеризуються циклопоїди завдяки наявності у них щільного хітинового покриву, хижацькому способу живлення і статевому розмноженню. На відміну від цих груп більш уразливими є гіллястовусі і каланоїди з фільтраційним способом живлення, які можуть швидко і в великій кількості поглинати і накопичувати розчинені і зважені отруйні речовини [9, 14]. Внаслідок цього серед трофічних груп замість миролюбних починають переважати всеїдні і хижі консументи.

Зниження інтенсивності споживання планктонних водоростей зоопланктоном призводить до їх більш інтенсивного розвитку, аж до виникнення "цвітіння" води. Організми зоопланктону взагалі чутливіші до дії багатьох токсикантів, ніж водорості, тому первинна продукція в умовах невисокого токсичного забруднення може навіть зростати внаслідок зниження пресу зоопланктону на фітопланктон. Одночасно з цим зростає і розкладання (деструкція) фітопланктону, що прискорює самозабруднення водойм.

З появою у воді отруйних речовин зменшується загальна кількість видів зоопланктону і його кількісна різноманітність. Зменшення видового багатства відбувається, головним чином, за рахунок спеціалізованих стенобіонтних ендемічних і реліктових видів, а також видів з особинами великого розміру і довгим життєвим циклом. Одночасно кількість універсальних еврібіонтних видів-космополітів, а також видів малого розміру і короткоциклових збільшується [9, 11, 12] Одним із наслідків цього є зменшення середньої індивідуальної маси особин, а невеликі представники, як відомо, володіють великою швидкістю метаболізму і високим репродуктивним потенціалом, забезпечуючи цим самим прискорений обмін речовин та енергії в екосистемі.

Токсиканти у водних екосистемах розподіляються між компонентами планктону нерівномірно і це призводить до докорінної перебудови структури планктонних угруповань. Як правило, такі перебудови здійснюються в три етапи. На першому істотно коливаються показники чисельності і біомаси планктонних популяцій, що характеризується як етап “розкачування” системи. На другому відбувається зміна домінантних форм, яка проявляється в тому, що види-домінанти і субдомінанти переходять на другий план або зовсім зникають, а домінантами стають види, які раніше були другорядними. Такі зміни найчастіше мають стрибкоподібний характер і виявляються при досягненні певних критичних значень концентрації токсиканта. Третій етап характеризується повною зміною структури гідробіоценозів: зникає домінування окремих планктонних видів, чисельність і біомаса яких весь час змінюється при загальній тенденції до падіння. У випадку тривалого впливу токсикантів може повністю зникати фітопланктон, внаслідок чого призупиняється фотосинтез, порушуються трофічні ланцюги, і екосистема відмирає. При переважанні водної екосистеми токсичними речовинами, які пригнічують її енергетичний потенціал та порушують екологічні зв'язки, на певному етапі розпочинаються “коливальні” процеси, услід за якими настає корінна перебудова екосистеми, що призводить до дезорганізації її структури, а в подальшому – до її повної загибелі.

У донних відкладеннях такі процеси виражені менш чітко, незважаючи на те, що токсиканти до них надходять у складі завислих частинок та відмерлого планктону. Донний мул інтенсивно адсорбує токсиканти, тут вони зв'язуються у складні нетоксичні сполуки. У зв'язку з цим прямий вплив токсикантів на бентос можна і не виявити. Нестійкі органічні токсиканти руйнуються мікроорганізмами донних відкладень і частково засвоюються мікро- і мезо-бентосними організмами, які живляться мулом (нематоди, олігохети, личинки хірономід). Акумуляція токсикантів з донних відкладень здійснюється по трофічних ланцюгах: мул – донні мікроорганізми – бентосні безхребетні – риби-бентофаги (лящ, сазан, лин, сом та інші). Такі риби хворіють. При тривалому накопиченні токсикантів мул стає токсичним [9].

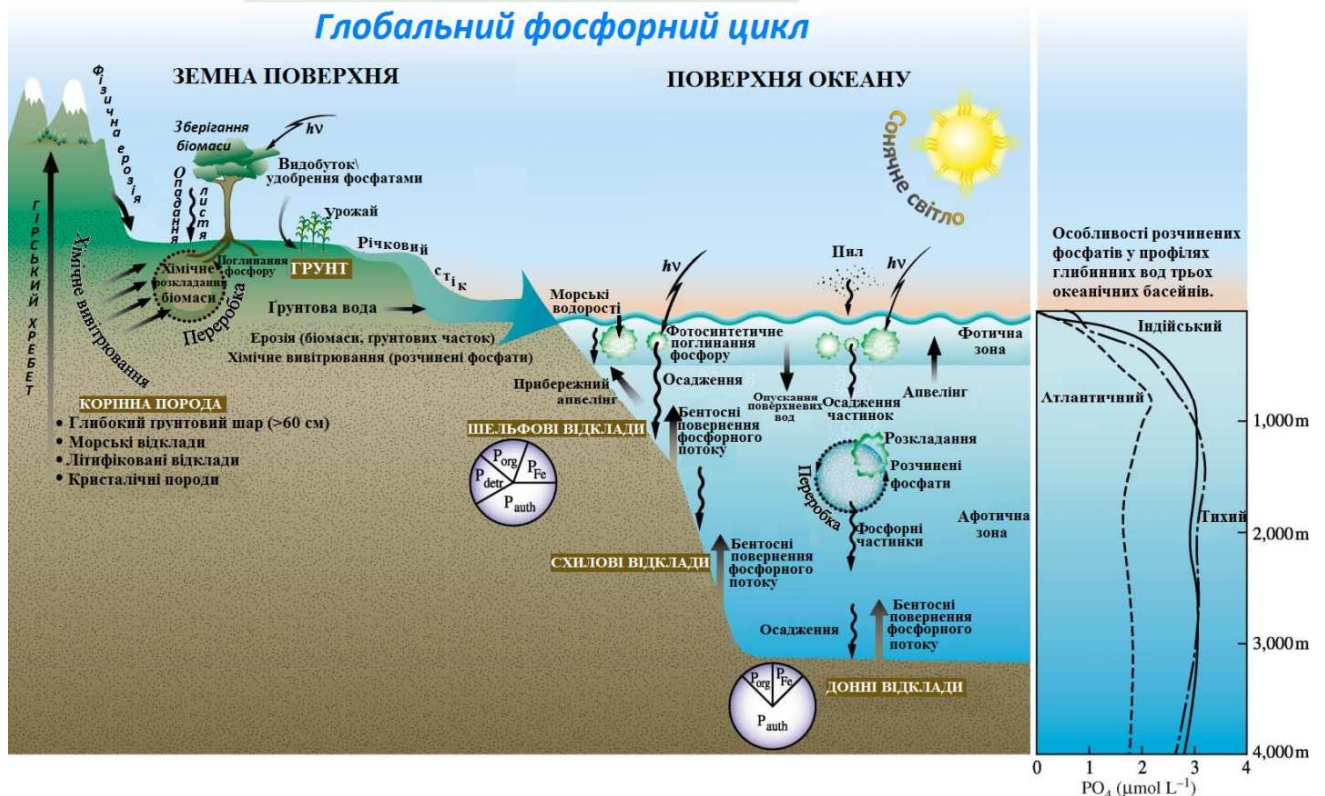
Як і в інших екстремальних екологічних умовах при токсичному забрудненні зменшується інформаційна різноманітність (індекс Шеннона) і спрощується кількісна структура угруповання. В процесі токсифікації значно знижуються темпи відтворення зоопланктону за рахунок зменшення плодючості і швидкості продукційних процесів – добові Р/В-коефіцієнти зменшуються в середньому з 0,22 до 0,14. Окрім того, більша частина особливо чутливого до шкідливого впливу молодняка гине, абортуються або народжуються потворами [11, 12, 14].

Негативні наслідки забруднення проявляються не лише в токсичній дії на організми, яка призводить до деградації, ослаблення життєздатності, раннього старіння та елімінації окремих особин, але й у віддалених ефектах, що позначаються на стані потомства і спричиняють зміни генетичного статусу популяції [5].

### **Висновки**

Розглянуті результати досліджень дають змогу стверджувати, що фосфати, потрапивши у водне середовище, негативно впливають як на окремих представників біоти, так і гідроекосистемному рівні (мал. 2).

Найнебезпечнішим явищем є евтрофікація. Помірна евтрофікація в цілому позитивно впливає на біологічні показники водойм, зокрема на рибопродуктивність. При забрудненні природних вод поверхнево-активними речовинами та іншими сполуками, зокрема фосфатами, біологічна продуктивність водойм, як правило, падає, знижується життєдіяльність багатьох організмів, зникають окремі рівні трофічних ланцюгів, і в кінцевому результаті відмирають цілі екосистеми [3].



Мал. 2. Цикл перетворень сполук фосфору у екосистемах (за [15])

1. Кривовязов Е.Л. Неорганические полимерные фосфаты / Е.Л. Кривовязов. — М.: Знание, 1978. — 59 с.
2. Кресин В.С. Динамика поступления соединений фосфора в украинские прибрежные воды Черного моря и комплекс водоохраных мероприятий / В.С. Кресин, Е.В. Еременко, М.А. Захарченко, А.И. Юрченко // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. — 2008. — № 5. — С. 28—33.
3. Кульський Л.А. Фитопланктон и вода / Л.А. Кульський, Л.А. Сиренко, З.Н. Шкавро. — К.: Наукова думка, 1986. — 136 с.
4. Куприянов В.В. Гидрологические аспекты урбанизации / В.В. Куприянов. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 184 с.
5. Куцоконь Н. Рослинні тест-системи для визначення генотоксичності / Н. Куцоконь // *Вісник НАН України*. — 2010. — № 4. — С. 48—52.
6. Лукьянова Т.С. Влияние загрязнения на распределение биологических ресурсов Мирового океана / Т.С. Лукьянова. — М.: Изд-во "Знание" РСФСР, 1991. — 48 с.
7. Львович А.И. Защита вод от загрязнения. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 168 с.
8. Надкевич Л.І. Інновації комбінованого впливу агрохімікатів, нафтопродуктів і детергентів на організм тварин, здоров'я людини та воду водоймищ Тернопільщини / Л.І. Надкевич, А.Л. Надкевич // *Безпека життєдіяльності*. — Вид-во "Основа", 2007. — № 10. — С. 25.
9. Романенко В.Д. Основи гідроекології: підруч. для студ. еколог. і біолог. спец. / В.Д. Романенко. — К.: Обереги, 2001. — 728 с.
10. Третиник В.Ю. Особенности состава синтетических моющих средств и методы их дезактивации / В.Ю. Третиник, В.А. Яременко // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. — 2008. — № 5. — С. 77—78.
11. Усенко О.М. Влияние фосфорсодержащих гербицидов на функциональную активность водорослей / О.М. Усенко, О.В.Мантурова, А.И. Сакевич // *Гидробиол. журн.* — 2010. — Т. 46, № 1. — С. 75—87.
12. *Фосфор в окружающей среде* / Ред. Э. Гриффит, А. Битон, Дж. Спенсер, Д. Митчел. — М.: Мир, 1977. — 760 с.
13. Dils R. Phosphorus in the environment – why should recovery be a policy issue? / R. Dils, S. Leaf, R. Robinson, N. Sweet / Environment Agency. CEEP 12-13 March 2001. <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/phosphate-recovery/Nordwijkerhout/Sweet0204.doc>.

14. *Markel D.* Phosphorus cycling and phosphorus sources in Lake Kinneret: Tracing by oxygen isotopes in phosphate / D. Markel, Y. Kolodny, B. Luz, A. Nishri // *Israel J. Earth Sci.* — 1994. — Vol. 43. — P. 165—178.
15. *Paytan A.* Tracing the Sources and Biogeochemical Cycling of Phosphorus in Aquatic Systems Using Isotopes of Oxygen in Phosphate / A. Paytan, K. McLaughlin, M. Baskaran (ed.). — *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, Advances in Isotope Geochemistry.* — Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. — P. 419—436.
16. *Ruttenberg K.C.* The Global Phosphorus Cycle / K.C. Ruttenberg // *Treatise on Geochemistry.* — 2003. — Vol. 8. — P. 585—633.
17. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* / Ed.: E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton, L.S. Clesceri. — American Water Works Association / American Public Works Association / Water Environment Federation, 2012. — 22nd Ed. — 1360 p.

*Е. Прокопчук, В. Грубинко*

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка

#### ФОСФОР В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Рассмотрены вопросы о путях поступления соединений фосфора, их преобразование, а также влияние на растительный, животный мир водных экосистем. Проанализирована информация о влиянии фосфатов на водные экосистемы в целом. Рассмотрены результаты исследований позволяют утверждать, что избыток фосфатов в водной среде негативно влияет на всю гидросистему. Опасным явлением является эвтрофикация, которая тесно связана с фосфорным загрязнением. Умеренная эвтрофикация в целом положительно влияет на биологические показатели водоемов, в частности на рыбопродуктивность. При загрязнении природных вод поверхностно-активными веществами и другими соединениями, в частности фосфатами, биологическая продуктивность водоемов, как правило, падает, вымирают трофические цепи, снижается жизнедеятельность многих живых организмов и в конечном итоге отмирают целые экосистемы.

*Ключевые слова: соединения фосфора, вода, эвтрофикация, токсичность*

*O. Prokopchuk, V. Grubinko*

Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatiuk

#### PHOSPHATE IN AQUATIC ECOSYSTEMS

The analysis available in professional domestic and foreign literature, information on the impact of phosphates on aquatic ecosystems as a whole and its individual components. The questions as to how the flow of phosphates and their conversion, and the impact on flora, fauna and ecosystem organisms.

The results of studies make it possible to assert that the phosphates, hitting the aquatic environment can have a negative impact on the entire ecosystem, and on some of its components. The most dangerous thing is eutrophication, which is closely associated with pollution, but between them there is a fundamental difference. Moderate eutrophication overall positive effect on biological indicators of water, including fish productivity. If contamination of natural waters surfactants and other compounds, such as phosphates, biological productivity of water usually falls entirely extinct food chain, declining livelihoods of many living organisms and eventually die off entire ecosystems.

*Keywords: phosphorus, water, eutrophication, toxicity*

Рекомендує до друку

Надійшла 18.04.2013

В.З. Курант

УДК: 597.583.1:639.2/.3(477)

Д.С. ХРИСТЕНКО, Г.О. КОТОВСЬКА

Інститут рибного господарства НААН  
вул. Обухівська, 135, м. Київ, 03680

## **ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ОКУНЯ РІЧКОВОГО (*PERCA FLUVIATILIS L.*) У СПЕЦІАЛЬНИХ ТОВАРНИХ РИБНИХ ГОСПОДАРСТВАХ УКРАЇНИ**

У статті розглянуто основні біологічні показники окуня річкового (*Perca fluviatilis L.*) у спеціальних товарних рибних господарствах України. Наведено криві росту довжини та маси, а також рівняння, які їх описують. Проаналізовано вгодованість за Фультоном окунів окремих вікових груп. Установлено наявність різних темпів росту риб у досліджених популяціях. З метою зменшення негативного впливу окуня річкового на зариблення представниками традиційної полікультури рекомендовано встановити мінімальні наважки зарибку не менше 100 г і прийняти заходи для підтримання чисельності окуня на низькому рівні.

*Ключові слова:* окунь річковий (*Perca fluviatilis L.*), довжина, маса, темпи росту, спеціальні товарні рибні господарства (СТРГ)

Останнім часом на малих внутрішніх водоймах України масового розповсюдження набула така форма господарювання як спеціальні товарні рибні господарства (далі – СТРГ) [2, 8, 10]. За своєю суттю це рибництво за екстенсивною технологією у неспускних водоймах. Зазначені водойми переважно штучного походження, що були побудовані у 60-х–80-х рр. ХХ ст. для забезпечення різних потреб народного господарства колишнього СРСР [10] і нині за своїм прямим призначенням майже не використовуються.

Під час проектування подібних господарств необхідно враховувати, що у цих водоймах вже є аборигенна іхтіофауна. Певні її представники, особливо хижакі, унаслідок особливостей свого живлення можуть завдати значних збитків майбутнім господарствам. З іншого боку, наявність хижаків може збільшити привабливість зазначених господарств з огляду організації центрів платного аматорського та спортивного рибальства. У зв'язку з цим вивчення особливостей біології масових хижаків водойм, які планується перевести під режим СТРГ останнім часом набуло особливо актуального значення.

Численні біологічні дослідження структурно-біологічних показників іхтіофауни малих водойм України, які проводяться за госпрозрахунковими тематиками Інституту рибного господарства НААН впродовж 2009 – 2012 рр. показали, що основним дрібним аборигенним хижаком малих водойм до початку робіт зі спрямованого формування іхтіофауни є окунь річковий (*Perca fluviatilis L.*). Дорослий окунь – хижак, який ловить здобич по відкритій воді. У багатьох водоймах він також вважається факультативним хижаком, бо споживає усі наявні кормові об'єкти [1, 12, 13]. У зв'язку з цим виникла необхідність дослідження його основних біологічних показників і чисельності з метою встановлення майбутньої промислової цінності і привабливості у якості трофеїв для любительського і спортивного рибальства а також ступеню впливу на зарибку, що підкреслює актуальність проведеної роботи. Найважливішими показниками для складу прогнозу є біологічні та екологічні особливості окуня, а саме розмірна, вікова та статева структура популяцій, темпи росту.

Метою цієї роботи був аналіз і систематизація інформації про біологічні особливості окуня річкового малих водойм і надати об'єктивну оцінку його реальної промислової цінності і ймовірний вплив на функціонування у режимі СТРГ. Для вирішення поставленої мети нам необхідно було розв'язати такі завдання: визначити запас і рибопродуктивність досліджуваних ставів за окунем; визначити темпи лінійного і вагового росту окуня з досліджуваних водойм; запропонувати заходи з регуляції чисельності окуня річкового з метою зменшення ступеню його впливу на функціонування в режимі СТРГ.

Новизною проведеної роботи є той факт, що вперше окунь річковий у подібному типі господарств розглядається не у якості малоцінного або навіть смітного виду, а як перспективний вид для організації платної зимової рибної ловлі і спортивних змагань рибалок-аматорів.

### Матеріал і методи досліджень

Матеріали з біології окуня річкового збиралися в осінній період 2009–2012 рр. під час проведення контрольних відловів для виконання госпрозрахункових тематик ІРГ НААН з розроблення Науково-біологічних обґрунтувань та Режимів рибогосподарської експлуатації СТРГ та подальших промислових уловів користувачів та уловів рибалок-аматорів на досліджуваних водоймах. Роботи виконувалися за загальноновизнаними методиками, адаптованими до умов малих та середніх водосховищ [5–7].

Графічна і статистична обробка було проведена за допомогою пакету програм MS Excel 2003 та спеціально написаних для нього доповнень [4]. Для аналізу було обрано 5 малих водойм на яких організовані СТРГ. Площа і загальна рибопродуктивність водойм наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Площа та загальна рибопродуктивність досліджуваних ставів

Назва водного об'єкту	Площа, га	Загальна рибопродуктивність, кг/га
Став "Аврамівський"	16,1	299,93
Став в с. Білокузьминівка	24,6	189,8
Став "Водяниківщина"	16,98	148,41
Став у балці Біленькій	36,0	300,0
Став у м. Глобине	67,55	316,8

Всі водойми є штучними, не спускними, багатоцільовими ставами, спеціально непристосованими для ведення інтенсивного рибництва, тому повністю ефективно обловити і викорінити окуня річкового з них технічно неможливо. Усі досліджувані стави знаходяться за розвитком природної кормової бази (фіто-, зоопланктон, зообентос) відносяться до середньокормних водойм, а за основними гідрохімічними показниками якості води всіх водойм відповідає вимогам для води рибогосподарських підприємств (СОУ 05.01-37-385:2006) [9]. Вважаємо, що усі популяції знаходяться у рівних умовах.

### Результати досліджень та їх обговорення

Для встановлення рівня ймовірного впливу окуня річкового на представників традиційної полікультури, яких планується вселяти у зазначені водойми, необхідно проаналізувати його чисельність. Розрахунковий запас окуня річкового у досліджуваних водоймах, розрахований методом площ, а також рибопродуктивність наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Розрахунковий запас та рибопродуктивність досліджуваних ставів за окунем річковим

Назва водного об'єкту	Запас, т	Рибопродуктивність, кг/га
Став "Аврамівський"	0,14	8,70
Став в с. Білокузьминівка	0,2	8,13
Став "Водяниківщина"	0,6	35,34
Став у балці Біленькій	0,3	8,33
Став у м. Глобине	0,7	10,36

З даних таблиці 2 видно, що частка окуня річкового у малих водоймах різниться і у нашому випадку вона коливалася від 5 до 10 % від загального запасу риб досліджуваних водойм. При цьому, визначальне значення має не тільки кількість, а й біологічні показники досліджуваних риб. Темпи лінійного росту окуня річкового наведені на рис. 1.

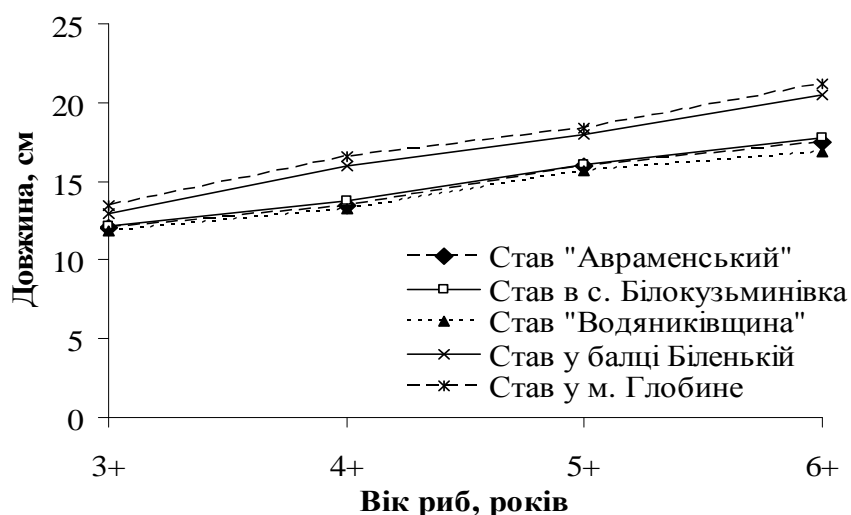


Рис. 1. Темпи лінійного росту окуня річкового досліджуваних водойм

Для більшої наочності за допомогою апроксимації даних за методом найменших квадратів було побудовано рівняння, які описують лінійний ріст досліджуваних популяцій (табл. 3).

Таблиця 3

Рівняння, які описують лінійний ріст окуня річкового у досліджуваних водоймах

Водний об'єкт	Рівняння лінійного росту	Величина достовірності апроксимації $R^2$
Став "Авраменський"	$y = 1,90 x + 10,00$	0,9890
Став в с. Білокузьминівка	$y = 1,94 x + 10,10$	0,9962
Став "Водяниківщина"	$y = 1,77 x + 10,00$	0,9847
Став у балці Біленькій	$y = 2,45 x + 10,75$	0,9942
Став у м. Глобине	$y = 2,49 x + 11,20$	0,9908

Для встановлення рибогосподарської цінності та ймовірності нанесення шкоди майбутній господарській діяльності, певне значення має не тільки лінійний, а й ваговий ріст. Темпи вагового росту зображено на рис. 2.

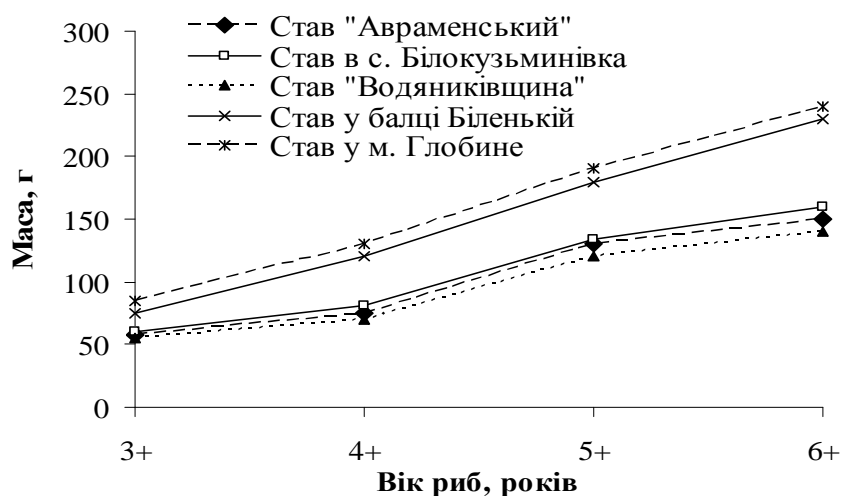




Рис. 2. Темпи вагового росту окуня річкового досліджуваних водойм

З метою покращення інтерпретації отриманих даних за допомогою апроксимації даних за методом найменших квадратів було одержано рівняння, які описують лінійний ріст досліджуваних популяцій (табл. 4).

Таблиця 4

Рівняння, які описують ваговий ріст окуня річкового досліджуваних водойм

Водний об'єкт	Рівняння вагового росту	Величина достовірності апроксимації R <sup>2</sup>
Став "Авраменський"	$y = 54,120 x^{0,7210}$	0,9301
Став в с. Білокузьминівка	$y = 56,449 x^{0,7327}$	0,9518
Став "Водяниківщина"	$y = 51,180 x^{0,7086}$	0,9465
Став у балці Біленькій	$y = 72,811 x^{0,8132}$	0,9922
Став в м. Глобино	$y = 82,404 x^{0,7524}$	0,9903

З рисунків 1, 2 і таблиць 3, 4 видно, що темпи росту особин у досліджуваних популяцій різняться. При цьому звертає на себе увагу той факт, що у наведених матеріалах є чітка статистично достовірна залежність (*t-test*,  $p < 0,05$ ): швидкість лінійного та вагового росту окуня річкового у ставах збільшується зі збільшенням площі ставу. Для з'ясування чи не пов'язано це з доступністю й забезпеченістю кормовою базою, нами була проаналізована вгодованість досліджуваних риб. Зведені дані з вгодованості наведено у табл. 5.

Таблиця 5

Середня вгодованість за Фультоном різних вікових груп окуня річкового досліджуваних ставів

Водний об'єкт	Вік риб				Середня у водоймі
	3+	4+	5+	6+	
Став "Авраменський"	3,36	3,05	3,17	2,80	3,09
Став в с. Білокузьминівка	3,39	3,08	3,21	2,84	3,13
Став "Водяниківщина"	3,35	2,98	3,13	2,90	3,09
Став у балці Біленькій	3,41	2,93	3,09	2,67	3,02
Став в м. Глобино	3,45	2,84	3,05	2,52	2,97

Аналіз даних з табл. 5 показує, що вгодованість окуня у досліджуваних популяціях висока. Це свідчить про однакові умови нагулу і дозволяє зробити висновок, що кормова база не є лімітуючим фактором для росту досліджуваного виду.

Як зазначалось вище, наявність чисельного запасу середніх і старших вікових груп окуня у водоймі, яка експлуатується в режимі СТРГ, може розглядатися як негативний (виїдання посадкового матеріалу об'єктів вирощування) та позитивний (формування бази любительського і спортивного лову) чинник впливу на ефективність рибогосподарської діяльності на водоймі. В цьому аспекті представляє інтерес питання щодо оцінки можливого трофічного впливу окуня на посадковий матеріал. Головним критерієм оцінки такого впливу можна вважати середню довжину окуня, яка визначає розмірну доступність його жертв. Середня довжина та маса досліджуваних популяцій наведена у табл. 6.

Таблиця 6

Середня довжина та маса окуня річкового досліджуваних ставів

Назва водного об'єкту	Середня довжина, см	Середня маса, г
Став "Аврамівський"	16,2±1,98	140,1±12,31
Став в с. Білокузьминівка	16,1±1,74	134,4±9,58
Став "Водяниківщина"	15,4±0,93	125,2±11,31
Став у балці Біленькій	18,2±0,61	184,6±9,87
Став м. Глобино	19,1±1,33	200,8±15,11

Враховуючи наявні для окуня дані щодо залежності "хижак-жертва" [1, 3, 12, 13], можна зробити висновок, що за фактичними показниками біологічного стану популяцій окуня,

суттєвий негативний вплив на виживання цьоголіток рослиноїдних риб та коропа можна очікувати для ставів у балці Біленькій та у м. Глобине. У зв'язку з цим, користувачам було рекомендовано у перші роки експлуатації віддавати перевагу зарибленню дволітками з індивідуальним наважками не менше 100 г. і запровадити проведення меліоративного відлову окуня річкового впродовж промислового періоду.

#### Висновки

1. Лінійний і ваговий ріст особин із досліджуваних популяцій неоднаковий. Відмічено статистично достовірну пряму залежність швидкості лінійного та вагового росту окуня річкового від площі ставу.
2. Аналіз середньої вгодваності за Фультоном показав високі показники вгодваності, що свідчить про достатню забезпеченість доступних кормових організмів у досліджуваних водоймах і те, що кормова база не є лімітуючим фактором для росту досліджуваного виду.
3. Фактичні показники біологічного стану досліджуваних популяцій окуня вказують на ймовірність суттєвого негативного впливу на виживання цьоголіток рослиноїдних риб та коропа у ставах у балці Біленькій та у м. Глобине. Рекомендовано встановити мінімальні наважки зарибку не менше 100 г. і запровадити проведення меліоративного відлову окуня річкового впродовж промислового періоду.

1. Диденко А.В. Питание окуня (*Perca fluviatilis* L.) Каневского водохранилища в весенний период / А.В.Диденко, А.Б.Гурбик // Рыбогосподарська наука України. — 2011. — № 2. — С.18—24.
2. Інструкція “Про порядок здійснення штучного розведення, вирощування риби, інших водних живих ресурсів та їх використання в спеціальних товарних рибних господарствах” — [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0064-08>, вільний. — Загол. з екрану. — Мова укр.
3. Курочкин Е.Ф. О размерной доступности растительноядных рыб хищникам / Курочкин Е.Ф. // Рыбное хозяйство. — К.: Урожай, 1982 — Вып. 8. — С. 41—42.
4. Лапач С.Н. Статистика в науке и бизнесе / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. — К.: Морион, 2002. — 640 с. [1 CD].
5. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилову риб з великих водосховищ і лиманів України: № 166: Затв. наказом Держкомрибгоспу України 15.12.98. — К., 1998. — 47 с.
6. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.А. Дяченко та ін.], за ред. В.Д. Романенка. — К.: Логос, 2006. — 408 с.
7. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. — М.: ВНИИПРХ, 1990. — 51 с.
8. Пилипенко Ю.В. Малі водосховища – як компонент рибогосподарського фонду України / Ю.В. Пилипенко // Рибне господарство. — К., 1999. — Вып. 51. — С. 67—69.
9. СОУ 05.01-37-385:2006 – Води рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. — 01.11.2007. — 15 с.
10. Христенко Д.С. Рибогосподарське значення прісноводних товарних рибних господарств України / Д.С. Христенко, Г.О. Котовська // Біологічні системи. — 2012 — Т. 4, № 4. — С. 530—534.
11. Craig G.F. A study of the food and feeding of perch, *Perca fluviatilis* L., in Windermere // Freshwater Biology. — 1978. — Vol. 8, Iss. 1. — P. 59—68.
12. The feeding of sexually mature European perch (*Perca fluviatilis* L.) in Lake Kortowskie in the autumn-winter period / Wziatec B., Poczyczynski J., Kozlovski J., Wojnar K. // Archives of Polish Fisheries — 2004 — Vol. 12, Fasc.2. — P. 197—201.

Д.С. Христенко, А.А. Котовская

Институт рыбного хозяйства НААН

#### ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ РЕЧНОГО ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS* L.) В СПЕЦИАЛЬНЫХ ТОВАРНЫХ РЫБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ УКРАИНЫ

В статье рассмотрены основные биологические показатели окуня речного (*Perca fluviatilis* L.) в специальных товарных рыбных хозяйствах Украины. Приведены кривые роста длины и массы, а также уравнения, которые их описывают. Проанализирована упитанность по Фультону отдельных возрастных групп. Установлено наличие разных темпов роста рыб в исследованных

популяціях. С целью уменьшения отрицательного влияния окуня речного на зарыбление представителями традиционной поликультуры рекомендовано установить минимальные навески зарыбка не меньше 100 г. Предложены меры по поддержанию численности окуня на низком уровне.

*Ключевые слова: речной окунь (Perca fluviatilis L.), длина, масса, темпы роста, специальные товарные рыбные хозяйства (СТРХ)*

*D.S Khrystenko., G.O.Kotovs'ka*

Institute of fisheries NAAS

### PECULIARITIES OF EUROPEAN PERCH (*PERCA FLUVIATILIS* L.) BIOLOGY IN SPECIAL COMMODITY FISH FARMS OF UKRAINE

Recently on a small inland water bodies of Ukraine mass distribution gained a form of management, as a special commodity fish farms (hereinafter - SCFF). At its core is a fish farming on extensive technology in unbleed ponds and reservoirs. During the development of the SCFF, it is necessary to consider that these water bodies already have native fish fauna and certain its species, especially those of higher trophic links, due to the nature of their feed, can cause significant harm to future farms. On the other hand, the presence of the predators can increase the attractiveness of these farms in terms of organizing centers of recreational and sport fishing. In this regard, study of the biology of mass predators in water bodies, which are planned for SCFF, recently took on special significance.

The article describes main biological indicators of european perch (*Perca fluviatilis* L.) in the special commodity fish farms of Ukraine. The length and weight growth curves, as well as equations that describe them are provided. Fulton's condition factor of different age groups was analyzed. It was found different growth rates in the studied populations.

In order to reduce the negative impact of european perch on stocked traditional polyculture fishes, a minimum stocking weight of at least of 100 g was recommended. There were offered steps to maintain european perch quantity on low level.

*Keywords: european perch (Perca fluviatilis L.), length, weight, growth rates, special commodity fish farms (SCFF)*

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 23.05.2013

# ЕКОЛОГІЯ

УДК 574.2

О.В. ГУЛАЙ

Інститут агроекології та природокористування НААН України  
вул. Метрологічна, 12, Київ, 03143

## **ЕКОЛОГІЧНІ ЗВ'ЯЗКИ ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ З ПРЕДСТАВНИКАМИ РОДИНИ *POTAMOGETON***

Представлені результати досліджень впливу прижиттєвих виділень рослин роду *Potamogeton* на щільність популяцій патогенного виду бактерій. Показано, що між дослідженими видами рослин та бактеріями формується топічний тип біоценотичних зв'язків.

*Ключові слова:* *Potamogeton crispus* L., *Potamogeton pectinatus* L., *пружумтеві* виділення, *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Migula), *тонічні зв'язки*

Прісноводні екосистеми є місцем існування величезної кількості різноманітних видів живих істот, у тому числі тих, що ведуть паразитичний спосіб життя. Деякі з цих видів мають важливе практичне значення оскільки здатні проникати з води до організму людей і тварин, викликаючи ряд захворювань. Одним з таких патогенних видів є бактерії *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Migula), які є збудниками бешихи (*Erysipelas*) – небезпечного інфекційного захворювання людей, домашніх, сільськогосподарських та диких тварин [1].

Відомо, що рослини є потужним джерелом надходження до екосистем біологічно активних речовин (БАР), які своєю дією суттєво впливають на формування та існування зоо- та мікробіоценозів [2]. З практичної точки зору, важливими є дослідження, спрямовані на вивчення екологічних взаємодій між компонентами фітоценозів та інфекційними агентами, зокрема патогенними бактеріями [3].

### **Матеріал і методи досліджень**

Досліджували вплив прижиттєвих виділень прісноводних рослин рдесника кучерявого (*Potamogeton crispus* L.) та рдесника гребінчастого (*Potamogeton pectinatus* L.) на щільність популяцій патогенних бактерій *E. rhusiopathiae*.

Рослини відбирали з природних стацій зростання (р. Інгул), промивали і поміщали у склянні ємності, заповнені водою з водогону. Через 5 діб, після заживлення мікропошкоджень, воду повністю змінювали, при цьому співвідношення маси рослин до води складало 1:100. Час експозиції для одержання виділень складав 7 діб, за природних добових коливань температури та освітленості. Одержаний розчин з виділеннями рдесників стерилізували пропускаючи через бактеріальні целюлозні фільтри з діаметром пор 0,2 мкм.

Тестові культури бактерій *E. rhusiopathiae* вирощували на серцево-мозковому бульйоні (AES Chemunex, Франція) при температурі  $36,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$  впродовж 48 годин. Дослідні зразки містили розчини виділень у співвідношеннях 1:10, 1:100, 1:1000 та 1: 10 000 у кількості  $0,9 \text{ см}^3$ , до яких додавали  $0,1 \text{ см}^3$  культури бактерій *E. rhusiopathiae*. Контрольні зразки містили аналогічні співвідношення стерилізованої води з водогону та культур еризипелотріксів. Експеримент проводили за 6 кратної повторюваності. Дослідні та контрольні зразки знаходились при кімнатній температурі ( $+18...+20^\circ\text{C}$ ) впродовж 48 годин. Підрахунок щільності популяцій еризипелотріксів

здійснювали шляхом висіву проб, в послідовних розведеннях  $1 \times 10^{-3}$  та  $1 \times 10^{-4}$  по  $0,1 \text{ см}^3$  на поверхню серцево-мозкового агару (AES Chemunex, Франція) в трьох чашках Петрі, і культивування їх за температури  $(36,7 \pm 0,3)^\circ\text{C}$  впродовж 72 годин з подальшим підрахунком колоній, що вирости, та розрахунку середньої кількості живих бактерій на  $1 \text{ см}^3$ .

### Результати досліджень та їх обговорення

У природних субстратах концентрація речовин, що виділяються рослинами, не є постійною величиною і постійно змінюється навіть в одному і тому ж місці. Зазначені коливання вмісту речовин обумовлюються цілим рядом факторів. Зокрема відомо, що інтенсивність виділення рослинами БАР змінюється впродовж доби, залежить від фази розвитку рослини, її фізіологічного стану, впливу комплексу абіотичних факторів [4]. Крім того, концентрація БАР також залежить від інтенсивності їх розкладу мікрофлорою, змінами водного режиму у ґрунті чи швидкості течій у водоймах. Описані особливості створюють значні труднощі при моделюванні подібних процесів у лабораторних умовах, оскільки практично досить важко відтворити увесь градієнт можливих концентрацій БАР виділених рослинами. Існуючі методики аделопатичних досліджень [5, 6] пропонують вивчати вплив біологічно активних речовин на тест-об'єкти у певних розведеннях, які відрізняються між собою на постійну величину. У своїх дослідженнях нами використані розведення виділень рослин, що відрізняються між собою у 10 разів, від 1:10 до 1:10 000.

Аналіз одержаних результатів показав, що прижиттєві виділення рдесника кучерявого у малих розведеннях (1:10 та 1:100) стримували розмноження популяції еризипелотріксів. У результаті у дослідних зразках із цими розведеннями БАР щільність бактерій становила лише 35,9% та 28,1% від контролю. Проте, у розведеннях виділень рдесника кучерявого 1:1000 та 1:10000 пригнічення популяції еризипелотріксів уже не спостерігали, оскільки різниця щільності бактерій у дослідних та контрольних зразках була не значною і статистично не достовірною (табл. 1).

Деякі інші дані були одержані нами при дослідженні впливу виділень рдесника гребінчастого на популяції еризипелотріксів. У малих розведеннях виділень цього виду рослин щільність бактерій була вищою ніж у контролі у 2,8 – 3,0 рази. При збільшенні розведень одержаних виділень до 1:1000 та 1:10000 ефект від їх впливу зменшився настільки, що різниця щільності бактерій у дослідних та контрольних зразках була статистично не достовірною (табл. 2).

Таблиця 1

Порівняння щільності клітин *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за впливу виділень *P. crispus*

№ зразка	Щільність клітин <i>E. rhusiopathiae</i> , млн / $\text{см}^3$				
	Дослід (розведення виділень)				Контроль
	1:10	1:100	1:1000	1:10 000	
1	0,9	1,3	6,6	3,7	4,7
2	1,5	1,7	4,9	4,2	4,3
3	1,3	1,1	2,9	5,4	4,2
4	1,8	1,8	5,8	6,4	4,0
5	0,7	1,7	4,4	4,2	4,3
6	1,1	1,8	4,7	1,7	4,5
<b>М*</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>4,9</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>
Для розведення 1:10 $t^{**} = 14,8$ при $t_{кр}^{***} = 4,59$ ; $P^{****} = 0,001$ Для розведення 1:100 $t = 15,7$ при $t_{кр} = 4,59$ ; $P = 0,001$ Для розведення 1:1000 $t = 0,9$ при $t_{кр} = 4,59$ ; $P = 0,001$ Для розведення 1:10 000 $t = 0,09$ при $t_{кр} = 4,59$ ; $P = 0,001$					

Примітка: тут і далі: М\* – середнє арифметичне;  $t^*$  – коефіцієнт Стьюдента;  $t_{кр}^{***}$  – критичне значення  $t$ ;  $P^{****}$  – рівень ймовірності

Порівняння щільності клітин *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за впливу виділень *P. pectinatus*

№ зразка	Щільність клітин <i>E. rhusiopathiae</i> , млн / см <sup>3</sup>				
	Дослід (розведення виділень)				Контроль
	1:10	1:100	1:1000	1:10 000	
1	4,0	4,3	1,6	1,8	1,3
2	3,4	3,4	2,8	2,9	1,2
3	3,0	4,3	3,2	1,9	1,7
4	5,1	2,0	1,8	3,0	0,8
5	3,9	3,5	1,5	1,7	1,2
6	2,5	2,7	2,7	3,1	0,9
M*	<b>3,7</b>	<b>3,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>1,2</b>
Для розведення 1:10 t = 5,75 при t <sub>кр</sub> = 4,59; P = 0,001 Для розведення 1:100 t = 5,1 при t <sub>кр</sub> = 4,59; P = 0,001 Для розведення 1:1000 t = 3,1 при t <sub>кр</sub> = 4,59; P = 0,001 Для розведення 1:10 000 t = 3,7 при t <sub>кр</sub> = 4,59; P = 0,001					

Здатність піддослідних видів рослин впливати через виділення у водне середовище БАР на щільність популяцій бактерій *E. rhusiopathiae* вказує на те, що в природних умовах між цими видами формується топічний тип біоценотичних зв'язків.

**Висновки**

1. У малих розведеннях (1:10 та 1:100) прижиттєві виділення рослин з родини *Potamogeton* здійснюють виразний вплив на популяції еризипелотріксів. Характер впливу має виражену видову специфіку, оскільки виділення рдесника гребінчастого стимулювали, а рдесника кучерявого пригнічували популяції бактерій *E. rhusiopathiae*.
2. У розведеннях 1:1000 та 1:10000 прижиттєві виділення видів роду *Potamogeton* виразного впливу на популяції еризипелотріксів не здійснювали.
3. У природних умовах між патогенними бактеріями *E. rhusiopathiae* та видами роду *Potamogeton* формується топічний тип біоценотичних зв'язків.

1. Борисович Ю.Ф. Инфекционные болезни животных: Справочник / Ю.Ф. Борисович, Л.В. Кириллов; под. ред Д.Ф. Осидзе. — М.: Агропромиздат, 1987. — 288 с.
2. Головка Э.А. Микроорганизмы в аллелопатии высших растений / Э.А. Головка. — К.: Наукова думка, 1984. — 200 с.
3. Гродзінський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин / А.М. Гродзінський. — К.: Наукова думка, 1973. — 205 с.
4. Эпидемиологические аспекты экологии бактерий / [Литвин В.Ю., Гинцбург А.Л., Пушкарева В.И. и др.]. — М.: Фармарус–Принт, 1998. — 255 с.
5. Райс Э. Аллелопатия / Э. Райс. — М.: Мир, 1978. — 383 с.
6. Садчиков А.П. Гидробиотика: Прибрежно-водная растительность / А.П. Садчиков, М.А. Кудряшов. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 240 с.

А.В. Гулай

Институт агроэкологии и природопользования НААН Украины, Киев

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ РОДА *POTAMOGETON*

Представлены результаты исследования влияния прижизненных выделений растений рода *Potamogeton* на плотность популяций патогенного вида бактерий *E. rhusiopathiae*. Показано, что между исследованными видами растений и бактерий формируются топические биоценотические связи.

Ключевые слова: *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pectinatus*, прижизненные выделения, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, топические связи

A. V. Gulay

Ukrainian National Academy of Science, Institute of Agroecology and Environmental Sciences, Kyiv

## ECOLOGICAL RELATIONS BETWEEN PATHOGENIC BACTERIA AND REPRESENTATIVES GENUS *POTAMOGETON*

Being a part of freshwater ecosystems, bacteria *E. rhusiopathiae* build complex ecological relationships with different species of alive organisms, as well as with numerous species of plants. As a result of these interactions population density of *E. rhusiopathiae*, as well as some abilities of these bacteria can undergo changes. Taking into account the fact that the agent penetrates into a human body from ground and water, ecological factors that influence bacteria *E. rhusiopathiae* existence in the environmental domains become of prior epidemic and epizootic importance.

Freshwater plants' discharges are able to influence widely on the life being of animals and microorganisms. Special interest is given to the question of freshwater plants' influence on the populations of pathogenic bacteria in fresh water basins.

The object of investigation constituted the influence of vital plants' discharges of *Potamogeton crispus* and *Potamogeton pectinatus* on the pathogenic bacteria population density. Under the influence of plants' discharges in concentration 1:10 and 1:100 the bacteria population density has changed considerably. The discharges of *P. crispus* stimulated bacteria's reproduction in quantity, because their density in the experimental samples was 2,8-3 times bigger than in the control samples. Vital discharges of *P. pectinatus* in experimental samples caused the decline in the bacteria population density of *E. rhusiopathiae*.

Vital plants' discharges in more considerable concentrations like 1:1000 and 1:10 000 haven't caused any sound influence on the bacteria populations of *E. rhusiopathiae*.

Under natural conditions a topical type of biocoenotic relations is being formed between plants and bacteria.

*Keywords: Potamogeton crispus, Potamogeton pectinatus, vital plants' discharges, topical biocoenotic relations*

Рекомендує до друку

Надійшла 17.04.2013

Н.М. Дробик

УДК 368.51: 632.35

Л.А. ДАНКЕВИЧ<sup>1</sup>, О.М. ЗАХАРОВА<sup>2</sup>, В.П. ПАТИКА<sup>1</sup>, М.Д. МЕЛЬНИЧУК<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України  
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ ГСП, Д 03608, Україна

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна

## **ГЕНЕТИЧНЕ ПРОФІЛЮВАННЯ БАКТЕРІЙ РОДУ *PSEUDOMONAS*, ЩО УРАЖУЮТЬ РІПАК, ЗА ДОПОМОГОЮ REP-ПЛР**

Проведено порівняльний аналіз REP, ERIC та BOX - профілів 11 виділених нами та 5 колекційних, типових штамів бактерій роду *Pseudomonas*, що уражують ріпак. Виявлено гетерогенність геному штамів *Pseudomonas* sp. за всіма трьома типами генетичних профілів. Показано, що 66% ізольованих штамів *Pseudomonas* sp. належать до виду *P. marginalis*.

*Ключові слова: патогенні для ріпаку бактерії роду Pseudomonas, REP –ПЛР, REP, ERIC та BOX- генетичні профілі*

Рід *Pseudomonas* об'єднує убіквітарні бактеріальні види особливості метаболізму яких дозволяють займати їм різноманітні екологічні ніші. Зокрема, штами окремих видів цього роду патогенні для людини, тварин, комах та рослин [4, 6, 7]. Саме тому, вчасна та коректна їх ідентифікація та

діагностика є актуальними. Різні таксономічні критерії, що використовують для ідентифікації представників роду *Pseudomonas*, зазнали значних змін за час прогресу у систематиці бактерій в цілому [1, 4, 5, 7]. Нині основними таксономічними ознаками виду є спорідненість штамів за даними ДНК-ДНК гібридизації, сиквенування нуклеотидних послідовностей гену 16S рРНК та різницею температури плавлення ДНК [4, 5, 7]. Найбільш часто для визначення родової, а в багатьох випадках і видової приналежності бактеріальних штамів використовується саме порівняльний аналіз послідовностей гену 16S рРНК [7]. Але, у випадку близької спорідненості видів, а також значної внутрішньовидової варіабельності послідовностей даного гену визначення видової приналежності мікроорганізмів неможливе без проведення додаткових досліджень. У таких випадках для видової ідентифікації може виявитися ефективним використання методів так званого «фінгерпринтування геному», до яких належить AP/RAPD-ПЛР (метод довільно ампліфікованої поліморфної ДНК) та REP-ПЛР (метод ампліфікування ДНК елементів, що повторюються) а також AFLP- ПЛР (метод ампліфікування фрагментів поліморфної ДНК різної довжини), оскільки вони дозволяють оцінити ступінь гомології геномів без проведення трудомісткої та вартісної ДНК-ДНК гібридизації. Найчастіше вибір дослідників припадає саме на AP/RAPD-ПЛР або REP-ПЛР, оскільки ці методи дозволяють встановити генетичну варіабельність цілого геному, ефективні при ідентифікації бактерій на рівні виду, підвиду або штаму та не потребують, додатково, проведення рекструкційного аналізу, як у випадку AFLP-ПЛР [5].

REP-ПЛР (Repetitive DNA PCR-based genomic fingerprinting) — базується на тому, що прокаріотичний геном містить три класи коротких послідовностей, що повторюються: REP — високо консервативні інвертовані повтори, які розташовані у міжгенних ділянках хромосом та не транскрибуються; ERIC — внутрішньогенні інвертовані повтори, вперше виявлені у ентеробактерій, і так звані BOX елементи. Висока консервативність цих повторів дозволила створити комплементарні до них праймери, що ампліфікують ділянки бактеріального геному, розташовані між двома REP або двома ERIC елементами [5, 9]. Як наслідок цієї реакції утворюється специфічний для конкретного мікроорганізму набір фрагментів розміром від 200 до 6 тис. п.н. На думку багатьох дослідників даний метод є більш ефективним саме у випадку точних таксономічних досліджень оскільки, на відміну від інших методів фінгерпринтування геному, зокрема AP/RAPD-ПЛР, дозволяє отримати три (REP, ERIC, BOX) незалежні генетичні профілі одночасно. Цей метод інтенсивно використовується як для досліджень у галузі систематики, так і екології мікроорганізмів та порівняно з іншими молекулярно-генетичними методами (наприклад PFGE (Pulsed-field gel electrophoresis) та MLST (multilocus sequence typing)), що використовуються у філогенії та діагностиці бактерій, є більш ефективним [9, 13].

Відомо, що ріпак є ціною технічною культурою у багатьох країнах, у тому числі і в Україні. Але, незважаючи на свою цінність для народного господарства, збудники бактеріальних хвороб цієї культури вивчені недостатньо [6]. У попередніх дослідженнях нами показано, що приблизно 60 % збудників бактеріальних хвороб ріпаку, ізольованих нами у 2010-2012 рр., належать до роду *Pseudomonas* [3]. Зокрема, встановлено, що за комплексом фенотипових ознак ураження цієї культури спричиняють представники видів *Pseudomonas fluorescens* та *Pseudomonas marginalis* [2, 3]. У зв'язку з близькою спорідненістю цих видів остаточно провести коректну ідентифікацію збудників бактеріальних хвороб на рівні виду нам не вдалося [2].

Зважаючи на зазначене вище, метою наших досліджень була оцінка ступеня гомології геномів бактерій роду *Pseudomonas*, що уражують ріпак, за допомогою REP-ПЛР аналізу.

### Матеріал і методи досліджень

Об'єктами досліджень були 11 виділених нами з уражених рослин ріпаку та попередньо ідентифікованих за комплексом ознак фенотипу бактерій роду *Pseudomonas*. У дослідженнях також використовували наступні колекційні та типові штами фітопатогенних бактерій: *Pseudomonas fluorescens* B-17<sup>T</sup>, *Pseudomonas fluorescens* 8573, *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis* 9175, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* B-1027<sup>T</sup>, *Pectobacterium carotovorum* subs. *carotovorum* B-1075<sup>T</sup>. Виділення та очищення хромосомної ДНК проводили за загальноприйнятими методиками з використанням набору реактивів «ДНК-сорб-В». Концентрацію ДНК визначали спектрофотометрично за допомогою спектрофотометру BioPhotometr. У роботі використали наступні універсальні праймери: REP 1R -5'-



IIIICGICGICATCIGGC-3', REP 21 -5'-ICGICTTATCIGGCCTAC-3'; ERIC 1R -5'-ATGTAAGCTCCTGGATTAC-3', ERIC 2 -5'-AAGTAAGTGAAGTGGGGTGAGCG-3; BOX A1R -5'-CTACGGCAAGGCGACGCTGACG-3'. Ампліфікування проводили у реакційній суміші об'ємом 20 мкл, що містила: 3 мкл геномної ДНК у 2 мкл реакційного буферу без іонів  $Mg^{2+}$ , 2 мкл  $MgCl_2$ , 2 мкл дезоксинуклеотидтрифосфатів, по 2 мкл кожного із праймерів, 7 мкл  $H_2O$  та 0,2 мкл (5U) Таq-ДНК полімерази. Умови проведення ампліфікування були наступними: додаткова денатурація ДНК –  $96^{\circ}C/6$  хв. та основна денатурація ДНК –  $94^{\circ}C/1$  хв. (однакова для всіх видів REP– ПЛР); відпалювання –  $44^{\circ}C/1$  хв. (REP– ПЛР з REP праймерами),  $52^{\circ}C/1$  хв. (REP– ПЛР з ERIC праймерами) та  $53^{\circ}C/1$  хв. (REP– ПЛР з BOX праймерами); елонгацію –  $72^{\circ}C/2$  хв. та заключний синтез –  $65^{\circ}C/8$  хв. (однакова для всіх видів REP– ПЛР). Ампліфікування проводили з використанням термоциклера фірми Applied Biosystem. Продукти реакції розподіляли електрофоретично з використанням 1,5% агарозного гелю, ТБЕ буферу протягом 4 годин за напруженості електричного поля 1,5 В/см. Одержані агарозні гелі візуалізували за допомогою гель-док станції Universal Hood II. Спорідненість одержані REP, ERIC та BOX профілів порівнювали візуально та за допомогою комп'ютерної програми DENDRO UPGMA, яка базується на використанні не вагового попарно-групового методу з використанням середніх значень (unweighted pair group method with averages, UPGMA).

### Результати досліджень та їх обговорення

Як видно з рисунку 1, у REP-профілях як досліджених, так і колекційних штамів виявлено 25 продуктів реакції з різним діапазоном молекулярних мас.

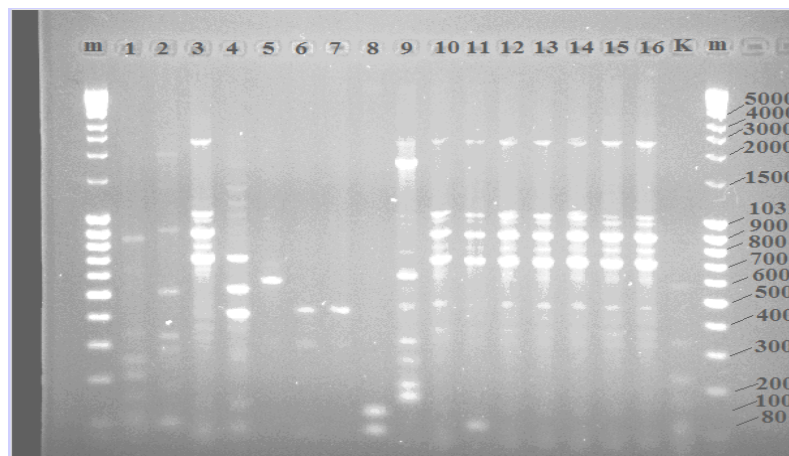


Рис. 1. Електрофоретичний розподіл продуктів ПЛР реакції з використанням REP-праймерів у 1,5% агарозному гелі: m – маркери молекулярних мас; 1 - *P. fluorescens* 8573; 2 - *P. syringae* pv. *syringae* B-1027<sup>T</sup>; 3 - *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175; 4 - *P. fluorescens* B-17<sup>T</sup>; 5 - *P. carotovorum* sp. *carotovorum* B-1075<sup>T</sup>; 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 – виділені штами *Pseudomonas* sp 2O, 3A, 2a, 4a, 6a, 7a, 5\*, 7\*, 8\*, 9\*, 14\*, NC – негативний контроль

Так, вісім із одинадцяти виділених нами штамів представників роду *Pseudomonas*, збудників захворювань ріпаку, виявили високий ступінь спорідненості саме з типовим штамом *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175 (рис. 2). Зокрема у REP-профілі геному *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175 виявлено дев'ять ДНК-фрагментів з молекулярною масою від 390 до 2500 н.п., а у восьми виділених нами штамів – лише сім ДНК-фрагментів з молекулярною масою від 380 до 2500 н.п. (рис. 1).

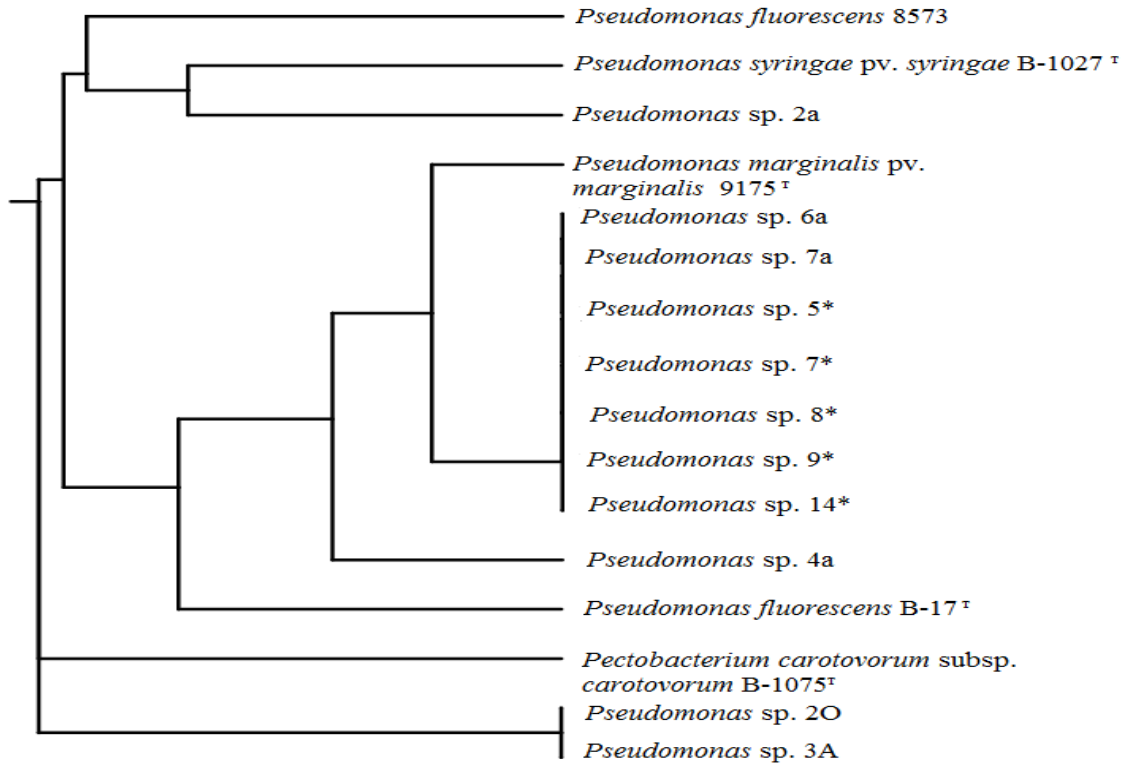


Рис. 2. Дендрограма спорідненості патогенних для ріпаку бактерій роду *Pseudomonas*, побудована з використанням UPGMA методу (REP–ПЛР з REP праймерами)

Причому, переважна більшість (5-6) із виявлених у штамів sp.4a, 6a, 7a, 5\*, 7\*, 8\*, 9\*, 14 продуктів реакції є спільними з ампліфікатами, виявленими у штаму *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175, що вказує на близьку спорідненість цих штамів (рис. 1, 2). Натомість, у REP-фінгепринтах геному згаданих вище восьми штамів не виявлено жодного спільного продукту реакції з типовими штамми *P. syringae* pv. *syringae* B-1027<sup>T</sup>, *P. fluorescens* 8573, та *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* B-1075<sup>T</sup> і лише три спільних продукти реакції – з *P. fluorescens* B-17<sup>T</sup>, що підтверджує їх віддаленість (рис. 1). Крім того, решта із виділених штамів *Pseudomonas* sp. 2O, 3A, 2a та 4a не виявили суттєвої спорідненості з усіма включеними у дослідження колекційними та типовими штамми бактерій роду *Pseudomonas*, що уражують ріпак (рис. 2). Зокрема, при ампліфікуванні штамів *Pseudomonas* sp. 2O та 3A з REP-праймерами продукти реакції взагалі не утворювалися (можливо, внаслідок технічної похибки при постановці реакції). У REP-профілях штаму *Pseudomonas* sp. 2a виявлено лише один спільний зі штамом *P. syringae* pv. *syringae* B-1027<sup>T</sup> продукт реакції, що не достатньо для ідентифікації цих штамів (рис. 1).

У ВОХ-профілях колекційних та виділених нами штамів виявлено 17 фрагментів з молекулярною масою від 230 до 1100 н.п. У складі ВОХ-фінгепринтів типового штаму *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175 виявлено вісім ДНК-фрагментів з молекулярною вагою від 230 до 970 н.п., а у штамів *Pseudomonas* sp. 6a, 7a, 5\*, 7\*, 8\*, 9\*, 14 – сім ДНК-фрагментів з молекулярною вагою від 230 до 810 н.п (рис. 3).

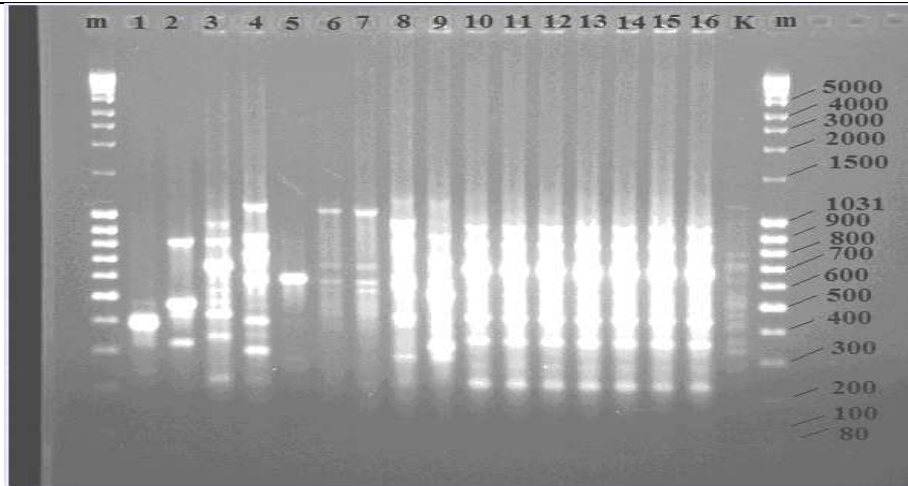


Рис. 3. Електрофоретичний розподіл продуктів ПЛР реакції з використанням ВОХ-праймеру у 1,5% агарозному гелі: див. підписи під рис.1.

Як видно з рис. 3, сім із одинадцяти виділених нами штамів *Pseudomonas* sp., що уражують ріпак, споріднені з типовим штамом *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175 за шістьма продуктами реакції. Слід відмітити, що ці штами мають три спільні продукти реакції з типовим штамом *P. syringae* pv. *syringae* B-1027<sup>T</sup> та жодного – з колекційними і типовими штамми *P. fluorescens* 8573, *P. carotovorum* subs. *carotovorum* B-1075<sup>T</sup>, *P. fluorescens* B-17<sup>T</sup>, що підтверджує відсутність спорідненості виділених нами штамів з типовими представниками згаданих видів (рис. 4).

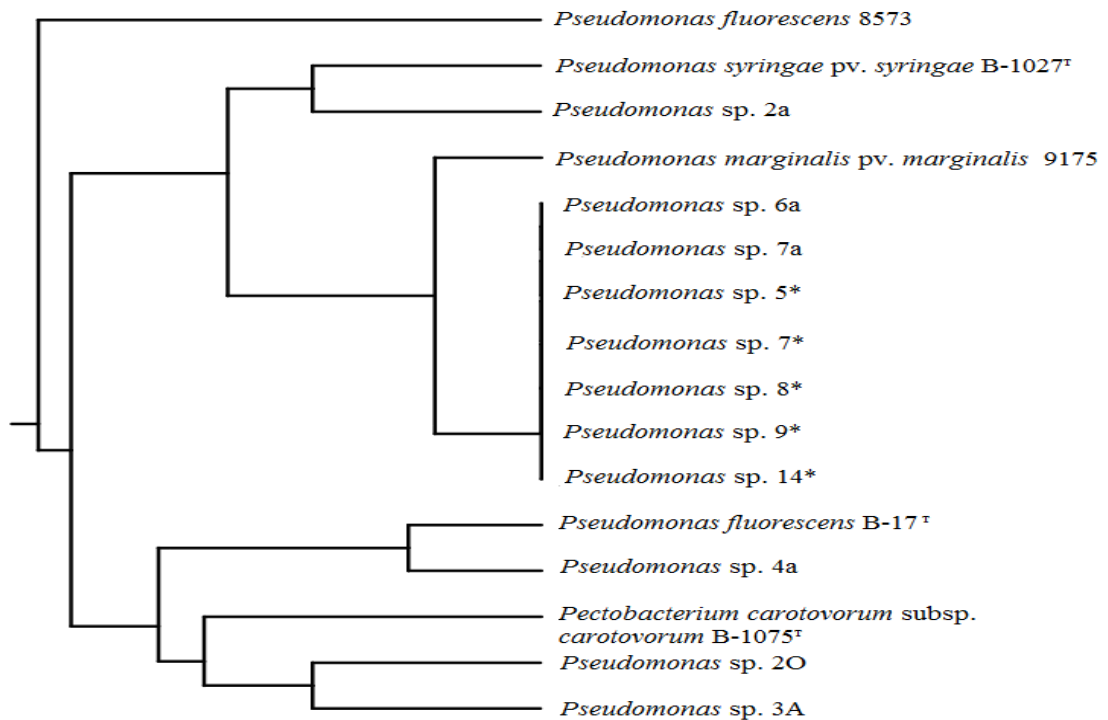


Рис. 4. Дендрограма спорідненості патогенних для ріпаку бактерій роду *Pseudomonas*, побудована з використанням UPGMA методу (REP– ПЛР з ВОХ праймерами)

Крім того, у ВОХ-профілях типового штаму *P. fluorescens* B-17<sup>T</sup> виявлено сім ДНК-фрагментів з молекулярною масою від 300 до 1110 н.п., а у штаму *Pseudomonas* sp. 4a – вісім аналогічних ДНК-фрагментів з молекулярною масою від 300 до 850 н.п.. Причому п'ять із них є спільними для згаданих вище штамів, що може свідчити на користь їх ймовірної спорідненості. Натомість, штаму *Pseudomonas* sp. 4a має лише два спільні ДНК фрагменти з типовим штамом *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175 та по одному спільному ДНК-фрагменту з рештою колекційних та

типових штамів. Натомість, виділені нами штам *Pseudomonas* sp. 2O, 3A та 2a не виявляють високого ступеня спорідненості з жодним із включених у роботу типових та колекційних штамів, що значно ускладнює визначення їх таксономічного статусу (рис.3,4).

У ERIC-профілях як колекційних, так і ізолюваних нами штамів досліджуваних бактерій роду *Pseudomonas* виявлено 27 продуктів реакції з молекулярною масою від 80 до 1600 н.п. Як видно з рис. 5, у складі ERIC- фінгепринтів геному типового штам *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175 дев'ять ДНК - фрагментів з молекулярною вагою від 100 до 1600 н.п, а у складі аналогічних фінгепринтів виділених нами штамів *Pseudomonas* sp. 6a, 7a, 5\*, 7\*, 8\*, 9\*, 14 – вісім ДНК – фрагментів, сім з яких є спільними зі згаданим вище штамом (рис.5).

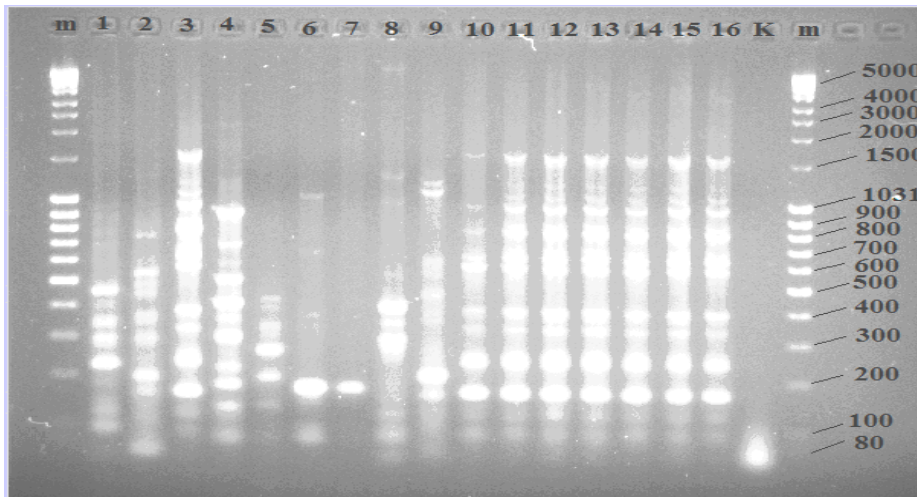


Рис. 5. Електрофоретичний розподіл продуктів ПЛР реакції з використанням ERIC-праймерів у 1,5% агарозному гелі: див. підписи під рис. 1.

Цей факт вказує на близьку філогенетичну спорідненість ізолюваних штамів *Pseudomonas* sp. 6a, 7a, 5\*, 7\*, 8\*, 9\*, 14 саме з типовим штамом *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175 (рис. 6).

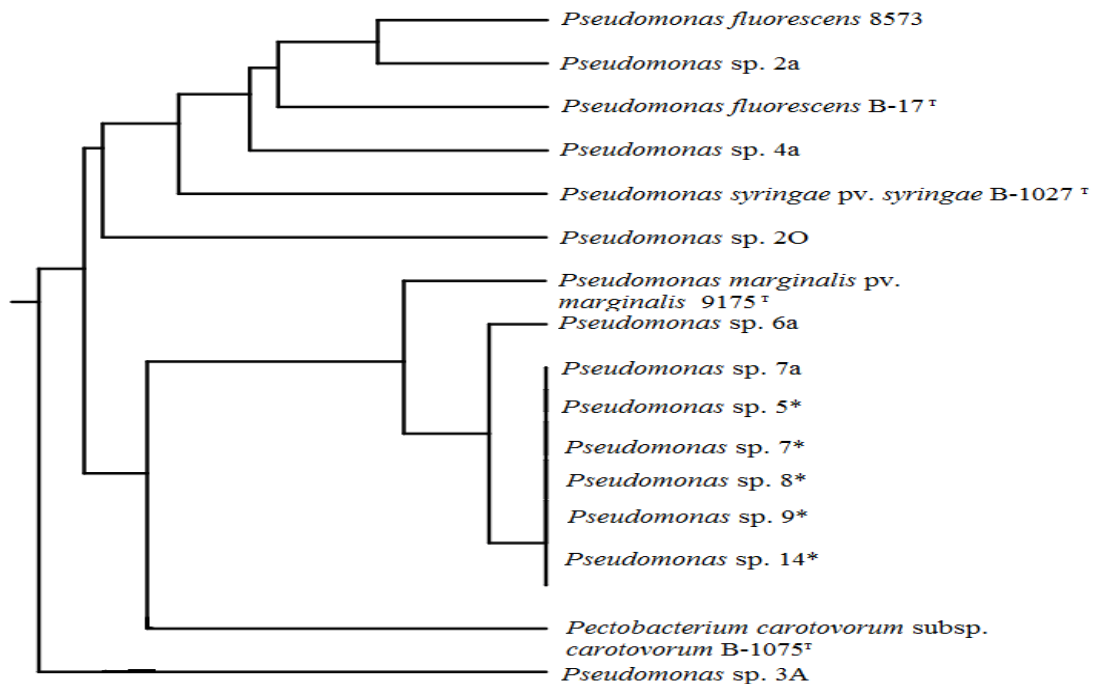


Рис. 6. Дендрограма спорідненості патогенних для ріпаку бактерій роду *Pseudomonas*, побудована з використанням UPGMA методу (REP– ПЛР з ERIC праймерами)

Відмічено також, що згадані вище штами *Pseudomonas* sp. не мають спільних продуктів реакції з *P. syringae* pv. *syringae* B-1027<sup>T</sup> та від одного-двох спільних продуктів реакції з *P. fluorescens* 8573, *P. carotovorum* subs. *carotovorum* B-1075<sup>T</sup>, *P. fluorescens* B-17<sup>T</sup>. Як видно з рис. 5, у ERIC-профілях виділеного нами штаму *Pseudomonas* sp. 3A не виявлено жодного продукту реакції, що можливо є результатом невдалої постановки реакції. Натомість у ERIC-фінгепринтах штамів *Pseudomonas* sp. 4a, 2a та типового штаму *P. fluorescens* B-17<sup>T</sup> виявлено по чотири спільні ДНК-ампліфікони. Крім того, штами *Pseudomonas* sp. 4a, 2a та 2O мають один два гомологічні з рештою досліджених типових та колекційних штамів ПЛР продукти, що ускладнює визначення їх таксономічного статусу (рис. 5, 6).

### Висновки

Отже, аналізуючи характер REP, ERIC та BOX-профілів геному виділених нами штамів *Pseudomonas* sp., можна стверджувати, що 66% із них належать до *P. marginalis* pv. *marginalis*. Одержані нами результати генетичного профілювання узгоджуються з проведеним раніше аналізом ознак фенотипу [2, 3]. Тобто нами вперше показано, що до спектру бактеріальних видів роду *Pseudomonas*, що уражують ріпак, додався ще один вид *P. marginalis*, що важливо не тільки з теоретичної, а й з практичної точки зору оскільки дозволить фахівцям коректно розробляти екологічно безпечні технології вирощування ріпаку. Слід також відмітити, що в результаті проведеного генетичного профілювання нам не вдалося визначити видовий статус 44% ізольованих нами штамів представників роду *Pseudomonas*. На наш погляд, це пояснюється значною гетерогенністю деяких видів-поліфагів у складі роду *Pseudomonas* [4, 8, 10, 11, 12, 13]. Зокрема, рядом дослідників показано значну генетичну гетерогенність, встановлену внаслідок REP-ПЛР аналізу, таких видів як *P. fluorescens*, *P. strutzeri*, *P. viridiflava*, *P. syringae* тощо [10, 11, 12, 13]. Тобто, для проведення коректної видової ідентифікації виділених нами штамів *Pseudomonas* sp. 3A, 4a, 2a та 2O, за допомогою REP-ПЛР, необхідне залучення ширшого кола типових штамів, що і планується нами в подальшому.

1. Бактеріальні хвороби ріпаку / [ Захарова О.М., Мельничук М.Д., Данкевич Л.А., Патики В.П.] // Микробиол. журн. — 2012. — Т. 74, №6. — С. 46—52.
2. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак; Пер. с англ. — М.: Мир, 2002. — 589 с
3. Ідентифікація збудників бактеріальних хвороб ріпаку за жирнокислотним складом клітинних ліпідів / [ Данкевич Л.А., Воцелко С.К., Захарова О.М., Мельничук М.Д., Патики В.П.] // Микробиол. журн. — 2013. — Т. 75, №4. — С. 47—52.
4. Коцофляк О.И. Таксономический анализ штаммов бактерий рода *Pseudomonas* с неопределенной видовой принадлежностью / Коцофляк О.И., Киприанова Е.А., Леванова Г.Ф. // Микробиол. журн. — 2004. — Т. 66, №3. — С. 5—13.
5. Овчаренко Л.П. Метагеномний аналіз мікроорганізмів довкілля / Л. П. Овчаренко, Н. Козировська. — Київ:, «Спринт-Принт», 2008. — 256 с.
6. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / [Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А, Яковлева Л.М. та ін.]; за ред. В.П.Патики — К.: ТОВ "НВП "Інтерсервіс", 2011. — 444 с.
7. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* / [Brenner D.J., Krieg N.R., Staley J. T., Garrity G.M]. — New York; USA: Springer Science + Business Media — 2005. — Vol. 2. — 1108 p.
8. Louws F.J. Specific genomic fingerprints of phytopathogenic *Xanthomonas* and *Pseudomonas* pathovars and strains generated with repetitive sequences and PCR. / Louws F.J., Fulbright D.W., Stephens C.T. // *Applied and Environmental Microbiology*. — 1994. — Vol. 60, № 7. —P. 2286—2295.
9. Louws F.J. The three DS of PCR-based genomic analysis of phyto bacteria: Diversity, Detection, and Disease Diagnosis./ Louws F.J., Rademaker J. L.W, de Bruijn F.J. // *Annual Reviews Phytopathology*. — 1999. — Vol. 37. —P. 81—125.
10. *Neemegam R.* Genotypic and phenotypic diversity of PGCR *fluorescens Pseudomonads* isolated from rhizosphere of sugarcane / [N. Ayyadurai, N. Kayalvizhi, P. Gunasekaran] // *J. Microbiol. Biotechnol.* — 2012. — Vol. 22 (1). — P. 13—24.
11. *Pseudomonas viridiflava*, a multi host plant pathogen with significant genetic variation at molecular level / [Sarris F. Panagiotis, Trantas A. Emmanouil, Mpalantinaki Evaggelia] // *PLoS One*. — 2012. — Vol. 7 (4). — P. 360—382.

12. Sikorski J. Analysis of genotypic diversity and relationships among *Pseudomonas stutzeri* strains by PCR-based genomic fingerprinting and multilocus enzyme electrophoresis / Sikorski J., Rossello-Mora R., Lorens M. G. // Syst Applied Microbiology. — 1999. — Vol. 22 (3). — P. 393—402.
13. Strains of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* from pea are phylogenetically and pathogenically diverse // Phytopathology [Martin-Sans A., de la Vega M.P., Murillo J., Caminero C.] — 2013. — Vol. 103 (7). — P. 673—681.

Л.А. Данкевич, О.М. Захарова, В.Ф. Патыка, М.Д. Мельничук

Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, Киев

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев

**ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ ПОРАЖАЮЩИХ РАПС, БАКТЕРИЙ РОДА *PSEUDOMONAS* С ПОМОЩЬЮ REP-ПЛР**

Проведен сравнительный анализ REP, ERIC и BOX - профилей 11 выделенных нами и 5 коллекционных, типичных штаммов бактерий рода *Pseudomonas*, поражающих рапс. Выявлена гетерогенность геномов штаммов *Pseudomonas* sp. по всем трем типам генетических профилей. Показано, что 66% изолированных штаммов *Pseudomonas* sp. принадлежат к виду *P. marginalis*.

*Ключевые слова:* патогенные для рапса бактерии рода *Pseudomonas*, REP-ПЦР, REP, ERIC и BOX-генетические профили

L.A. Dankevich, O.M. Zaharova, V.PH. Patyka, M.D. Melnichuk

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology DK National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev

**GENETIC PROFILING OF *PSEUDOMONAS* GENUS BACTERIA, WHICH STRIKES RAPE BY REP-PLR**

A comparative analysis of the REP, ERIC and BOX - profiles 11 selected and 5 typical strains of the *Pseudomonas* genus bacteria, which strikes rape has been carried out. Heterogeneity of *Pseudomonas* sp. strain's genomes in all three types of genetic profiles has been identified. It has been shown that 60% of isolated *Pseudomonas* sp. strains belongs to the species *P. marginalis*.

*Keywords:* pathogenic of the rape *Pseudomonas* genus bacteria, REP-PCR analys, REP, ERIC and BOX-genetic profiles

Рекомендує до друку

Надійшла 11.07.2013

Н.М. Дробик

УДК [581.143:582.741]:661.162.65

О.О. ХОДАНЦЬКА, В.Г. КУР'ЯТА

Вінницький державний педагогічний університет ім. Михайла Коцюбинського

вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100

**ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ВМІСТ АЗОТУ, ФОСФОРУ ТА КАЛІЮ У РОСЛИНАХ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО**

Вивчали вплив ретарданту хлормекватхлориду і стимулятора росту трептолему на вміст і перерозподіл основних елементів живлення в органах рослин льону олійного. Під впливом препаратів відмічалось зниження вмісту азоту у листках і стеблах та підвищення концентрації фосфору і калію у вегетативних органах порівняно з контролем. Посилення відтоку елементів живлення до генеративних органів супроводжувалося зростанням врожайності насіння льону.

*Ключові слова:* льон олійний, регулятори росту, елементи мінерального живлення, продуктивність

Льон олійний є важливою технічною культурою, яка здатна давати високі врожаї насіння, містить до 50% цінної олії і є добрим попередником для озимих культур. Розвиток галузі льонарства неможливий без виробництва високоякісної конкурентноспроможної продукції [2, 3]. Це значною мірою залежить від використання нових сортів льону і економічно доцільних прийомів вирощування, здатних забезпечувати високу продуктивність культури.

Одним із шляхів вирішення проблеми високих та стабільних врожаїв є застосування новітніх технологій з використанням синтетичних регуляторів росту рослин [1, 5]. Ця група сполук дає можливість спрямовано регулювати окремі етапи онтогенезу з метою мобілізації потенційних можливостей рослинного організму, що впливає на урожайність та якість сільськогосподарської продукції [10].

Відомо, що активність перебігу обмінних процесів у рослинному організмі значною мірою визначається надходженням окремих елементів мінерального живлення. Посилюючи ріст і активність коренів, гормони беруть участь в регуляції поглинання та включення мінеральних сполук в обмінні процеси [4, 9]. Зважаючи на те, що регулятори росту є модифікаторами гормонального статусу, важливим є питання впливу інгібіторів та стимуляторів росту на метаболізм найважливіших мінеральних елементів у рослині в процесі вегетації. У зв'язку з цим метою нашої роботи було встановити вплив інгібітора росту хлормекватхлориду та синтетичного стимулятора розвитку трептолему на накопичення та перерозподіл елементів мінерального живлення між органами рослин льону олійного.

### **Матеріал і методи досліджень**

Польові дослідження проводили протягом 2009-2011 років на ділянках Вінницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля УААН. Рослини олійного льону середньостиглого сорту Орфей одноразово (08.06.09, 04.06.10, 07.06.11) обробляли у фазу бутонізації розчинами хлормекватхлориду (0,5%) та трептолему (0,033 мл/л). Контрольні рослини обробляли водопровідною водою. Площа облікової ділянки – 10 м<sup>2</sup>, міжряддя – 0,15 м, повторність п'ятикратна. Вміст фосфору та калію визначали в сухому матеріалі полум'яно-фотометричним методом на приладі ПАЖ-2, азот – за Кьельдалем [6].

Результати досліджень обробляли статистично. На рисунках представлені середні значення результатів трирічних досліджень та їх стандартні похибки.

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

Результати досліджень свідчать про те, що обробка рослин льону олійного сорту Орфей регуляторами росту з різним напрямком дії впливає на вміст азоту у вегетативних органах культури (рис. 1).

Максимальна кількість азотовмісних речовин у листках і стеблах відмічалася на початкових етапах дослідження, при цьому листки характеризувалися більшим вмістом азоту порівняно з іншими органами. Загальний вміст азоту у листках був у 2,6-3 рази вищим, ніж в стеблах, білкової фракції азоту – в 3,2-3,5 разів більше. До кінця вегетації вміст білкової фракції азоту у тканинах вегетативних органів зменшувався активніше під впливом регуляторів росту, що, на нашу думку, пов'язано з відтоком азотовмісних сполук до плодів, кількість яких зростає. Зокрема, в контролі на рослині формувалося 25-27 коробочок, під впливом ретарданту – 34-36, стимулятора – 28-30. Подібні результати отримано в роботах інших авторів на рослинах ріпаку, соняшнику [7, 8].

На початкових етапах вегетації загальний вміст азоту в квітах і плодах був у 1,2-1,5 рази нижчий, порівняно з листками, вміст білкового азоту – в 1,4-1,7 раз. У кінці вегетації під час фаз жовтої та повної стиглості концентрація азоту в коробочках у 1,2-1,6 раз перевищувала вміст азоту в листках. Максимальний вміст азоту в плодах встановлено в кінці фази досягання як в контролі, так і в досліді. При застосуванні регуляторів росту кількість азоту зростала несуттєво, але найвищий вміст загального та білкового азоту виявлено за впливу хлормекватхлориду.

При вивченні метаболізму елементів мінерального живлення в органах рослин льону олійного нами встановлено, що при застосуванні препаратів відмічалася зростання вмісту фосфору в листках на початку дослідження з наступним його поступовим зменшенням на кінець вегетації (рис. 2).

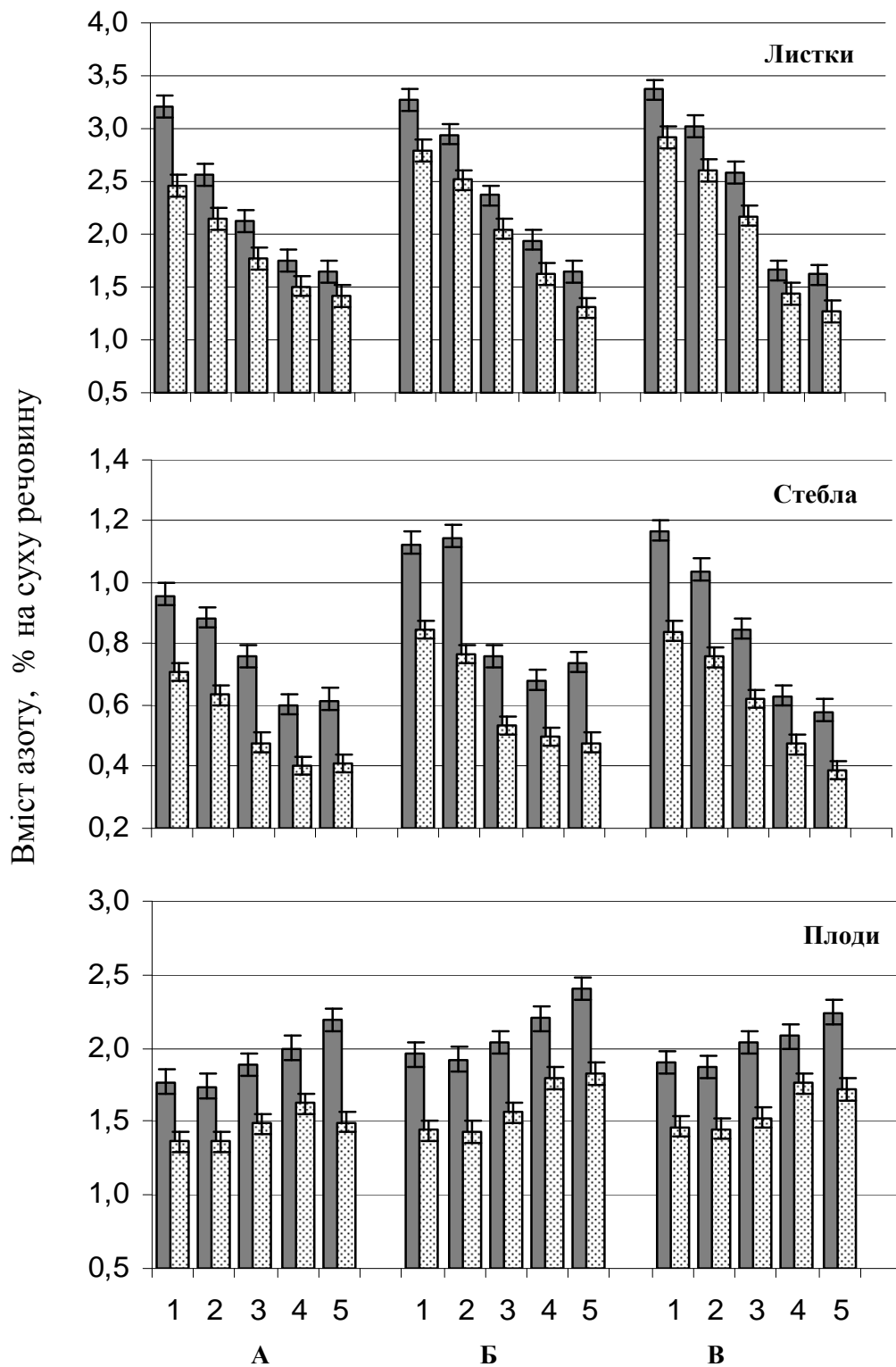


Рис. 1. Вплив регуляторів росту на динаміку накопичення азоту у рослинах льону олійного сорту Орфей (середні дані за 2009-2011 рр.). А – контроль; Б – хлормекватхлорид; В – трептолем. Дати обробки: 2009 рік – 8 червня, 2010 рік – 4 червня, 2011 рік – 7 червня. Час відбору проб: 1-5 – 10-, 20-, 30-, 40-, 50-а доба після обробки.

■ – загальний азот,    □ – білковий азот.



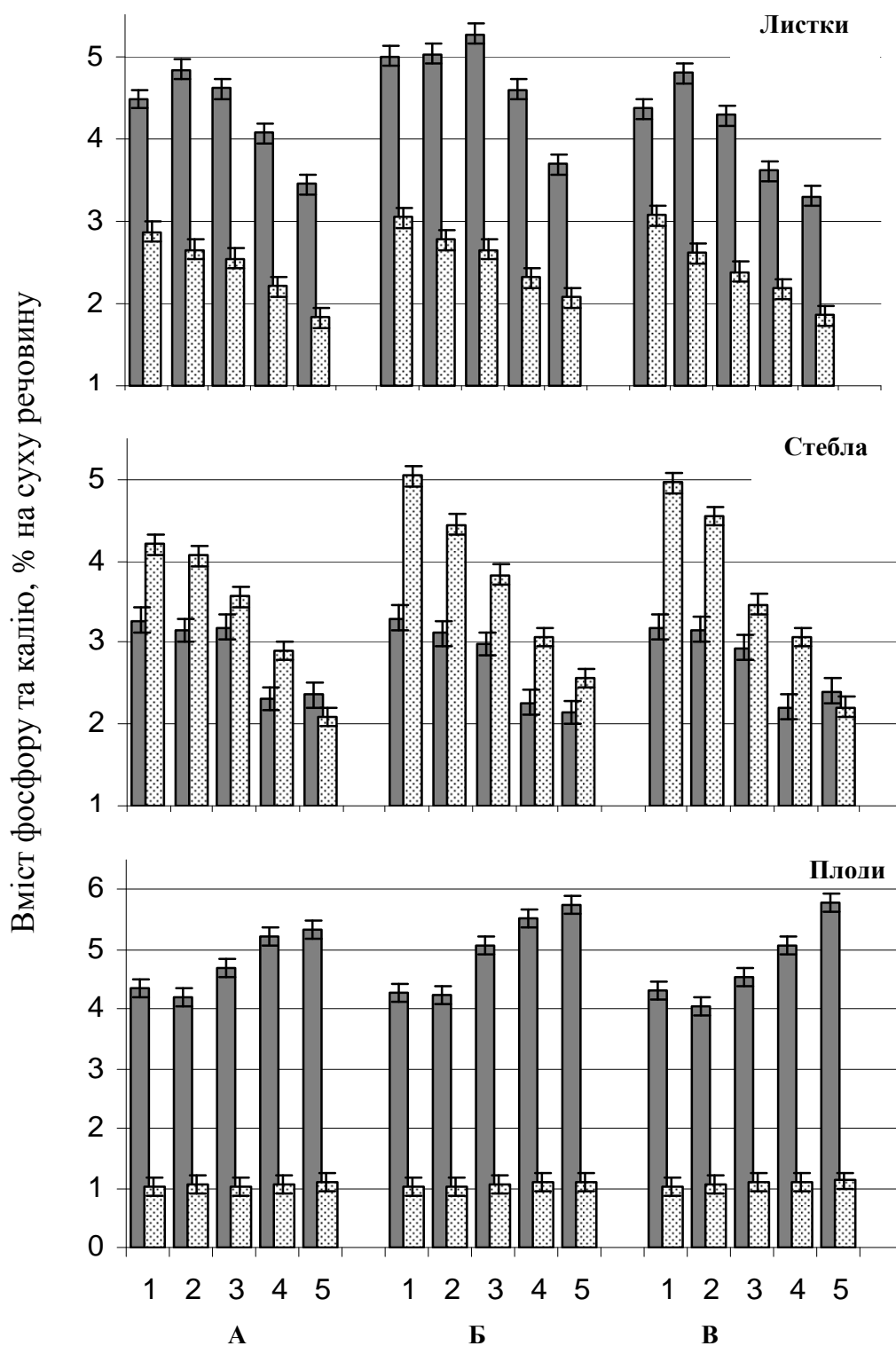


Рис. 2. Вплив регуляторів росту на динаміку накопичення фосфору та калію у рослинах льону олійного сорту Орфей (середні дані за 2009-2011 рр.). **А** – контроль; **Б** – хлормекватхлорид; **В** – трептолем. Дати обробки: 2009 рік – 8 червня, 2010 рік – 4 червня, 2011 рік – 7 червня. Час відбору проб: **1-5** – 10-, 20-, 30-, 40-, 50-а доба після обробки.

■ – вміст фосфору,    ▨ – вміст калію.

Це пояснюється посиленням відтоком цього елемента до плодів, які в цей час інтенсивно формуються. При цьому вміст фосфору в листках за дії хлормекватхлориду під час цвітіння був вищим, ніж в контролі, що свідчить про оптимізацію фосфорного живлення льону олійного. Високий вміст фосфору в стеблах свідчить про те, що стебло є органом тимчасового депонування фосфору з наступним його використанням. Аналогічний характер динаміки вмісту фосфору був виявлений для рослин картоплі при застосуванні ретардантів [9].

Концентрація фосфору в плодах в онтогенезі зростає. Під час цвітіння та на початку досягання (друга половина червня – початок липня) вміст елемента в генеративних органах за дії регуляторів росту був близьким до контролю. Проте, у кінці вегетації у рослин дослідних варіантів вміст фосфору був вищим, ніж в контролі. При застосуванні хлормекватхлориду та трептолему кількість фосфору в плодах зростала на 1,5%, тоді як в контролі концентрація елемента змінилася на 1,0%.

Нами встановлено збільшення концентрації калію у вегетативних органах відносно контролю, що свідчить про посилення обмінних процесів за дії препаратів (рис. 2). Чіткіше ця тенденція прослідковується для стебел. Зокрема, в стеблах дослідних рослин льону вміст калію був вищим протягом всього періоду дослідження.

Відомо, що найбільша кількість калію поглинається в період інтенсивного наростання вегетативної маси. У зернових максимум надходження калію закінчується до початку молочної стиглості, у картоплі, цукрових буряків – у період формування бульб, коренеплодів, у льону – у фазу цвітіння. Результати наших досліджень підтверджують ці дані. Так, вміст калію в тканинах вегетативних органів рослин льону був максимальним у період цвітіння. Під час формування та дозрівання плодів вміст елемента як в листках, так і в стеблах зменшувався, що пов'язано з посиленням відтоку пластичних і мінеральних сполук до генеративних органів.

Водночас, за використання регуляторів росту вміст калію знижувався інтенсивніше. Так, за період спостережень концентрація калію в контролі зменшувалася на 2,1%, під впливом хлормекватхлориду – на 2,5%. При обробці трептолемом відмічалось максимальне зниження вмісту калію в стеблі – на 2,7%. На нашу думку, тимчасове депонування калію в стеблі дає можливість активніше реутилізувати його в подальшому для забезпечення формування і росту плодів.

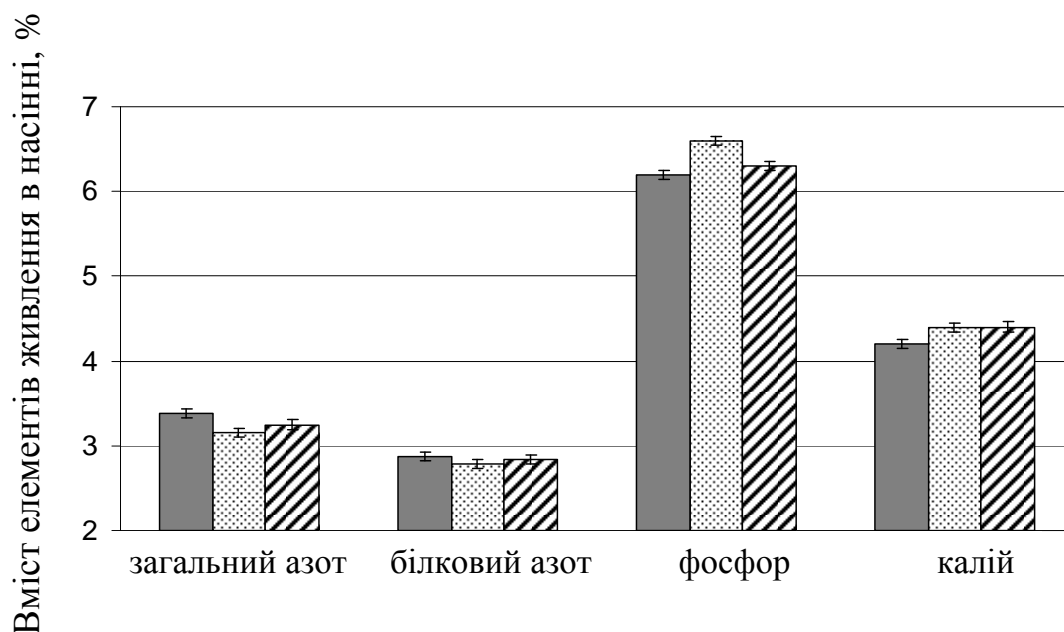


Рис. 3. Вплив регуляторів росту на вміст елементів живлення в насінні льону олійного сорту Орфей (середні дані за 2010-2011 рр.). Дати обробки: 2009 рік – 8 червня, 2010 рік – 4 червня, 2011 рік – 7 червня.

■ – контроль; ▨ – хлормекватхлорид; ▩ – трептолем.

Поряд з цим, в рослинах дослідних варіантів не відбувається суттєвого накопичення калію в коробочках, що, очевидно, пов'язано з біорозбавленням цього елемента внаслідок збільшення навантаження рослини плодами. Так, застосування регуляторів росту призводить до підвищення продуктивності культури. Зокрема, під впливом хлормекватхлориду врожайність льону становила в середньому 21,3 ц/га, при використанні трептолему – 19,5 ц/га, тоді як в контролі – 18,8 ц/га.

Нами встановлено, що використання інгібітора та стимулятора росту до суттєвих змін вмісту елементів у насінні не приводило (рис. 3).

Однак, відмічалось незначне зниження кількості азотовмісних сполук та підвищення кількості фосфору і калію у насінні льону олійного.

### Висновки

Таким чином, обробка рослин льону олійного хлормекватхлоридом і трептолемом призводила до змін у засвоєнні та перерозподілі основних елементів живлення. У цілому, протягом вегетації вміст азоту, фосфору та калію у вегетативних органах поступово зменшується, в плодах відбувалися протилежні зміни. Найбільш суттєве зниження вмісту азоту у листках і стеблах відмічалось за дії хлормекватхлориду. Під впливом препаратів спостерігалось підвищення концентрації фосфору та калію у вегетативних органах порівняно з контролем.

1. Гуляев Б.І. Вплив хлормекватхлориду та естерону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення / Б.І. Гуляев, А.Б. Карлова, Д.А. Кірізій // Физиология и биохимия культ. растений. — 2007. — Т. 39, № 5. — С. 401—408.
2. Дрозд О.М. Технології вирощування льону олійного / О.М. Дрозд // Вісник аграрної науки. — 2007. — № 7. — С. 24—26.
3. Карпець І.П. Якість продукції льону-довгунця і олійного за різних способів сівби й удобрення / І.П. Карпець, О.М. Дрозд // Вісник аграрної науки. — 2005. — № 6. — С. 21—24.
4. Кудоярова Г.Р. Гормоны и минеральное питание / Г.Р. Кудоярова, И.Ю. Установ // Физиология и биохимия культурных растений. — 1991. — Т. 23, №3. — С.232—244.
5. Кур'ята В.Г. Ретарданты – модификаторы гормонального статуса растений / В.Г. Кур'ята // Физиология растений: проблемы та перспективи розвитку: Ф 50 у 2т / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. — К.: Логос, 2009. — С. 565—587.
6. Разумов В.А. Массовый анализ кормов / В.А. Разумов. — М.: Колос, 1982. — 176 с.
7. Рогач В.В. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотмістких сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії паклобутразолу // В.В. Рогач, В.Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія. — 2004. — № 3-4 (24). — С. 28—33.
8. Рогач Т.І. Накопичення та перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин соняшника в онтогенезі за дії хлормекватхлориду / Т.І. Рогач, В.Г. Кур'ята // Зб. наук. праць ВНАУ. — 2011. — № 8 (48). — С. 49—54.
9. Ткачук О.О. Вплив ретардантів на вміст азоту, фосфору та калію у рослин картоплі / О.О. Ткачук // Физиология растений: проблемы та перспективи розвитку: Ф 50 у 2т / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. — К.: Логос, 2009. — С. 663—669.
10. Шевчук О.А. Накопичення та перерозподіл елементів мінерального живлення у вегетативних органах рослин цукрового буряка за дії ретардантів / О.А. Шевчук, В.Г. Кур'ята // Зб. наук. праць ВНАУ. — 2007. — Вип. 32. — С. 18—26.

*Е.А. Ходаницкая, В.Г. Кур'ята*

Винницкий государственный педагогический университет им. Михаила Коцюбинского

### ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В РАСТЕНИЯХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Изучали влияние ретарданта хлормекватхлорид и стимулятора роста трептолема на содержание и перераспределение основных элементов питания в органах растений льна масличного. Под влиянием препаратов отмечали снижение содержания азота в листьях и стеблях, а также повышение концентрации фосфора и калия в вегетативных органах по сравнению с контролем. Усиление оттока элементов питания к генеративным органам сопровождалось ростом урожайности семян льна.

*Ключевые слова: лен масличный, регуляторы роста, элементы минерального питания, продуктивность*

*O.O. Khodanitska, V.G. Kuryata*

Mykhailo Kotsyubynskiy Vinnitsa State Pedagogical University

**INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE CONTENT OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN PLANTS OF OIL FLAX**

The influence of retardant chlormequat-chloride and stimulator of growth treptolem on the contain and redistribution of the basic elements of mineral nutrition in the organs of the flax plants has been studied. The content of nitrogen in leaves and stems decreased compared with controls, concentrations of phosphorus and potassium in vegetative organs increased under the influence of preparations. The increasing of the outflow of elements of mineral nutrition to the generative organs was accompanied by the increasing of the yields of flax seed.

*Keywords: flax oil, growth regulators, elements of mineral nutrition, productivity*

Рекомендує до друку

Н.М. Дробик

Надійшла 22.02.2013

# БІОХІМІЯ

УДК 637.127.576.1

А.В. ЮКАЛО

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

## **ХРОМАТОГРАФІЧНІ І ЕЛЕКТРОФОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КАЗЕЇНОВИХ ФРАКЦІЙ**

---

У роботі наведено результати ідентифікації протеїнових фракцій у розчинах казеїну сучасними методами електрофорезу у поліакриламідному гелі та колонкової рідинної хроматографії. Встановлено недоліки та переваги кожного методу при визначенні протеїнів казеїнового комплексу. Дано рекомендації із застосування цих методів.

*Ключові слова: казеїнові фракції, електрофорез у ПААГ, рідинна хроматографія*

Казеїни є цінними природними харчовими протеїнами, які повністю відповідають класичним вимогам до харчових протеїнів (збалансований амінокислотний склад, доступність до дії протеаз шлунково-кишкового тракту). Крім цього, в останні роки встановлено, що казеїни є попередниками ряду біологічно активних пептидів, які можуть здійснювати регуляторну дію щодо серцево-судинної системи (казоплателіни, казокініни), нервової системи (казоморфіни, казоксини), травної системи (казофосфопептиди, глікомакропептиди), імунної системи (казоїмунопептиди, казоцидини) [2]. Відкриття казеїнових біоактивних пептидів дозволили розширити і більш об'єктивно оцінити значення казеїнів у формуванні біологічної цінності молочних продуктів, а також ряду інших продуктів, де казеїни використовують для підвищення вмісту протеїну і як структуроутворювач [1]. Новим перспективним напрямом використання казеїну і його фракцій є виділення природних біоактивних пептидів певної дії для створення функціональних продуктів.

Вказані сфери застосування казеїну і його фракцій, а також можлива заміна його менш цінними протеїнами зумовлюють необхідність розробки ефективних і доступних методів ідентифікації загального казеїну та його фракцій у сумішах протеїнів, а також за присутності інших харчових речовин. При цьому необхідно враховувати дані сучасної міжнародної класифікації протеїнів казеїнового комплексу [5].

Метою даної роботи є порівняльна характеристика методів ідентифікації загального казеїну та його фракцій у відповідності до діючої міжнародної класифікації казеїнів.

### **Матеріал і методи досліджень**

Загальний казеїн виділяли із свіжого знежиреного коров'ячого молока шляхом осадження в ізоелектричній точці, промивали і розчиняли при  $\text{pH} \leq 7,5$ . Процедура переосадження повторювали тричі. Після інактивації природних протеаз молока отриманий препарат загального казеїну розчиняли у відповідних буферах для аналізу або виділення фракцій. Концентрацію протеїнів у препаратах казеїнів або хроматографічних фракціях визначали методом Лоурі або спектрофотометрично ( $\lambda=280$ ) використовуючи наступні коефіцієнти

поглинання, які були встановлені раніше ( $D_{\lambda_{max}}^{1\%}$ ): 10,0-для  $\alpha_{s1}$ -CN, 4,6-для  $\beta$ -CN, 9,6-для  $\kappa$ -CN, 10,1-для  $\alpha_{s2}$ -CN і 8,2 для загального казеїну.

Гомогенні фракції  $\alpha_{s1}$ -CN і  $\beta$ -CN одержували диференційним переосадженням в ізоелектричній точці у присутності сечовини та доочищували іонообмінною хроматографією на колонках з ДЕАЕ – целюлозою (ДЕАЕ-52, «Serva», ФРН), як описано раніше [7]. Гомогенний  $\kappa$ -CN отримували гель-фільтрацією на колонці (2×70см) заповненій сефадексом G-150 («Pharmacia», Швеція) [3].

Фракційний склад загального казеїну та гомогенність його фракцій аналізували на вертикальних пластинках поліакриламідного гелю (ПААГ), як описано раніше [7]. Електрофореграми фіксували і фарбували загальноприйнятими методами. Електрофоретичні буфери і гелі готували використовуючи реактиви фірми «Reanal» (Угорщина).

### Результати досліджень та їх обговорення.

Серед методів дослідження протеїнового складу часто використовується гель-фільтрація. Це пояснюється відносною простотою і доступністю цього методу, можливістю багаторазового використання хроматографічної системи для гель-фільтрації. Враховуючи попередні роботи нами була вибрана система, яка дозволяла за рахунок дезагрегуючого агента (6М сечовина) запобігати утворенню надмолекулярних структур казеїнів [6,7]. Відомо, що казеїни характеризуються вираженою тенденцією до агрегації в розчинах. В якості буферу використовували 0,001 М трис-НСІ буфер з рН 7,7. Препарати загального казеїну і його фракцій поступово розчиняли в хроматографічному буфері, доводячи їх концентрацію до 2,5 % (загальний казеїн) і 0,7 % (фракції). Отриманий розчин центрифугували (10 000 g, 15 хв) для видалення нерозчинних частинок і вносили в колонку з сефадексом G-150 попередньо зрівноваженим хроматографічним буфером. Гель-фільтрацію проводили при швидкості елюції 23 мл/год, відбирали по 5 мл елюату і спектрофотометрично визначали вміст білків за поглинанням при 280 нм. Типова хроматограма загального казеїну і його фракцій показана на рис. 1.

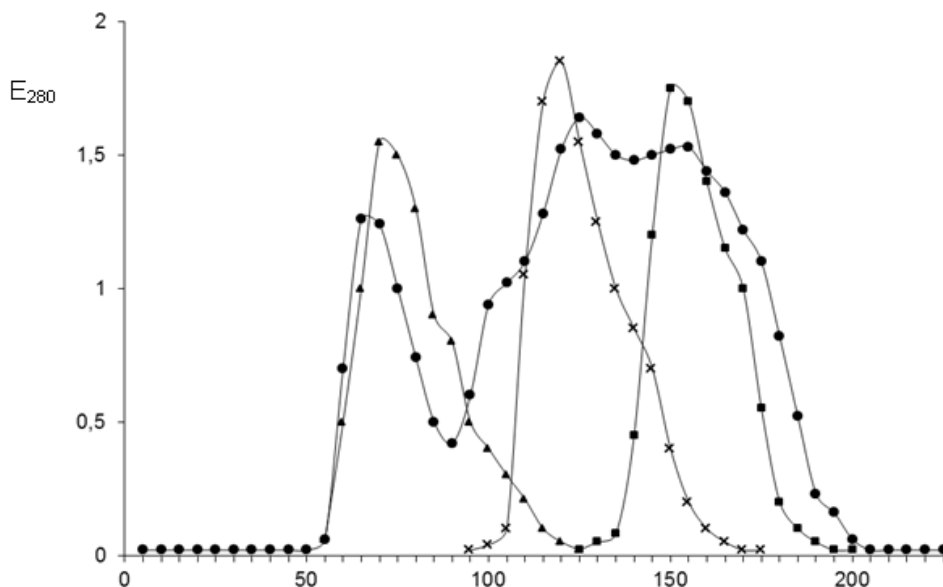


Рис. 1. Хроматограми загального кислотного казеїну (●),  $\kappa$ -CN-1P(▲),  $\beta$ -CN-5P(×) і  $\alpha_{s1}$ -CN-8P(■), отримані на сефадексі G-150 у присутності сечовини

Отримані результати свідчать про можливість виділення загального казеїну за характерним хроматографічним профілем в сумішах харчових речовин, які не містять високомолекулярних білків. Відносно чистий  $\kappa$ -CN-1P знаходиться в першій хроматографічній фракції загального казеїну. Вміст цієї фракції дещо перевищує її процент (до 15 %) у складі загального казеїну, що може бути пов'язано з присутністю  $\alpha_{s2}$ -CN фракцій. Оскільки  $\kappa$ -CN-1P характеризується найнижчим значенням молекулярної маси – він повинен елюватися з

більшим об'ємом буферу, ніж  $\alpha_{S1}$ -CN-8P і  $\beta$ -CN-5P. Але у зв'язку з наявністю у його первинній структурі залишків цистеїну,  $\kappa$ -CN-1P утворює у розчинах агрегати, що включають переважно 6 субодиниць. Такі агрегати виходять з вільним об'ємом колонки. Що стосується фракцій  $\alpha_{S1}$ -CN-8P і  $\beta$ -CN-5P, то їхні піки у значній мірі співпадають і розділення їх малоефективне.

Для аналізу казеїнів методом іонообмінної хроматографії нами була використана ДЕАЕ-целюлоза, яка застосовувалася для кількісного виділення окремих фракцій казеїну [6]. Після стандартної обробки ДЕАЕ-целюлозу вносили у колонку і зрівнювали буфером (0,01 М трис-НСІ, 3,9М сечовина, рН 7,5). Використання буферу з такими параметрами забезпечує ефективне розділення і не впливає на хроматографічний профіль в порівнянні з буферами, які використовувалися раніше [6, 7]. Незначне утворення агрегатів, в першу чергу  $\alpha_S$ -фракціями, очевидно, мало впливає на їхню спорідненість до іонообмінника і, відповідно, на об'єм виходу з колонки.

Результати іонообмінної хроматографії загального казеїну (300 мг) і його фракцій  $\alpha_{S1}$ -CN-8P (50 мг) і  $\beta$ -CN-5P (50 мг) показані на рис. 2. Отримано характерне розділення казеїнових фракцій. Пробірки з елюатом, які входять до складу позначених п'яти фракцій, об'єднували і визначали його об'єм. Частину (по 5 мл) кожної об'єднаної фракції відбирали для діалізу і електрофоретичного аналізу фракційного складу, а другу частину залишали для визначення кількості протеїнів в об'єднаних фракціях. Електрофоретичний аналіз показав, що у двох хроматографічних фракціях (3 і 5) знаходяться гомогенні протеїни. Це відповідно  $\beta$ -CN-5P у заштрихованій частині фракції 3 і  $\alpha_{S1}$ -CN-8P у заштрихованій частині фракції 5 (рис. 3). Інші фракції містять суміші казеїнів. Так, хроматографічна фракція 1 включає  $\beta$ -CN-1P (f 29-209),  $\beta$ -CN-(f 106-209) і  $\beta$ -CN-(f 108-209) фрагменти; фракція 2 складається з одного головного і декількох мінорних фосфоглікопротеїнів  $\kappa$ -CN-1P; фракція 4 містить суміш  $\alpha_{S2}$ -CN-13P,  $\alpha_{S2}$ -CN-12P,  $\alpha_{S2}$ -CN-11P і  $\alpha_{S2}$ -CN-10P. Необхідно відзначити, що фракція 5 крім  $\alpha_{S1}$ -CN-8P включає невелику кількість  $\alpha_{S1}$ -CN-9P. Співвідношення кількості окремих протеїнів в об'єднаних хроматографічних фракціях визначали спектрофотометрично, використовуючи раніше встановлені коефіцієнти поглинання  $D_{1\%}^{1\text{cm}}$  при 280 нм.

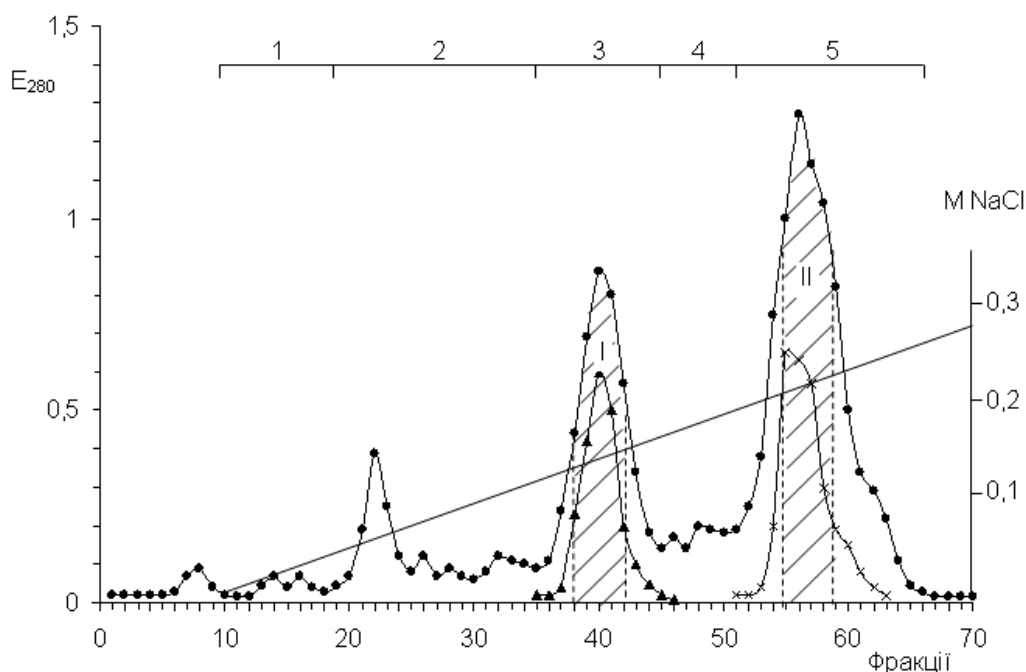


Рис. 2. Хроматограми загального казеїну (•),  $\beta$ -CN-5P(▲) і  $\alpha_{S1}$ -CN-8P(×), отримані на ДЕАЕ-целюлозі. Лініями зверху позначені фракції, які відбирали для визначення казеїнових фракцій. Заштриховані ділянки використовували для електрофоретичного аналізу



Рис. 3. Електрофореграма загального казеїну (1), а також хроматографічних фракцій, отриманих на ДЕАЕ-целюлозі (рис. 2): 2 – перша заштрихована фракція; 3 – друга заштрихована фракція.

Електрофорез у поліакриламідному гелі часто використовується для аналізу харчових сумішей, що містять загальний казеїн або його фракції. Рекомендований комітетом по номенклатурі, класифікації і методології молочних протеїнів варіант електрофорезу дозволяє ідентифікувати всі фракції казеїнів [4]. Це дві фракції  $\alpha_{S1}$ -CN, чотири фракції  $\alpha_{S2}$ -CN,  $\beta$ -CN-5P, декілька фракцій  $\kappa$ -CN-1P і три великі фрагменти  $\beta$ -CN. Проте цей метод має певні недоліки. До них можна віднести: складність кількісної обробки даних; значні проблеми ідентифікації казеїнів у присутності інших харчових протеїнів (особливо у багатокомпонентних сумішах); складність виділення окремих електрофоретичних фракцій для подальшого аналізу іншими методами; дороге обладнання і реактиви. Методи гель-фільтрації та іонообмінної хроматографії володіють меншою роздільною здатністю, проте дозволяють точніше провести кількісний аналіз і є більш доступними. При цьому є можливість виділення протеїнових фракцій, які після діалізу і ліофілізації можуть бути використані для детальнішого аналізу іншими методами (імунохімічними, електрофоретичними, амінокислотним аналізом та ін.).

### Висновки

На підставі порівняльного аналізу методів рекомендуємо ідентифікувати, за відсутності інших протеїнів в харчових сумішах, методами гель-фільтрації та іонообмінної хроматографії загальний казеїн, який найчастіше використовується в харчових продуктах і утворює характерні хроматографічні профілі. З окремих казеїнових фракцій методом гель-фільтрації доцільно ідентифікувати  $\kappa$ -CN-1P в присутності низькомолекулярних харчових протеїнів. Іонообмінна хроматографія на ДЕАЕ-целюлозі дозволяє ефективно ідентифікувати і виділити дві основні фракції казеїнів –  $\alpha_{S1}$ -CN-8P і  $\beta$ -CN-5P.

1. Горбатова К.К. Химия и физика белков молока / К.К. Горбатова — М.: Колос, 1993. — 192 с.
2. Юкало А.В. Протеїни казеїнового комплексу молока корів (*Bos taurus*) як попередники біологічно активних пептидів / А.В. Юкало, Л.А. Сторож, В.Г. Юкало // Біотехнологія — 2012. — Т. 5, № 4. — С. 21—33.
3. Юкало В.Г. Гель-фільтрація білків казеїнового комплексу молока / В.Г. Юкало // Медична хімія. — 2001. — №2. — С. 35—38.
4. Eigel W.N. Nomenclature of proteins of cow's milk: Fifth revision / W.N. Eigel, J.E. Butler, C.A. Ernstrom // J. Dairy Sci. — 1984. — Vol. 67, № 8 — P. 1599—1631.
5. Farrell H.M. Nomenclature of the proteins of cows' milk – sixth revision / H.M. Farrell, R. Jimenez-Flores, G.T. Bleck // J. Dairy Sci. — 2004. — Vol. 87, № 6. — P. 1641—1674.
6. Ribadeau-Dumas B. Milk protein analysis / B. Ribadeau-Dumas, R. Grappin // Lait. — 1989. — Vol. 69, № 5. — P. 357—416.
7. Yukalo V.G. Obtaining of casein protein complex fractions from cow milk / V.G. Yukalo // Nutracos. — 2005. — № 5. — P. 17—19.



*А.В. Юкало*

Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя

### ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ КАЗЕИНОВЫХ ФРАКЦИЙ

В работе представлены результаты идентификации протеиновых фракций в растворах казеина современными методами электрофореза в полеакриамидном геле и колоночной жидкостной хроматографии. Установлены недостатки и преимущества каждого метода при определении протеинов казеинового комплекса. Даются рекомендации по использованию этих методов.

*Ключевые слова:* идентификация казеиновых фракций, электрофорез в ПААГ, жидкостная хроматография

*A. V. Yukalo*

Ternopil Ivan Pul'uy National Technical University, Ukraine

### CASEIN FRACTIONS IDENTIFICATION BY THE CHROMATOGRAPHIC AND ELECTROPHORETIC METHODS

Casein soluble protein fractions were identified using modern methods of PAAG electrophoresis and column liquid chromatography. Some advantages and disadvantages of these methods were shown. The recommendations for the applying of these methods were proposed.

*Keywords:* casein fractions identification, PAAG electrophoresis, liquid chromatography

Рекомендує до друку

Надійшла 22.07.2013

О.Б. Столяр

УДК 577.155.1

В.Г. ЮКАЛО, Р.А. ТКАЧУК

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

## **УТВОРЕННЯ ІНГІБІТОРІВ АНГІОТЕНЗИН ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНОГО ЕНЗИМУ В ПРОЦЕСІ ПРОТЕОЛІЗУ $\alpha_{S1}$ -КАЗЕЇНУ ПРОТЕАЗАМИ ЛАКТОКОКІВ *L. LACTIS SSP. CREMORIS***

Моделльний протеоліз  $\alpha_{S1}$ -казеїну було здійснено за участі протеолітичних ензимів лактококів і молокозгортального препарату «Фромаза». Низькомолекулярні пептиди виділяли методом гель-фільтрації на сефадексі G-25. Показано, що протеолітичні ензими протейназо-позитивних штамів лактококів *L. lactis ssp. cremoris* у поєднанні з молокозгортальним препаратом здатні розщеплювати  $\alpha_{S1}$ -казеїн з утворенням казокінінів.

*Ключові слова:* протеоліз,  $\alpha_{S1}$ -казеїн, казокініни, лактококи, *L. lactis ssp. cremoris*, молокозгортальний препарат

Ще в кінці сімдесятих років минулого століття було встановлено, що окремі ферменти первинної структури протейнів казеїнового комплексу молока, які звільняються у вигляді пептидів в процесі нормального травлення, можуть проявляти біологічну дію в організмі ссавців в період молочного живлення. Такий висновок було зроблено в результаті досліджень властивостей глікомакропептиду, який утворюється на початкових стадіях дії травних протеаз на казеїнові міцели. Виявилось, що глікомакропептид є інгібітором шлункової секреції і моторики. Пізніше було відкрито багато біоактивних пептидів казеїнового походження [1]. Зокрема, важливим джерелом таких пептидів є  $\alpha_{S1}$ -CN, який становить більше 30% у складі

протеїнів казеїнового комплексу. Серед продуктів його протеолізу є опіюїдні пептиди, імуномоляторні пептиди, фосфоропептиди, а також пептиди, які проявляють антигіпертензивну дію – казокініни. Нами раніше було показано, що казокініни можуть утворюватись з  $\alpha_{S1}$ -казеїну за дії протеолітичних систем лактококів *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* [2]. Для цього ми використали модельну протеолітичну систему, яка дозволяє інтенсифікувати процеси протеолізу без впливу на його специфічність. Велике значення у виробництві молочних продуктів також мають лактококи підвиду *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*. Вони використовуються у складі різних заквасок – зокрема заквасок для виробництва твердих сирів, де має місце довготривалий протеоліз.

У зв'язку з цим метою даної роботи є вивчення можливості утворення казокінінів в процесі протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну ензимами протеолітичних систем лактококів *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*.

### Матеріал і методи досліджень

В роботі досліджували штами протеїназо-позитивних лактококів *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, які підтримуються на кафедрі харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. В якості молокозгортального препарату використовували фромазу (Fromase 2200TL, «Gist Brocades», Франція). Препарат загального казеїну виділяли із свіжого знежиреного молока, шляхом переосадження в ізоелектричній точці в умовах інактивації природних протеаз. Гомогенний  $\alpha_{S1}$ -казеїн виділяли диференційним осадженням у присутності сечовини. Отриманий препарат очищували методом іонообмінної хроматографії на колонках з ДЕАЕ-целюлозою ( ДЕАЕ-52, «Serva», ФРН). Деталі виділення і очищення  $\alpha_{S1}$ -казеїну описані у статті [5]. Фракційний склад загального казеїну та гомогенність препаратів очищеного  $\alpha_{S1}$ -казеїну, а також склад хроматографічних фракцій, аналізували методом електрофорезу на вертикальних пластинках поліакриламідного гелю. При цьому використовували лужну буферну систему гелю (рН=7,9), що містить 25 мМ трис, 27 мМ діетилбарбітурат, 3 мМ ЕДТФ і 4,5 М сечовину [3]. Електрофореграми фіксували і фарбували загальноприйнятими методами. Електрофореграфічні буфери і гелі готували, використовуючи реактиви фірми «Reanal» (Угорщина).

Фракціонування продуктів протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну проводили на хроматографічній колонці фірми «Reanal», яку заповнювали сефадексом G-25 fine («Pharmacia», Швеція).

Концентрацію протеїнів визначали спектрофореграфічно при довжині хвилі 280 нм. При цьому використовували встановлені раніше коефіцієнти поглинання: 10,0 для  $\alpha_{S1}$ -казеїну і 8,2 для загального казеїну.

Інгібіторну дію на ангіотензин-перетворювальний ензим (КФ3.4.15.1) визначили за методом [4]. При цьому використовували ензим (АПЕ) з легень кроля («Sigma», США) та синтетичний субстрат гіпурил-L- гістидил-L-лейцин («Sigma», США). Концентрацію продуктів протеолізу визначали за методом Залашка М.В. [2].

### Результати досліджень та їх обговорення

Отримання продуктів протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну проводили у модельній протеолітичній системі, яка відображає умови протеолізу казеїнових фракцій у процесі виробництва ферментованих молочних продуктів. Протеоліз проводили у двох варіантах. В першому випадку протеоліз відбувався лише з використанням біомаси лактококів. В другому випадку протеоліз проводили з біомасою лактококів в комбінації з фромазою, яка використовується як молокозгортальний препарат. Послідовність всіх процедур отримання продуктів протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну показані на схемі (рис. 1).

В першій серії дослідів 1 %  $\alpha_{S1}$ -казеїн інкубували при 30°C з різними штамми лактококів *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* – C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>9</sub> і C<sub>10</sub>. При цьому була досягнута значно вища концентрація продуктів протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну, ніж при звичайному рості лактококів у знежиреному молоці або в розчині  $\alpha_{S1}$ -казеїну. Після закінчення інкубації всі поживні середовища центрифугували і супернатанти, які містили продукти розпаду  $\alpha_{S1}$ -казеїну, висушували ліофільно і тестували на інгібіторну дію по відношенню до ангіотензин-перетворювального ензиму. Із використаних штамів лише один (C<sub>9</sub>) показав інгібіторну дію

(~9 %). Інгібування активності іншими штамми, не перевищувало 5 %, що можна пояснити низькою концентрацією інгібіторних пептидів, або неспецифічною дією продуктів протеолізу.

В подальших дослідженнях у протеолітичну систему через 5 годин після початку інкубації вводили фромазу в концентрації, яка в 10 разів перевищувала концентрацію, що використовується для згортання молока у процесі виробництва твердих сичужних сирів. Для контролю  $\alpha_{S1}$ -казеїн інкубували з фромазою без внесення у середовище лактококів.

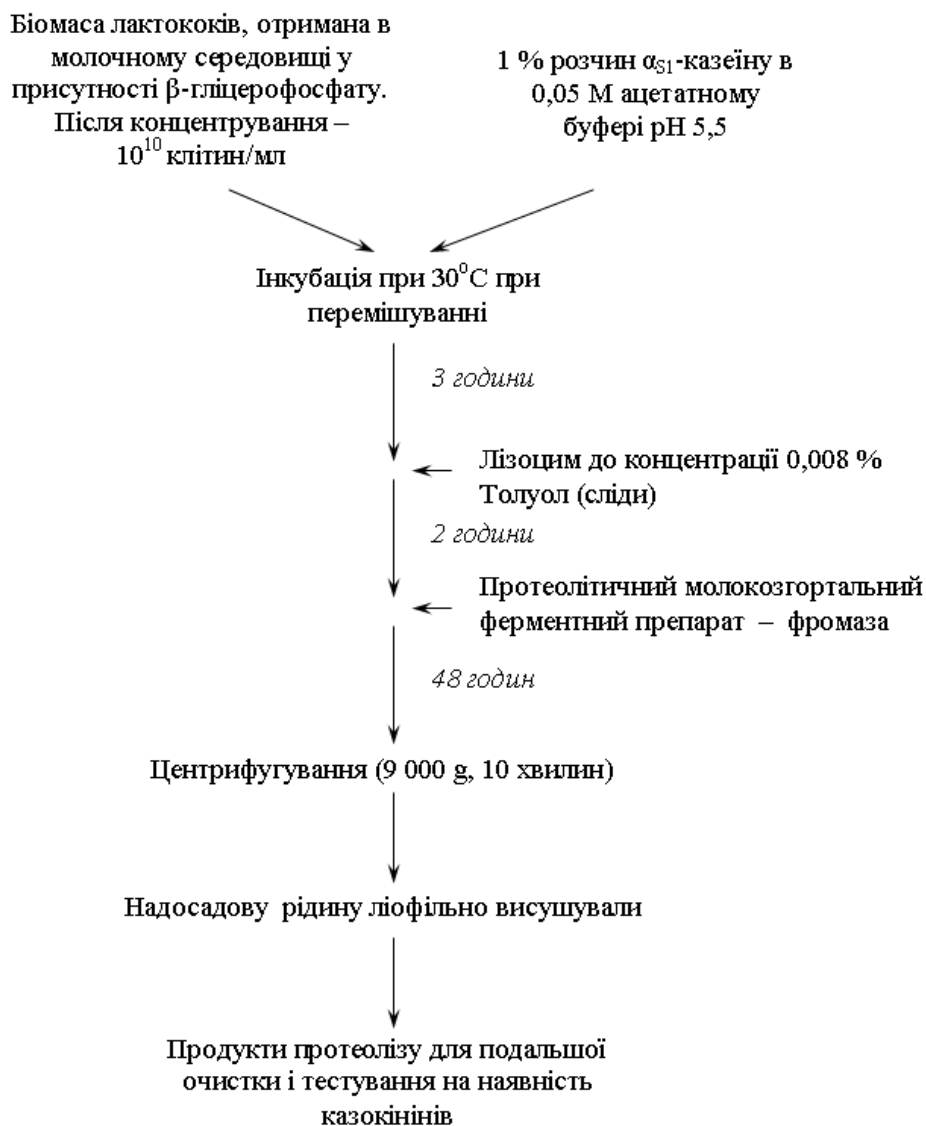


Рис. 1. Схема протеліози модельного  $\alpha_{S1}$ -казеїну ферментами лактококів та молокозгортального препарату

Значення концентрацій розчинних у трихлороцтовій кислоті (ТХО) продуктів протеолізу через 48 годин інкубації наведені в табл. 1. Після інкубації  $\alpha_{S1}$ -казеїну зі штамми лактококів у присутності фромази, зразки центрифугували, а супернатанти ліофілізували і фракціонували на сефадексі G-25. Типова хроматограма показана на рис. 2. Видалені хроматографічні фракції аналізували методом електрофорезу в ПААГ (рис. 3). Перша хроматографічна фракція містить нерозщеплений  $\alpha_{S1}$ -казеїн, а також багато різних високомолекулярних продуктів протеолізу, які не утворюють чітких смуг на електрофореграмі.

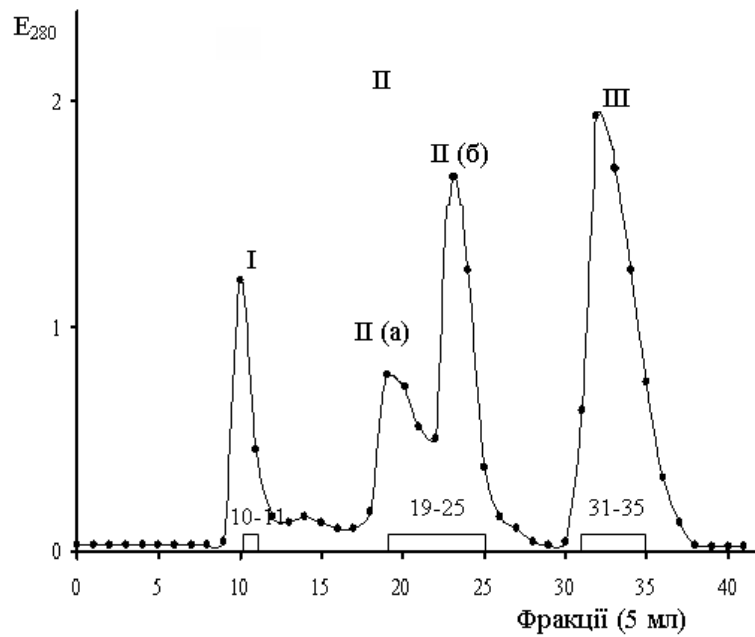


Рис. 2. Хроматограма водорозчинних продуктів протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну після інкубації зі штамом *C5 Lactococcus lactis subsp. cremoris* та фромазою

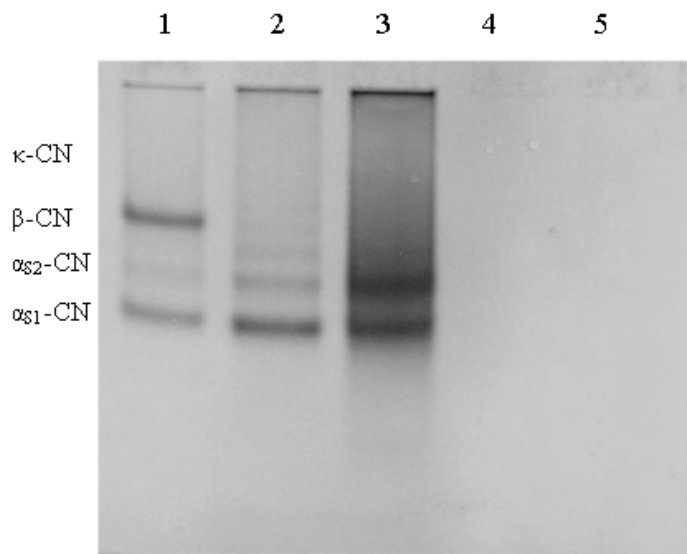


Рис. 3. Електрофореграма загального казеїну (1),  $\alpha_{S1}$ -казеїну після п'яти годин інкубації з лактококами (2) та хроматографічних фракцій I (3), II (4) і III (5), одержаних після розділення продуктів протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну на сефадексі G-25 fine (рис. 2)

Низькомолекулярні пептиди фракцій II та III не фіксуються в ПААГ. Результати тестування на здатність гальмувати активність АПФ свідчать, що у продуктах протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну, які виходять з першою та другою хроматографічними фракціями, казокініни відсутні при використанні всіх штамів лактококів в комбінації з фромазою. Пептиди третьої хроматографічної фракції показали інгібіторний ефект (табл. 1).

Інгібіторна дія низькомолекулярних продуктів протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну (хроматографічна фракція III) на активність АПФ ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Варіанти досліду	Концентрація продуктів протеолізу, мкг/мл	Інгібіторний ефект стосовно АПФ, %
$\alpha_{S1}$ -казеїн + фромаза	503±27	5,2±0,1
$\alpha_{S1}$ -казеїн + штам $C_9$	95±7	12,5±0,2
$\alpha_{S1}$ -казеїн + штам $C_9$ + фромаза	241±15	20,1±0,6
$\alpha_{S1}$ -казеїн + штам $C_4$ + фромаза	293±17	17,0±0,5
$\alpha_{S1}$ -казеїн + штам $C_5$ + фромаза	251±16	27,4±0,7
$\alpha_{S1}$ -казеїн + штам $C_{10}$ + фромаза	325±15	29,3±0,7

Отримані дані підтверджують можливість утворення казокінінів у процесі протеолізу у ферментованих молочних продуктах за сумісної дії ензимів протеолітичних систем лактококів і ензимів молокозгортального препарату фромази.

### Висновки

В умовах модельної системи за сумісної дії протеаз лактококів *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* та молокозгортального препарату фромаза на  $\alpha_{S1}$ -казеїн утворюються казокініни. За результатами гель-фільтрації казокініни входять до низькомолекулярної фракції продуктів протеолізу (до 1500 Да). Підбір штамів лактококів здатних утворювати казокініни може бути використаний для створення ферментативних молочних продуктів з антигіпертензивними властивостями.

1. Юкало А.В. Протеїни казеїнового комплексу молока корів (*Bos taurus*) як попередники біологічно активних пептидів / А.В Юкало, Л.А. Сторож, В.Г Юкало // Біотехнологія — 2012. — Т. 5, № 4. — С. 21—33.
2. Юкало В.Г. Вплив продуктів протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну на активність ангіотензин-перетворюючого ферменту / В.Г. Юкало // Укр. біохім. журнал. — 2001. — № 5. — С. 28—32.
3. Юкало В.Г. Електрофорез білків молока / В.Г. Юкало // Медична хімія. — 2000. — Т. 2, № 4. — С. 79—82.
4. Cushman D.W. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung / D.W. Cushman // Biochem. Pharmacol. — 1971. — V. 20. — P. 1647—1648.
5. Yukalo V.G. Obtaining of casein protein complex fractions from cow milk / V.G. Yukalo // Nutracos. — 2005. — № 5. — P. 17—19.

*В.Г. Юкало, Р.А. Ткачук*

Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя

### ОБРАЗОВАНИЕ ИНГИБИТОРОВ АНГИОТЕНЗИН-ПРЕВРАЩАЮЩЕГО ЭНЗИМА В ПРОЦЕССЕ ПРОТЕОЛИЗА $\alpha_{S1}$ -КАЗЕИНА ПРОТЕАЗАМИ ЛАКТОКОККОВ *L. LACTIS* SSP. *CREMORIS*

Модельный протеолиз  $\alpha_{S1}$ -казеина проводили с участием протеолитических энзимов лактококков и молокосвертывающего препарата «Фромаза». Низкомолекулярные пептиды выделяли методом гель-фильтрации на сефадексе G-25. Показано, что протеолитические энзимы протеиназо-положительных штаммов лактококков *L. lactis* ssp. *cremoris* совместно с молокосвертывающими препаратами способны расщеплять  $\alpha_{S1}$ -казеин с образованием казокінінов.

*Ключевые слова:* протеолиз,  $\alpha_{S1}$  - казеин, казокініны, лактококки, *L. lactis* ssp. *cremoris*, молокосвертывающий препарат

*V.G. Yukalo, R.A. Tkachuk*

Ternopil Ivan Pul'uy National Technical University

ANGIOTENSIN-CONVERTING ENZYME INHIBITORS FORMATION DURING THE  $\alpha_{S1}$ -CASEIN PROTEOLYSIS BY THE PROTEASES OF LACTOCOCCUS LACTIS SSP. CREMORIS

Model proteolysis of  $\alpha_{S1}$ -casein was performed by the proteolytic enzymes of Lactococci and milk-clotting preparation "Fromaze". The low molecular weight peptides have been isolated with the help gel-filtration on Sephadex G-25. It was shown, that enzymes of proteinase-positive strains of lactococci with "Fromaze" are capable to cleave  $\alpha_{S1}$  - casein with casokinin creation.

*Keywords: proteolysis,  $\alpha_{S1}$ -casein, casokinins, lactococci L. lactis ssp. cremoris, milk-clott*

Рекомендує до друку

Надійшла 22.07.2013

О.Б. Столяр

# ОГЛЯДИ

УДК (574.64:546.18):591.524.1

М.О. САВЛУЧИНСЬКА, Л.О. ГОРБАТЮК, О.М. ПЛАТОНОВ, О.О. ПАСІЧНА,  
С.П. БУРМІСТРЕНКО, І.Г. КУКЛЯ, Н.М. КАГЛЯН, О.М. АРСАН

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

## **ФОСФОР МИЙНИХ ЗАСОБІВ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ВОДЯНІ ОРГАНІЗМИ (ОГЛЯД)**

---

В оглядовій статті узагальнено останні літературні відомості щодо впливу фосфору, в тому числі в складі мийних засобів, на гідробіонтів. Розглянуто наслідки дії фосфору на деякі фізіолого-біохімічні показники водяних тварин, роль окремих з них в регенерації та колообігу фосфору у водних екосистемах.

*Ключові слова:* фосфор, триполіфосфат натрію, фосфати, синтетичні миючі засоби, дафнії, молюски, риба

З кожним роком в Україні виробництво фосфатних миючих засобів невпинно зростає, а їх асортимент розширюється.

Екологічна небезпека миючих засобів пов'язана з тим, що в кінцевому рахунку ці сполуки потрапляють у водні об'єкти або зі стічними водами, або внаслідок цілеспрямованого використання та здійснюють токсичну дію на водяні організми, впливають на процеси самоочищення та, відповідно, на якість води і біопродуктивність водойм [11, 22, 30].

Тим не менше, обсяг фахової літератури з питань екотоксикології фосфоровмісних синтетичних миючих засобів (СМЗ) значно поступається за об'ємом публікаціям з токсикології пестицидів, важких металів та інших пріоритетних токсикантів. Переважно друкуються окремі повідомлення, однак фундаментальних досліджень та їх аналізу з токсикології фосфатних СМЗ у вітчизняній літературі до цього часу ще не було.

Виходячи з цього, метою даної роботи є аналіз наявної у фаховій літературі інформації щодо впливу фосфору, зокрема в складі мийних засобів, на гідробіонтів.

Фосфоровмісні сполуки, як і інші токсичні речовини, що надходять у водні об'єкти, можуть мігрувати та накопичуватися у різних компонентах водної екосистеми, зокрема в донних відкладах та гідробіонтах [6, 45].

Висока концентрація сполук фосфору у стічних та промислових водах, що надходять у водойми та водотоки зазвичай викликає інтенсивний ріст біомаси водяних рослинних організмів, особливо одноклітинних водоростей, що зумовлюють «цвітіння води» [6, 33, 40, 41, 45]. Саме підвищена концентрація фосфору у воді частіше за все є причиною евтрофікації водойм, а його нестача пригнічує ріст біомаси фітопланктону та розвиток вищих водяних рослин [13].

З метою підвищення кормової бази рибницьких ставів вносять мінеральні добрива, в тому числі фосфорні. Цей напрямок, який включає в себе дослідження впливу мінерального фосфору на біоту водойм, інтенсивно розвивається з середини ХХ століття. За цей період розроблено рекомендації щодо норми і періодичності внесення фосфатів, виявлено чинники,

які обмежують їх застосування. Так, було запропоновано вносити фосфор (у вигляді суперфосфату) у ставки з розрахунку до  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає біологічним потребам зелених планктонних водоростей [25]. Поряд з цим, досліджено і вплив фосфорних добрив на зоопланктон. Так, показано, що внесення суперфосфату разом з азотними добривами в кількості  $2 \text{ мг Р/дм}^3$  збільшує приріст біомаси популяції дафній [15]. За даними Брагінського Л.П. [5], *D. magna* виживає при концентрації  $5 \text{ мг/дм}^3$  фосфору, але при  $10 \text{ мг/дм}^3$  загибель рачків складає 85%. Як показала Т.В. Склярова, концентрації  $0,3-0,5 \text{ мг/дм}^3 \text{ NaH}_2\text{PO}_4$  позитивно впливають на розмноження дафній, а концентрація  $2 \text{ мг/дм}^3$  спричиняє загибель молоді рачків протягом доби [4]. В той же час елементарний фосфор значно більш токсичний для гіллястовусих рачків, загибель організмів виявлялась при концентраціях вище  $0,047 \text{ мг Р/дм}^3$  [3]. Слід зауважити, що відсутність цього елемента в середовищі також негативно впливає не тільки на фітопланктон, але й на зоопланктон [37]. Так, при співвідношенні вмісту фосфору до вмісту вуглецю в планктонних водоростях нижче  $0,0011$  дафнії, які харчуються цими водоростями, не можуть розмножуватися [46].

Щодо синтетичних миючих засобів (СМЗ), які містять фосфати (триполіфосфат натрію), то в експериментальних умовах при їх внесенні в акваріуми інтенсивно розвиваються протококові, а в природі – переважно синьо-зелені водорості [24].

В роботі [29] розглянуто результати токсикологічних експериментів на *D. magna*, в яких, поряд з токсичною дією синтетичних миючих засобів, проявилась і негативна для тест-об'єктів їх евтрофікуюча активність. В роботі [5] вказується, що негативну дію на *D. magna* чинять саме поверхнево-активні речовини (ПАР), безпосередньо вражаючи організм безхребетних, а фосфати лише підсилюють негативну дію ПАР на дафній, яка полягає в інтенсифікації життєдіяльності водоростей та обростання ними дафній. Так, за дії СМЗ відомих за радянських часів – «Чайка», «Ера», «Донбасс», «Лотос» на *D. magna* у воді, взятої з евтрофної водойми, спостерігалось обростання дафній одноклітинними та нитчастими водоростями, що з часом зростає пропорційно концентрації досліджуваної речовини. При цьому у даній воді без додавання СМЗ обростання не спостерігалось. В результаті проведених досліджень було зазначено, що СМЗ одночасно виступає як чинник евтрофікації і токсифікації модельної екосистеми.

Безхребетні, особливо на ранніх стадіях розвитку, надзвичайно чутливі до вмісту мийних засобів у воді: концентрації нижче  $0,1 \text{ мг/л}$  впливають на ріст та розвиток деяких видів. Негативна дія мийних засобів полягає в їх взаємодії з білками та вплив на проникність мембран. Встановлено, що в природних водах мийні засоби частково деградують, тому гранично допустима концентрація  $0,5 \text{ мг/л}$ , очевидно, не матиме негативної дії.

Низка робіт присвячена впливу фосфоровмісних речовин, зокрема у складі мийних засобів, на біохімічні показники морських і прісноводних молюсків, а також ролі молюсків у регенерації фосфору як поживної речовини і його циркуляції у водних екосистемах.

Зокрема, досліджували рівень активності кислої ДНКазы в гемоцитах і травній залозі мідій *Mytilus galloprovincialis* після впливу модельних забруднювачів, в тому числі мийних засобів. Питома активність ферменту у контрольних молюсків була вищою в гемоцитах, ніж в травній залозі. У тих випадках, коли забруднюючий ефект не міг бути виявлений шляхом вимірювання кислої ДНКазы в одній тканині, було введено коефіцієнт – співвідношення її активності у травній залозі та у гемоцитах (Нер/Нем). Польові дослідження показали, що травна залоза мідій є чутливою тканиною для виявлення забруднених детергентами акваторій [36]. Іншими авторами [32] пропонується використовувати мідій *Mytilus galloprovincialis* для біомоніторингу стану водних екосистем з високою концентрацією синтетичних миючих засобів.

В роботі Кандюк Р. П. [16] зазначається, що зі зростанням концентрації детергента Ariel вміст стеринів в мідій помітно падає. В розчинах трьох концентрацій ( $0,001$ ,  $0,005$  і  $0,01\%$ ) вміст холестерину в організмі молюсків підвищується на третю добу. Зміну вмісту стеаринової фракції та її компонентів в тілі мідій під впливом детергентів автор пояснив здатністю останніх проникати через мембрану клітин тіла молюска та утворювати комплекси з ліпідами, порушуючи тим самим проникність мембран.



Проводилися дослідження для з'ясування можливості молюсків обмежувати рух фосфору у віддалені від берега зони (на прикладі озера Гурон, США). Було висунуто припущення, що фільтраційна здатність молюсків *Dreissena polymorpha* до вловлювання потоку фосфору у прибережних районах призводить до скорочення первинної продукції у віддалених від берега акваторіях. Отримані авторами результати показали, що частка збереженого потоку фосфору зросла до 46-70% при появі дрейсен, скорочуючи тим самим надходження фосфору до основних мешканців озера. Результати дослідження підтвердили гіпотезу, що тривале скорочення вилову риби і вторинних продуцентів, включаючи *Diporeia sp.*, пов'язано із зменшенням доступності фосфору для первинних продуцентів у віддалених від берега водах [35].

Висока фільтрувальна здатність молюсків *D. polymorpha* та їх спроможність вилучати надлишок фосфору, пригнічуючи тим самим розвиток синьо-зелених водоростей *Microcystis aeruginosa*, зумовлює їх позитивний вплив на якість води, про що повідомляється в роботі [43].

Культивування молюсків (мідій) розглядають також як потенційний захід, що дозволяє усунути надлишок поживних речовин безпосередньо з моря, зокрема Балтійського, особливо в прибережних евтрофних районах. Мідії вилучають азот і фосфор з водної екосистеми, споживаючи фітопланктон, що містить ці елементи. Проте є застереження, що осадження органічного матеріалу у фекаліях і псевдофекаліях нижче за течією від мідієвих ферм споживає кисень і може призвести до гіпоксії і навіть аноксії донних відкладів, викликаючи підвищене вивільнення амонію і фосфатів [47].

Порівнювали вплив донних молюсків і культивованих мідій на характеристики донних відкладів і донні потоки органічного та неорганічного азоту і фосфору в дрібних прибережних лагунах Італії. Виявлено, що два види молюсків по різному впливали на особливості донних відкладів, але обидва створювали «гарячі точки» потоків поживних речовин з річними індексами регенерації азоту в 4,5-4,9 рази і фосфору в 13,5-14,5 рази вище, ніж в контрольних осадах. Встановлено, що культивування мідій викликає значну регенерацію поживних речовин (до 25% азоту і фосфору) також у товщі води [42].

Вивчали вплив азійських молюсків *Corbicula fluminea* на властивості донних відкладів і динаміку фосфору в системі «вода-донні відклади» в озерах Китаю. Діяльність молюсків посилює рух води вниз, внаслідок чого знижується концентрація  $Fe^{2+}$  у поровій воді в процесі окиснення. Утворений гідроксид заліза адсорбує розчинний реактивний фосфор із порової води, зв'язує і збільшує його концентрацію в осадах. Поява молюсків прискорює вивільнення розчинного реактивного фосфору із відкладів у воду, і його потік зростає зі зростанням щільності популяції *Corbicula fluminea* [39].

Переважає більшість наукових джерел стосується різних аспектів впливу фосфоровмісних сполук на рибу.

Підвищена концентрація фосфору у воді стимулює розвиток молоді риби, збільшує темпи їх росту та виживання [26, 28]. Значення фосфору в життєдіяльності гідробіонтів, в тому числі і риби, детально розглянуто в монографії В. Д. Романенка та співавт. [20, 21]. Ними досліджено вплив різного рівня фосфору у водному середовищі на обмін кальцію та фосфору.

Низкою інших досліджень встановлено, що елементи фосфорного балансу в риби дуже чутливі до змін окремих параметрів середовища. Визначено шляхи проникнення фосфору в тіло риби [2, 20, 23]. Показано, що після переходу риби на активне живлення в їх тіло з води потрапляє лише 1,5-3,0% фосфору, а основну його кількість вони засвоюють з їжею [26, 28]. Вивчено також шляхи виведення фосфору з організму риби [26]. Встановлено кількісні закономірності інтенсивності дихання та екскреції фосфору при стандартному та харчовому обміні у шести видів риби [7]. Найвні результати про рівень його екскреції морськими та прісноводними ракоподібними [12] і його концентрацію в тілі риби [9]. Поряд з цим, присутні окремі роботи про вплив нікелю та хрому на інтенсивність екскреції фосфору з організму риби [8, 10].

Відомо [27, 44], що риба абсорбує фосфор з води переважно зябрами та шкірою. За результатами досліджень Арсана О. М. [1], зростання вмісту фосфору у воді від 0,06 (найчастіше зустрічається у воді внутрішніх водойм) до 0,3 мг/дм<sup>3</sup> при температурі води 20 і

25°C знижує рівень пірувату, щавлевооцетової кислоти, малату, кетоглутарату та підвищує концентрацію лактату в печінці коропа, що призводить до накопичення останнього навіть в крові. При цьому знижується також окиснювальна здатність цитоплазми клітин печінки. За температури води 30°C обидві концентрації неорганічного фосфору активують реакції трикарбонного циклу та пригнічують гліколіз в тканинах риб. Крім того, встановлено, що дія неорганічного фосфору на ці процеси залежить не лише від його концентрації та періоду адаптації, але й від температури середовища.

Крім того, згідно результатів досліджень [17] СМЗ «Десна» в концентрації 0,01-10,0 мг/дм<sup>3</sup> не чинила негативної дії на риб, тоді як летальна концентрація через 24 год для *L. Stagnalis*, *M. macroscora* склала 100 мг/дм<sup>3</sup> СМЗ, а для *Ac. vernalis* – 500 мг/дм<sup>3</sup>. Встановлено [18, 19], що компоненти СМЗ – триполіфосфат та сульфат натрію – порушень в життєдіяльності риб не викликають.

За даними [31], синтетичні мийчі засоби в концентраціях від 0,4 до 40 мг/дм<sup>3</sup> є гостротоксичними для риб. До чинників, які визначають їх токсичність, належить: молекулярна структура складових мийних засобів, твердість води, температура та концентрація розчиненого кисню у воді, вік і вид риби та можливість їх адаптації до низьких концентрацій мийних засобів у воді. В першу чергу, гостротоксичний ефект мийних засобів на організм риб проявляється через ураження зябер та погіршення дихання [38]. По-друге, їх токсичність підвищується при надходженні в організм. Сублетальні ефекти супроводжуються сповільненням росту риб, змінами в харчовій поведінці та гальмування хеморецепторів. При низьких рівнях мийних засобів зростає поглинання інших отруйних речовин.

В роботі [34] досліджено вплив двох видів мийних засобів, один з яких добре окиснюється, на риб. Електрофізіологічні методи та спостереження за плаванням риб та їх харчовою поведінкою дозволили виявити порушення рецепторів. При цьому дослідні риби, які зазнали дії мийних засобів, не можуть відновити свої функції навіть через 6 тижнів.

Згідно результатів досліджень [48], в яких вивчався вплив мийних засобів стічних вод (які містять лінійні алкілбензолсульфонати) та побутових мийних засобів на організм риб, встановлено респіраторні порушення, втрату рівноваги, порушення плавання і загибель риб. При цьому зазначено, що вона зростає зі збільшенням їх концентрації у воді і залежить від часу дії токсиканту. В печінці риб відмічено набряк гепатоцитів, клітинну інфільтрацію та некроз клітин. Встановлено, що мийні засоби стічних вод є високо токсичними для *Clarias gariepinus* на ранніх найбільш чутливих етапах розвитку.

Аналогічні негативні зміни відмічено і в дослідях на теплокровних тваринах. Згідно отриманих результатів [14] фосфоровмісні поверхнево-активні речовини «ГЕА синтафон-7», фосфатидилетаноламін (ФТЕА), Поліфос-124 ТМ в дозах 1/10, 1/100 ДЛ 50, що відповідно становить 390, 39, 1230, 123, 720, 72 мг/кг маси щурів в підгострому та хронічному досліді порушують окисно-відновні процеси та виснажують антиоксидантну систему тварин. Довготривала пероральна дія фосфоровмісних ПАР призводить до перерозподілу макро- та мікроелементів в організмі та супроводжується переважно підвищенням рівня К, Са, Mg, Sp, Be, Cu, Mn сироватки крові та зниженням останніх в органах та тканинах, за винятком Cu, вміст якого збільшується в серці, нирках та селезінці. Досліджувані детергенти в дозах 1/10, 1/100 ДЛ 50 знижують спорідненість до лігандів та числа місць зв'язування адреналлових, серотонінових, дофамінових, глюкокортикоїдних рецепторів в печінці, головному мозку та блокують функцію внутрішньоклітинних нейромедіаторів. Фосфоровмісні ПАР порушують баланс плазмових амінокислот, а саме сірковмісних. Динаміка фонду амінокислот засвідчила про переважання катаболічних процесів. Крім того, фосфоровмісні ПАР призводять до накопичення в організмі тварин малонового діальдегіду, дієнових кон'югатів, пероксидів, гідрпероксидів, вільних радикалів та зниження вмісту SH-груп, глутатіону, вітаміну С, активності пероксидази, каталази, глутатіонпероксидази, церулоплазміну, що свідчить про виснаження антиоксидантної системи.

**Висновки**

Забруднення водой фосфоровмісними мийними засобами та їх вплив на живі організми залежить від складу мийних засобів, їх концентрації у воді та часу дії.

Аналіз фахової літератури показав, що результатів досліджень про вплив фосфору в складі мийних засобів на водяні організми вкрай мало. Найвні поодинокі повідомлення його впливу на планктонні та бентосні організми. Крім того, є окремі результати про негативний вплив фосфоровмісних мийних засобів на рибу, їх дихальний апарат, окремі гістологічні показники, рух та поведінку.

Отже, актуальність цієї теми є незаперечним фактом і вказує на необхідність проведення досліджень в даному напрямку.

1. *Арсан О.М.* Неорганический фосфор водной среды и процессы генерирования энергии у карпа / О.М. Арсан // Вторая Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии, посвящ 100-летию проблемы качества воды в России: Санкт-Петербург, ноябрь 1991 г. — Санкт-Петербург, 1991. — Т. 1. — С. 23—25.
2. *Арсан О.М.* Особенности функционирования основных механизмов энергообеспечения процессов акклимации рыб к абиотическим факторам водной среды: автореф. дис. ... докт. биол. наук / О.М. Арсан. — М., 1987. — 37 с.
3. *Берлякова Н.И.* Влияние элементарного фосфора и его галогенидов на *Daphnia magna* Straus / Н.И. Берлякова // Вопросы водной токсикологии. — М.: Наука, 1970. — С. 141—143.
4. *Биотехнология* культивирования гидробионтов / В.Д. Романенко, Ю.Г. Крот, Л.А. Сиренко, В.Д. Соломатина. — К.: ИГБ НАНУ, 1999. — 264 с.
5. *Брагинский Л.П.* Влияние синтетических моющих средств на *Daphnia magna* Straus в сочетании с их эвтрофирующим действием в водоеме / Л.П. Брагинский, Э.П. Щербань // Гидробиол. журн. — 1985. — Т. 21, № 2. — С. 69—75.
6. *Брагинский Л.П.* Гидробиологические проблемы установления ПДК токсических веществ в водной среде. — В кн: Научные основы установления ПДК в водной среде и самоочищение поверхностных вод / Л.П. Брагинский. — М.: Наука, 1972. — С. 12—15.
7. *Гандзюра В.П.* Влияние питания на экскрецию ортофосфатов рыбами / В.П. Гандзюра, И.А. Лукьянец // 8-я науч. конф. по экол. физиологии и биохимии рыб, Петрозаводск, 30 сент. — 3 окт. 1992 г.: тезисы докл. — Петрозаводск, 1992. — Т. 1. — С. 63—64.
8. *Гандзюра В.П.* Вплив хрому та нікелю на екскрецію фосфору рибами / В.П. Гандзюра, Ашфак Ахмад // Вісн. Київ. ун-ту. Біологія. — 1998. — Вип. 28. — С. 53—55.
9. *Гандзюра В.П.* Содержание фосфора в теле рыб днепровских водохранилищ / В.П. Гандзюра // Гидробиол. журн. — 1985. — Т. 21, № 6. — С. 84—87.
10. *Гандзюра В.П.* Фосфорный баланс у рыб при действии тяжелых металлов ( $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ), содержащихся в водной среде / В.П. Гандзюра // Гидробиол. журн. — 2003. — Т. 39, № 5. — С. 92—100.
11. *Гордеев В.В.* Речной сток в океане и черты его геохимии / В.В. Гордеев. — М.: Наука, 1983. — 160 с.
12. *Гутельмахер Б.Л.* Скорость экскреции фосфора морскими и пресноводными ракообразными (Обзор) / Б.Л. Гутельмахер // Гидробиол. журн. — 1983. — Т. 19, № 2. — С. 13—29.
13. *Даценко Ю.С.* Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты / Ю.С. Даценко. — М.: ГЕОС, 2007. — 252 с.
14. *Золотаревская Л.А.* Механизм биохимического действия фосфорсодержащих поверхностно-активных веществ: дис. ... канд биол. наук / Л.А. Золотаревская. — Ростов-на-Дону, 1999. — 163 с.
15. *Ивлева И.В.* Биологические основы массового культивирования беспозвоночных / И.В. Ивлева. — М.: Наука, 1969. — 170 с.
16. *Кандюк Р.П.* Влияние катионо- и анионоактивных детергентов на содержание стерина в организме черноморской мидии *Mutilus galloprovincialis* L. / Р.П. Кандюк // Гидробиол. журн. — 1979. — Т. XV, № 6. — С. 118—119.
17. *Комаровский Ф.Я.* Оценка токсичности нового СМС «Десна» для гидробионтов: Вторая всесоюз. конф по рыбохоз. токсикол., посвящ. 100-тию проблем качества воды в России / Ф.Я. Комаровский, Э.П. Щербань. — Санкт-Петербург, 1991. — Т. 1. — С. 279—280.
18. *Коскова Л.А.* Действие некоторых синтетических стиральных порошков на гуппи / Л.А. Коскова. — Информ. Бюл., Ин-т биологии внутр вод АН СССР, 1976. — № 32. — С. 58—61.
19. *Коскова Л.А.* Токсичность синтетических поверхностно-активных веществ и моющих средств для водных животных (обзор) / Л.А. Коскова, В.И. Козловская // Гидробиол. журн. — 1979. — Т. XV, № 1. — С. 77—84.

20. Романенко В.Д. Кальций и фосфор в жизнедеятельности гидробионтов / В.Д. Романенко, О.М. Арсан, В.Д. Соломатина. — К.: Наук. думка, 1982. — 152 с.
21. Романенко В.Д. Механизмы температурной акклимации рыб / В.Д. Романенко, О.М. Арсан, В.Д. Соломатина. — К.: Наук. думка, 1991. — 162 с.
22. Савенко В.С. Сток фосфора в составе взвешенных наносов / В.С. Савенко // Водные ресурсы. — 1999. — Т. 26, № 1. — С. 48—54.
23. Соломатина В.Д. Влияние CO<sub>2</sub> водной среды на обмен фосфорных соединений у карповых рыб / В.Д. Соломатина // Экологическая физиология рыб, 3-я Всесоюз. конф.: тез. докл. (Киев, ноябрь 1976 г.). — Киев: Наук. думка, 1976. — С. 66.
24. Токсичность для гидробионтов и деградация синтетических поверхностно-активных веществ в пресных водах / Л.П. Брагинский, В.Д. Бескаравайная, И.Л. Буртная [и др.]. — 1983. — 231 с. — Рукопись деп. ВИНТИ № 3246-83 Деп.
25. Харитонова Н.Н. Биологические основы интенсификации прудового рыбоводства. — К.: Наук. думка, 1984. — 196 с.
26. Шеханова И.А. Изучение фосфорного обмена у молоди карповых и осетровых рыб с применением радиоактивного фосфора / И.А. Шеханова. — М.: ВНИРО. — 1959. — С. 6—12.
27. Шеханова И.А. Некоторые вопросы фосфорного обмена у рыб / И.А. Шеханова // Тр. ВНИРО. — 1961. — Т. 44. — С. 66—77.
28. Шеханова И.А. Радиоэкология рыб / И.А. Шеханова. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. — 208 с.
29. Щербань Э.П. Токсичность некоторых поверхностно-активных веществ для *D. magna*. / Э.П. Щербань // Гидробиол. журн. — 1979. — Т. 15, № 3. — С. 69—74.
30. Эволюция круговорота фосфора и эвтрофирование природных вод / под ред. К. Я. Кондратьева, И.С. Коплан-Дикса. — Л.: Наука, 1988. — 204 с.
31. Abel P.D. Toxicity of synthetic detergents to fish and aquatic invertebrates / P.D. Abel // Journal of Fish Biology. — 1974. — Vol. 6, Issue 3. — P. 279—298.
32. Anionic detergents in *Mytilus galloprovincialis* of gulf of Naples / G. Sansone, U. Gallone, L. Rossi, G. Biondi // Boll. Soc. Ital. Sper. — 1979. — Vol. 55, N 19. — P. 2031—2035.
33. Banerji Shankha K. Detergents / K. Banerji Shankha // J. Water Pollut. Contr. Fed. — 1974. — Vol. 46, N 6. — P. 1140—1145.
34. Bardach J.E. Detergents; effects on the chemical senses of the fish *Ictalurus natalis* (Le sueur) / J.E. Bardach, M. Fujiya, A. Holl // Science. — 1965. — Vol. 148. — P. 1605—1607.
35. Do invasive mussels restrict offshore phosphorus transport in Lake Huron? / Y. Cha, C.A. Stow, T.F. Nalepa, K.H. Rechhow // Environ. Sci. Technol. — 2011. — Vol. 45, N 17. — P. 7226—7231.
36. Effect of marine pollutants on the acid DNase activity in the hemocytes and digestive gland of the mussel *Mytilus galloprovincialis* / M. Fafandel, N. Bihari, L. Perić, A. Cenov // Aquat. Toxicol. — 2008. — Vol. 86, N 4. — P. 508—513.
37. Effects of algal feed on fecundity and population growth rates of *Daphnia* / Kilham Susan S., Kreeger Daniel A., Goulden Clyde E., Lynn Scott G. // Freshwater Biol. — 1997. — Vol. 38, №3. — P. 639—647.
38. Hazari L. Effect of syntetic detergents on some of the behavioral patterns of fish fingerlings (*Cirrhina mrigala*) and its relation to ecotoxicology / L. Hazari, M. Virendra // Bull. Environ. Contam. Toxicol. — 1984. — Vol. 32. — P. 109—115.
39. Impacts of Asian clams (*Corbicula fluminea*) on lake sediment properties and phosphorus movement / L. Zhang, X. Z. Gu, H. Y. Hu, J. C. Zhong // Huan Jing Ke Xue. — 2011. — Vol. 32, N 1. — P. 88—95.
40. Kroes H.W. Replacement of phosphates in detergents / H.W. Kroes // Hydrobiol. Bull. — 1980. — Vol. 14, N 1-2. — P. 90—93.
41. Murphy C.B. Jr. Effect of restricted use of phosphate based detergents on Onondaga Lake / C.B. Jr. Murphy // Science. — 1973. — Vol. 182, N 4110. — P. 379—381.
42. Nizzoli D. Seasonal nitrogen and phosphorus dynamics during benthic clam and suspended mussel cultivation / D. Nizzoli, D. T. Welsh, P. Viaroli // Mar. Pollut. Bull. — 2011. — Vol. 62, N 6. — P. 1276—87.
43. Phosphorus addition reverses the positive effect of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on the toxic cyanobacterium, *Microcystis aeruginosa* / O. Sarnelle, J. D. White, G. P. Horst, S. K. Hamilton // Water Res. — 2012. — Vol. 46, N. 11. — P. 3471—3478.
44. Phosphorus uptake from water by *Tilapia Zillii* (Gervais) / A. Ai-Kholy, M.M. Ishak, I.A. Joseff, S.R. Khalil // Hydrobiologia. — 1970. — Vol. 36, N 34. — P. 471—478.
45. Prat J. The pollution of water by detergents / J. Prat, A. Girand. — Paris, 1964. — 86 p.
46. Sommer U. Phosphorus-limited *Daphnia*: intraspecific facilitation instead of competition / U. Sommer // Limnol. and Oceanogr. — 1992. — Vol. 37, № 5. — P. 966—973.

47. *Stadmark J.* Mussel farming as a nutrient reduction measure in the Baltic Sea: consideration of nutrient biogeochemical cycles / J. Stadmark, D.J. Conley // *Mar. Pollut. Bull.* — 2011. — Vol. 62, N 7. — P. 1385—1388.
48. *Toxicological impact of detergent effluent on juvenile of African Catfish (Clarias gariepinus)* / M.A. Ogundiran, O. O. Fawole, S. O. Adewoye, T. A. Ayandiran // *Agric. Biol. J. N. Am.* — 2010. — Vol. 1, N 3. — P. 330—342.

*М.О. Савлучинська, Л.О. Горбатюк, О.М. Платонов, О.О. Пасічна, С.П. Бурмістренко,  
И.Г. Кукля, Н.М. Каглян, О.М. Арсан*  
Институт гидробиологии НАН Украины

#### ФОСФОР МОЮЩИХ СРЕДСТВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ (ОБЗОР)

В обзорной статье обобщены литературные данные о влиянии фосфора, в том числе и в составе моющих средств, на гидробионтов. Рассмотрены результаты влияния фосфора на некоторые физиолого-биохимические показатели водных животных, а также их роль в регенераций и круговороте фосфора в водных экосистемах.

*Ключевые слова: фосфор, триполифосфат натрия, фосфаты, синтетические моющие средства, дафнии, моллюски, рыба*

*М.О. Savluchinska, L.O. Gorbatyuk, M.O. Platonov, O.O. Pasichna, S.P. Burmistrenko, I.G. Kukla,  
N.M. Kaglan, O.M. Arsan*  
Ukraine Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

#### THE INFLUENCE OF PHOSPHORUS FROM DETERGENTS ON AQUATIC ANIMALS (a review)

The recent literature data on the influence of phosphorus, including as part of detergents on aquatic organisms has been generalized in a review article. The effects of phosphorus on some physiological and biochemical indices of aquatic animals has been considered. The role of some of them in regeneration and circulation of phosphorus in aquatic ecosystems was analyzed.

*Keywords: phosphorus, sodium tripolyphosphate, phosphates, detergents, daphnia, clams, fish*

Рекомендує до друку

В.З. Курант

Надійшла 24.05.2013

# РЕЦЕНЗІЇ

## ЗАГАЛЬНІ ЗАСАДИ ЕВОЛЮЦІЙНОГО ВЧЕННЯ

**Бровдій В.М. Еволюційне вчення: підручник / В.М. Бровдій. — К.: ВЦ „Академія”, 2013. – 336 с. – (Серія „Альма-матер”).**

У київському видавничому центрі „Академія” вийшов друком підручник „Еволюційне вчення” відомого українського зоолога і еволюціоніста, академіка Академії наук вищої школи України, доктора біологічних наук, завідувача кафедри зоології Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, професора В.М. Бровдія. Зауважимо, що вища школа України давно очікувала видання подібного підручника для студентів вищих навчальних закладів. Тому відрадно, що своїм листом № 1/11—9818 від 18.06.2012 р. Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України надало підручнику гриф «Затверджено як підручник для студентів вищих навчальних закладів». Тому актуальність видання підручника і його важливість для вищих навчальних закладів України цілком очевидна.

У підручнику викладено основи вчення про походження та еволюцію живої природи, історію розвитку еволюційних ідей, докази про походження, організованість та еволюцію життя на Землі, вчення про мікро-та макроеволюцію, проблеми антропогенезу, сучасні дискусії в еволюційній теорії, а також її загальнонаукове, методологічне і практичне значення. Підручник містить п'ять розділів: 1. Загальні засади еволюційного вчення. 2. Органічна еволюція як об'єктивний процес. 3. Вчення про мікроеволюцію. 4. Проблеми макроеволюції. 5. Проблеми і перспективи еволюційного вчення. Всі розділи глибоко розкриті з наведенням конкретних прикладів, що робить підручник глибоко науковим виданням. В кінці кожного розділу автор наводить запитання та завдання для самостійної роботи студентів, що важливо для навчального підручника і процесу поглибленого засвоєння знань студентами. Не розкриваючи сутності викладеного у всіх п'яти розділах матеріалу підручника, зупинимось коротко на загальних засадах еволюційного вчення, які проходять червоною ниткою через увесь підручник, оскільки еволюційне вчення в процесі тривалого періоду історичного розвитку виокремилось у самостійну галузь наукових досліджень, яка виконує важливі науково-природничі, соціальні та прикладні завдання, має власний об'єкт та предмет дослідження, використовує для своїх узагальнень різноманітні наукові методи і посідає важливе місце в системі наук. Ряд позицій еволюційної теорії розкриті автором вперше, особливо на мікроеволюційному рівні. Заслуговує на увагу наведений в підручнику термінологічний словник, оскільки вибір того чи іншого терміну та забезпечення його точності вимагає передовсім конкретного мислення, спеціальної і загальної фахової підготовки, в т. ч. мовознавчої. Підручник написаний літературною українською мовою, легко читається та сприймається. Слушно зауважити, що це практично перше видання з проблем еволюції органічного світу, мікро– макроеволюції життя на Землі.

Водночас у тексті підручника мають місце окремі граматичні та стилістичні неточності, які нічуть не знижують наукового значення підручника та новизни викладеного матеріалу. Без

## РЕЦЕНЗІЇ

---

сумніву рецензований підручник 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 проблемами еволюції органічного світу.

На завершення хочемо побажати автору підручника «Еволюційне вчення» — професору Василю Михайловичу Бровдію подальших творчих успіхів у науково-дослідній роботі, у підготовці нових підручників та навчальних посібників, у навчально-виховному процесі щодо підготовки висококваліфікованих фахівців біології, необхідних для системи освіти України.

*професор М.М. Барна*  
*професор В.І. Кваша*

**ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ**  
**ВІДОМІЙ УКРАЇНСЬКИЙ БІОТЕХНОЛОГ КОРМІВ І ГОДІВЛІ**  
**ТВАРИН, ЗООЛОГ, ТЕРІОЛОГ, ЕВОЛЮЦІОНІСТ**  
**(до 70-річчя від дня народження професора В.І. Кваші)**



**ПРОФЕСОР ВАСИЛЬ ІВАНОВИЧ КВАША**



22 березня 2013 року виповнюється 70 років від Дня народження і 40 років виробничої, наукової, педагогічної, громадської та суспільно-корисної діяльності доктора сільськогосподарських наук, професора, члена Всеукраїнської Екологічної Ліги, члена Всеукраїнського товариства охорони птахів, члена Українського товариства генетиків, завідувача кафедри зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка **Василя Івановича Кваші**.

Народився В.І. Кваша 22 березня 1943 року в с. Нова-Буда Бородянського району Київської області в сім'ї службовців. У 1957 році закінчив 7 класів Ново-Буднянської семирічної школи. У 1958 році вступив до Мироцького зооветеринарного технікуму (с. Мироцьке Бородянського району Київської області), закінчивши який за спеціальністю „Зоотехнія” отримав диплом з відзнакою. Після закінчення технікуму поступив на зоотехнічний факультет Української ордена Трудового Червоного Прапора сільськогосподарської академії, який закінчив у 1967 році за спеціальністю „Зоотехнія” і кваліфікацією Учений Зоотехнік. Отримав диплом з відзнакою.

Після закінчення академії був запрошений академіком, професором Пшеничним П.Д. на кафедру годівлі с.–г. тварин і технології кормів у якості стажора (1968 – 1969 рр.) для продовження наукової діяльності, яку розпочав ще студентом III курсу по проблемі організації повноцінної годівлі тварин, зокрема використання заміників молока у годівлі тварин і їх впливу на формування продуктивних якостей молодняка великої рогатої худоби. Опрацювавши багаточисельні складні методики у ВНЗ України був прийнятий на навчання в очну аспірантуру (1969 – 1972 рр.) кафедри годівлі с.–г. тварин і технології кормів (зав. кафедри проф. Пшеничний П.Д.), яку успішно закінчив у 1972 році. Старшим лаборантом кафедри працював протягом 1972 – 1973 рр. і підготував до захисту кандидатську дисертацію за спеціальністю 06.551, яку успішно захистив у січні 1974 року. На здобуття наукового ступеня кандидата с.–г. наук.

З березня 1973 по жовтень 1976 року працював завідувачем відділом тваринництва Рівненської державної с.–г. дослідної станції (с. Шубків), вивчаючи проблему організації повноцінної годівлі великої рогатої худоби і свиней та публікуючи ряд наукових праць і рекомендацій для аграрного сектору.

На посаді завідувача лабораторії організації і реконструкції тваринницьких ферм і комплексів Українського відділення Всесоюзного інституту тваринництва (УВ ВІТ) працював протягом 1976 – 1978 рр., а в 1979 – 1983 роки очолював відділ м'ясного скотарства УВ ВІТ. Лабораторію технології вирощування молодняка великої рогатої худоби УВ ВІТ очолював з 1983 по 1987 рік працюючи над проблемою спрямованого вирощування молодняка включаючи питання біотехнології кормів і годівлі тварин, і дорослого поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ). Результати досліджень публікував у різних виданнях.

Протягом 1987 – 1992 років працював завідувачем названої лабораторії Українського філіалу ВІТ, а з 1992 по 1998 рік продовжував очолювати лабораторію технології вирощування молодняка ВРХ Тернопільського філіалу інституту землеробства і тваринництва західного регіону України (ІЗТЗРУ) та Тернопільського філіалу інституту землеробства і біології тварин УААН (ІЗБТ), закінчивши працювати над докторською дисертацією, яку успішно захистив у травні 1997 року на тему: „Експериментальне обґрунтування підвищення продуктивності ремонтних телиць шляхом удосконалення годівлі і утримання в умовах Західного Лісостепу України” за спеціальністю 06.00.16 (06.02.02) – годівля тварин і технологія кормів (спец. вчена рада Інституту кормів УААН України).

З вересня 1997 по серпень 1998 року працював за сумісництвом на посаді доцента кафедри зоології Тернопільського педагогічного інституту ім. Я. Галана.

Василь Іванович Кваша протягом останніх 15 років, з серпня 1998 р. по серпень 2013 р. очолював кафедру зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. З 1 вересня 2013 р. наказом ректора призначений завідувачем кафедри ботаніки та зоології.

У 2002 році отримав вчене звання професора кафедри зоології. З 1999 року постійно обирався головою ДЕК очної і заочної форм навчання на хіміко–біологічному факультеті університету (бакалавр, спеціаліст) та членом ДЕК спеціальність „магістр біології”.

Професор Василь Кваша багато уваги приділяв науковій і громадській роботі в університеті. Він є директором зоологічного музею, науковим керівником двох наукових тем з держреєстром: „Фауна різнотипових екосистем Західної України, теорія і практика навчання зоології: біологія, охорона, еволюційно–методичні і освітні аспекти” та „Регіональні зерносуміші з балансуєчими мінеральними добавками у годівлі і формуванні продуктивних якостей тварин: біологія, проблеми, технологічні шляхи і методичні аспекти вирішення”.

Василь Кваша є постійним членом вченої ради університету і хіміко–біологічного факультету, обирався членом редколегії фахового журналу „Наукові записки. Серія: Біологія”. За сумісництвом працював старшим науковим співробітником Голицького ботаніко–ентомологічного заказника, що в Бережанському районі Тернопільщини.

Професор Василь Кваша був неодноразово обраний членом спеціалізованої вченої ради Д 35.826.02 у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького по захисту докторських і кандидатських робіт. Опонував кандидатські (12) і докторські дисертації (3) за спеціальністю 06.02.02. Протягом останніх 15 років проф. Василь Кваша відгукувався на автореферати кандидатських і докторських дисертацій за спеціальностями 03.00.04; 03.00.08; 03.00.10; 03.00.13; 03.00.16; 03.00.17; 06.01.12; 06.02.01; 06.02.02; 06.02.03; 16.00.09.

Під його керівництвом успішно розвиваються фауністичні дослідження з питань іхтіології, орнітології і теріології та організації повноцінного живлення тварин (Ссавців).

За його участю на кафедрі підготовлено і успішно захистились кандидати наук за спеціальностями 06.02.02 (Крижановська М.А., Голіней Г.М., Чернишенко О.Я.), 03.00.16 (Страшнюк Д.В.), 03.00.10 (Гоч І.В.), а окремі здобувачі працюють над темами кандидатських дисертацій (магістри біології Щегельський С.М., Рабченюк О.О.).

На очолюваній ним кафедрі на сьогодні працюють учні професора Василя Івановича Кваши: доценти Страшнюк Д.В., Крижановська М.А., кандидат с.–г. наук, магістр біології Голіней Г.М. і здобувачі, магістри біології Щегельський С.М. та Рабченюк О.О.

Значний внесок професор В.І. Кваша вніс разом з колективом кафедри у відновлення і поповнення експозиційних відділів зоологічного музею кафедри, який має титул „Зразковий” (Міністерство культури і мистецтв України від 30.04.1996 № 220; свідоцтво № 30/19-30 про відомчу реєстрацію музею при закладі освіти і науки системи МОН України від 07.11.2001 р.).

На базі кафедри зоології у 1999 році за участю Кваши В.І. проведено Всеукраїнську III теріологічну школу теріологів з виїздом на Голицький біостаціонар; Всеукраїнську науково–практичну конференцію „Шляхи дослідження та охорони орнітофауни. Теоретичні та практичні аспекти” (6 – 8 жовтня 2005 року); Всеукраїнську науково–практичну конференцію „Ентомологія: біологія, проблеми охорони” (травень 2011 р.); наукову конференцію „Голицький державний ботаніко–ентомологічний заказник — унікальна пам’ятка природи” Бережанського Опілля України. Голиця–12.

Завідувач кафедри зоології Василь Кваша є співорганізатором регіональної науково–практичної конференції, присвяченої 70–річчю створення хіміко–біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (травень 2010 р. с. Гутисько Бережанського району Тернопільської області) та II регіональної науково–практичної конференції „Дослідження флори та фауни Західного Поділля”, присвяченої 15–річчю створення Голицького біостаціонару Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Професор Кваша В.І. є рецензентом навчальних посібників: „Рідкісні та зникаючі хребетні Західних областей України” (авт. Талпош В.С., 1999); Програми „Основи сільського господарства” (авт. Конончук О.Б., Пида С.В., 2001); „Люпин (*Lupinus L.*)” (авт. С.В. Пида та ін., 2004); „Червона книга Тернопільщини. Тваринний світ” (укл. Березіцька М.М., Кухарська Т.А., Герц М.А., 2012).

В.І. Кваша є співавтором двох колективних монографій „Бібліографія наукових і науково–методичних видань праць викладачів хіміко–біологічного факультету 1962 – 2002 (2002)” і „Бібліографія наукових і науково–методичних праць викладачів хіміко–біологічного факультету 2003 – 2012 р.р. (2013)”.

Під науковим керівництвом професора Кваші В.І. за 15 років підготовлено і успішно захищено 75 курсових, 130 дипломних і 23 магістерських робіт (біологія, екологія) з питань біолого–екологічних спрямувань, а також під його науковим керівництвом стали переможцями Всеукраїнської олімпіади з біології та екології 4 учні МАН України (Тернопільське відділення).

Василь Кваша нагороджений медаллю „Ветеран праці” (1985 р.) та нагрудним значком „Відмінник народної освіти України” (2006 р.).

Наукова, біологічна, аграрна і педагогічна громадськість знає Василя Івановича Квашу як автора біля 270 наукових праць різних рівнів, у т.ч. монографій, навчальних посібників, словників, каталогів, методичних і виробничих рекомендацій для студентів біологічних спеціальностей університетів, вчителів біології, коледжів, автора 4 рацпропозицій на конструкцію приладів по кормоприготуванню, 2 патентів на корисну модель, наукових і науково–методичних статей, організатора і учасника Всеукраїнських та Міжнародних науково–практичних конференцій.

Наукові інтереси вченого охоплюють широке коло питань загально біологічного напрямку (живлення тварин, фізіологія, зоологія), екологічного, біоосвітнього, аграрного спрямувань:

- живлення тварин;
- біотехнології кормів;
- морфоанатомії і фізіології тварин;
- зоології хребетних;
- екології, еволюції і охорони природи;
- методичних аспектів викладання біології.

Наукові дослідження Василь Кваша розпочав ще у студентські роки при кафедрі годівлі с.–г. тварин і технології кормів під науковим керівництвом академіка П.Д. Пшеничного і продовжує на сьогодні — готуючи кандидатів наук, будучи заступником голови Тернопільського обласного НТТ та лектором і консультантом при облдержадміністрації з питань організації повноцінного живлення тварин, біотехнології кормів, екології і охорони природи при Тернопільському обласному управлінні охорони навколишнього середовища.

### Основні наукові праці професора Василя Івановича Кваші

#### НАУКОВІ МОНОГРАФІЇ ТА БІБЛІОГРАФІЇ

1. Кваша В.І. Прогресивні технології промислового виробництва яловичини в спеціалізованих господарствах Тернопільської області: монографія / В.І. Кваша, Е.А. Міщанін. — Тернопіль: Збруч, 1983. — 44 с.
2. Кваша В.І. Технология направленного выращивания ремонтных телок в условиях региона Западной Лесостепи УССР: монография / Кваша В.И., Василишин Н.Е., Грицай Б.В. — Тернополь: Збруч, 1991. — 124 с.
3. Бібліографія наукових і науково–методичних праць викладачів хіміко–біологічного факультету імені Володимира Гнатюка 1962–2002 рр. / [уклад. Барна М.М., Похила Л.С., Грубінко В.В., Гришук Б.Д., Кваша В.І., Олійник А.М., Степанюк А.В.]; за ред. М.М. Барни. — Тернопіль: Видав. відділ ТДПУ, 2002. — 182 с.
4. Кваша В.І. Фауна Голицького ботаніко–ентомологічного заказника загальнодержавного значення: монографія / В.І. Кваша, С.С. Подобівський, Д.В. Страшнюк. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2006. — 46 с.

**СЛОВНИКИ, ДОВІДНИКИ, КАТАЛОГИ**

5. Кваша В.І. Еволюційне вчення. Словник-довідник (терміни, поняття, персоналії) / В.І. Кваша, Ю.В. Синюк. — Тернопіль: Вид-во ТДПУ, 2001. — 50 с.
6. Кваша В.І. Каталог фауни хребетних зоологічного музею кафедри зоології: довідник / В.І. Кваша, Д.В. Страшнюк. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2004. — 16 с.
7. Кваша В.І. Еволюційне вчення. Словник-довідник. Терміни, поняття, персоналії / В.І. Кваша, Ю.В. Синюк. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка 2004. — 40 с.
8. Кваша В.І. Каталог фауни хребетних зоологічного музею кафедри зоології: довідник / В.І. Кваша, Д.В. Страшнюк. [2-е вид., доп.]. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2005. — 19 с.
9. Кваша В.І. Еволюційне вчення. Словник-довідник. Терміни, поняття, персоналії / В.І. Кваша, Ю.В. Синюк, Г.М. Голіней. [за ред. проф. Кваші В.І.]. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — 40 с.
10. Страшнюк Д.В. Морфометричні і репродуктивні параметри орнітофауни Західної України: довідник у 5-ти частинах / Д.В. Страшнюк, В.І. Кваша, С.М. Щегельський. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — Ч. 1. — 58 с.
11. Страшнюк Д.В. Морфометричні і репродуктивні параметри орнітофауни Західної України: довідник у 5ти частинах / Д.В. Страшнюк, С.М. Щегельський, В.І. Кваша. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — Ч. 2. — 65 с.

**НАУКОВО-ПОПУЛЯРНІ КНИГИ**

12. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940-2010): наук.-попул. вид. / [Барна М.М., Курант В.З., Барна Л.С., Грубінко В.В., Гришук Б.Д., Кваша В.І., Степанюк А.В.]; за ред. М.М. Барни. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2010. — 308 с.: іл.

**НАВЧАЛЬНІ ПОСІБНИКИ**

13. Кваша В.І. Зоологія безхребетних. Лабораторний практикум (загальна біологія з основами морфоанатомії): навчальний посібник / В.І. Кваша, Б.Р. Пилявський, С.С. Подобівський. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2001. — 144 с.
14. Кваша В.І. Еволюційне вчення: Лабораторний практикум: навчальний посібник / В.І. Кваша. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2004. — 68 с.
15. Зоологія. Навчально-польовий практикум: навчальний посібник / [В.І. Кваша, Б.Р. Пилявський, С.С. Подобівський, О.В. Барабаш]. — Тернопіль: Мандрівець, 2004. — 187 с.
16. Зоологія. Навчально-польовий практикум: навчальний посібник / [В.І. Кваша, Б.Р. Пилявський, С.С.Подобівський, О.В.Барабаш]. — Тернопіль: Мандрівець, 2005. —136 с. *Рекомендовано МОН України.*
17. Кваша В.І. Еволюційне вчення: Лабораторний практикум: навчальний посібник / В.І. Кваша. [2-е вид.] — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2005. — 68 с. *Рекомендовано МОН України.*
18. Кваша В.І. Зоологія безхребетних. Лабораторний практикум. (загальна біологія з основами морфоанатомії): навчальний посібник / В.І. Кваша, Б.Р.Пилявський, С.С.Подобівський. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2005. — 144 с. *Рекомендовано МОН України.*
19. Страшнюк Д.В. Природо-заповідні території (Курс лекцій): навчальний посібник / Д.В. Страшнюк, В.І. Кваша, Н.М. Страшнюк. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2007. — 89 с.
20. Кваша В.І. Еволюційне вчення (Курс лекцій): навчальний посібник / В.І. Кваша, Г.М. Голіней. — Тернопіль, Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — 126 с.
21. Кваша В.І. Зоологія хребетних (Курс лекцій): навчальний посібник / В.І. Кваша, С.М. Щегельський. — Тернопіль, Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — 174 с.
22. Кваша В.І. Еволюція життя. Конспект лекцій / В.І. Кваша — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2009. — 60 с.
23. Кваша В.І. Основи теріології. Спецкурс для студентів біологів / В.І. Кваша. — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — 58 с.

24. Кваша В.І. Зоологія безхребетних. Лабораторний практикум (загальна біологія з основами морфоанатомії): навчальний посібник / В.І. Кваша, С.С. Подобівський. — [2-е вид. перероб.]. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2012. — 144 с.

### ЕЛЕКТРОННІ ВЕРСІЇ НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ

25. Кваша В.І. Зоологія хребетних [Електронний курс]: навч. посіб. для студ. біол. спец. вищих закладів освіти / В.І. Кваша, С.М. Щегельський — 80 Min. / 700 MB. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — (наукова бібліотека ун-ту). — Систем. вимоги: Pentium: 32 Mb RAM: Windows 95, 98, 2000. XP; MS Word 97-2000. — Назва з контейнера.
26. Кваша В.І. Еволюційне вчення [Електронний курс]: навч. посіб. для студ. біол. спец. вищих закладів освіти / В.І. Кваша, Г.М. Голіней — 80 Min. / 700 MB. — Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. — (наукова бібліотека ун-ту). — Систем. вимоги: Pentium: 32 Mb RAM: Windows 95, 98, 2000. XP; MS Word 97-2000. — Назва з контейнера.

### МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

27. Способи підготовки і використання кормів в умовах Рівненської області / [Кваша В.І., Прищепя П.К., Якубовський С.В., Хімич В.В. та ін.] — Рівне: Поліграфвидав, 1978. — 114 с.
28. Кваша В.І. Рекомендации по промышленному скрещиванию коров молочного и комбинированого направления продуктивности с быками мясных пород и интенсивному откорму помесей / В.И. Кваша, И.В. Мамчак. — Бюллетень ВИЖ. — Дубровицы, 1986. — 4 с.
29. Кваша В.І. Рекомендации по силосованию ботвы сахарной свеклы в траншее при легкой трамбовке без измельчения с укрытием пленкой и землей / В.И. Кваша, Н.С. Власюк. — Бюллетень ВИЖ. — Дубровицы, 1986. — 4 с.
30. Кваша В.І. Рекомендації по використанню промислового схрещування великої рогатої худоби з виробниками спеціалізованих порід в господарствах Тернопільської області / В.І. Кваша, І.В. Мамчак. — Тернопіль: Збруч, 1986. — 16 с.
31. Методические рекомендации по системе интенсивного ведения скотоводства в Збаражском районе Тернопольской области / [Кваша В.И., Маланчук Н.М., Мищанин Е.А. и др.]. — Тернополь: Збруч, 1987. — 88 с.
32. Кваша В.І. Рекомендации по выращиванию ремонтных телок на открытом воздухе в спецхозах Тернопольской области / В.И. Кваша, Б.В. Грицай. — Тернополь: Збруч, 1988. — 52 с.
33. Кваша В.І. Рекомендации по использованию комбикормов-стартеров при выращивании телят в специализированных хозяйствах Тернопольской области / В.И. Кваша, Б.В. Грицай. — Тернополь: Збруч, 1989. — 20 с.
34. Кваша В.І. Рекомендации по использованию жидких заменителей цельного молока (ЖЗЦМ) при выращивании телят в спецхозах Тернопольской области / В.И. Кваша, Н.Е. Василюшин. — Тернополь: Збруч, 1989. — 26 с.
35. Кваша В.І. Рекомендації по використанню зерна ріпаку в годівлі сільськогосподарських тварин в умовах Західного Лісостепу УРСР / В.І. Кваша, Б.В. Грицай. — Тернопіль: Збруч, 1991. — 68 с.
36. Кваша В.І. Рекомендації по використанню рідких і сухих ЗНМ, стартерних комбікормів, білково-жирових добавок при вирощуванні ремонтних телиць в умовах Західного Лісостепу України / В.І. Кваша, Н.Е. Василюшин, Б.В. Грицай. — Тернопіль: Збруч, 1995. — 42 с.
37. Кваша В.І. Програма перетворення помісного масиву коней Західного регіону України в українську запряжну породу / В.І. Кваша, М.В. Зубець, Ю.Ф. Мельник. — Тернопіль: Збруч, 1998. — 24 с.
38. Кваша В.І. Зоологія безхребетних. Техніка виготовлення і використання роздаткового матеріалу для лабораторних занять / В.І. Кваша, Б.Р. Пилявський, С.С. Подобівський. — Тернопіль: Вид-во ТДПУ, 2002. — 38 с.
39. Кваша В.І. Рекомендації по використанню регіональних зерносумішей з БММД-1 у годівлі молодняка свиней при вирощуванні на м'ясо / І.В. Кваша, Г.М. Голіней. — Тернопіль, Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2011. — 17 с.
40. Кваша В.І. Рекомендації по використанню РЗС у поєднанні з БММД-1 у годівлі дійних корів / В.І. Кваша, О.Я. Гащак. — Тернопіль, 2011. — 24 с.

**ПАТЕНТИ І ТЕХНІЧНІ УМОВИ**

41. Кваша В.И. ЖЗЦМ для телят / ТУ - 573/10.16-1-89 / В.И. Кваша, Н.Е. Василишин. — Тернополь: Збруч, 1989. — 14 с.
42. Кваша В.И. Сухая бактериальная кормовая биомасса / ТУ- 43-90 / В.И. Кваша, Б.В. Грицай. — Тернополь: Збруч, 1990. — 18 с.
43. Кваша В.И. Сухой заменитель цельного молока для телят / ТУ- 44-1-90 / В.И. Кваша, Н.Е. Василишин. — Тернополь: Збруч, 1990. — 19 с.
44. Кваша В.І. Рідкий збагачений перегін для телят / ТУ - 573/10.17-1. - 93Б / В.І. Кваша, Н.Е. Василишин. — Тернопіль: Збруч, 1993.—8 с.
45. Кваша В.І. Рідкий замітник незбираного молока "РЗНМ для телят" / ТУ - 573/10.17-1. - 93А / В.І. Кваша, Н.Е. Василишин. — Тернопіль: Збруч, 1993. —16 с.
46. Кваша В.І. Мінеральний премікс у стартерному комбікормі для телят ТУ - МП-62-1-95 / В.І. Кваша, Б.В. Грицай. — Тернопіль: Збруч, 1995. — 12 с.
47. Кваша В.І. Стартерний комбікорм для телят / ТУ КС-621-95 / В.І. Кваша, Б.В. Грицай. — Тернопіль: Збруч, 1995. — 12 с.
48. Кваша В.І. Білково-жирові добавки для молодняка великої рогатої худоби ТУ БЖД-ТФ-63-1-95 / В.І. Кваша, Б.В. Грицай. — Тернопіль: Збруч, 1995. — 12 с.
49. Кваша В.І. Білково-жирові добавки в складі комбікормів для ремонтних телиць 6-12- міс. віку / ТУ-БЖД-РКБ-2-ТФ-К-64-03 / В.І. Кваша. — Тернопіль, 2003.-13 с.
50. Пат. 53868, МПК (2009) / Зерноsumіш із включенням мікроелементної добавки БММД-1, яка містить Cu, Zn, Co, I для годівлі корів у період лактації. / О.Я. Гащак, В.І. Кваша, Я.С. Стравський. — Опубл. 25.10.2010, бюл. №20.
51. Пат. 54396, МПК (2009) / Зерноsumіш з БММД-1 для м'ясної відгодівлі молодняка свиней. / Г.М. Голіней, В.І. Кваша, Я.С. Стравський. — Опубл. 10.11.2010, бюл. №21.

**ДИСЕРТАЦІЇ ТА АВТОРЕФЕРАТИ**

**Кандидатська дисертація**

52. Кваша В.И. Влияние скармливания сернокислого аммония на переваримость, обмен веществ и откормочные качества молодняка свиней: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.551 «Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов» / В.И. Кваша. — Киев, 1973. — 27 с.

**Докторська дисертація**

53. Кваша В.І. Експериментальне обґрунтування підвищення продуктивності ремонтних телиць шляхом удосконалення годівлі і утримання в умовах Західного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец. 06.00.16 (06.02.02) «Годівля тварин і технологія кормів» / В.І. Кваша. — Тернопіль, 1997. — 44 с.

*М.М. Барна  
С.С. Подобівський  
Л.О. Шевчик  
М.А. Крижановська  
Г.М. Голіней*

## АВТОРИ НОМЕРА

- Арсан О.М.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу екотоксикології Інституту гідробіології НАН України (ІГ НАНУ).
- Афанасьєв С.О.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу іхтіології та екології річкових систем ІГ НАНУ.
- Барна М.М.** — доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ).
- Борис Г.І.** — студент магістратури хіміко-біологічного факультету ТНПУ.
- Бурмістренко С.П.** — інженер 1 категорії відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Вовк Н.І.** — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри аквакультури Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Водясова Е.А.** — ведучий інженер отдела физиологии животных и биохимии Института биологии южных морей.
- Гапон С.В.** — доктор біологічних наук, доцент, професор кафедри ботаніки Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка.
- Гаріна С.М.** — кандидат математичних наук, доцент кафедри вищої математики Національного університету біоресурсів та природокористування України.
- Герц Н.В.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Голіней Г.М.** — кандидат сільськогосподарських наук, асистент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Голуб О.О.** — інженер 1 категорії відділу іхтіології та екології річкових систем ІГ НАНУ.
- Горбатюк Л.О.** — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Грицак Л.Р.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри геоєкології та методики викладання екологічних дисциплін, старший науковий співробітник ТНПУ.
- Грубінко В.В.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Гулай О.В.** — кандидат біологічних наук, доцент, докторант Інституту агроєкології та природокористування НААН України.
- Гура А.М.** — асистент кафедри біології та загальної екології Кременецького обласного гуманітарно-педагогічного інституту імені Тараса Шевченка.
- Давидов О.А.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу санітарної гідробіології ІГ НАНУ.
- Данкевич Л.А.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України.
- Дробик Н.М.** — доктор біологічних наук, декан хіміко-біологічного факультету, професор кафедри загальної біології та методики викладання природничих дисциплін, завідувач лабораторії екології та біотехнології ТНПУ.
- Захарова О.М.** — аспірантка Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Каглян Н.М.** — інженер 1 категорії відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Кваша В.І.** — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.

- Кирилюк О.П.** — молодший науковий співробітник відділу іхтіології та екології річкових систем ІГ НАНУ.
- Кравець Н.Б.** — молодший науковий співробітник лабораторії екології та біотехнології ТНПУ.
- Кравченко О.О.** — аспірантка Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Крижановська М.А.** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Кукля І.Г.** — молодший науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Курбатова І.М.** — кандидат біологічних наук, доцент, старший викладач кафедри загальної зоології та іхтіології Національного університету біоресурсів та природокористування України.
- Кур'ята В.Г.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології природничо-географічного факультету Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (ВДПУ).
- Ларіонова Д.П.** — провідний інженер відділу санітарної гідробіології ІГ НАНУ.
- Любінська Л.Г.** — кандидат біологічних наук, професор кафедри біології та методики її викладання природничого факультету Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.
- Летицька О.М.** — провідний інженер відділу іхтіології та екології річкових систем ІГ НАНУ.
- Лисак О.О.** — аспірант кафедри загальної зоології та іхтіології Національного університету біоресурсів та природокористування України.
- Майорова О.Ю.** — молодший науковий співробітник лабораторії екології та біотехнології ТНПУ.
- Максін В.І.** — доктор хімічних наук, професор, директор НДІ природничих і гуманітарних наук Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Матвієнко Н.М.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу іхтіопатології Інституту рибного господарства НААН.
- Мельничук М.Д.** — доктор біологічних наук, професор, академік НААН України, проректор з наукової, інноваційної та міжнародної діяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Мехед О.Б.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка.
- Пасічна О.О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Патика В.П.** — доктор біологічних наук, професор, академік НААН України, завідувач відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України.
- Платонов О.М.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Подобівський С.С.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Прокопчук О.І.** — аспірантка кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Савлущинська М.О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Свириденко Н.П.** — кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри аквакультури Національного університету біоресурсів та природокористування України.
- Смоленський О.О.** — аспірант кафедри загальної зоології та іхтіології Національного університету біоресурсів та природокористування України.



## АВТОРИ НОМЕРА

---

- Ткачук Р.А.** — доктор технічних наук, професор кафедри біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ТНТУ).
- Ходаніцька О.О.** — асистент кафедри біології природничо-географічного факультету ВДПУ.
- Христенко Д.С.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу вивчення біоресурсів водосховищ Інституту рибного господарства НААН.
- Цедик В.В.** — кандидат біологічних наук, доцент, старший викладач кафедри загальної зоології та іхтіології Національного університету біоресурсів та природокористування України.
- Чопик В.І.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології та загальної екології Кременецького обласного гуманітарно-педагогічного інституту імені Тараса Шевченка.
- Шевченко П.Г.** — кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри загальної зоології та іхтіології Національного університету біоресурсів та природокористування України.
- Шевчик Л.О.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Юкало А.В.** — аспірант кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ.
- Юкало В.Г.** — доктор біологічних наук, професор кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ.



---

Здано до складання 09.08.2013. Підписано до друку 12.08.2013. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.  
Умовних друкованих аркушів — 11.9 Обліково-видавничих аркушів — 13.6. Замовлення № 45.  
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.

---