

# БІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ

НАУКОВИЙ ВІСНИК  
ЧЕРНІВЕЦЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

БІОЛОГІЯ

---

Рік заснування 1996

Том 2  
Випуск 3

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Чернівці  
Видавництво Чернівецького університету  
2010

Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – Т. 2, Вип. 3. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2010. – 102 с.

Scientific Herald of Chernivtsy University. Biology (Biological System). – Vol. 2, Is. 3. – Chernivtsy: Chernivtsy National University, 2010. – 102 p.

У випуску висвітлено проблеми біохімії, молекулярної генетики, біотехнології, екології, ботаніки, збереження біоти і біоресурсів, ґрунтознавства, над якими працюють науковці Чернівецького національного університету та інших наукових установ і вузів України.

The articles in the journal highlight actual problems of biochemistry, molecular genetics, biotechnology, ecology, protection of biodiversity and acclimation, soil sciences, which are studied by the scientists of Chernivtsy National University and other universities and research institutes of Ukraine.

***Друкується за ухвалою вченої ради  
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича***

***Редакційна колегія:***

Головний редактор **М.М. Марченко**  
Заступники головного редактора:  
**С.С. Костишин, Р.А. Волков**

***Editorial Board:***

Editor-in-Chief: **M.M. Marchenko**  
Deputy Editors:  
**S.S. Kostyshyn, R.A. Volkov**

**І.П. Григорюк, Ю.М. Дмитрук, С.С. Руденко,  
Б.К. Термена, І.І. Чорней**

**I.P. Hryhoriuk, Y.M. Dmytruk, S.S. Rudenko,  
B.K. Termena, I.I. Chorney**

***Редакційна рада:***

**В.С. Акатов (Росія)  
В.С. Бленер (США)  
В. Гемлебен (Німеччина)  
В.А. Кунах  
М. Я. Співак  
П.О. Мельник  
І.Ф. Мещишен  
В.М. Решетніков (Білорусь)  
С. Скіба (Польща)  
Я. Собоцка (Словаччина)  
О. Б. Стрельцов (Росія)  
Л. Фартайш (Румунія)  
М.М. Федорончук**

***Editorial Council:***

**V.S. Akatov (Russia)  
W.S. Blaner (USA)  
V. Hemleben (Germany)  
V.A. Kunakh  
N. Ya. Spivak  
P.O. Melnyk  
I.F. Meschyshen  
V.M. Reshetnikov (Bilorusia)  
S. Skiba (Poland)  
J. Sobotska (Slovakia)  
O.B. Streltsov (Russia)  
L. Fartais (Romania)  
M.M. Fedoronchuk**

Відповідальні секретарі:  
**В.В. Буджак, І.О. Шмарак**

Responsible Secretaries:  
**V.V. Budzhak, I.O. Shmarakov**

**Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
Міністерства Юстиції України серія КВ № 15752-4224Р від 12.10.2009**

***Загальнодержавне видання  
Збірник входить до переліку наукових видань ВАК України***

**Адреса редколегії:**

факультет біології, екології та біотехнології ЧНУ  
вул. Лесі Українки, 25  
м. Чернівці, Україна, 58012

**Adress for correspondence:**

Faculty of Biology, Ecology and Biotechnology  
Lesia Ukrainka Str., 25  
Chernivtsy, Ukraine, 58012

**www.bio.chnu.edu.ua/vb  
E-mail: vb@chnu.edu.ua**

## БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕНСИФІКОВАНОГО НИЗЬКОДОЗОВОЮ РАДІАЦІЄЮ ОНКОГЕНЕЗУ

Г.П. Копильчук

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012  
kopilchuk@gmail.com

*В огляді наведений аналіз сучасного стану проблеми щодо канцерогенного впливу низькодозового іонізуючого опромінення. Особлива увага приділяється біохімічним механізмам, які лежать в основі індукованої радіацією інтенсифікації пухлинної прогресії. Показано, що попереднє фракціоноване опромінення організму малими дозами радіації виступає потужним стимулятором пухлинної прогресії, створюючи передумови для інтенсифікації біохімічних процесів, спрямованих на посилення проліферації клітин злоякісного новоутворення та агресивності пухлинного зародка. Індукована опроміненням активна прогресія неоплазми в організмі супроводжується виснаженням компенсаторно-приспосувальних функцій печінки, вже починаючи з латентної стадії злоякісного росту.*

*Ключові слова:* онкогенез, малі дози радіації, мітохондрії, мтДНК, яДНК, АФК, хроматин.

Після забруднення значної території України радіонуклідами внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС актуальність вивчення біохімічних аспектів радіоактивно індукованого канцерогенезу не викликає жодних сумнівів. Особливого значення набувають дослідження канцерогенного впливу наднизьких доз радіації (підвищений радіаційний фон), оскільки вже тривалий час значна частка онкологічних захворювань в Україні виникає і протікає в умовах фонових рівнів радіації (Сидорчик, Бурлака, 2000).

Щодо даної проблеми в сучасній науковій літературі відсутня єдність поглядів. Так, порогова концепція декларує безпечність низьких доз радіації до певного порогового рівня (Kojima et al., 2004), водночас безпорогова модель постулює, що як завгодно мала доза іонізуючого випромінювання характеризується ймовірністю індукування пухлин у тканинах організму та діє так само згубно, як і великі дози (Дружина, Чехун, 2003, Кейрим-Маркус, 1998). Лінійна безпорогова модель передбачає просту екстраполяцію ефектів великих доз іонізуючого опромінення та є предметом для широких обговорень і дискусій, оскільки біологічні ефекти малих доз радіації значно багатогранніші, ніж це передбачає дана модель (Bonner, 2003).

Феноменом дії малих доз опромінення є «радіаційний гормезис» (Kojima et al., 2004, Redpath et al., 2003), суть якого полягає в тому, що іонізуюче випромінювання, діючи згубно на живі організми у великих дозах, у малих – може індукувати позитивні біологічні процеси та здійснювати стимулюючий сприятливий вплив на організм (Kauffman, 2003).

«Радіаційний гормезис» слід розглядати як перевищення певних життєвих функцій, процесів або фізіологічних параметрів над біологічною чи фізіологічною нормою за дії низькодозового іонізуючого опромінення, тобто як гіперфункціональний ефект, а не як сприятливий вплив радіації. «Радіаційний гормезис» - це лише один із непрогнозованих наслідків дії малих доз радіації (Ивановский, 2006).

Підтвердження «радіаційного гормезису» отримано в проведених по всьому світу численних епідеміологічних дослідженнях популяцій людей, опромінених внаслідок аварій, пов'язаних із викидом радіонуклідів, осіб, що проживають на територіях із підвищеним природним радіаційним фоном, а також контингентів, які професійно контактують з іонізуючим опроміненням. Ефект «радіаційного гормезису» у всіх вищезазначених випадках виражався в зниженні смертності від онкозахворювань серед людей, що зазнали впливу низькодозової радіації, порівняно з неопроміненою частиною населення (Ивановский, 2006, Wei et al., 1990). Висновок про антиканцерогенну дію малих доз опромінення, зроблений внаслідок епідеміологічних досліджень, підтверджений багаточисленними лабораторними експериментами (Pollycove, Feinendegen, 2003) та клінічними спостереженнями (Ивановский, 2006). Отримані результати часто пояснюють стимуляцією імунної системи, як ключової складової захисних протиракових систем у ссавців, за дії малих доз опромінення, що призводить до знищення трансформованих клітин (Kojima et al., 2004, Ивановский, 2006).

Поряд із багаточисленними доказами антиканцерогенної дії малих доз іонізуючого опромінення результати багатьох інших робіт засвідчують виникнення радіаційних пошкоджень у дітей, народжених жінками, які опромінювалися діагностичними дозами до або після запліднення. У цих випадках підвищення канцерогенного ризику прямо пропорційне до кількості діагностичних рентгенівських опромінь або отриманої фетальної дози: опромінення плода незадовго до народження дозою 1 сГр призводить додатково до 300-800 смертей від раку на 1 млн. віком до 10 років (Stewart, Kneale, 2000).

Іонізуюче опромінення індукує деградацію молекул ДНК шляхом фрагментації, втрати основ або їх заміщення, руйнування фосфодієфірних та водневих зв'язків, утворення так званих ДНК-білкових зшивок (ДБЗ) (Volpe et al, 1999, Осипов, Г.Я. Коломийцева, 1996).

Кореляція між процесами деградації ДНК і експресією генів – один із ключових моментів впливу радіації на клітини (Volpe, Eremenko, 1995). Радіація збільшує частоту, з якою в опромінених клітинах і утворюваних ними клітинних популяціях виникають спонтанні генетичні зміни, тобто виникає радіаційно індукована нестабільність геному (РІНГ) – процес, безпосередньо пов'язаний із канцерогенезом (Little, 1998, Свердлов, 2001).

Говорячи про канцерогенез, не слід розглядати трансформовану клітину ізольовано від сусідніх клітин. Мікрооточення преканцерогенної клітини може впливати на природні антиканцерогенні механізми її захисту. Клітинний ріст і проліферація в нормальній тканині знаходяться під тотальним контролем з боку сусідніх клітин через сітку міжклітинних сигналів, що відвертає можливість туморогенезу. Дослідження в багатьох лабораторіях показали, що не тільки клітини, які безпосередньо підлягали дії радіації, роблять внесок у процес онкогенезу або його регуляцію, але й сусідні неопромінені клітини теж задіяються до цього (Bauer, 2007, Park et al., 2000, Barcellos-Hoff, 2001). Доведено, що геномна нестабільність може індукуватися через механізм ефекту «очевидця» («non-targeted effect», «bystander effect») (Bonner, 2003). Даний ефект означає, що в клітинах, які не були мішенню дії радіації, під впливом сусідніх опромінених клітин, індукуються різні пошкодження, зокрема геномна нестабільність. Біологічно активні речовини (АФК, цитокіни, білок p53 тощо) секретовані в міжклітинний простір опроміненими клітинами, проникають у сусідні неопромінені клітини і, накопичуючись у достатніх концентраціях, викликають цитогенетичні та морфологічні зміни, подібні до тих, що спостерігаються в са-

мих клітинах-мішенях на різних пострадіаційних стадіях.

Встановлено, що генотоксичний і канцерогенний потенціал низькодозового іонізуючого опромінення реалізується через посилення вільнорадикальних процесів (Михайлов и др., 2003, Сидорчик, Бурлака, 2000), які можуть ініціювати клітинний ріст і проліферацію (Behrend, Henderson, 2003, Schimmel, Bauer, 2002). Ескаляція продукування АФК в пухлині, будучи джерелом мутацій і генетичної нестабільності, визначає метаболічні переваги малігнізованих клітин в організмі та виступає ендегенним промотором пухлинної прогресії (Wu, Chiou, 2004, Zhou, 2003, Juranek, Bezek, 2005, Valko et al., 2004). В організмах, опромінених малими дозами радіації, ранніми радіогенними біохімічними симптомами є зростання рівня метаболітів ліпопероксидного каскаду з одночасним спряженим виснаженням системи антиоксидантів, що отримало назву «чорнобильський синдром». Як наслідок радіаційного виснаження антиоксидантів індекси розгалуження ліпопероксидного каскаду та соматичні індекси (гіпермутагенез хромосом лімфоцитів) зростають гіперболічно (Нейфах, 2003).

АФК стимулюють канцерогенез на всіх його трьох стадіях – ініціації, промоції та прогресії (Dreher, Junod, 1996). Ініціація потребує перманентної модифікації генетичного матеріалу всього лише в одній клітині (Lindahl, 1993). На сьогодні ідентифіковано більше, ніж 100 продуктів АФК-індукованого окислення ДНК, до яких належать одно- та двониткові розриви, міжланцюгові зшивки, хімічні модифікації дезоксирибози, пуринів та піримідинів. Наслідком таких пошкоджень, як правило, буває блокування або індукція транскрипції, індукція різноманітних сигнальних шляхів, помилки реплікації та геномна нестабільність (Marnett, 2000, Valko et al., 2006). Оксидативні пошкодження ДНК постійно репаруються, однак дуже незначна частина їх, уникаючи репарації, являє собою мутаційний потенціал (Yoshihiro, 2003). Чим вищий рівень генерації АФК в клітині, тим більша ймовірність неефективної репарації оксидативних пошкоджень ДНК, що в свою чергу посилює процеси мутагенезу (Газиєв, Шайхаєв, 2008).

Окрім численних досліджень, присвячених ролі оксидативного пошкодження ядерної ДНК (ядДНК) у неоплазмах, існують докази важливості для процесу канцерогенезу оксидативних пошкоджень мітохондріальної ДНК (мтДНК). У багатьох злоякісних пухлинах людини виявлені мутації та порушена експресія мітохондріальних генів, які кодують комплекси I, III, IV, V, та гіперваріабельні ділянки мітохондріальної ДНК. Спостереження підтверджують, що онкогенні

сигнали в пухлинних клітинах можуть стимулювати генерацію супероксиду мітохондріями (Valko et al., 2004, Dreher, Junod, 1996). АФК, які генеруються мітохондріями в малігнізованих клітинах, спричиняють нестабільність як мітохондріального, так і ядерного геномів (Richard et al., 2000). Гідропероксида та інші активні форми кисню можуть активувати ядерні гени, залучені до процесів біогенезу мітохондрій, транскрипції та реплікації мітохондріального геному. Поряд із цим виявлено можливість інтеграції фрагментів мітохондріальної ДНК з ядерною ДНК, що вказує на можливий механізм активації онкогенів (Valko et al., 2006, Газиев, Шайхаєв, 2008). Дослідження блот-гібридизацією за Саузерном мтДНК-подібних вставок у яДНК показали, що вміст і мобільність їх у пухлинах мишей і щурів суттєво вищі, ніж у гомологічних нормальних тканинах (Лю и др., 2005).

Дисфункцію мітохондрій вважають маркером злоякісної трансформації клітин (Kondo et al., 1999, Verma, 2007, Kroemer, 2006). Мутації мітохондріального геному спостерігаються у 10-16 разів частіше, ніж ядерного (Wu et al., 2004, Kim Grace et al., 2006). Канцерогени у тваринних клітинах можуть селективно вражати мтДНК, що, ймовірно, великою мірою пов'язано з її незахищеністю гістоновими білками та відсутністю інтронних послідовностей. Доведено, що після інкубації ізольованих мітохондрій і ядер з міченим канцерогеном *in vitro* та подальшого виділення й очистки ДНК питома активність мтДНК у 3-7 разів вища, ніж яДНК (Газиев и др., 2008).

Внаслідок відносно слабкої утилізації кисню дефектними мітохондріями, які в нормі споживають до 90-95% клітинного кисню, встановлюється стан внутрішньоклітинної гіпероксії. Активуюча дія АФК на фактори транскрипції еукаріотичних клітин опосередкована редокс-чутливими сигнальними системами. До цієї багатокомпонентної системи, яка має ієрархічну організацію, входять регуляторні ГТР-ази, фосфоліпази, протеїнфосфатази, cGMP-залежні, фосфоліпід-залежні і MAP (Mitogen-Activated Proteins)-протеїнкінази (Лю и др., 2005).

Киснево-пероксидна (вільнорадикальна) концепція канцерогенезу не тільки констатує негативний вплив надлишку вільних радикалів, активних форм кисню та пероксидних сполук, але й, що досить суттєво, пояснює, чому і як виникають у клітині токсичні киснево-пероксидні умови, що розглядаються як канцерогенні. Згідно з даною концепцією первинні порушення під час канцерогенезу виникають перш за все в мітохондріях (Лю и др., 2005, Juranek, Bezek, 2005).

Індукований продуктами оксидативної безконтрольної дії і проліферація злоякісно трансфор-

мованих клітин потребують стабільно високого рівня надходження АТР, що створює додаткове функціональне навантаження на мітохондріальний дихальний ланцюг та робить відчутний внесок в інтенсифікацію генерації АФК (Лю и др., 2005).

У наших роботах (Волошук та ін., 2007, Марченко та ін., 2008), присвячених дослідженням біохімічних особливостей злоякісного росту за умов попереднього фракціонованого опромінення організму тварин малими дозами радіації, показано, що в період активного росту пухлини попереднє фракціоноване опромінення організму малими дозами радіації індукує посилену генерацію супероксид-аніону в мітохондріях трансформованої тканини. За даних умов поглиблюються деструктивні зміни мітохондріальної ДНК пухлинних клітин, які виражаються в підвищенні ступеня гетерогенності молекулярних фрагментів, що є продуктами її деградації. Встановлено, що інтенсифікація включення міченого тимідину в мтДНК карциноми Герена на латентній стадії її росту в попередньо опроміненому організмі опосередковано свідчить про активацію процесів мітохондріальної реплікації, яка значною мірою сприяє закріпленню змін у мтДНК.

Водночас період пухлинної прогресії за даних умов характеризується посиленням включення міченого тимідину в яДНК неоплазми, що об'єктивно відображає інтенсифікацію реплікативних і репараційних процесів, та активацією кислої ДНК-азної активності, яка є безпосереднім учасником синтезу ДНК (Марченко та ін., 2004, Шмараков, Копильчук, 2005, Марченко и др., 2006). Водночас зниження рівня лужної ДНК-азної активності унеможливорює деградацію яДНК при появі в її структурі значної кількості сайтів ендонуклеазних атак. Молекулярна стабільність ДНК поряд з еухроматинізацією зумовлюють ефективне функціонування ДНК як матриці, що лежить в основі інтенсифікації клітинної проліферації та може слугувати передумовою посилення пухлинної прогресії в попередньо опроміненому організмі.

Підвищення кількості пошкоджень мтДНК, низька ефективність їх репарації та відсутність блокування реплікації митохондриальної ДНК в мітохондріях трансформованої тканини позитивно корелює з посиленням процесів окислювальної модифікації білків, що є кодується мтДНК (Марченко и др., 2007, Марченко та ін., 2008). За таких умов дихальний ланцюг стає потужним генератором супероксид-аніону, поглиблюючи оксидативне пошкодження не тільки мітохондріальних молекулярних структур, а й хроматину ядра, суттєво підвищуючи рівень окислювальної модифікації ядерних білків (Марченко та ін., 2008).

Порушення структурно-функціональної організації хроматину, в свою чергу веде до неповноцінної експресії білків дихального ланцюга, які кодуються ядерним геномом. Таким чином виникає замкнене коло інтенсифікованих опроміненням змін у пухлинних клітинах, спрямованих на послаблення респіраторної функції мітохондрій. Свідченням цього може слугувати встановлене нами різке зниження ферментативних активностей сукцинатдегідрогенази та АТР-ази – маркерів ефективності роботи системи аеробного енергозабезпечення. Очевидно, що нівелювання вкладу мітохондріального дихання в енергозабезпечення неоплазми є потужним стимулятором її прогресії в попередньо опроміненому організмі.

Аналіз отриманих результатів дає підстави вважати попереднє фракціоноване опромінення організму малими дозами радіації визначальним фактором створення передумов для підвищення агресивності пухлинного клону на стадії активного росту неоплазми з нівелюванням його впливу на термінальних етапах онкогенезу.

Розвиток неопластичного процесу в організмі супроводжується, як правило, зміною функціональних взаємозв'язків між його органами. Дія злоякісного новоутворення на органи пухлиноносія проявляє до певної міри стадійність і системність. Експериментально встановлено, що трансформовані клітини здатні продукувати речовини, які впливають на клітини органів і тканин організму пухлиноносія, а з іншого боку можливий і зворотний процес - фактори, які синтезуються клітинами органів і тканин організму здійснюють вплив на клітини пухлини (Минаев, Шабалкин, 2000). «Системний» характер виявляється в переростанні з часом «місцевого процесу» в ураження більшості систем організму, каскад порушень функціональних зв'язків між віддаленими від первинного вогнища ураження органами (Шабалкин и др., 2002).

Провідна роль в адаптивних реакціях організму, зокрема за умов онкогенезу, належить печінці. Від характеру протікання та надійності детоксикаційних, синтетичних і енергетичних процесів у печінці значною мірою залежить повноцінне функціонування інших органів і систем організму (Гичев, 1990). Зміни, що відбуваються в печінці під час пухлиногенезу відображають активізацію компенсаторно-приспосувальних процесів, спрямованих на відновлення гомеостазу і супроводжуються стадійними змінами вільнорадикального окислення (Van Remmen, Richardson, 2001, Шабалкин и др., 2002).

Дослідження нами біохімічних змін у клітинах печінки за умов росту злоякісного но-

воутворення в попередньо опроміненому малими дозами радіації організмі засвідчило, що почергова дія на організм радіації та злоякісного новоутворення зумовлює прискорення настання та поглиблення дисфункцій хроматину клітин печінки (Марченко та ін., 2002, Копильчук, Шмараков, 2004, Копильчук и др., 2005, Марченко та ін., 2009), а також систем енергозабезпечення (Марченко, Копильчук та ін., 2007) і детоксикації печінки (Марченко и др., 2010) порівняно з неопроміненими пухлиноносіями, починаючи з латентної стадії росту неоплазми. Якщо в групі неопромінених щурів-пухлиноносіїв на початкових етапах прогресії карциноми Герена спостерігається посилення компенсаторно-приспосувальних реакцій печінки, то в групі опромінених пухлиноносіїв гомеостатична функція даного органу істотно пригнічується. На цьому етапі інтенсифікуються процеси фрагментації та ампліфікації дефектної мтДНК (Волощук та ін., 2007), вільнорадикальне пошкодження ядерних білків і білків, які кодуються мтДНК з накопиченням карбонільних похідних та окислених сульфгідрильних груп (Марченко и др., 2007, Марченко та ін., 2002), знижується сукцинадегідрогеназна активність (Копильчук та ін., 2010), що призводить до розбалансування системи аеробного енергозабезпечення.

На даному етапі онкогенезу в попередньо опроміненому організмі запускається каскад значно глибших негативних змін генетичного апарату клітин печінки, які проявляються у зменшенні частки транскрипційно активного хроматину та зниженні інтенсивності включення [<sup>3</sup>H]-уридину в молекули РНК, що опосередковано свідчить про послаблення процесів транскрипції (Марченко та ін., 2002).

Водночас спостерігається порушення детоксикуючої здатності печінки, про що свідчить зниження активності ферментів I та II фаз біотрансформації мікросомальної фракції (Марченко и др., 2010). Це супроводжується збільшенням вмісту «середніх» молекул у сироватці крові, а також підвищенням аланінамінотрансферазної, аспартатамінотрансферазної та γ-глутамілтрансферазної активностей у 2-3 рази (Копильчук Г.П. та ін., 2008).

Отже, попереднє фракціоноване опромінення організму малими дозами радіації виступає потужним стимулятором пухлинної прогресії, створюючи передумови для інтенсифікації біохімічних процесів, спрямованих на посилення проліферації клітин злоякісного новоутворення та агресивності пухлинного зародка. Індукована опроміненням активна прогресія неоплазми в організмі супроводжується виснаженням компен-

саторно-пристосувальних функцій печінки, вже починаючи з латентної стадії злоякісного росту.

#### Список літератури:

1. Волощук О.М., Копильчук Г.П., Марченко М.М. Ступінь фрагментації та синтезу мтДНК пухлинної тканини попередньо опромінених щурів // Укр. біохім журн. – 2007. – № 4. – С. 132.
2. Волощук О.М., Копильчук Г.П., Марченко М.М. Ступінь фрагментації та синтезу мтДНК пухлинної тканини попередньо опромінених щурів // Укр. біохім журн. – 2007. – № 4. – С. 132.
3. Газиев А.И., Гуляева Н.А., Бельская И.И. и др. Использование метода гель-электрофореза при временном градиенте температуры для выявления мутаций в митохондриальной ДНК клеток периферической крови // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – Т. 48, № 2. – С. 133 – 138.
4. Газиев А.И., Шайхаев Г.О. Повреждение митохондриального генома и пути его сохранения // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 4. – С. 437 – 455.
5. Гичев Ю.П. Роль печени в стрессорных реакциях организма // Успехи физиол. наук. – 1990. – Т. 21, № 1. – С. 23 – 26.
6. Дружина Н.А., Чехун В.Ф. Проблема оценки канцерогенного риска малых доз радиации // Междунар. мед. журн. – 2003. – №3. – С. 78 – 82.
7. Ивановский Ю.А. Радиационный гормезис. Благоприятны ли малые дозы ионизирующей радиации? // Вест. ДВО РАН. – 2006. – № 6. – С. 86 – 91.
8. Кейрим-Маркус И.Б. Особенности лучевого канцерогенеза у человека при малых дозах и малой мощности дозы // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1998. – Т. 38, № 5. – С. 673 – 683.
9. Копильчук Г. П., Шмараков И. О. ДНКазная активность ядер клеток печени щуров с перещепленной карциномой Герена на фоне фракционированного рентгеновского облучения // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2004. – Вип. 194. Біологія. – С. 3 – 9.
10. Копильчук Г.П., Волощук О.М., Марченко М.М. Сукцинатдегідрогеназна активність мітохондрій печінки попередньо опромінених щурів-пухлиноносіїв за дії ліпосомної форми БКУ // Біологічні системи. – 2010. – Т.2. – Вип. 2. – С. 3-5.
11. Копильчук Г.П., Кеца О.В., Чорна І.В. Вміст пептидів із середніми молекулярними масами в сироватці крові та печінці попередньо опромінених щурів-пухлиноносіїв за дії ліпосомної форми гідробромід 5-(5/6/-бензокумарол-3/) метиламіноурацилу // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2008. – Вип. 373. – С. 70 – 77.
12. Копильчук Г.П., Шмараков И.А., Марченко М.М. Влияние опухолевого роста и предварительного облучения на состояние процессов деградации ДНК ядер клеток печени // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, вып. 4. – С. 403 – 410.
13. Лю М.Б., Подобед И.С., Едыгенова А.К., Лю Б.Н. Кислородно-перекисный механизм канцерогенеза и модификация ДНК // Успехи соврем. биол. – 2005. – Т. 125, № 2. – С. 179 – 188.
14. Марченко М.М., Г.П. Копильчук, Волощук О.М. Влияние малых доз ионизирующего излучения на фракционный состав митохондриальных белков и мтДНК карциномы Герена // Укр. біохім журн. – 2008. – Т. 80, № 4. – С. 114 – 119.
15. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Волощук О.М. Влияние малых доз ионизирующего излучения на фракционный состав митохондриальных белков и мтДНК карциномы Герена // Укр. біохім журн. – 2008. – Т. 80, № 4. – С. 114 – 119.
16. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Волощук О.М. Влияние малых доз ионизирующего излучения на фракционный состав митохондриальных белков и мтДНК карциномы Герена // Укр. біохім журн. – 2008. – Т. 80, № 4. – С. 114 – 119.
17. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Волощук О.М. Функциональный стан митохондриальных мембран печінки попередньо опромінених щурів з трансплантованою карциномою Герена // Доповіді НАН України. – 2007. – № 2. – С. 174 – 177.
18. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Худа Л.В. Стан хроматину клітин печінки щурів-пухлиноносіїв у динаміці росту карциномы Герена за умов попереднього фракціонованого опромінення в малих дозах // Доповіді НАНУ. – 2002. – № 11. – С. 176-179.
19. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Шмараков І.О. ДНКазная активність і ступінь фрагментації хроматину клітинних ядер у ході росту злоякісного новоутворення // Біополімери і клітина. – 2004. – Т. 20, № 6. – С. 506 – 511.
20. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Шмараков І.О., Блинда Л.В. Оцінка генотоксичності пухлинного росту в попередньо опроміненому малими дозами організмі // Біополімери і клітина. – 2009. – Т. 25, № 3. – С. 234-239.
21. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Волощук О.Н. Особенности окислительной деструкции продуктов митохондриальной трансляции в условиях предварительного фракционированного облучения крыс-опухоленосителей // Бюлл. эксперим. биол. мед. – 2007. – Т. 144. – № 10. – С. 401 – 403.
22. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Волощук О.Н. Особенности окислительной деструкции продуктов митохондриальной трансляции в условиях предварительного фракционированного облучения крыс-опухоленосителей // Бюлл. эксперим. биол. мед. – 2007. – Т. 144. – № 10. – С. 401 – 403.
23. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Кеца О.В. Влияние малых доз рентгеновского облучения на детоксикационную систему печени крыс с трансплантационной карциномой Герена // Биомедицинская химия. – 2010. – Т. 56. – Вып. 2. – С. 266-273.
24. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Шмараков И.А. Влияние предварительного облучения на ДНКазную активность и степень фрагментации ДНК ядер клеток карциномы Герена // Вопросы онкологии. – 2006. – Т. 52, № 1. – С. 63 – 65.
25. Минаев В.И., Шабалкин П.И. Особенности взаимодействия опухоли с органами животного-опухоленосителя // Рос. онкол. журн. – 2000. – № 2. – С. 32 – 35.

26. Михайлов В.Ф., Мазурик В.К., Бурлакова Е.Б. Сигнальная функция активных форм кислорода в регуляторных сетях ответа клеток на повреждающие воздействия: участие в реализации радиочувствительности и нестабильности генома // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2003. – Т. 43. – №1. – С. 5 – 18.
27. Нейфах Е. А. Большие радиопатогенные нагрузки детей от «малых доз» техногенной хронической радиации // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2003. – Т. 43, № 2. – С.193 – 196.
28. Осипов А.Н., Коломийцева Г.Я. Пострадиационные изменения ДНК-белковых сшивок и однонитевых разрывов ДНК в клетках различных органов  $\gamma$ -облученных крыс // Биохимия. – 1996. – Т. 61, вып. 5. – С.927 – 931.
29. Свердлов Е.Д. Перспективы использования достижений геномики в медицине: начало эры полногеномной медицинской генетики // Журн. патол. физиол. эксперим. терапия. – 2001. – № 1. – С. 3 – 22.
30. Сидорчик Е.П., Бурлака А.П. Молекулярные механизмы нарушений в клетках при хроническом действии ионизирующего излучения низкой мощности дозы в связи с аварией на ЧАЭС // Эксперим. онкология. – 2000. – Т.22, № 12. – С. 179 – 185.
31. Шабалкин И.П., Ягубов А.С., Шабалкин П.И., Минаев В.И. К вопросу о взаимоотношениях между органами и опухолью на разных этапах роста опухоли в организме // Рос. онкол. журн. – 2002. – № 2. – С. 26 – 30.
32. Шмараков І.О., Копильчук Г.П. Включення мічного попередника та деградація ядерної ДНК клітин пухлини в попередньо опромінену організм // Український біохімічний журнал. – 2005. – Т. 77, № 5. – С. 163-165.
33. Barcellos-Hoff M.H. It takes a tissue to make a tumor: epigenetic, cancer and microenvironment // J. Mammary Gland. Biol. Neoplasia. – 2001. – Vol. 6. – P. 213 – 221
34. Bauer G. Low dose radiation and intercellular induction of apoptosis: potential implications for the control of oncogenesis // Int. J. Radiat. Biol. – 2007. – Vol. 83, № 11-12. – P.873 – 888.
35. Behrend L., Henderson G., Zwacka R.M. Reactive oxygen species in oncogenic transformation // Biochem. Soc. Trans. – 2003. – Vol. 31. – P. 1441 – 1444.
36. Bonner W.M. Low-dose radiation: Threshold, bystander effects and adaptive response // PNAS USA. – 2003. – Vol. 100, № 9. – P. 4973 – 4975.
37. Dreher D., Junod A.F. Role of Oxygen Free Radicals in Cancer Development // Eur. J. Cancer. – 1996. – Vol. 32A, № 1. – P. 30 – 38.
38. Higuchi Y., Yoshihiro H. Chromosomal DNA fragmentation in apoptosis and necrosis induced by oxidative stress // Biochem. Pharmacol. – 2003. – Vol. 66. – P. 1527 – 1535.
39. Juranek I., Bezek S. Controversy of free radicals hypothesis: Reactive oxygen species – cause or consequence of tissue injury? // Gen. Physiol. Biophys. – 2005. – Vol.24. – P. 263 – 278.
40. Juranek I., Bezek S. Controversy of free radicals hypothesis: Reactive oxygen species – cause or consequence of tissue injury // Gen. Physiol. Biophys. – 2005. – Vol.24. – P. 263 – 278.
41. Kauffman J.M. Radiation hormesis: demonstrated, deconstructed, denied, dismissed and some implications for public policy // J. Sci. Explor. – 2003. – Vol. 17, № 3. – P. 389 – 407.
42. Kim Grace J., Fiskum G.M., Morgan W.F. A Role for Mitochondrial Dysfunction in Perpetuating Radiation-Induced Genomic Instability // Cancer Res. – 2006. – Vol. 66. – P. 10377 – 10388.
43. Kojima S. Nakayama K., Ishida H. Low Dose  $\gamma$ -Rays Activate Immune Function via Induction of Glutathione and Delay Tumor Growth // J. Radiat. Res. – 2004. – Vol. 45. – P. 33 – 39.
44. Kondo S., Toyokuni S., Iwasa Y., Tanaka T., Onodera H., Hiai H., Imamura M. Persistent oxidative stress in human colorectal carcinoma, but not in adenoma // Free Radic. Biol. Med. – 1999. – Vol. 27. – P. 401-410.
45. Kroemer G. Mitochondria in cancer // Oncogene. – 2006. – Vol. 25. – P. 4630 – 4632.
46. Lindahl T. Instability and decay of the primary structure of DNA // Nature. – 1993. – Vol. 362. – P. 709 – 715.
47. Little J.B. Radiation-induced genomic instability // Int. J. Radiat. Biol. – 1998. – Vol. 74, № 6. – P. 663 – 671.
48. Marnett L.J. Oxyradicals and DNA damage // Carcinogenesis. – 2000. – Vol. 21. – P. 361 – 370.
49. Park S.S., Bissel M.J., Barcellos-Hoff M.H. The influence of the microenvironment on the malignant phenotype // Mol. Med. Today. – 2000. – Vol. 6. – P. 324 – 329.
50. Pollycove M., Feinendegen L.E. Radiation-induced versus endogenous DNA damage: Possible effects of inducible protective responses in mitigating endogenous damage // Hum. Exp. Toxicology. – 2003. – Vol. 22, № 6. – P. 290 – 306.
51. Portess D.I., Bauer G., Hill M.A., O'Neill P. Low-dose Irradiation of nontransformed Cells Stimulates the Selective Removal of Precancerous Cells via Intercellular Induction of Apoptosis // Cancer Res. – 2007. – Vol. 67, № 3. – P. 1246 – 1253.
52. Redpath J.L., Short S.C., Woodcock M., Johnston P.J. Low-dose reduction in transformation frequency compared to unirradiated controls: the role of hyper-radiosensitivity to cell death // Radiat. Res. – 2003. – Vol. 159 – P. 433 – 436.
53. Richard S.M., Bailliet G.D., Paez G.L. et al. Nuclear and mitochondrial genome instability in human breast cancer // Cancer Res. – 2000. – Vol. 60. – P. 4231 – 4237.
54. Schimmel M., Bauer G. Proapoptotic and redox state-related signaling of reactive oxygen species generated by transformed fibroblasts // Oncogene. – 2002. – Vol. 21. – P. 5886 – 5896.
55. Stewart A., Kneale G.W. A-bomb survivors: factors that may lead to a reassessment of the radiation hazard // Int. J. Epidemiol. – 2000. – Vol. 29, № 4. – P. 708 – 714.



56. Valko M., Izakovic M., Mazur M., Rhodes C.J., Tesler J. Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence // *Mol. Cell. Biochem.* – 2004. – Vol. 266. – P. 37 – 56.
57. Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M., Mazur M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer // *Chem. Biol. Interact.* – 2006. – Vol. 160. – P. 1 – 40.
58. Van Remmen H., Richardson A. Oxidative damage to mitochondria and aging // *Exp. Gerontol.* – 2001. – Vol. 36, № 7. – P. 957 – 968.
59. Verma M., Naviaux R.K., Tanaka M. Meeting Report: Mitochondrial DNA and Cancer Epidemiology // *Cancer Res.* – 2007. – Vol. 67. – P. 437 – 446.
60. Volpe P., Eremenko T. Repair - modification of radiodamage genes // *Radiat. Prot. Dos.* – 1995. – № 62. – P. 19 – 22.
61. Volpe P., Parasassi T., Sapora O., Ravagnan G., Eremenko T. Influence of low doses of radiation on the DNA double helix, gene expression and membranous state // *Int. J. Radiat. Med.* – 1999. – Vol. 1, № 1. – P. 78 – 99.
62. Wei L., Tao Z., He W., Chen D., Yaan Y. Epidemiological investigation of radiological effects in high background radiation areas of Yangjiang China // *J. Radiat. Res.* – 1990. – Vol. 31, № 1. – P. 119 – 136.
63. Wu L.L., Chiou C.C., Chang P.Y., Wu J.T. Urinary 8-OHdG: a marker of oxidative stress to DNA and a risk factor for cancer, atherosclerosis and diabetes // *Clin. Chim. Acta.* – 2004. – Vol. 339. – P. 1-9.
64. Zhou Y., Hileman E.O., Plunkett W., Keating M.J., Huang P. Free radical stress in chronic lymphocytic leukemia cells and its role in cellular sensitivity to ROS-generating anticancer agents // *Blood.* – 2003. – Vol. 101. – P. 4098 - 4104.

## **THE BIOCHEMICAL FEATURES OF THE INTENSIFIED BY LOW-DOSE RADIATION ONCOGENESIS**

**G.P.KOPYLCHUK**

*The review offers an analysis of the current state of the problem of carcinogenic effects of low doses ionizing radiation. Special attention is given to the biochemical mechanisms that underlie radiation-induced intensification of tumor progression. It is shown that fractionated pre-irradiation of the body in low doses of radiation is a powerful stimulator of tumor progression, creating conditions for intensification of biochemical processes aimed at strengthening the malignant tumor cell proliferation and tumor aggressiveness. Active neoplasm progression in the body induced by radiation is accompanied by depletion of compensatory and adaptive functions of the liver, starting from a latent stage of malignant growth.*

*Key words: oncogenesis, low doses irradiation, mitochondria, mtDNA, nDNA, ROS, chromatin.*

Одержано редколегією 04.11.2010

## ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ 5-АМІНОЛЕВУЛІНАТСИНТАЗИ В СУБКЛІТИННИХ ФРАКЦІЯХ ПЕЧІНКИ ТА КАРЦИНОМИ ГЕРЕНА ПОПЕРЕДНЬО ОПРОМІНЕНИХ ЩУРІВ-ПУХЛИНОНОСІЇВ

М.М. Марченко, О.В. Кеца

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, кафедра біохімії та біотехнології  
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012  
E-mail: ketsa80@mail.ru

*Досліджено ферментативну активність 5-амінолевулінатсинтази (АЛК-синтази) в мітохондріальній і мікросомальній фракціях печінки щурів та карциноми Герена, трансплантованої на фоні попередньої дії фракціонованого рентгенівського опромінення в малих дозах. Показано, що вплив попереднього фракціонованого рентгенівського опромінення на організм призводить до зниження АЛК-синтазної активності в мітохондріальній фракції та одночасного підвищення активності досліджуваного ферменту у фракції мікросом печінки щурів-пухлиноносіїв на початкових етапах росту карциноми Герена в організмі. Встановлено зниження АЛК-синтазної активності у фракції мітохондрій та підвищення у мікросомальній фракції карциноми Герена попередньо опромінених пухлиноносіїв на латентній та логарифмічній стадіях онкогенезу порівняно з неопроміненими щурами-пухлиноносійми. Стаціонарна фаза пухлинного росту в попередньо опроміненому організмі характеризується наближенням АЛК-синтазної активності досліджуваних субклітинних фракцій печінки та карциноми Герена до показників групи неопромінених щурів-пухлиноносіїв.*

*Ключові слова:* 5-амінолевулінатсинтаза, мітохондріальна фракція, мікросомальна фракція, карцинома Герена, печінка, іонізуюче опромінення.

**Вступ.** Біосинтез гемму – життєво необхідний процес для повноцінного функціонування організму. Гем входить до складу мітохондріальних та мікросомальних цитохромів, а також до ряду інших сполук, які виконують у організмі різноманітні біологічні функції: транспорт кисню, функціонування дихального ланцюга, детоксикацію ксенобіотиків (Astner et al., 2005).

Дія на організм різних факторів навколишнього середовища, зокрема іонізуючого опромінення, може призвести до розвитку оксидативного стресу, який характеризується порушенням рівноваги між швидкістю вільнорадикального окислення й активністю антиоксидантних систем у бік накопичення активних кисневих метаболітів (Максимчук и др., 2008). Швидкість вільнорадикального окислення в організмі ссавців у значній мірі визначається вмістом гемму в тканинах та активністю ключових ферментів його метаболізму (Калиман и др., 2001).

Ключовий фермент біосинтезу гемму в клітинах ссавців – 5-амінолевулінатсинтаза (АЛК-синтаза) локалізований у мітохондріях та ендоплазматичному ретикулумі, в найбільшій кількості в клітинах печінки, де він бере участь у синтезі простетичних груп мітохондріальних і мікросомальних цитохромів (Hunter et al., 2010). Дія малих доз опромінення може призвести до порушення ферментативної активності АЛК-синтази в мітохондріях та ендоплазматичному ретикулумі, що позначиться на роботі дихально-

го ланцюга мітохондрій та процесах біотрансформації екзо- та ендобіотиків, зумовлюючи розвиток ендотоксемії в організмі (Dailey et al., 2005).

Метою роботи було визначити ферментативну активність АЛК-синтази в мітохондріальній і мікросомальній фракціях печінки щурів та карциноми Герена, трансплантованої на фоні дії попереднього фракціонованого рентгенівського опромінення в малих дозах.

**Об'єкт і методи.** Дослідження проводили на білих безпородних щурах-самицях масою 130-150г. Тварини були поділені на такі групи: I – опромінені щурі; II – щурі з трансплантованою карциномою Герена; III – щурі-пухлиноносії, яким карциному Герена трансплантували на фоні дії фракціонованого рентгенівського опромінення в малих дозах. Контролем слугували інтактні щури. Опромінення тварин проводили на апараті 12П6 („Lachema”, Чехія) протягом 7 днів. Сумарна доза опромінення 25,3 мКл/кг. По закінченні опромінення тваринам III-ї групи трансплантували карциному Герена за методикою (Марченко и др., 2000). Евтаназію тварин здійснювали під легким ефірним наркозом на 1, 7, 14, 21-у доби після опромінення, що для пухлиноносіїв відповідає латентній (7 доба), логарифмічній (14 доба) і стаціонарній (21 доба) стадіям онкогенезу.

Мітохондріальну та мікросомальну фракції печінки та карциноми Герена щурів отримували шляхом диференційного центрифугування

(Weinbach et al., 1961; Schenkman et al., 1978). В суспензії фракцій мітохондрій та мікросом визначали АЛК-синтазну активність за методикою (Collins et al., 1966) в перерахунку на 1мг білка. Вміст білка в пробах визначали за методом Лоурі (Lowry et al., 1951).

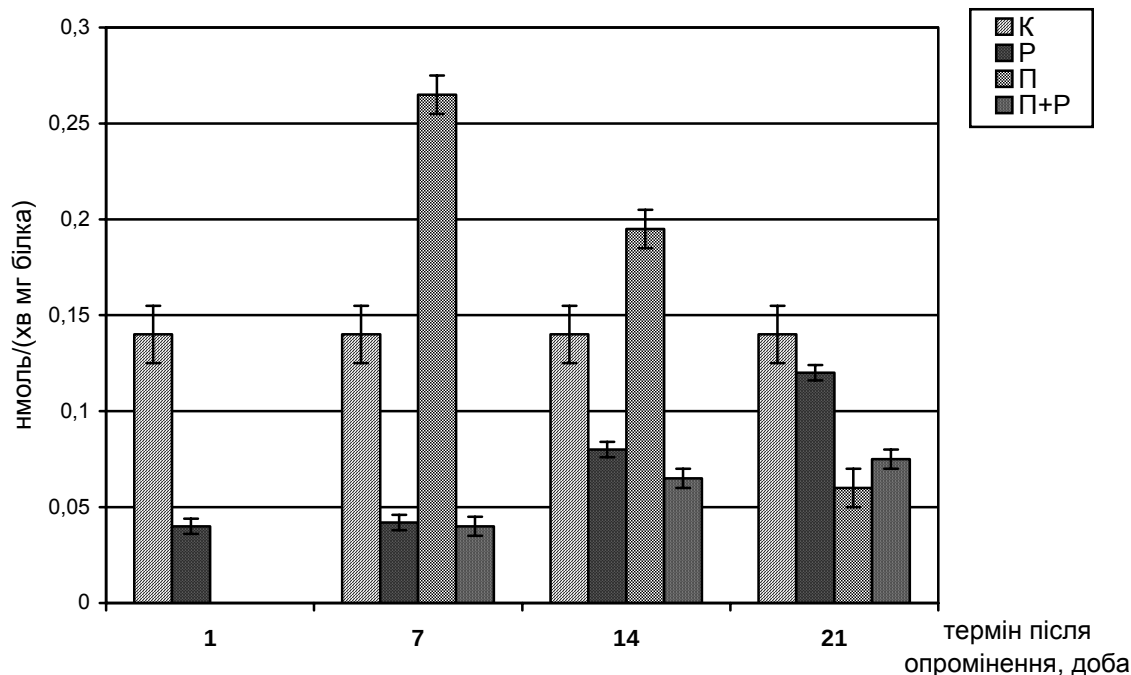
Отримані результати обробляли методом варіаційної статистики з використанням *t*-критерію Ст'юдента.

**Результати та їх обговорення.** Результати проведених досліджень показали, що ріст в організмі карциноми Герена та дія фракціонованого рентгенівського опромінення в малих дозах на нетрансформовані тканини організму зумовлюють зміни ферментативної активності АЛК-синтази як в мітохондріальній, так і мікросомальній фракціях печінки щурів.

Так, встановлено підвищення ферментативної активності АЛК-синтази в мітохондріальній фракції печінки неопромінених щурів-пухлиноносіїв на латентній стадії росту карциноми Герена порівняно з показниками контрольної групи (рис.1). Імовірно, початкові етапи росту в організмі карциноми Герена супроводжуються підвищеними потребами клітин печінки у синтезі гему *de novo*, оскільки на даному етапі підвищується активність ферментів дихального ланцюга мітохондрій більшість з яких є гемопротеїнами (Иншина и др., 2004; Калиман и др., 2003). Водночас, у мікросомальній фракції печінки щурів-пухлиноносіїв АЛК-синтазна активність знижується у 1,5 рази порівняно з показниками групи інтактних тварин (рис.2). Встановле-

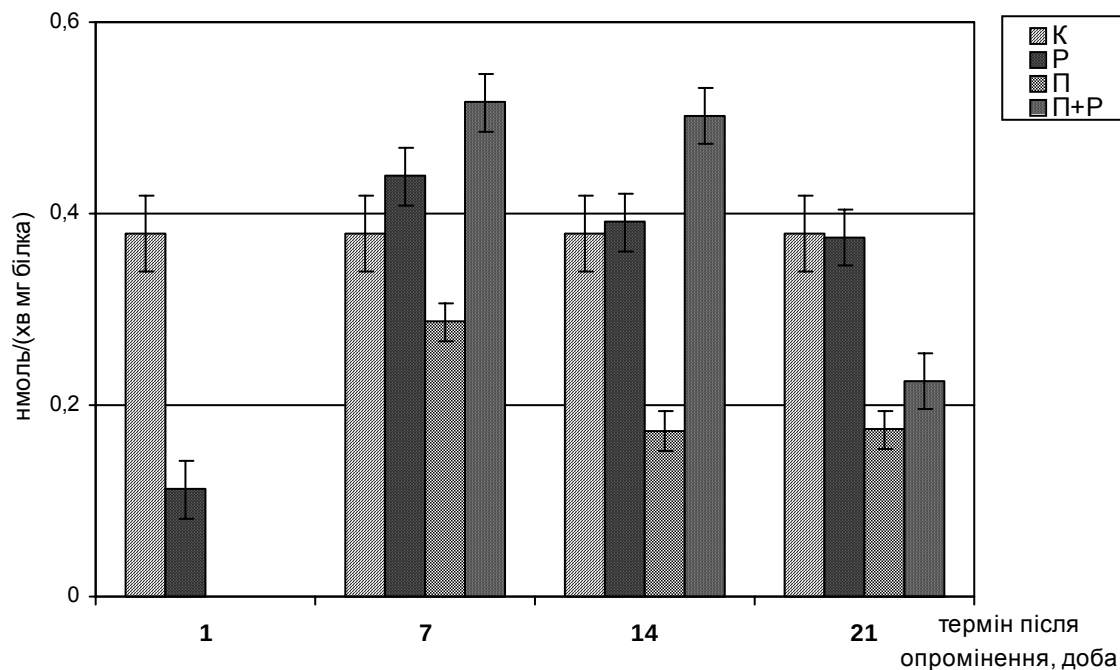
ний факт може бути пов'язаний з інтенсифікацією вільнорадикальних процесів, оскільки попередніми дослідженнями показано (Марченко и др., 2005), що на латентній стадії росту карциноми Герена підвищується вміст ТБК-активних продуктів, які можуть утворювати кон'юговані сполуки – так звані основи Шиффа, що володіють високою реакційною здатністю і можуть створювати міжмолекулярні «зшивки» з мембранними білками. В результаті цього може порушуватися функціонально-активна конформація мембранних білків, у тому числі АЛК-синтази, що призводить до інактивації цього ферменту. Слід зауважити, що ці зміни не суттєво впливають на функціонування цитохрому Р-450, оскільки швидкість його інактивації в цей період підвищується незначно, що свідчить про неушкодженість гему цитохрому Р-450, який занурений усередину білкової молекули (Marchenko et al., 2009).

На подальших етапах пухлинного росту спостерігається поступове зниження АЛК-синтазної активності не лише в мікросомальній, але й у мітохондріальній фракціях печінки. Інактивація АЛК-синтази у фракціях досліджуваних органел клітин у процесі росту новоутворення в організмі може стати причиною порушення дихального ланцюга мітохондрій та зниженої детоксикуючої функції печінки, внаслідок виснаження резервів синтезу гему в клітині. Саме в цей період знижується гідроксилазна активність цитохрому Р-450 – ключового ферменту біотрансформації ксенобіотиків (Marchenko et al., 2009).



**Рис. 1. Ферментативна активність 5-амінолевулінатсинтази в мітохондріальній фракції печінки поперечно опромінених щурів з трансплантованою карциномою Герена**

Примітка: К – інтактні тварини; Р – опромінені тварини; П – тварини, яким трансплантували пухлинні клітини; Р+П – тварини, яким по закінченні 7-ми добового опромінення трансплантували пухлинні клітини.



**Рис. 2. Ферментативна активність 5-амінолевулінатсинтази в мікросомальній фракції печінки попередньо опромінених щурів з трансплантованою карциномою Герена**

Дія фракціонованого рентгенівського опромінення в малих дозах на організм щурів без пухлини призводить до зниження ферментативної активності АЛК-синтази в мітохондріальній фракції печінки на 1, 7 та 14-у доби після припинення дії радіації порівняно з показниками контрольної групи, що свідчить про деструктивні процеси у мітохондріях за дії радіації (Газиев и др., 2008; Лю и др., 2006) (рис.1).

Щодо досліджуваного ферменту локалізованого в мембранах ендоплазматичного ретикулуму, то встановлено, що ферментативна активність АЛК-синтази знижується у 3 рази лише на першу добу після припинення дії радіаційного чинника порівняно з показниками контрольної групи щурів (рис.2). Імовірно, генерація супероксидного радикалу цитохромом Р-450, в результаті опромінення, призводить до руйнування даного гемопротеїну і вивільнення вільного гему, який за принципом негативного зворотного зв'язку інгібує активність АЛК-синтази. По мірі віддалення від терміну опромінення, зокрема, вже на 7-у добу після зняття дії радіації АЛК-синтазна активність у мікросомальній фракції печінки наближається до контрольного значення.

Значне підвищення активності ферменту на віддалених етапах після зняття дії радіаційного чинника можливо пов'язане зі зростанням активності гемоксигенази – ферменту, що руйнує гем. Індукція гемоксигенази в даному випадку – захисна реакція на підвищення вмісту гему в клітинах за умов окисного стресу (Каримов и др., 2001).

У групі щурів, яких піддавали попередньому опроміненню, після чого трансплантували кар-

циному Герена встановлено, що на сьому добу після припинення дії радіації ферментативна активність АЛК-синтази мітохондріальної фракції печінки у 4 рази нища показників групи неопромінених щурів-пухлиноносіїв (рис.1). У віддалені терміни після опромінення, а відтак на логарифмічній та стаціонарній стадіях онкогенезу спостерігається поступове зростання показників АЛК-синтазної активності, яке на 21-у добу досягає значень групи неопромінених щурів-пухлиноносіїв.

Підвищення АЛК-синтазної активності в даному випадку може бути пов'язано з порушенням функціонування мітохондрій, оскільки, як за умов порушення клітинного дихання, так і за нестачі АТФ у клітині, АЛК-синтазна активність підвищується за рахунок активації транскрипції за участю NRF-1 (nuclear respiratory factor-1), а також за рахунок стимуляції переносу попередника АЛК-синтази з цитоплазми в мітохондрії (Калиман и др., 2003).

У мікросомальній фракції печінки на 7-му добу після зняття радіаційного чинника ферментативна активність АЛК-синтази підвищується порівняно з неопроміненими пухлиноносіями, що може бути зумовлено потребою клітин у гемі для синтезу нових молекул цитохрому Р-450, за умови катаболізму гему оксигеназою (Іншина и др., 2005). По мірі росту пухлини активність досліджуваного ферменту знижується до рівня неопромінених пухлиноносіїв, що, очевидно, відбувається за рахунок накопичення в клітині вільного гему в результаті руйнування мікросомальних гемопротеїнів за дії АФК. Тобто, на терміна-

льній стадії онкогенезу в опромінену організм-пухлиноносія більшого впливу набуває розвиток новоутворення в організмі.

Отже, ріст карциноми Герена в організмі в післярадіаційних умовах призводить до підвищення АЛК-синтазної активності в мікросомальній фракції печінки щурів-пухлиноносіїв та одночасного зниження досліджуваного показника у фракції мітохондрій у період початкового та інтенсивного росту.

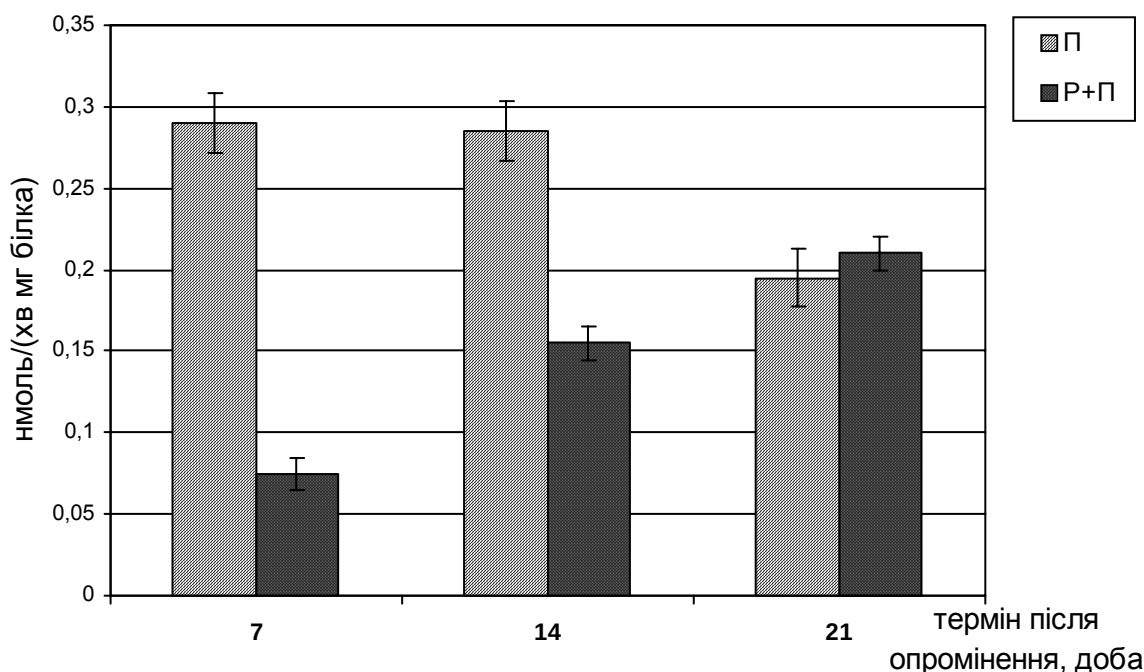
Початкова активація ферменту синтезу гему, локалізованого в мембранах ендоплазматичного ретикулуму, поступово знижується на фоні посилення метаболізму гему, що співпадає із зменшенням вмісту мікросомальних гемопротеїнів у печінці експериментальних тварин.

Встановлені зміни АЛК-синтазної активності в мітохондріальній та мікросомальній фракціях печінки спонукали нас до визначення ферментативної активності досліджуваного ферменту в пухлинній тканині.

Результати досліджень показали, що етапи початкового та інтенсивного росту карциноми Герена характеризуються високими показниками АЛК-синтазної активності у мітохондріальній фракції трансформованої тканини. На стаціонарній фазі онкогенезу спостерігається зниження досліджуваного показника (рис.3). Ферментативна активність АЛК-синтази в мікросомальній

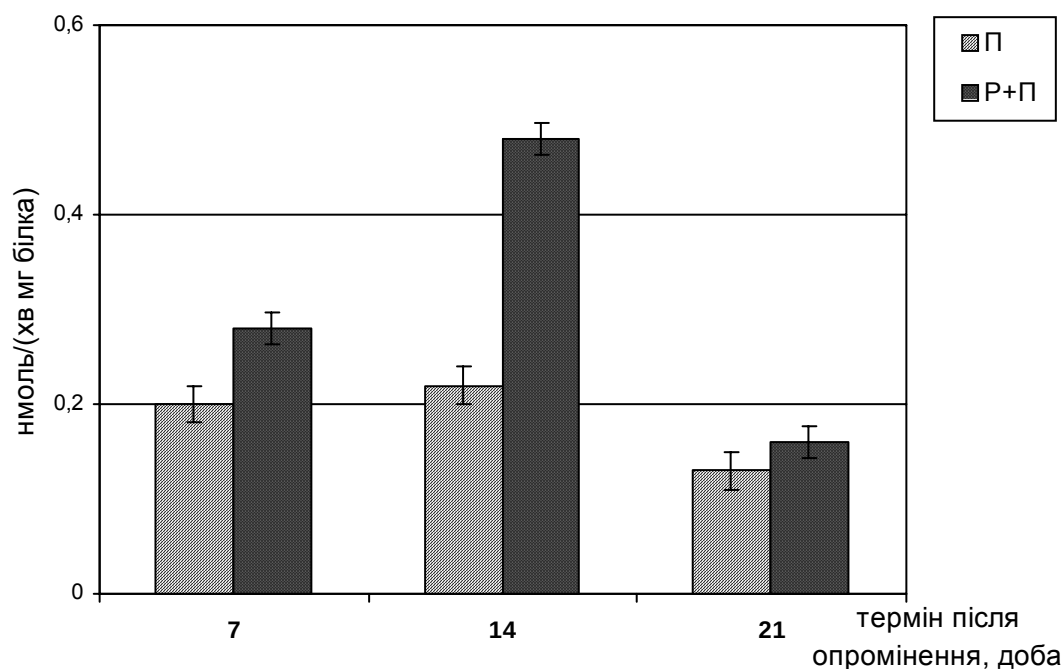
фракції карциноми Герена щурів знижується по мірі росту новоутворення з мінімальними показниками на термінальній стадії онкогенезу (рис.4). Імовірно, накопичення вільних радикалів кисню по мірі росту пухлини призводить до пошкодження мембран, що може бути наслідком руйнування мікросомальних гемопротеїнів, зокрема цитохрому Р-450 (Марченко и др., 2007).

У попередньо опроміненіх щурів початковий етап росту карциноми Герена супроводжується зниженням ферментативної активності АЛК-синтази в мітохондріальній фракції карциноми Герена порівняно з показниками неопроміненіх щурів-пухлиноносіїв. Високий вміст активних форм кисню і стан окисного стресу, який виникає в клітині внаслідок опромінення, призводять до руйнування клітинних структур та інактивації ферментів, у тому числі й АЛК-синтази (Hunter et al., 2000). У мікросомальній фракції карциноми Герена попередньо опроміненіх щурів спостерігається значне підвищення АЛК-синтазної активності порівняно з неопроміненіми пухлиноносіями. Вплив малих доз опромінення індукує синтез нових ізоформ цитохрому Р-450 і, цим самим, зумовлює синтез гему в клітинах *de novo*, значна частина якого утилізується для утворення цитохрому Р-450, оскільки гідроксилазна активність даного гемопротеїну підвищується на цих етапах онкогенезу (Marchenko et al., 2009).



**Рис. 3.** 5-амінолевулінатсинтазна активність у мітохондріальній фракції карциноми Герена, трансплантованої на фоні попереднього фракціонованого опромінення в малих дозах

Примітка: П – тварини, яким трансплантували пухлинні клітини; Р+П – тварини, яким по закінченні 7-ми добового опромінення трансплантували пухлинні клітини.



**Рис. 4.** 5-амінолевулінатсинтазна активність у мікросомальній фракції карциноми Герена, трансплантованої на фоні попереднього фракціонованого опромінення в малих дозах

На термінальному етапі росту карциноми Герена спостерігається зниження АЛК-синтазної активності в мікросомальній фракції пухлини до рівня показників групи неопромінених пухлиноносіїв (рис.4). Імовірно, накопичення токсичних сполук, які не виводяться з організму на фоні руйнування монооксигеназної системи активними формами кисню на кінцевому етапі онкогенезу призводить до інактивації АЛК-синтази. Окрім того, вільний гем, що накопичується в клітинах пухлини підвищує пероксидне окислення ліпідів мембран оскільки у великих кількостях він володіє прооксидантними властивостями (Caballero et al., 2002).

Отже, вплив радіації на початкових етапах розвитку пухлини призводить до зниження ферментативної активності АЛК-синтази в мітохондріальній фракції та підвищення в мікросомальній фракції карциноми Герена попередньо опромінених щурів-пухлиноносіїв.

**Висновки.** Отримані дані показують, що за дії генотоксичних факторів, таких як іонізуюче опромінення та онкогенез, відбувається підвищення АЛК-синтазної активності в мікросомальній фракції печінки та карциноми Герена щурів-пухлиноносіїв та одночасне зниження досліджуваного показника у фракції мітохондрій у період початкового та інтенсивного росту новоутворення попередньо опромінених щурів-пухлиноносіїв. Початкова активація ферменту синтезу гему, локалізованого в мембранах ендоплазматичного ретикулуму, поступово знижується на фоні посилення метаболізму гему, що спів-

падає із зменшенням вмісту мікросомальних гемопротейнів у печінці експериментальних тварин.

На термінальних етапах дія радіації нівелюється як на печінку, так і на пухлинну тканину, оскільки показники ферментативної активності АЛК-синтази в досліджуваних субклітинних фракціях наближаються до значень групи неопромінених пухлиноносіїв.

#### Список літератури:

1. Astner I., Heuvel J., Jahn D. et al. Crystal structure of 5-aminolevulinic acid synthase, the first enzyme of heme biosynthesis, and its link to XLSA in humans // *The EMBO Journal*. – 2005. – №24. – P.3166-3177.
2. Caballero F., Gerez E., Batlle A., Vazquez E. Interaction of cimetidine with P450 in a mouse model of hepatocarcinogenesis initiation // *British Journal of Cancer*. – 2002. – №. 86. – P.630-635.
3. Collins A., Marver H., Tschudy P.  $\delta$ -Aminolevulinic Acid Synthetase // *Journal of Biological Chemistry*. – 1966. – Vol.241, №19. – P.4323 – 4329.
4. Dailey T.A., Woodruff J.H., Dailey T.A., Dailey H.A. Examination of mitochondrial protein targeting of haem synthetic enzymes: *in vivo* identification of three functional haem-responsive motifs in 5-aminolevulinic acid synthase // *The Journal of Biological Chemistry*. – 2005. – №.1. – P.381-386.
5. Hunter G.A., Ferreira G.C. 5-aminolevulinic acid synthase: catalysis of the first step of heme biosynthesis // *Cell Mol Biol*. – 2010. – Vol. 55, №.1. – P.102-110.
6. Hunter G.A., Ferreira G.C. Pre-steady-state reaction of 5-aminolevulinic acid synthase // *The Journal of Biological Chemistry*. – 2000. – Vol. 274, №. 18. – P.12222-12228.
7. Lowry O.H., Rosenbrough M.J., Farr A.L., Randal R.J. Protein measurement with the folin phenol re-

- agent // Journal of Biological Chemistry – 1951. – Vol.193, №1. – P.265-275.
8. Marchenko M.M., Kopyl'chuk G.P., Ketsa O.V. Low Doses of X-Ray Irradiation Influence the Liver Detoxication System in Rats with Transplanted Guerin's Carcinoma // Biochemistry (Moscow) Sup.Ser. B: Biomed. Chem. – 2009. – Vol.3, №4. – P.377 – 381.
  9. Schenkman J.B., Cinti D.L. Preparation of Microsomes with Calcium // Methods in Enzymology. – 1978. – Vol. 52, part c. – P.83-89.
  10. Weinbach T.C. A procedure for isolating stable mitochondria from rat liver and kidney // Analyt. Biochem. – 1961. – Vol. 2. – P.335 – 343.
  11. Газиев А.И., Шайхаев Г.О. Повреждение митохондриального генома и пути его сохранения // Генетика. – 2008. – Т.44, №4. – С.437 – 455.
  12. Иншина Н.Н., Калиман П.А. Регуляция активности 5-аминолевулинатсинтазы в печени крыс при введении хлорида кадмия // Вісник проблем біології і медицини. – 2004. – вып. 3. – С.33 – 39.
  13. Іншина Н.М., Каліман П.А. Активність 5-амінолевулінатсинтази і вміст деяких гемопротеїнів в печінці щурів за введення фенілгідазину // Вісник проблем біології і медицини. – 2005. – №. 4. – С.45-49.
  14. Калиман П.А., Иншина Н.Н., Стрельченко Е.В. Активность ключевых ферментов метаболизма гема и содержание цитохрома Р-450 в печени крыс при экспериментальных рабдомиолизе и гемолитической анемии // Укр. біохім. журн. – 2003. – Т.75, №3. – С.109-114.
  15. Калиман П.А., Баранник Т.В. Метаболизм гема и оксидативный стресс // Укр. біохім. журн. – 2001. – Т.73, №1. – С.5 – 13.
  16. Каримов Х.Я., Иноятова Ф.Х., Долимова М.А. Изменение активности ферментов синтеза и распада гема и содержание микросомальных гемопротеинов при остром поражении печени тиоцетамидом // Вопр. мед. химии. – 2001. – Т. 47, № 2. – С.243-247.
  17. Лю Б.Н., Лю М.Б., Исмаилов Б.И. Роль митохондрий в развитии и регуляции уровня окислительного стресса в норме, при клеточных патологиях и реверсии опухолевых клеток // Усп. соврем. биол. – 2006. – Т. 126, №4. – С.388 – 398.
  18. Максимчук О.В., Бобик В.І., Сидорик Л.Л., Чащин М.О. Вплив тривалої сумісної дії  $\gamma$ -випромінювання та етанолу на експресію цитохрому Р-450 2E1 у печінці мишей // Український біохімічний журнал. – 2008. – Т.80, №. 5. – С.105-111.
  19. Марченко М.М. Копильчук Г.П., Григор'єва О.В. Активність цитоплазматичних протеаз пухлинної тканини щурів з трансплантованою карциномою Герена за дії лікувальних засобів різної природи // Доповіді НАН України. – 2000. – № 3. – С.192-195.
  20. Марченко М.М., Кеца О.В. Вплив ліпосомного протипухлинного засобу 5,6-бензкумарин-5-урацилу на інтенсивність вільнорадикальних процесів у мікросомній фракції клітин печінки та пухлини щурів із трансплантованою карциномою Герена // Укр. біохім. журн. – 2005. – Т.77, №2. – С.141–146.
  21. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Кеца О.В. Білковий склад мікросомної фракції печінки попередньо опромінених щурів з карциномою Герена // Доповіді НАН України. – 2007. – №6. – С.170-174.

## ACTIVITY OF 5-AMINOLEVULINATE SYNTHASE IN SUBCELLULAR FRACTION RAT LIVER AND GUERIN'S CARCINOMA TRANSPLANTED AFTER LOW-DOSE IRRADIATIONS

M.M. MARCHENKO, O.V. KETSA

*The activity of 5-aminolevulinate synthase (ALA -synthase) in liver microsomal and mitochondrial fractions of preliminary radiation-exposed rats was investigated. It was shown that preliminary organism exposure to radiation reduced mitochondrial ALA-synthase activity and increases activity of ALA-synthase in microsomal fraction of liver and tumour in the latent and logarithmic oncogenesis phase comparing to the unirradiated rats with tumour. The preliminary radiation does not influence the enzyme activity microsomal and mitochondrial ALA-synthase of liver and tumour on terminal stages of Guerin's carcinoma growth.*

*Key words:* aminolevulinate-synthase, mitochondrial fraction, microsomal fraction, liver, Guerin's carcinoma

Одержано редколлегією 12.11.2010

## ПОЛІМОРФІЗМ 5S рДНК В ЄВРОПЕЙСЬКИХ ПОПУЛЯЦІЯХ *ACER CAMPESTRE L.*

Ю.М. Давидюк, В.І. Патрашкану, Р.А. Волков

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,

Кафедра молекулярної генетики та біотехнології,

вул. Коцюбинського 2, м. Чернівці, 58012

e-mail: ra.volkov@gmail.com

В останнє десятиліття значного поширення набули філогеографічні дослідження окремих видів. Застосування молекулярних маркерів відкрило нові перспективи у розрізненні на молекулярному рівні близькосторідних видів і популяцій та для виявлення внутрішньо- та міжвидових відмінностей окремих генів. Широко розповсюджений у Європі *Acer campestre* є хорошою модельною системою для досліджень динаміки популяцій деревних рослин. З метою застосування нових молекулярних маркерів ампліфіковану методом ПЛР ділянку міжгенного спейсера 5S рДНК *A. campestre*, було клоновано та секвенсовано. Застосувавши порівняльний аналіз секвенсованих послідовностей, ми ідентифікували кілька точкових мутацій, специфічних для окремих популяцій, що можуть бути використані для розрізнення західно-, центрально- та східноєвропейських популяцій та для реконструкції шляхів поширення *A. campestre* у післяльодовиковий період.

**Ключові слова:** молекулярні маркери, міжгенний спейсер, поширення у післяльодовиковий період, *Acer*.

**Вступ.** Один із найрозповсюдженіших видів роду *Acer L.* на території Європи – *Acer campestre L.* – є важливою складовою сучасних лісових екосистем. Даний вид відзначається високою мінливістю на морфологічному рівні, що, імовірно, пов'язано з значним генетичним поліморфізмом *A. campestre* у різних популяціях. Формування сучасного генетичного різноманіття виду *A. campestre* зумовлене реколонізацією Європи у післяльодовиковий період популяціями, попередньо витісненими льодовиком до південних рефугіумів (Dumolin-Lapegue, 1997). Тому вивчення генетичної структури виду на популяційному рівні видається актуальним, оскільки воно дає можливість визначити шляхи міграції *A. campestre* в Європі, зокрема в Україні, протягом останніх тисячоліть (Grimm *et al*, 2006).

Зручним інструментом для визначення рівня популяційної мінливості виду *A. campestre* є використання молекулярних маркерів. До останнього часу в поодиноких дослідженнях геному *A. campestre*, що стосувалися лише західно- та центрально-європейських територій, як маркери застосовувалися переважно хлоропластна ДНК (некодуючі ділянки) і ділянка внутрішнього транскрибованого спейсера (BTC) генів, що кодують 18S, 5.8S і 25S рРНК (35S рДНК) (Grimm *et al*, 2006; Jianhua *et al*, 2006).

Зручним інструментом для встановлення генетичної спорідненості на популяційному рівні у рослин є ділянки геному, що кодують 5S рРНК (5S рДНК), які належать до класу тандемно організованих повторюваних послідовностей. Встановлено, що різні частини повторюваної

одиниці 5S рДНК еволюціонують з різною швидкістю. Зокрема область міжгенного спейсера (МГС – Рис.1) характеризується високою швидкістю молекулярної еволюції і виявилась адекватним молекулярним маркером при дослідженнях процесів мікроеволюції в родах *Solanum* (Volkov *et al*, 2001) і *Nicotiana* (Matyášek *et al*, 2002). У попередніх дослідженнях, проведених в нашій лабораторії, було визначено особливості будови 5S рДНК в популяціях *A. campestre* України, Румунії, Болгарії та Туреччини (Волков, неопубліковані дані), проте організація 5S рДНК в інших популяціях Центральної та Західної Європи залишається невивченою. Тому в даній роботі проведено визначення особливостей будови 5S рДНК, зокрема первинної нуклеотидної послідовності МГС у представників різних популяцій *A. campestre* Центральної та Західної Європи, що є корисним для з'ясування шляхів міграції *A. campestre* в Європі протягом післяльодовикового періоду.

**Об'єкт і методи.** Матеріалом досліджень були гербарні зразки виду *A. campestre* з популяцій Німеччини й Угорщини (табл. 1). Виділення загальної ДНК проводили із гербарних зразків цетавлоновим методом (Rogers and Bendich, 1994). Ампліфікацію послідовності 5S рДНК проводили за допомогою методу полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Для проведення ПЛР застосовувалися пара праймерів 5S-14a-Not + 5S-15-Not ("MWG Oligo Synthese", Німеччина), комплементарні до кодуючої області 5S рДНК (рис. 1). Ці праймери були раніше розроблені у нашій лабораторії (Volkov *et al*, 2001).



Таблиця 1

Географічне походження досліджених популяцій *Acer campestre*

| Умовне позначення | Географічне походження | Автори сіквенсу             |
|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| G-Ber1            | Німеччина, Берлін-1    | Ця стаття                   |
| G-Ber2            | Німеччина, Берлін-2    | – « –                       |
| Hun-1             | Угорщина-1             | – « –                       |
| G-Tub1            | Німеччина, Тюбінген-1  | Волков, неопубліковані дані |
| G-Tub2            | Німеччина, Тюбінген-2  | – « –                       |
| Bul-1             | Болгарія-1             | – « –                       |
| Bul-2             | Болгарія-2             | – « –                       |
| Uk-Cher           | Україна, Чернівці      | – « –                       |
| Tur-1             | Туреччина-1            | – « –                       |
| Tur-2             | Туреччина-2            | – « –                       |

З метою подальшого лігування в сайт впізнання ендонуклеази *Eco52* I на 5'-кінці праймерів було додано послідовність, що відповідає сайту впізнання ендонуклеази *Not* I (табл. 2). Для ампліфікації використовували ДНК-полімеразу HotStartTaq ("Qiagen", США) у відповідності з рекомендаціями виробника. Кількість ДНК для ампліфікації складала 50 нг на реакцію. Ампліфікацію ДНК проводили в середовищі такого складу: 1× буфер для ПЛР (PCR-buffer, "Qiagen"), 0.75 mM MgCl<sub>2</sub>, суміш dNTP

("Fermentas", Литва) – 0.2 mM кожного, праймери – 1 mM кожного, ДНК-полімераза – 1 од. активності на реакцію. Загальний об'єм реакційної суміші складав 20 мкл. ПЛР проводилась з використанням приладу MiniCycler ("MJ Research Inc", США) за такою програмою: (1) початкова активація ДНК-полімерази – 95°C, 2 хв.; (2) 35 циклів ампліфікації: денатурація ДНК – 94°C, 45 с; гібридизація праймерів – 57°C, 1 хв.; синтез ДНК – 72°C, 2 хв.; (3) закінчення ампліфікації – 72°C, 8 хв.; (4) припинення реакції – 4°C.

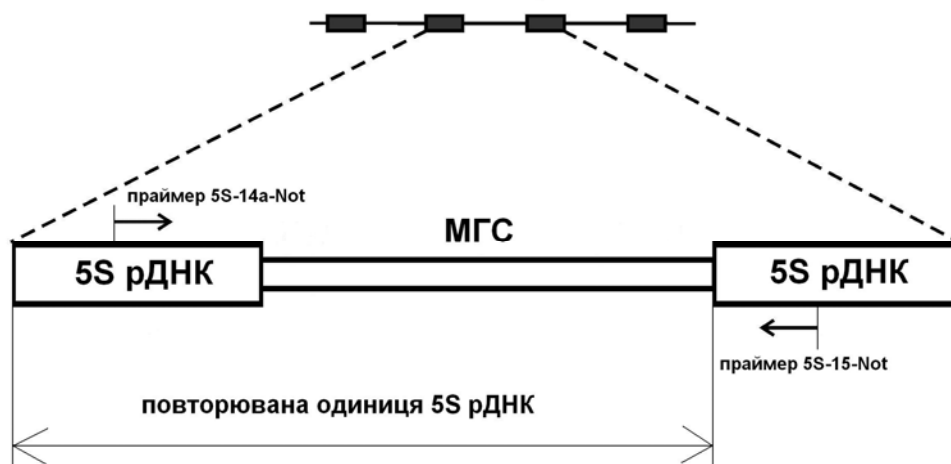


Рис. 1. Будова повторюваної одиниці 5S рДНК і місця гібридизації праймерів, що використовувались для проведення ПЛР.

Продукти ПЛР розділяли методом електрофорузу в 1% агарозному гелі з використанням 1× трис-боратного буферу, що містив 0.5 мкг/мл бромистого етидію (Sambrook et al., 1989). Маркером для визначення довжини отриманих ПЛР-продуктів слугував "GeneRuler™ Ladder Mix" ("Fermentas"). Отримані ПЛР-продукти піддавали

розщепленню ендонуклеазою *Not* I ("Fermentas") і лігували у сайт *Eco52* I плазміди pLitmus 38 з використанням T4 ДНК-лігази ("Fermentas"). Трансформацію компетентних клітин лінії *Escherichia coli* XL-blue рекомбінантними плазмідами проводили методом електропорації з використанням приладу *E. coli* Pulser (BioRad, США).

Таблиця 2

Праймери, використані для ПЛР-ампліфікації 5S рДНК *A. campestre*

| Позначення праймера | Послідовність                                    |
|---------------------|--------------------------------------------------|
| 5S-14a-Not          | 5' - CAATGCGGCCGCGAGAGTAGTACTAGGATGCGTGAC - 3' * |
| 5S-15-Not           | 5' - CATTGCGGCCGCTTAACCTTCGGAGTTCTGATGGGA - 3' * |

\* Примітка. Підкресленим шрифтом виділено сайт впізнання ендонуклеази *Not* I

Скринінг колоній здійснювали методом *blue-white colony selection*. Рекombінантні плазмиди з відібраних колоній виділяли методом лужного лізису, вставки з рекombінантних плазмид вилучали шляхом розщеплення ендонуклеазою *Eco52 I* ("Fermentas") за стандартними методиками (Sambrook *et al*, 1989). Відібрані рекombінантні плазмиди, що містили вставку, були просиквеновані з використанням набору Big Dye Terminator Cycle Sequencing Kit на сиквенаторі ABI Prism 310 (PE Applied Biosystems, США). Вирівнювання отриманих сиквенсів проводили за допомогою методу CLUSTAL W (Higgins and Sharp, 1989) з використанням програми комп'ютерної обробки даних MEGALIGN з пакету програм DNASTAR (DNASTAR, 1998). Для порівняльного аналізу використовувались раніше отримані у нашій лабораторії послідовності 5S рДНК *A. campestre* з популяцій України, Болгарії, Туреччини та Німеччини.

**Результати та їх обговорення.** При електрофоретичному розділенні продуктів ПЛР було виявлено, що в результаті ампліфікації 5S рДНК досліджених зразків *A. campestre* утворився лише один ПЛР-продукт завдовжки близько 320-340 пн. Проте, у одного зразка з берлінської популяції внаслідок ПЛР утворювалося три продукти: 1 – завдовжки близько 330-350 пн, 2 – міно́рний продукт довжиною приблизно 500-550 пн, 3 – димер завдовжки близько 650-700 пн. Імовірно, утворення двох ПЛР-продуктів пов'язано з наявністю в геномі даної популяції двох різних за довжиною типів повторюваних одиниць 5S рДНК. Ці результати узгоджуються з отриманими раніше в нашій лабораторії для популяцій *A. campestre* з України, Румунії та Болгарії, у яких також утворювався лише один ПЛР-продукт завдовжки близько 330-350 пн (Волков, неопубліковані дані). Таким чином, угорська популяція *A. campestre* не відрізняється за спектром ПЛР-продуктів 5S рДНК від популяцій, розповсюджених на території України, Румунії та Болгарії.

Порівняльний аналіз первинної нуклеотидної послідовності виявив, що довжина МГС 5S рДНК у зразка із угорської популяції *A. campestre* складає 202 пн, як і у зразків, з якими про-

дилось порівняння, водночас у досліджених рослин берлінської популяції за рахунок інсерції одного нуклеотида довжина МГС дорівнює 203 пн. Оскільки довжина кодуєчої ділянки 5S рДНК у досліджених зразків *A. campestre* не відрізняється від такої в інших видів вищих рослин і дорівнює 120 пн, то загальна довжина повторюваної одиниці 5S рДНК складає 322 пн в угорській популяції та 323 пн – в берлінській. Загальний рівень подібності первинної нуклеотидної послідовності МГС 5S рДНК зразка з угорської популяції до порівнюваних зразків дорівнює 95.6-99%. Водночас зразки G-Ber1 і G-Ber2 мають нижчий рівень подібності МГС 5S рДНК до інших зразків – 93.1-95.1%, що може свідчити про їх належність до іншої локальної раси (табл. 3).

В результаті проведеного порівняльного аналізу послідовності МГС встановлено, що для представників *A. campestre* з берлінської популяції характерна відсутність сайту впізнавання ендонуклеази *Sma I* у МГС в позиції 158-163 (рис. 2), водночас у зразка Hun1 виявлено точкову заміну в положенні 158, що призводить до утворення сайту впізнавання ендонуклеази *Sma I*. Як було встановлено раніше в нашій лабораторії, мутація, що призводить до появи сайту ендонуклеази *Sma I* широко представлена у популяціях *A. campestre* на території Болгарії та сусідніх до неї країн. Це дозволило висловити припущення, що мутація виникла саме на території Болгарії, а пізніше поширилася у північно-західному, західному та південному напрямках (Туреччина, Угорщина, південь Німеччини – Волков, неопубліковані дані).

Як продемонстрували результати порівняльного аналізу, берлінська популяція *A. campestre* характеризується рядом особливостей. Зокрема: 1) в положеннях 37, 42 і 80 наявні трансверсії Т→G, С→G і G→T відповідно; 2) в положенні 87 присутня інсерція нуклеотида G. Дані ознаки не зустрічаються у жодному зі зразків, з якими проводилося порівняння. Можна припустити, що виявлені специфічні особливості послідовності МГС, насамперед інсерція, можуть слугувати молекулярними маркерами для ідентифікації даної популяції або локальної раси *A. campestre*.

Таблиця 3

Рівень подібності нуклеотидної послідовності МГС 5S рДНК у популяцій виду *Acer campestre* L. \*

| G-Ber1 | G-Ber2 | Hun-1 | G-Tub1 | G-Tub2 | Bul-1 | Bul-2 | Uk-Cher | Tur-1 | Tur-2 |         |
|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|
|        | 98.0   | 94.1  | 94.1   | 95.1   | 94.6  | 94.6  | 94.1    | 93.6  | 93.1  | G-Ber1  |
|        |        | 93.1  | 93.1   | 94.1   | 93.6  | 93.6  | 94.1    | 93.6  | 93.1  | G-Ber2  |
|        |        |       | 98.0   | 99.0   | 98.5  | 98.5  | 97.0    | 96.1  | 95.6  | Hun-1   |
|        |        |       |        | 99.0   | 98.5  | 98.5  | 97.0    | 96.6  | 96.1  | G-Tub1  |
|        |        |       |        |        | 99.5  | 99.5  | 98.0    | 97.5  | 97.0  | G-Tub2  |
|        |        |       |        |        |       | 100.0 | 97.5    | 97.0  | 96.6  | Bul-1   |
|        |        |       |        |        |       |       | 97.5    | 97.0  | 96.6  | Bul-2   |
|        |        |       |        |        |       |       |         | 99.5  | 99.0  | Uk-Cher |
|        |        |       |        |        |       |       |         |       | 99.5  | Tur-1   |
|        |        |       |        |        |       |       |         |       |       | Tur-2   |

\* Примітка. Умовні позначення порівнюваних зразків наведені у табл. 1.

|         |      |                                                                             |      |
|---------|------|-----------------------------------------------------------------------------|------|
|         | [1   | TTTTGCTCGATTCAAAGTCGTTATTTCGATAATTTTTCTCGGAAAACCGTCTTCATATTGTTTATTTTTC      | 70]  |
| G-Ber1  |      | .....C.....G.....C.....                                                     |      |
| G-Ber2  |      | ...G.....G.....C.....                                                       |      |
| G-Tub1  |      | .....                                                                       |      |
| G-Tub2  |      | .....                                                                       |      |
| Hun1    |      | .....                                                                       |      |
| Bul-1   |      | .....C.....                                                                 |      |
| Bul-2   |      | .....C.....G.....                                                           |      |
| Uk-Cher |      | .....G.....G.....                                                           |      |
| Tur-1   |      | .....G.....G.....                                                           |      |
| Tur-2   |      | .....G...A.....                                                             |      |
|         | [71  | CCAGCACACGTCCTGTT - TCCCTTTTTCACATGTGGAGGGACGGCAATTATTCTATTTTCGTTAGAGGAGGGC | 140] |
| G-Ber1  |      | .....T.....G.....                                                           |      |
| G-Ber2  |      | .....T.....G.....                                                           |      |
| G-Tub1  |      | .....-.....T.....                                                           |      |
| G-Tub2  |      | .....                                                                       |      |
| Hun-1   |      | .....-.....T.....                                                           |      |
| Bul-1   |      | .....-.....                                                                 |      |
| Bul-2   |      | .....-.....                                                                 |      |
| Uk-Cher |      | .....-.....                                                                 |      |
| Tur-1   |      | .....-.....                                                                 |      |
| Tur-2   |      | .....-.....                                                                 |      |
|         | [141 | GAAATTGTAGAAGATGCTCCGGGTGAGTAAGCCTTAAGTAAATATTGCGTACAAGACATGAC              | 202] |
| G-Ber1  |      | .....                                                                       |      |
| G-Ber2  |      | ...C.....A.....                                                             |      |
| G-Tub3  |      | .....C.....T.....                                                           |      |
| G-Tub4  |      | .....C.....                                                                 |      |
| Hun-1   |      | .....C.....T.....                                                           |      |
| Bul-1   |      | .....C.....                                                                 |      |
| Bul-2   |      | .....C.....                                                                 |      |
| Uk-Cher |      | .....A.....                                                                 |      |
| Tur-1   |      | .....A.....T.....                                                           |      |
| Tur-2   |      | .....A.....T.....                                                           |      |

**Рис. 2. Аналіз первинної нуклеотидної послідовності МГС 5S рДНК популяцій *A. campestre*. CCCGGG – сайт впізнання ендонуклеази *Sma* I. Жирним підкресленням шрифтом виділено регуляторні мотиви транскрипції.**

Варто відзначити, що у зразка G-Ber2 в положенні 195 знаходиться нуклеотид А, як і в зразках з турецької та української популяцій (див. рис. 2). Можливо, що дана транзиція з'явилась в берлінській популяції незалежно від інших, проте імовірним видається і припущення, що дана мутація може бути наслідком поширення популяцій *A. campestre* з Балканського півострова у північно-західному напрямку і їх гібридизації з популяціями на території Східної Німеччини. Перевірка цього припущення потребує подальших досліджень.

З літературних джерел відомо, що у МГС знаходяться послідовності, які є приймають участь у модуляції транскрипції 5S рДНК. Зокрема вважається, що елементами промотора РНК-полімерази III є такі сигнали в як ТАТА-бокс, а також мотиви GC і C, що знаходяться у МГС відповідно на відстані -28, -13 та -1 пн від 5'-кінця кодуєної ділянки (Douet, 2007). В досліджених нами зразках тільки локалізація нуклеотиду С в положенні -1 пн співпадає з даними літератури. Водночас дінуклеотид GC розташований на відстані -16 пн від 5'-кінця кодуєної ділянки, а на відстані -28 пн знаходиться послідовність

ТААГТА (див. рис. 2). Виявлені відмінності наводять на думку про існування різних варіантів сигнальних послідовностей в МГС рДНК рослин.

**Висновки.** Результати порівняльного аналізу МГС 5S рДНК *A. campestre* різних популяцій засвідчують наявність відмінностей в нуклеотидній послідовності між представниками різних популяцій Західної та Центральної Європи, що може бути використано для ідентифікації окремих популяцій і локальних рас, а також для відстеження шляхів поширення *A. campestre* в Європі протягом післяльодовикового періоду.

#### Список літератури:

1. Douet J., Tourmente S. Transcription of the 5S rRNA heterochromatic genes is epigenetically controlled in *Arabidopsis thaliana* and *Xenopus laevis* // *Heredity*. – 2007. – Vol. 99. – P. 5-13.
2. Dumolin-Lapegue S., Demesure B., Fineschi S., Le Come V., Petit R. Phylogeographic structure of white oaks throughout the European continent // *Genetics*. – 1997. – 146. – P. 1475-1487.
3. Grimm W.G., Renner S. S., Stamatakis A. [et al.] Nuclear Ribosomal DNA phylogeny of *Acer* inferred with maximum likelihood, splsts graphs and motif analysis of 606 sequences // *Evol. Bioinformatics Online*. – 2006. – V. 7, №2. – P. 7-22.

4. Higgins D. G., Sharp P. M. Fast and sensitive multiple sequence alignment on a microcomputer // CABIOS. – 1989. – Vol. 5. – P. 151-153.
5. Jianhua L., Yue O., Shoup S. Phylogenetics of *Acer* (*Aceroidae*, *Sapindaceae*) based on nucleotide sequences of two chloroplast non-coding regions // Harvard Papers in Botany. – 2006. – V.1, №11. – P. 101-115.
6. Matyášek R., Fulneček J., Lim K.Y., Leitch A.R., Kovalík A.. Evolution of 5S rDNA unit arrays in the plant genus *Nicotiana* (*Solanaceae*) // Genome. – 2002. – V. 45, №4. – P. 556-562.
7. Slade D., Ivankovich. M., Gracan J. Geografska distribucija haplotipova sumskog drveca I grmja u Europi // Rad. Sumar. Inst. – 2002. – Vol. 1. – P. 37-60.
8. Sambrook J., Fritsch E., Maniatis T. Molecular cloning. – New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1989. – Vol. 1-3.
9. Volkov R.A., Zanke C., Panchuk I.I., Hemleben V. Molecular evolution of 5S rDNA of *Solanum* species (sect. *Petota*): application for molecular phylogeny and breeding // Theor. Appl. Genet. – 2001. – 103. – P. 1273-1282.
10. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of total cellular DNA from plants, algae and fungi // In: Plant Mol. Biol. Manual. – Belgium, 1994. – P.1-8.

## POLYMORPHISM OF 5S rDNA IN EUROPEAN POPULATIONS OF *ACER CAMPESTRE* L.

Y.M. DAVIDJUK, V.I. PATRASHKANU, R.A. VOLKOV

*Intraspecific phylogeography represents a popular field of investigations in the last decade. Application of molecular markers offered new perspectives in the field allowing discrimination at molecular level of closely related species and populations and monitoring of inter- and intraspecific gene flow. *Acer campestre* is widely distributed in Europe representing a good model system for investigation of population dynamics of woody plants. In order to develop new molecular markers intergenic spacer regions of 5S rDNA of *A. campestre* was amplified by PCR, cloned and sequenced. Applying comparative sequence analysis we have identify several population-specific point mutations, which can be used for discrimination of West, Central and East European populations and for reconstruction of post-glacial migration routes of *A. campestre*.*

*Key words: molecular markers, intergenic spacer, post-glacial migration, *Acer**

Одержано редколегією 14.10.2010

# ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭКСПРЕССИИ НА ИММУНОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕКОМБИНАНТНЫХ БЕЛКОВ, СОДЕРЖАЩИХ ИММУНОДОМИНАНТНЫЕ УЧАСТКИ ГЛИКОПРОТЕИНА G ВИРУСА ПРОСТОГО ГЕРПЕСА 2 ТИПА

Л.Н. Мойса, М.И. Вудмаска, В.А. Шевчук, Г.В. Ковтонюк,  
Л.Н. Коршун, Е.К. Киселева, И.В. Чехлов, Л.А. Ганова, Н.Я.Спивак

АОЗТ НПК «Дианпроф Мед», Киев, galkov12@gmail.com  
Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАНУ

*На основе вектора pET28a сконструированы две рекомбинантные плазмиды - pET28-Gal-HSV2gG и pET28-GST-HSV2gG, продукты экспрессии которых в бактериальной системе E.coli BL21(DE3) представляют собой слитые белки, содержащие иммунодоминантные участки гликопротеина G вируса простого герпеса 2 типа и последовательности N-концевого фрагмента β-галактозидазы или глутатион-S-трансферазы. Подобраны оптимальные условия культивирования штаммов-продуцентов. Выявлена зависимость биосинтеза целевых белков и их иммунохимических свойств от особенностей генно-инженерной конструкции и условий культивирования продуцентов. Использование рекомбинантного белка GST-HSV2gG в составе тест-систем повышало чувствительность ИФА, по сравнению с коммерческим белком HSV2-gG2c производства LTD Viral Therapeutics (США).*

*Ключевые слова:* рекомбинантные белки, экспрессирующие вектора, вирус простого герпеса 1 и 2 типа, иммуноферментный анализ.

**Вступление.** Одно из ведущих мест среди герпесвирусных заболеваний человека занимает простой герпес (Herpes simplex) - хроническая рецидивирующая инфекция. По данным ВОЗ около 90% населения нашей планеты инфицировано вирусом простого герпеса (ВПГ). Причины широкой распространенности ВПГ состоят в разнообразии путей его передачи (воздушно-капельный, контактно-бытовой, половой и трансплацентарный), а также способности к пожизненной персистенции в организме после первичного заражения.

В течение последних лет значительные социальные перемены и неблагоприятная экология привели к изменениям в состоянии иммунитета людей и создали условия, благоприятные для возникновения ранее неизвестных или редких проявлений герпесвирусных патологий. Особенно трудно они переносятся людьми с нарушениями иммунитета, вызывая у них крайне тяжелые осложнения (William L.H., 2001).

Возбудитель простого герпеса встречается в виде двух серотипов - вирус простого герпеса 1 и 2 типов (ВПГ1 и ВПГ2).

ВПГ1, как правило, поражает кожу лица и верхние конечности, а ВПГ2 чаще всего обнаруживают при генитальном герпесе (Rosenthal S.L., 2006). Заболевание, вызванное ВПГ2, обычно протекает тяжелее, с более частыми рецидивами и осложнениями. Данный серотип вируса может приводить к выкидышам у беременных и врожденным порокам развития плода (Butina M.R., 2000). Отмечена также его способность к

онкогенной трансформации клеток (Lehtinen M., 1992). В связи с этим для определения схемы лечения больного и стратегии обследования беременных необходимо проводить дифференциальную диагностику ВПГ1 и ВПГ2. Необходимо отметить, что данные вирусы нередко находятся в организме в ассоциации с другими микроорганизмами: хламидиями, стрептококками, стафилококками, грибковой флорой (Ashley R.L., 2002), а иногда - гонококком, бледной трепонемой, ВИЧ (Schillinger, 2008). Протекание микстинфекции может затруднять как клинический, так и лабораторный диагноз. Это свидетельствует о необходимости тщательного обследования пациентов с привлечением современных методов диагностики.

В клинко-лабораторной практике при диагностике простого герпеса обычно используют методы, позволяющие выявлять IgG антитела к данному вирусу, поскольку они персистируют в организме больного пожизненно независимо от стадии заболевания. При серодиагностике как ВПГ1, так и ВПГ2 наиболее широкое распространение получил метод твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА). При разработке диагностических тест-систем в качестве антигенов применяют как очищенные лизатные белки вируса, так и их рекомбинантные аналоги. С этой целью в качестве антигенов широко используют рекомбинантные белки gG1 и gG2 – аналоги природного гликопротеина gG, обладающего типоспецифическими свойствами и расположен-

ного на поверхностной оболочке вирусных частиц ВПГ1 и ВПГ2.

Цель работы состояла в получении рекомбинантного белка gG2 вируса простого герпеса 2 типа, подборе оптимальных условий его экспрессии в клетках *E. coli* и исследовании возможности его использования в диагностической иммуноферментной тест-системе.

**Объект и методы.** Экспрессирующие вектора и бактериальные культуры. На основе вектора pET28a (Novagen) с использованием клеточной системы реципиентного штамма *Escherichia coli* BL21(DE3) [*E. coli* B F dcm ompT hsdS ( $r_B^-$  m $B^-$ ) gal  $\lambda$ (DE3)] были созданы два штамма-продуцента: *E. coli* BL21(DE3)/pET28-Gal-HSV2gG и *E. coli* BL21(DE3)/pET28-GST-HSV2gG.

Для получения вставки ДНК, кодирующей иммунодоминантные участки гликопротеина G ВПГ2, использовали наборы попарно-комплементарных олигонуклеотидов, которые после гибридизации лигировали с помощью ДНК-лигазы фага T4. Это позволило получить синтетические фрагменты иммунодоминантных участков гликопротеина G ВПГ2, клонированного затем в плазмиды серии pET, одна из которых - pET28-Gal - содержала фрагмент гена, кодирующего N-концевой участок  $\beta$ -галактозидазы, а другая - pET28-GST - последовательность глутатион-S-трансферазы (GST). В результате были сконструированы экспрессирующие плазмиды - pET28-Gal-HSV2gG и pET28-GST-HSV2gG, в которых транскрипция клонируемого гена контролируется промотором фага T7 и индуцируется изопропил  $\beta$ -D-тиогалактопиранозидом (ИПТГ).

Соответствие нуклеотидных последовательностей вставок вышеперечисленных плазмид ожидаемым подтверждено секвенированием, проведенным с помощью автоматического секвенатора "Genetic Analyser 3100 Avant" и набора реагентов "BigDye Terminator v 3.1 Cycle Sequencing Kit" (Applied Biosystems, USA). Расшифрованные нуклеотидные последовательности анализировали при помощи программы CLUSTAL.

Полученные плазмиды использовали для трансформации клеток штамма-реципиента. Приготовление компетентных клеток *E. coli* BL21(DE3) и их трансформацию проводили согласно стандартным протоколам (Маниатис Т. и др., 1984). Полученную смесь клеток высевали на агаризованную среду LB (1% бактотриптона, 0,5% дрожжевого экстракта, 1% NaCl, pH 7,2), содержащую селективный антибиотик канамицин в конечной концентрации 25 мкг/мл. Для отбора наиболее продуктивного клона образцы биомасс анализировали с помощью электрофореза в денатурирующих условиях в 12 % ПААГ в присутствии 1% SDS с последующим окрашива-

нием геля раствором Кумасси R-250 по методу Лэммли (Laemmli U.K., 1970).

**Культивирование штаммов-продуцентов *E. coli*.** Ночную культуру в объеме 25 мл, выращенную на среде LB при 30°C в присутствии селективного антибиотика, пересекали в 6-литровые колбы, содержащие 1л производственной среды (минимальная солевая среда M9 с добавлением 10 г/л гидролизата казеина, 5 г/л дрожжевого экстракта, 10 г/л глюкозы и канамицина - 50 мкг/мл). Дальнейшую инкубацию проводили при температурных режимах 28°C и 37°C в условиях непрерывного перемешивания (180 об/мин) и аэрации, контролируя рост бактерий путем измерения оптической плотности (ОП) при длине волны 600 нм. При достижении бактериальной суспензией значения ОП<sub>600</sub> = 0,8-1,0 о.е. в ростовую среду добавляли ИПТГ в конечной концентрации 0,5 мМ. Культивирование продолжали в течение 3,5 часов в этих же условиях. После завершения культивирования клеточную биомассу осаждали путем центрифугирования при 4000g в течение 15 мин.

**Получение очищенных препаратов рекомбинантных белков.** Для получения рекомбинантного белка осадок бактериальных клеток ресуспендировали в лизирующем буфере, содержащем 0,1 мг/мл лизоцима, 0,1% тритона X-100, 1мМ PMSF, 0,2 М NaCl, pH 8,0. Клеточную суспензию трижды замораживали-оттаивали, а затем добавляли ДНК-азу (Sigma, США) в конечной концентрации 6 ед/мл в присутствии 20 мМ MgSO<sub>4</sub>. Надосадочную жидкость и тельца включения разделяли путем центрифугирования при 11 000 g в течение 25 мин при 10 °C. Тельца включения, предварительно отмытые в буферных растворах, содержащих детергенты (0,5 % тритона X-100, 0,1 % твина 20), растворяли в буфере, содержащем 8 М мочевины, 20 мМ натрий-фосфата и 0,2 М NaCl при pH 8,0.

Хроматографическую очистку целевых белков осуществляли с применением сорбента Ni-NTA-sepharose (Amersham, США) согласно рекомендациям фирмы-производителя. Элюцию проводили в градиенте имидазола от 60 до 300 мМ. Концентрацию белка измеряли биуретовым методом, а степень очистки оценивали путем электрофореза в 12% ПААГ-SDS.

**Исследованные образцы сывороток крови человека.** Для тестирования в ИФА использовали внутривещную панель сывороток (ВВП, «Диапроф Мед»), образцы которой содержат (16 сывороток) и не содержат (14 сывороток) IgG антитела к ВПГ2. Все образцы панели подтверждены в коммерческих иммуноферментных тест-системах: «Herpes Simplex Virus HSV-Type

2 IgG-ELISA» (Ltd. Nova Tec, Германия) и «HSV 2-IgG» (Ltd. Immulite, США).

*Специфические иммуноферментные конъюгаты.* Для выявления специфических IgG антител использовали пероксидазный конъюгат на основе полученных нами мышинных моноклональных антител к IgG человека. Синтез конъюгатов проводили модифицированным методом Tijssen P. (Tijssen, Kustak, 1984).

*Иммуноферментный анализ.* Качество рекомбинантных белков проверяли в формате иммуноферментной тест-системы, изготовленной нами по принципу непрямого ИФА. При изготовлении иммуносорбента использовали полистироловые 96-луночные планшеты (Nunc, Дания), в лунки которых сорбировали исследуемые образцы рекомбинантного белка gG2 в 0,05М карбонат-бикарбонатном буфере (рН 9,6). Специфические антитела сывороток связывались с антигенами на твёрдой фазе, образуя иммунные комплексы, которые выявляли специфическим пероксидазным конъюгатом.

В качестве проявителя иммуноферментной реакции использовали хромоген тетраметилбензидин (ТМБ), разведенный в цитратном буфере с перекисью водорода. Реакцию останавливали 0,5М серной кислотой. Определение оптической плотности (ОП) в лунках проводили на спектрофотометре Labsystems Multiskan (Финляндия) в двухволновом режиме 492/620 нм.

Результаты ИФА рассчитывали по формуле (1):  $A = (cp.OП+) / (cut\ off)$ , где  $cp.OП+$  - среднее значение положительных сывороток,  $cut\ off$  - граничное значение, величину которого рассчитывали как среднее значение отрицательных сывороток с прибавлением коэффициента 0,2.

Каждая исследуемая сыворотка тестировалась в четырёх повторах. Статистическую обработку полученных данных проводили стандартными методами с использованием  $t$ -критерия Стьюдента (Лапач С.Н. и др., 2001).

**Результаты и их обсуждение.** На основе вектора pET28a были созданы две генно-инженерные конструкции – pET28-Gal-HSV2gG и pET28-GST-HSV2gG. Продукты экспрессии полученных плазмид в бактериальной системе *E.coli BL21(DE3)* представляют собой белки, содержащие иммунодоминантные участки гликопротеина G ВПГ2, слитые с  $N$ -концевым фрагментом  $\beta$ -галактозидазы (Gal-HSV2gG) или с GST (GST-HSV2gG). В ходе скрининга трансформантов, содержащих плазмиду, были отобраны наиболее высокопродуктивные клоны, которые в дальнейшем использовали для получения биомассы продуцентов. Содержание целевого белка в клетках трансформантов оценивали путем электрофореза в денатурирующих условиях

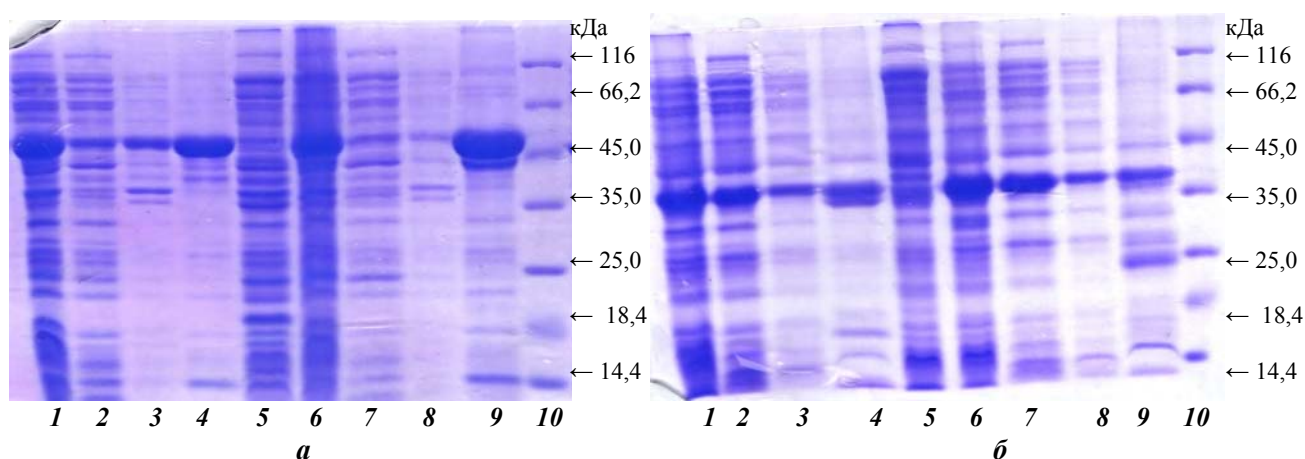
с использованием 12%-ного ПААГ. Электрофоретическая подвижность целевых продуктов совпадала с теоретически рассчитанной и составляла 35,4 кДа и 51,4 кДа для белков GST-HSV2gG и Gal-HSV2gG, соответственно.

Известно, что снижение концентрации ИПТГ в ростовой среде может увеличивать количество белка в растворимой форме (Sawyer et al., 1994). В наших экспериментах из двух исследованных концентраций – 0,5 мМ и 1 мМ - более низкая концентрация индуктора не увеличивала, но и не снижала уровень биосинтеза белков, который достигал своего максимального значения через 3,5 часа. Поэтому для запуска механизма синтеза целевых продуктов мы применяли ИПТГ в концентрации 0,5 мМ.

На эффективность биосинтеза рекомбинантных белков значительное влияние оказывают факторы внешней среды и условия культивирования продуцентов, в частности, температура культивирования (Schein et al., 1980). При более низкой температуре скорость роста бактериальной популяции и метаболические процессы в клетках замедляются, что может найти отражение на структурно-химических свойствах рекомбинантного белка. Поэтому изучение влияния температурного режима культивирования на антигенные свойства белков GST-HSV2gG и Gal-HSV2gG была одной из задач работы по оптимизации параметров биотехнологического процесса. Все этапы получения рекомбинантных белков контролировали с помощью электрофореза в редуктирующих условиях с использованием 12% ПААГ. На полученных электрофореграммах видно, что экспрессируемые белки находились в клетке как в виде телец включений, так и в растворимой форме, однако соотношение между этими фракциями значительно варьировало (рис.1). Так, в условиях культивирования штамма-продуцента *E.coli BL21(DE3)/pET28-Gal-HSV2gG* при температуре 28°C, белок накапливался в клетке в виде телец включения (выход - 4,2 мг/г биомассы) и в растворимой форме (выход - 3,4 мг/г биомассы). Повышение температуры до 37°C приводило практически к полной агрегации белка Gal-HSV2gG с образованием «телец включения» (выход - 7,8 мг/г биомассы).

Отмечено, что для рекомбинантного белка из штамма *E.coli BL21(DE3)/pET28-GST-HSV2gG* температурный режим культивирования существенно не влиял на его распределение в клетке.

Полученный из биомассы продуцента при температуре культивирования 37°C, белок GST-HSV2gG присутствовал как в «тельцах включения» (выход - 5,3 мг/г биомассы), так и растворимой форме, где его было несколько больше (выход - 8,4 мг/г биомассы).

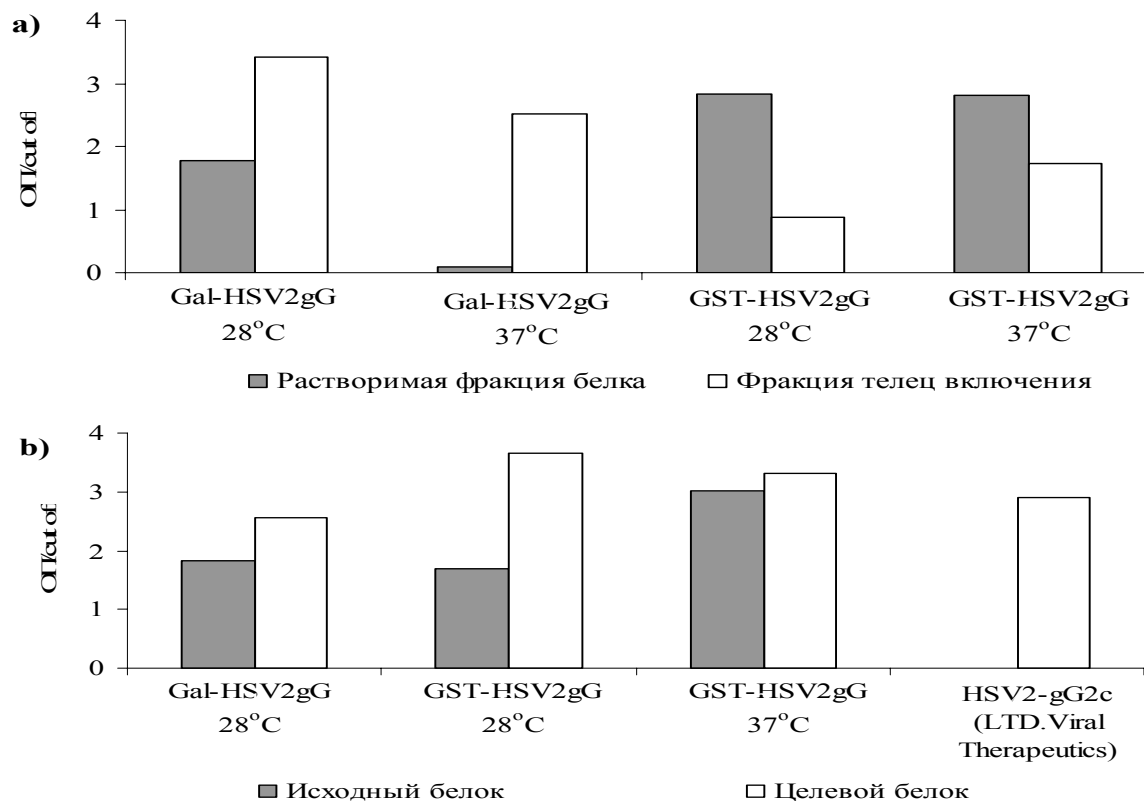


**Рис. 1.** Электрофоретический анализ образцов рекомбинантных белков Gal-HSV2gG (a) и GST-HSV2gG (b), экспрессированных в клетках штаммов-продуцентов при различных температурных режимах культивирования в присутствии 0,5 мМ ИПТГ: 28 °С (треки 1-4) и 37 °С (треки 6-9): 1 и 6 – суммарные белки индуцированных клеток; 2 и 7 – супернатант после лизиса клеток; 3 и 8 – отмывка телец включений; 4 и 9 – тельца включения, растворённые в буфере с 8М мочевиной; 5- лизат исходных клеток штамма-реципиента *E.coli* BL21(DE3); 10 – маркеры молекулярной массы.

При температуре культивирования 28°C преимущественное количество целевого белка содержалось в растворимой фракции (9,4 мг/г биомассы), а в тельцах включения только 0,5 мг/г биомассы. На рис.2а представлены сравнительные исследования в ИФА белковых фракций, полученных после лизиса биомассы. Оценку их качественных характеристик в составе иммуносорбента иммуноферментной тест-системы проводили на основе вычисления показателя  $A$  по

формуле (1).

Согласно полученным данным, для использования в иммуноферментной тест-системе предпочтительнее были белок Gal-HSV2gG из телец включения, полученных при культивировании штамма-продуцента в условиях 28°C ( $A=3,41$ ); и растворимая форма белка GST-HSV2gG, полученная при культивировании штамма-продуцента в условиях 28°C или 37°C ( $A=2,83$  и  $A=2,80$ , соответственно).



**Рис.2** Сравнительная оценка в ИФА антигенных свойств нерастворимой и растворимой фракций рекомбинантных белков Gal-HSV2gG и GST-HSV2gG на этапах лизиса биомассы (a) и хроматографической очистки (b) относительно коммерческого аналога HSV2-gG2 (LTD.Viral Therapeutics, USA).



Эти фракции белков в дальнейшем использовали в качестве исходного материала для аффинной хроматографии. Согласно результатам ИФА, чувствительность тест-системы увеличивалась при использовании рекомбинантных белков, полученных в результате хроматографической очистки (Рис 2b). Однако, для растворимого белка GST-HSV2gG значение *A* в 1,43 раза превышало аналогичный показатель для белка Gal-HSV2gG, выделенного из телец включения (температурный режим культивирования при 28°C). В ходе сравнительной оценки рекомбинантного белка GST-HSV2gG относительно коммерческого белка HSV2-gG2с производства LTD.Viral Therapeutics (США) отмечалась тенденция к повышению чувствительности ИФА при использовании белка GST-HSV2gG.

**Выводы.** 1. На основе вектора pET28a сконструированы две рекомбинантные плазмиды - pET28-Gal-HSV2gG и pET28-GST-HSV2gG. Продукты экспрессии в бактериальной системе реципиента *E.coli* BL21(DE3) представляют собой иммунодоминантные участки гликопротеина G ВПГ2 слитые с N-концевым фрагментом  $\beta$ -галактозидазы или GST.

2. Результаты электрофоретического анализа показали зависимость биосинтеза целевых белков, их распределение и количественное содержание в клетках трансформантов от особенностей генно-инженерной конструкции и температурных условий культивирования.

3. По результатам ИФА показана зависимость иммунохимических свойства белка от особенностей генно-инженерной конструкции и температурных условий культивирования продуцента. Использование белка GST-HSV2gG позволяет повысить чувствительность диагностической иммуноферментной тест-системы для определения специфических иммуноглобулинов класса G в сыворотках больных простым герпесом 2 типа.

#### Список литературы:

1. Лапач С.Н., Губенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel – К.: Морион, 2001. - 407с.
2. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. – М.: Мир, 1984. – 479 с.
3. Ashley R.L. Performance and use of HSV type-specific serology test kits // Herpes. – 2002. - Vol. 9, № 2. – P.38-45.
4. Butina M.R. Genital herpes // Dermatovenerologica. – 2000. - Vol. 9, № 1. – P. 35-47.
5. Laemmli U.K. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of the bacteriophage T4 // Nature. – 1970. – Vol. 227. – P. 680–685.
6. Lehtinen M, Hakama M, Aaran RK, Aromaa A, Knekt P, Leinikki P, Maatela J, Peto R, Teppo L. Herpes simplex virus type 2 infection and cervical cancer: a prospective study of 12 years of follow-up in Finland // Cancer Causes Control. – 1992. - Vol. 3(4). – P. 333-338
7. Rosenthal S.L., Zimet G.D., Leichter J.S., Stanberry L.R., Fife K.H., Tu W., Bernstein D.I. The psychosocial impact of serological diagnosis of asymptomatic herpes simplex virus type 2 infection // Sex Transm Infect. – 2006. – Vol. 82. – P. 154-157.
8. Schein C.H., Noteborn M.H.M. Formation of soluble recombinant proteins in Escherichia coli is favored by lower growth temperature // Biotechnology. – 1988.- № 6.-P.291-294.
9. Shillinger J.A., McKinney C.M., Garg R, Gwynn R.C., White K., Lee F., Blank S., Thorpe I., Frieden T. Seroprevalence of Herpes Simplex Virus Type 2 and Characteristics Associated with Undiagnosed Infection // New York City. – 2008. – Vol. 35, № 6. – P. 599-606.
10. William L.H., Connie L., Ashley R. Use of a Glycoprotein G-Based Type-Specific Assay to Detect Antibodies to Herpes Simplex Virus Type 2 Among Persons Attending Sexually Transmitted Disease // Sexually Transmitted Diseases: February. – 2001. - Vol. 28, № 2. - P 99-104.

#### THE INFLUENCE OF THE BACTERIAL EXPRESSION CONDITIONS ON THE IMMUNOCHEMICAL PROPERTIES OF RECOMBINANT PROTEINS, WHICH INCLUDE IMMUNODOMINANT REGIONS OF GLYCOPROTEIN G OF HERPES SIMPLEX VIRUS TYPE 2

L.M.MOYSA, M.I.VUDMASKA, V.O.SHEVCHUK, G.V.KOVTONJUK, L.M.KORSHUN, O.K.KISELYOVA, L.O.GANOVA, I.V.CHESHLOV, L.A.GANOVA, N. YA.SPIVAK

*Two recombinant plasmids - pET28-Gal-HSV2gG u pET28-GST-HSV2gG – were prepared using pET28a vector. Fusion proteins encoded by these plasmids and expressed in bacterial system E.coli BL21(DE3) include immunodominant regions of G glycoprotein of herpes simplex virus type 2 and N-terminal sequence  $\beta$ -galactosidase or full glutathione S-transferase sequence. The optimal conditions for bacterial strain-producer cultivation were selected. Dependence of biosynthesis of target proteins and their immunochemical properties on gene construction and condition of cultivation were revealed. The using of recombinant protein GST-HSV2gG in HSV test-kits increased the sensitivity of ELISA, which was compared with commercial protein HSV2-gG2 (LTD.Viral Therapeutics, USA).*

*Key words: recombinant proteins, expressing vectors, herpes simplex virus type 1 and 2, immunoenzymatic analysis.*  
Одержано редколлегією 05.10.2010

## 5S рДНК-ПОДІБНІ ПСЕВДОГЕНИ У ГЕНОМАХ МЕТЕЛИКІВ (*LEPIDOPTERA: SATYRIDAE, NYMPHALIDAE*)

**О.В. Череватов, Р.А. Волков**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,  
вул. Коцюбинського 2, м. Чернівці, 58012, Україна  
e-mail: ra.volkov@gmail.com

5S рибосомальна ДНК (рДНК) являє собою популярну модель для досліджень молекулярної еволюції тандемно організованих повторюваних послідовностей еукаріотичних геномів. Тим не менше, молекулярна організація та еволюція 5S рДНК все ще залишається мало вивченою для багатьох таксономічно важливих груп організмів, особливо безхребетних. Нещодавно нами було показано, що довжина повторюваних одиниць 5S рДНК метеликів (*Lepidoptera*) коливається від 100 до 1000 нп. В цій роботі проведено клонування найкоротших (< 150 нп) повторюваних варіантів 5S рДНК двох видів метеликів *Melitaea britomartis* (*Nymphalidae*) та *Satyrus dryas* (*Satyridae*). Аналіз послідовностей показав, що короткі варіанти повторів втратили більшу частину міжгенно-го спейсера та кодуєчої ділянки і являють собою не функціональні псевдогени.

**Ключові слова:** 5S рДНК, псевдогени, молекулярна еволюція, *Lepidoptera*

**Вступ.** Еволюція біологічних об'єктів відображається на молекулярній структурі інформаційних макромолекул. Тому у дослідженнях філогенетичного або популяційного характеру все більше використовують різні молекулярні маркери. Зокрема для комах широко використовуються гени цитохром оксидази *Cox I*, *Cox II*, фактору елонгації *Ef-α* та рідше - кластер 35S рДНК (Martin, 2000; Kandul, 2004). В той же час 5S рДНК у лускокрилих (*Lepidoptera*) залишається практично недослідженою.

Ділянки геному, що кодують 5S рДНК (або 5S рДНК) належать до класу помірно повторюваних послідовностей, що розташовуються у вигляді тандемно організованих кластерів в одному або декількох хромосомних локусах. Кожна повторювана одиниця 5S рДНК складається із кодуєчої ділянки та міжгенного спейсера (МГС). Завдяки своїй присутності у всіх живих організмів, 5S рДНК є однією із популярних моделей, яка використовується при вивченні закономірностей молекулярної еволюції та у таксономічних дослідженнях. Зокрема, порівняльний аналіз цієї ділянки геному з успіхом застосовується у молекулярній таксономії рослин (Roser, 2001; Volkov, 2001). Тому застосування 5S рДНК видається перспективним у таксономії тварин, зокрема лускокрилих.

Серед булавовусих лускокрилих родини *Nymphalidae* та *Satyridae* є одними із найбільших, до яких входить більш ніж 3500 та 2400 видів відповідно (Львовский, Моргун, 2007). В останні десятиліття представники ряду піддаються інтенсивним дослідженням, зокрема і на молекулярному рівні (Sun et al., 1991; Zimmerman et al., 2000; Lukhtanov et al., 2006).

Попередні дослідження нашої лабораторії показали, що 5S рДНК представників різних родин

*Lepidoptera* суттєво відрізняється за довжиною повторюваної ділянки (Череватов, Волков, 2009; 2010; 2011 а; 2011 б). Найчастіше зустрічається 5S рДНК із довжиною повторюваної ділянки 200-250 нп, яку було знайдено у представників родів *Melitaea*, *Satyrus* та *Polyommatus*. Одночасно у *Satyrus dryas* в геномі присутні повтори 5S рДНК значно більшої довжини - близько 1 тис. нп (Череватов, Волков, 2011 а). Крім того у *S. dryas* та *M. britomartis* виявлено короткі повтори довжиною менше 150 нп (Череватов, Волков, 2009). Нами було висунуто припущення, що повтори 5S рДНК середньої довжини 200-250 нп являють собою функціонально активні гени, тоді як короткі повтори можуть бути функціонально неповноцінними псевдогенами. З метою перевірки цієї гіпотези було проведено клонування та секвенування коротких варіантів 5S рДНК метеликів *S. dryas* та *M. britomartis*.

**Матеріали та методи.** Об'єктом досліджень були 5S рДНК послідовності лускокрилих, що належать до родин *Nymphalidae* та *Satyridae*. Для досліджень були відібрані типові представники даних родин - *Melitaea trivia* (L.), *M. britomartis* (Ass.), *Satyrus dryas* (Scop.) (Некрутенко, Чиколовець, 2005).

Загальну ДНК екстрагували з тіла метелика. Попередньо відпрепаровані крила та генітальний апарат зберігали для можливих уточнень таксону. У випадку, коли збори були проведені в польових умовах, комах консервували та зберігали в 95% етанолі для подальшої обробки. Виділення ДНК проводили з використанням в якості детергента додецилсульфата натрію (Маниатис и др., 1984; Панчук, Волков, 2007). Полімерність ДНК перевіряли за допомогою електрофорезу в 1% агарозному гелі.

Для ампліфікації повторюваної ділянки 5S рДНК методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) використовували пару праймерів RV0803 та RV0804 (Табл. 1), які були розроблені раніше у нашій лабораторії і які є комплементарними до послідовності 5S рРНК декількох видів метеликів (Череватов, Волков, 2009). На 5' кінці праймери RV0803 та RV0804 містять додатковий сайт впізнавання рестриктази *Not* I (GCGGCCGC), який використовували при подальшому клонуванні ПЛР-продуктів.

**Таблиця 1.**

**Послідовності праймерів для ампліфікації 5S рДНК лускокрилих**

| Назва  | Послідовність праймера                      |
|--------|---------------------------------------------|
| RV0803 | 5'-catagcggccgcgtggtcagttacttggtatgggtga-3' |
| RV0804 | 5'-cattgcggccgcgttgcttgacttcggtgatcgga-3'   |

Для проведення ПЛР використовували ДНК-полімеразу HotStartTaq (Qiagen, США). Кількість ДНК для ампліфікації складала 50 нг на реакцію. Ампліфікацію ДНК проводили в середовищі такого складу: 1× буфер для ПЛР (PCR-buffer, Qiagen), 0.75 мМ MgCl<sub>2</sub>, суміш dNTP – 0.2 мМ кожного, праймери (таблиця 1) – 1 мМ кожного, ДНК-полімераза – 1 од. активності на реакцію. Загальний об'єм реакційної суміші складав 20 мкл. Ампліфікацію проводили на термоконтролері для ПЛР (PTS-100 Programmable Thermal Controller, MG Research, Inc., США) за наступною програмою: (1) початкова активація ДНК-полімерази – 95°C, 15 хв.; (2) денатурація ДНК – 94°C, 45 с; (3) гібридизація праймерів – 57°C, 1 хв.; (4) синтез ДНК – 72°C, 2 хв.; (5) закінчення ампліфікації – 72°C, 8 хв.; (6) припинення реакції – 4°C. Загальна кількість циклів: 32 (з 2 по 4 крок).

Отримані продукти ПЛР аналізували методом електрофорезу у 2% агарозному гелі. Для визначення довжини отриманих фрагментів ДНК їх електрофоретичну рухливість порівнювали з рухливістю ДНК-маркера GeneRuler DNA Ladder Mix або Lambda DNA/EcoRI+HindIII Marker, (Fermentas, Литва). Для візуалізації ДНК в гелі використовували забарвлення бромистим етидієм, після чого гелі фотографували в УФ-світлі на транслюмінаторі "Gel Doc 2000" (BioRad, США).

Продукти ПЛР обробляли рестриктазою *Not* I та лігували по комплементарних липких кінцях у сайт *Eco*52 плазміді pLitmus 38 з використанням T4 ДНК-лігази (Fermentas, Литва). Трансформацію компетентних клітин лінії *Escherichia coli* XL-blue проводили методом електропорації з використанням приладу E. coli Pulser (BioRad, США). Присутність вставки у складі рекомбінантних плазмід перевіряли методом *blue-white*

*colony selection* та підтверджували рестриктазним картуванням. Плазміді виділяли методом лужного лізису (Маниатис і др., 1984). Ферментативні реакції проводили згідно з рекомендаціями фірми-постачальника.

Вставки 5S рДНК відібраних клонів сиквенували з використанням Big Due Terminator Cycle Sequencing Kit на сиквенаторі ABI Prism 310 (PE Applied Biosystems, США). Первинну обробку та аналіз отриманої первинної нуклеотидної послідовності проводили за допомогою комп'ютерної програми Chromas та пакету програм комп'ютерної обробки даних DNASTAR (DNASTAR, 1998).

**Результати та їх обговорення.** При проведенні ампліфікації 5S рДНК у двох видів метеликів (*S. dryas* та *M. britomartis*) було отримано ПЛР-продукти малого розміру - менше 150 нп, які було клоновано у бактеріальний вектор.

За результатами скринінгу було ідентифіковано п'ять рекомбінантних клонів, які містили вставку малого розміру. Ці клони було сиквеновано та встановлено, що розмір вставки лежить в межах від 83 до 120 нп (Табл. 2). Якщо врахувати, що ділянка, яка кодує 5S рРНК є висококонсервативною та має розмір 120 нп у всіх досліджених на сьогодні організмів, то стає очевидним, що ці клони не можуть містити послідовності повноцінних повторів 5S рДНК. Відомо, що крім функціонально повноцінних повторів 5S рДНК у еукаріот можуть існувати так звані не функціональні псевдогени, які часто знаходяться в іншому місці на хромосомах.

Псевдогени як правило еволюціонують із більшою швидкістю, тобто демонструють підвищений темп накопичення нуклеотидних змін та делецій. Зокрема характерним є втрата фрагментів ділянки, що кодує 5S рРНК (Suzuki et al. 1994; Drouin, 2000).

Для більш детального аналізу отриманих нами клонів із малим розміром вставки було проведено порівняння їхньої нуклеотидної послідовності із послідовністю отриманих раніше клонів 5S рДНК середнього розміру.

**Таблиця 2.**

**Розміри псевдогенів у 5S рДНК видів ряду *Lepidoptera***

| Вид                   | Клон      | Довжина вставки, нп |
|-----------------------|-----------|---------------------|
| <i>M. britomartis</i> | pMebr-C13 | 120                 |
|                       | pMebr-C14 | 96                  |
|                       | pMebr-C15 | 96                  |
| <i>S. dryas</i>       | pSadr-C16 | 96                  |
|                       | pSadr-C17 | 83                  |

У попередніх дослідженнях було встановлено, що у булавовусих метеликів повтори 5S рДНК середньої довжини належать до двох структур-

них класів Ma та Mb, які мають розмір повтору близько 240 та 190 пн, відповідно та показують відносно низький рівень подібності у 74.6-75.1%. (Череватов, Волков, 2011 б). Враховуючи ці дані, для порівняння із ново отриманими короткими клонами було обрано два клони 5S рДНК *M. britomartis* (pMetr-C4 та pMetr-C8), що репрезентують відповідно структурні класи Ma та Mb. Результати порівняння послідовностей показують (Рис. 1), що у чотирьох коротких клонів pMebr-C14, pMebr-C15, pSadr-C16 та pSadr-C17 повністю відсутня послідовність МГС, а також втрачені 7 нп на 5' кінці та 23 нп на 3' кінці кодуючої ділянки. На противагу цьому клон pMebr-C13 містить майже повну послідовність 5' кінця кодуючої ділянки та навіть 20 нп від послідовності МГС, яка має гомологію до послідовності МГС клону pMetr-C4. На 3' кінці кодуючої ділянки у клону pMebr-C13 відсутні останні 22 нп. Крім того, всі п'ять клонів у залишках кодуючої ділянки демонструють нуклеотидні заміни, які відсу-

тні у повноцінних повторах 5S рДНК. Отже, п'ять ізолюваних нами клонів, що містять вставку малого розміру дійсно являють собою псевдогени. Як було відмічено, залишок послідовності МГС клону pMebr-C13 має подібність до МГС клону pMetr-C4. Крім того, всі п'ять ідентифікованих нами псевдогенів містять у кодуючій частині три нуклеотидні заміни, які характерні для повноцінних Mb-повторів 5S рДНК, але відсутні у Ma-повторів.

Відповідно, можна допустити, що псевдогени виникли шляхом втрати частини Mb-повтору. Цікаво відмітити, що залишкам С, які присутні у позиціях 187, 188 та 212 у клоні pMetr-C4 у клонах pMebr-C14, pMebr-C15, pSadr-C16 та pSadr-C17 відповідають залишки Т. Імовірним механізмом такої мутації може бути дезамінування 5-метил цитозину, що добре узгоджується із існуючими уявленнями про високий рівень метилювання цитозину у складі рДНК.

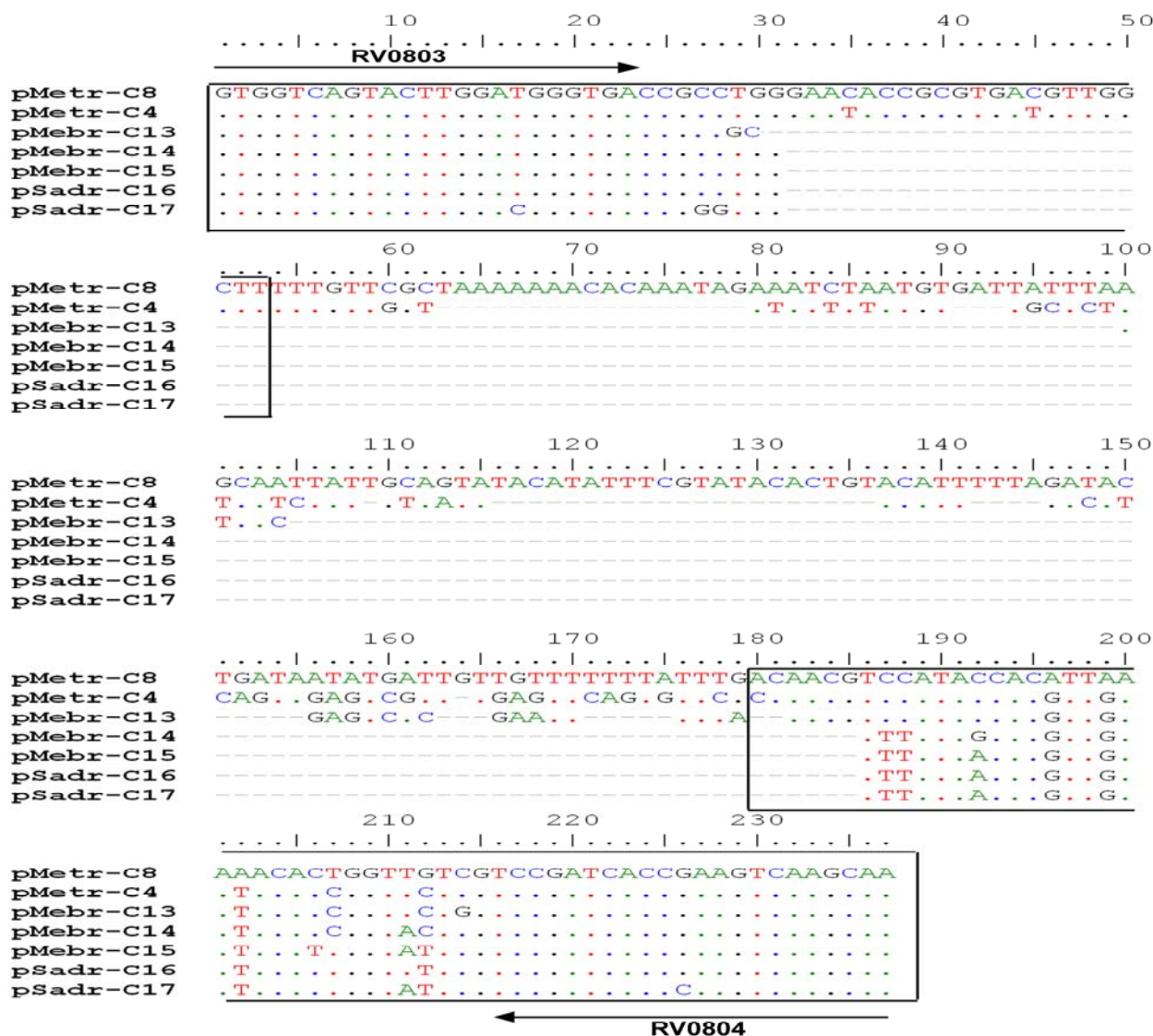


Рис. 1. Порівняння первинної нуклеотидної послідовності клонів pMetr-C8, -C4, pMebr-C13, -C14, -C15 та pSadr-C16, -C17. Рамкою виділено розташування кодуючої ділянки.

У попередніх дослідженнях нашої лабораторії було знайдено 5S рДНК-подібні псевдогени у геномі гексаплоїдної рослини *Atropa belladonna* (родина *Solanaceae*). Проте у *Atropa belladonna* було виявлено цілий спектр псевдогенів, які знаходяться на різних стадіях структурної «деградації», починаючи від нестачі лише центральної частини МГС і закінчуючи втратою всього МГС та частини кодуючої ділянки (Volkov, Hemleben, 2008). На противагу цьому у метеликів було знайдено лише псевдогени із делецією значної частини повтору 5S рДНК. Це може вказувати на те, що ці псевдогени виникли відносно давно і встигли досягти останніх стадій структурної «деградації». На користь цього припущення свідчить і наявність майже ідентичних псевдогенів (напр., клони рМеbr-C15 та рSadr-C17 - Рис. 1) у видів, що належать до різних родин, тобто таких, що досить давно дивергували один від одного.

**Висновки.** До мультигенної родини 5S рДНК у деяких метеликів, зокрема у видів роду *Melitaea* та *Satyrus* крім функціонально повноцінних повторів також належать псевдогени, які втратили значну частину МГС та мають в тій чи іншій мірі вкорочену кодуючу ділянку.

#### Список літератури

1. Львовский А.Л., Моргун Д.В. Булавоусые чешуекрылые Восточной Европы. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 443 с.
2. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Молекулярное клонирование. Методы генетической инженерии. – М.: Мир, 1984. – 479 с.
3. Некрутенко Ю.П., Чиколовец В.М. Денні метелики України. – Київ: Видавництво Раєвського, 2005. – 232 с.
4. Панчук І.І. Волков Р.А. Практикум з молекулярної генетики – Чернівці: Рута, 2007. – 120 с.
5. Череватов О.В., Волков Р.А. Молекулярна організація 5S рДНК *Satyrus dryas* (Lepidoptera) // Доповіді НАН України. – 2011. - №1. - С. 140-145.
6. Череватов О.В., Волков Р.А. Молекулярна організація 5S рибосомальної ДНК *Polyommatus icarus*. // Вісник Українського товариства генетиків та селекціонерів. - 2010. – Т.8, №2. – С.7-10.
7. Череватов О.В., Волков Р.А. Організація 5S рибосомальної ДНК *Melitaea trivia*. // Цитологія та генетика. – 2011. - №2. - С. 62-68.
8. Череватов О.В., Волков Р.А. Поліморфізм 5S рДНК комах ряду Lepidoptera // Біологічні системи. – 2009. – Т.1, №1. – С. 7-10.
9. DNASTAR, 1998. MegAlign 3.18 edit. Software distributed by DNASTAR Inc., Madison, WI, USA.
10. Drouin G. Expressed retrotransposed 5S rRNA genes in the mouse and rat genomes // Genome. - 2000 – Vol. 43, - P. 213–215.
11. Kandul N.P., Lukhtanov V.A., Dantchenko A.V., Coleman J.W., Sekercioglu C.H., Haig D., Pierce N.E. Phylogeny of *Agrodiaetus* Hubner 1822 (Lepidoptera: Lycaenidae) inferred from mtDNA sequences of *COI* and *COII* and nuclear sequences of *EF1-α*: karyotype diversification and species radiation // Soc. Syst. Biol. – 2004. - Vol. 53. - P. 278-298.
12. Lukhtanov V.A., Vila R., Kandul N.P. Rearrangement of the *Agrodiaetus dolus* species group (Lepidoptera, Lycaenidae) using a new cytological approach and molecular data // Insect. Syst. Evol. – 2006. – Vol. 37. - P. 325-334.
13. Martin J, Gilles A, Descimon H. Molecular phylogeny and evolutionary patterns of the European satyrids (Lepidoptera: Satyridae) as revealed by mitochondrial gene sequences // Mol. Phylogen. Evol. - 2000. – Vol. 15, №1. - P. 70-82.
14. Roser M., Winterfeld G., Grebenstein B., Hemleben V. Molecular diversity and physical mapping of 5S rDNA in wild and cultivated oat grasses (Poaceae: Aveneae) // Mol. Phylogen. Evol. – 2001. – Vol. 21, № 2. - P. 198-217.
15. Sun S., Asling B., Faye I. Organization and expression of the immunoresponsive lysozyme gene in the giant silk moth, *Hyalophora cecropia* // J. Biol. Chem. – 1991. - Vol. 266, № 10. - P. 6644-6649.
16. Suzuki H., Moriwaki K., Sakura S. Sequences and evolutionary analysis of mouse 5S rDNAs // Mol. Biol. Evol. – 1994. – Vol. 11. – P. 704-710.
17. Volkov R.A., Hemleben V. Organization and heterogeneity of 5S rDNA in natural hexaploid *Atropa belladonna* (Solanaceae) // Abstr. XX Internat. Congress of Genetics. - Berlin, Germany, July 2008. - P. 181.
18. Volkov R.A., Zanke C., Panchuk I.I., Hemleben V. Molecular evolution of 5S rDNA of *Solanum* species (sect Petota): application for molecular phylogeny and breeding // Theor. Appl. Genet. - 2001. – Vol. 103. - P. 1273-1282.
19. Zimmerman M., Wahlberg N., Descimon H. Phylogeny of euphydryas checkerspot butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) based on mitochondrial DNA sequence data // Ann. Entomol. Soc. Amer. – 2000. – Vol. 93, № 3. – P. 347-355.

#### 5S rDNA-RELATED PSEUDOGENES IN BUTTERFLY GENOMES (LEPIDOPTERA: SATYRIDAE, NYMPHALIDAE)

O.V. CHEREVATOV, R.A. VOLKOV

5S ribosomal DNA (rDNA) represents a popular model for investigation of molecular evolution of tandemly arranged repeated sequences in eukaryotic genomes. However, molecular organization and evolution of 5S rDNA still remains poorly understood in many taxonomically important groups, especially in invertebrates. Recently we have demonstrated that the length of 5S rDNA repeated unit ranges from approximately 100 to 1000 bp in butterflies (Lepidoptera). Here we performed cloning of the shortest (< 150 bp) repeat variants of 5S rDNA of two butterfly species, *Melitaea britomartis* (Nymphalidae) and *Satyrus dryas* (Satyridae). Our sequence analysis demonstrated that the short repeat variants lack the major part of intergenic spacer and coding region and represent non-functional pseudogenes.

**Key words:** 5S rDNA, pseudogenes, molecular evolution, Lepidoptera.

Одержано редколегією 05.11.2010

## ПРИРІСТ БІОМАСИ САМОСІВУ ЛІСОУТВОРЮЮЧИХ ХВОЙНИХ ПОРІД БУКОВИНИ ЗА ІМІТАЦІЇ ЧИННИКІВ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ У МІКРОКОСМАХ

О.Д. Зароченцева, С.С. Руденко

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

Факультет біології, екології та біотехнології

Кафедра екології та біомоніторингу

58012 м. Чернівці, вул. М. Коцюбинського, 2

[oksana.zarochentseva@gmail.com](mailto:oksana.zarochentseva@gmail.com); [s.rudenko@chnu.edu.ua](mailto:s.rudenko@chnu.edu.ua)

У роботі показано вплив імітованих кислотних опадів та підвищених температур на приріст самосіву *Picea abies* (L.) Karst. та *Abies alba* Mill. при моно- та полікультурному зростанні в умовах штучних екосистем – мікрокосмів. Кислотний дощ з  $pH=3,0$  стимулює приріст біомаси у самосіву *Picea abies* (L.) Karst. та *Abies alba* Mill. в монокультурних мікрокосмах, в полікультурі – лише у ялиці, тоді як подальше зниження показника кислотності імітованого дощу до 2,0 пригнічує приріст біомаси у досліджуваних порід як в моно-, так і в полікультурних мікрокосмах. За дії підвищеної температури  $30^{\circ}C$  достовірно збільшується приріст біомаси самосіву як ялини європейської, так і ялиці білої в монокультурі, тоді як в полікультурі – знижується. При температурі  $40^{\circ}C$  загальний приріст біомаси в монокультурі змінюється різнонаправлено: у збільшується – у *P. abies*, зменшується – у *A. alba*; за умови полікультурного зростання у обох досліджуваних порід – зменшується. Приріст біомаси самосіву в полікультурі і у *P. abies*, і у *A. alba* за відсутності впливу факторів (контрольні мікрокосми) вищий порівняно з монокультурою кожної породи, за імітації кислотних опадів достовірної різниці не помічено, за дії температури  $30^{\circ}C$  в полікультурі у самосіву обох хвойних порід спостерігається зменшення приросту порівняно із впливом цієї ж температури в монокультурі, за дії підвищеної температури  $40^{\circ}C$  у полікультурних мікрокосмах – у самосіву *P. abies* – приріст біомаси зменшується, а у *A. alba* – збільшується порівняно із впливом даного чинника в монокультурних мікрокосмах.

**Ключові слова:** мікрокосм, кислотний дощ, підвищені температури, біомаса, апікальний приріст, латеральний приріст, монокультура, полікультура, *Picea abies* (L.) Karst. та *Abies alba* Mill.

**Вступ.** Одними із основних сучасних екологічних проблем людства є підвищення кислотності опадів та температури, і, як наслідок, глобальна зміна клімату.

Проблема сучасних змін клімату привертає до себе все більше уваги не лише спеціалістів-кліматологів, але й широкого загалу. Найбільш яскравою особливістю змін клімату в ХХ і на початку ХХІ століття є його глобальне потепління. За існуючими оцінками середня річна глобальна температура приземного шару повітря за останні 100 років збільшилась на  $0,6 \pm 0,2^{\circ}C$  [10]. Встановлено також, що потепління за цей період не було постійним: воно продовжувалось з початку ХХ століття до сорокових років, потім до семидесятих спостерігалось незначне похолодання, і, нарешті, з середини 1970-х років дотепер відзначається більш інтенсивне потепління [15].

В. Єремєєв і В. Єфімов вважають, що Україна належить до «критичних» регіонів планети, де можна очікувати порівняно великих градієнтів змін температури. Цьому сприяє наявність Чорного й Азовського морів, Карпатських, Кримських і сусідніх Кавказьких гір. З метою підвищення вірогідності прогнозів автори пропонують ви-

ділити на території України 4 субрегіони. Ретроспективний аналіз показав, що за 95 років ХХ ст. температура повітря зросла у Північно-Східному і Південно-Східному субрегіонах України на  $2,7-2,8^{\circ}C$ , у Північно-Західному – на  $1,1-1,7^{\circ}C$  [5]. Відхилення температури від кліматичної норми України склало в 2001 році  $1,0-1,7^{\circ}C$ , у 2002 році –  $1,5-2,1^{\circ}C$ , у 2003 році –  $0,8-0,9^{\circ}C$  [13]. Упродовж 2005 – 2008 рр. у більшості місяців середня температура повітря перевищувала норму. Найвищі позитивні відхилення відзначалися у січні – до  $3^{\circ}C$ , у березні, липні, серпні та грудні вони становили  $1,5-2^{\circ}C$ . Середня річна температура повітря за цей період перевищила норму на  $1,5^{\circ}C$ . Найтеплішим був 2007 рік, за який середня температура повітря перевищила норму на  $2-2,5^{\circ}C$  [18].

Кислотні опади також все частіше стають предметом розгляду та обговорення громадськості. Звичайна незабруднена дощова вода має значення  $pH=5,6$ , а дощі із меншими значеннями  $pH$  називають кислотними. На значних територіях на сході США, південному сході Канади та заході Європи середньорічні значення  $pH$  атмосферних опадів коливаються від 4,0 до 4,5. На ве-



ликих територіях промислово розвинутих країн світу випадають опади, кислотність яких перевищує нормальну в 10 – 1000 разів ( $pH = 4,5-2,5$ ) [6, 14]. В. С. Антонов і Л. Ю.Рибак відзначають, що за останні 18 років кислотність вологих атмосферних опадів у Чернівецькій області характеризується лінійним трендом від  $pH=7,1$  до  $pH=6,0$ . А в період з 2002 по 2006 роки була зафіксована зростаюча тенденція до різкого закислення опадів із мінімальним значенням  $pH=5,05$  [2].

Продуктивність в цілому та приріст біомаси зокрема є одними із найважливіших показників чутливості та стійкості деревних порід до впливу різних факторів, тому використовуємо його для дослідження наслідків впливу кислотних опадів та підвищених температур на самосів лісоутворюючих хвойних порід Буковини в умовах мікрокосмів. Продуктивність лісу в широкому розумінні характеризується кількістю деревини та продуктів лісу (лікарські рослини, ягоди та гриби, продукти тваринництва тощо) [8]. Якщо брати до уваги лише деревину, то можна сказати, що в методиках використовуються сортиментні таблиці для окремих порід, розраховані для дерева, діаметр яких щонайменше 4 см. Ми ж оцінювали приріст біомаси самосіву, тому нами розроблено методику, яка дала можливість знаходити даний показник. В.В.Антанайтіс та В.В. Загребєв [1] розрізняють приріст деревини за висотою, за діаметром та за об'ємом, чим ми керувалися при розробці методики визначення приросту для самосіву.

Експеримент проводили в лабораторних умовах, оскільки в природі його неможливо змодельювати через масштаби екосистеми, а також вплив інших чинників, які змінюють продуктивність і можуть спотворювати результати викликані саме імітацією кислотного дощу, або дією підвищених температур. Крім того, в лабораторних умовах можливо створити необхідний світловий режим, задати певну дозу фактора тощо. Саме таку роль покликані виконувати штучні системи – мікрокосми [12]. В Україні даний підхід був започаткований нами у 2003 році.

**Об'єктом** дослідження були моно- та полікультурні мікрокосми з самосівом *Picea abies* (L.) Karst. та *Abies alba* Mill.

**Предметом** дослідження був приріст біомаси та його структура у самосіву *P. abies* та *A. alba* за дії імітованого кислотного дощу та підвищених температур.

**Мета** роботи - дослідити зміну загального приросту біомаси самосіву *P. abies* та *A. alba* та його складових в умовах мікрокосмів за імітації впливу кислотного дощу й підвищених температур, а також порівняти прирости біомаси досліджуваних порід при зростанні в монокультурних та полікультурних мікрокосмах за відсутності впливу факторів та за

імітації їх впливу.

**Матеріали та методи дослідження.** Для дослідження обрано однорічний самосів *P. abies* та *A. alba*, як представників хвойних видів лісоутворювачів Чернівецької області. Відбір самосіву досліджуваних порід здійснювали в лісництві села Шепіт Путильського району Чернівецької області (висота 922 м, координати: 47°48'17.03" С та 25°08'28.92" Е). За національним атласом України [9] с. Шепіт знаходиться в межах Гринявсько-Яровицького фізико-географічного району (Полонинсько-Чорногірська фізико-географічна область, країна – Східно-Європейська рівнина).

Дослідження проводили протягом 2005 – 2008 рр. Після відбору рослини були висаджені у 5-літрові пластикові ємності, утворюючи модельні екосистеми – мікрокосми. У кожному мікрокосмі висаджували по два сіянці досліджуваних порід: монокультура «ялина – ялина» та «ялиця – ялиця», полікультура «ялина – ялиця». Повторність для кожного варіанту була восьмикратною. Досліджували продуктивність хвойних деревних порід за дії імітованих кислотних опадів з  $pH=3,0$  і  $pH=2,0$  та підвищеної температури 30°C і 40°C.

Тривалість експерименту становила 1 місяць. Протягом цього періоду мікрокосми не відкривалися, щоб не порушити чистоту експерименту. Під час експерименту мікрокосми (контрольні та мікрокосми, в яких імітували вплив кислотних дощів) утримували в культивативній кімнаті при температурі 22–25°C, дослідні мікрокосми, які зазнавали впливу підвищених температур на ніч поміщали до термостату із заданою температурою. Фотоперіод регулювався автоматично за допомогою реле часу: світловий період тривав 16 годин, темновий – 8, що приблизно відповідає тривалості світлового дня липня місяця в помірних широтах. Протягом експерименту контрольні та мікрокосми, що піддавали дії підвищених температур поливали дистильованою водою по 50 мл двічі на тиждень. Мікрокосми, які зазнавали впливу кислотних опадів поливали імітованим кислотним дощем із необхідним значенням показника кислотності. “Кислотні дощі” готували за допомогою дистильованої води, підкисленої сульфатною та нітратною кислотами до необхідного значення. Показник  $pH$  вимірювався на  $pH$ -метр-мілівольтметрі  $pH-150$  МА із скляним комбінованим лабораторним електродом ЕСКЛ-08 М.

Розроблена нами методика оцінки продуктивності деревних порід обіймає ряд наведених нижче операцій. На кожному дереві нумерували всі гілки, для зручності нумерацію починали з нижніх гілок стовбура, потім проводили заміри лінійних розмірів стовбура та гілок, а також діаме-

тру стовбура.

Після завершення експерименту повторно проводили заміри лінійних розмірів стовбура та гілок і діаметру стовбура. Масу приросту стовбура та гілок у довжину визначали ваговим методом на електронній вазі AXIS AD 600 шляхом зважування частин, які приросли за час експерименту. Приростом гілок в ширину в даній методиці нехтуємо, оскільки даний показник мав значення в межах похибки. Латеральний приріст маси стовбура визначали розрахунковим методом за різницею об'ємів головного пагона після завершення та до початку експерименту. Зазначений приріст переводили в одиниці маси за спеціальними коефіцієнтами для конкретної породи. За об'ємною вагою всі деревні породи поділяють на групи: дуже важкі (об'ємна вага понад 0,8), важкі (0,8–0,71), помірно важкі (0,7–0,61), помірно легкі (0,60–0,51), легкі (0,50–0,41) та дуже легкі (менше 0,4) [20]. За цією класифікацією *P. abies* належить до легких порід (об'ємна вага її деревини при 12% вологості становить 0,45) [3, 11], *A. alba* – до дуже легких (об'ємна вага деревини 0,38–0,39 при вологості 12%) [11, 16].

Латеральний приріст біомаси стовбура знаходили за узагальненою формулою:

$$PC_{\text{л}} = \frac{(V_1 - V_0) \cdot k}{1000} = \frac{(\pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot d_1)^2 \cdot H - \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot d_0)^2 \cdot H) \cdot k}{1000} \quad (1), \text{ де}$$

$PC_{\text{л}}$  – маса латерального приросту стовбура (в ширину), г;  
 $V_0$  та  $V_1$  – об'єми стовбура перед початком та після закінчення експерименту,  $\text{мм}^3$ ;  $k$  – об'ємна вага деревини певної породи,  $\text{г/см}^3$ ; 1000 – коефіцієнт для переведення  $\text{мм}^3$  в  $\text{см}^3$ ;  
 $H$  – висота стовбура перед початком та після закінчення експерименту (без верхівкового приросту, який відрізається), мм;  $\pi$  – число  $\pi = 3.14$ ;  $d_0$  та  $d_1$  – діаметри стовбура перед початком та після закінчення експерименту, мм.

Для знаходження загального приросту (ЗП) біомаси окремого дерева сумували масу апікального та латерального приростів стовбура та масу

приросту гілок у довжину:

$$ЗП = PC_{\text{а}} + PC_{\text{л}} + ПГ \quad (2), \text{ де}$$

$ЗП$  – загальний приріст біомаси, г;  $PC_{\text{а}}$  – маса апікального приросту стовбура, г;  $PC_{\text{л}}$  – маса латерального приросту стовбура (в ширину), г;  $ПГ$  – маса приросту гілок, г.

**Результати та обговорення.** Отримані нами результати дослідження щодо впливу кислотних опадів на хвойні породи Чернівецької області за умови монокультурного зростання у мікрокосмах представлені в таблиці 1. Під впливом імітованого кислотного дощу з  $\text{pH}=3,0$  у *A. alba* спостерігалось достовірне зменшення приросту гілок на 38,5% порівняно з контролем, у *P. abies* – зменшення апікального приросту стовбура на 41,2%, але разом з тим латеральний приріст стовбура достовірно збільшився у обох хвойних порід – на 65,3% у ялини та на 35,2% у ялиці, а загальний приріст на 56,2% та 27,3% відповідно. Отже імітований кислотний дощ з  $\text{pH}=3,0$  стимулює ріст стовбура у ширину, і як наслідок збільшується загальний приріст біомаси рослин. Отримані нами дані підтверджують результати понад 20-літніх досліджень групи вчених Мічиганського технологічного університету, які дійшли висновку, що кислотні дощі збагачуючи ґрунт азотом сприяють кращому росту дерев, а отже і підвищенню продуктивності лісів [21]. Т. Вуд та Ф. Борманн з Йельського університету висаджували насіння *Pinus strobus* L. в пластикові бутлі і впливали імітованими кислотними дощами з різними значеннями  $\text{pH}$  (5,6; 4,0; 3,3; 3,0 та 2,3). Після 20-тижневого експерименту на основі отриманих результатів показали, що продуктивність сіянців сосни зростає із збільшенням кислотності штучного дощу. Загальна вага рослини при  $\text{pH}=5,6$  є значно нижчою, ніж при усіх вищих значеннях кислотності, майже не було відмінності в прирості при  $\text{pH}$  в діапазоні 4,0 – 3,0 [22].

Таблиця 1

Приріст біомаси та його структура у хвойних порід Чернівецької області за імітації кислотних опадів при монокультурному зростанні у мікрокосмах ( $n=8$ )

| Дослід. види              | Показники                         | Приріст гілок (ПГ), г      | Апікальний приріст стовбура ( $PC_{\text{а}}$ ), г | Латеральний приріст стовбура ( $PC_{\text{л}}$ ), г | Загальний приріст (ЗП), г  |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|
|                           | Варіанти                          |                            |                                                    |                                                     |                            |
| <i>Picea abies</i> Karst. | Контроль                          | 0,022±0,0019               | 0,017±0,0013                                       | 0,326±0,0069                                        | 0,365±0,0076               |
|                           | Кислотний дощ ( $\text{pH}=3,0$ ) | 0,021±0,0011<br>$t=0,43$   | 0,010±0,0008*<br>$t=5,01$                          | 0,539±0,0083*<br>$t=19,69$                          | 0,570±0,0084*<br>$t=18,10$ |
|                           | Кислотний дощ ( $\text{pH}=2,0$ ) | 0,007±0,0011*<br>$t=7,14$  | 0,004±0,0006*<br>$t=9,29$                          | 0,100±0,0254*<br>$t=8,57$                           | 0,110±0,0243*<br>$t=9,99$  |
| <i>Abies alba</i> Mill.   | Контроль                          | 0,039±0,0017               | 0,020±0,0011                                       | 0,381±0,0065                                        | 0,439±0,0058               |
|                           | Кислотний дощ ( $\text{pH}=3,0$ ) | 0,024±0,0012*<br>$t=7,04$  | 0,019±0,0009<br>$t=0,13$                           | 0,515±0,0074*<br>$t=13,58$                          | 0,559±0,0067*<br>$t=13,47$ |
|                           | Кислотний дощ ( $\text{pH}=2,0$ ) | 0,010±0,0012*<br>$t=14,11$ | 0,004±0,0005*<br>$t=12,13$                         | 0,110±0,0193*<br>$t=13,29$                          | 0,124±0,0182*<br>$t=16,50$ |

$t$  – критерій Стюдента

\* – достовірна різниця при  $P<0,05$



Кислотний дощ з рН=2,0 викликає дуже суттєве зниження приросту біомаси та усіх його складових. Так, наприклад, загальний приріст біомаси у *P. abies* достовірно знижується на 69,9%, у *A. alba* – на 71,8%. Дослідження Брюса Хайнса із співавторів, проведені ще у 80-х роках свідчать, що поріг чутливості хвойних (вони досліджували *P. strobus*) лежить між значеннями рН 1,0 та 0,5, тоді як у листяних – між 2,5 та 2,0. Дослідники також зазначають, що число пошкоджень збільшується із підвищенням кислотності [19].

Під впливом імітованого кислотного дощу з рН=3,0 на полікультурні мікрокосми відзначимо, що у ялини європейської на 21,2% порівняно із контрольними полікультурними мікрокосмами зменшується приріст гілок, тоді як апікальний та лате-

ральний прирости стовбура, а також загальний приріст біомаси залишаються на контрольному рівні (табл. 2). У ялиці білої за дії даного чинника також знижується приріст гілок (на 26,8%), проте латеральний приріст стовбура та загальний приріст підвищуються порівняно із контролем відповідно на 16,5% та 11,5%. Що стосується впливу імітованого кислотного дощу з рН=2,0 на досліджувані хвойні породи у полікультурних мікрокосмах, то він є аналогічним до монокультурних мікрокосмів, а саме – за дії даного чинника загальний приріст біомаси та прирости всіх його складових суттєво знижуються (на 67,7 – 77,8%) у порівнянні з контрольними полікультурними мікрокосмами і в *P. abies* та *A. alba* (табл.2).

Таблиця 2

**Приріст біомаси та його структура у хвойних порід Чернівецької області за імітації кислотних опадів при полікультурному зростанні у мікрокосмах (n=8)**

| Комбін. видів             | Показники              | Приріст гілок (ПГ), г    | Апікальний приріст стовбура (ПСа), г | Латеральний приріст стовбура (ПСт), г | Загальний приріст (ЗП), г |
|---------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Варіанти                  |                        |                          |                                      |                                       |                           |
| <i>Picea abies</i> Karst. | Контроль               | 0,033±0,0014             | 0,020±0,0011                         | 0,519±0,0158                          | 0,572±0,0137              |
|                           | Кислотний дощ (рН=3,0) | 0,026±0,0015*<br>t=3,28  | 0,016±0,0013<br>t=2,10               | 0,541±0,0139<br>t=1,04                | 0,583±0,0135<br>t=0,60    |
|                           | Кислотний дощ (рН=2,0) | 0,009±0,0010*<br>t=13,98 | 0,006±0,0016*<br>t=7,07              | 0,136±0,0322*<br>t=10,68              | 0,151±0,0304*<br>t=12,60  |
| <i>Abies alba</i> Mill.   | Контроль               | 0,041±0,0018             | 0,027±0,0013                         | 0,437±0,0105                          | 0,505±0,0076              |
|                           | Кислотний дощ (рН=3,0) | 0,030±0,0014*<br>t=4,69  | 0,024±0,0014<br>t=1,52               | 0,509±0,0154*<br>t=3,87               | 0,563±0,0148*<br>t=3,50   |
|                           | Кислотний дощ (рН=2,0) | 0,011±0,0010*<br>t=14,25 | 0,006±0,0012*<br>t=11,95             | 0,141±0,0253*<br>t=10,78              | 0,159±0,0237*<br>t=13,91  |

t – критерій Стьюдента

\* - достовірна різниця при  $P < 0,05$

В таблиці 3 розміщені дані щодо приросту біомаси та його складових у лісоутворюючих хвойних порід Чернівецької області в умовах монокультурних мікрокосмів за дії підвищених температур. У обох хвойних порід спостерігається підвищення загального приросту біомаси за дії підвищеної температури 30°C: у *P. abies* – на 30,4%, у *A. alba* – на 25,7%, латеральний приріст стовбура збільшується на 38,3% та 36,0% відповідно, тоді як ПГ та ПСа достовірно знижуються відносно контролю на 31,8% та 35,3% – у ялини, на 38,5% та 50,0% – у ялиці. Ці дані теж підтверджуються мічиганськими вченими, які стверджують, що потепління клімату, поряд із кислотними опадами, сприяють росту дерев. З 1987 року група дослідників проводила заміри температури в північних широколистяних лісах штату Мічиган (США). Виявилось, що за період дослідження тривалість сезону росту в мічиганських лісах збільшилась в середньому на 10–11 днів, і причиною тому було підвищення температури. Один із учасників дослідження, професор Ендрю Бертон, відзначив, що для лісової промисловості ці 10–11 днів приносять величезну користь, а до Біологічні системи. Т. 2. Вип. 3. 2010

даткова біомаса лісу може розглядатися як альтернативне джерело енергії [21].

За дії підвищеної температури 40°C спостерігається цікава ситуація, коли у ялини європейської на фоні зниженого на 70,6% апікального приросту стовбура спостерігається підвищення латерального приросту на 85,0%, і як наслідок підвищення на 71,8% загального приросту біомаси. Тоді як у ялиці білої усі складові загального приросту біомаси і сам загальний приріст достовірно знижуються відносно її контрольних монокультурних мікрокосмів.

За дії підвищеної температури 30°C у ялини та ялиці при зростанні в полікультурі спостерігається зменшення латерального приросту стовбура на 27,4% та 18,3% відповідно, а також загального приросту – на 25,5% та 17,8% відповідно. Приріст стовбура у висоту у обох порід залишається на рівні контрольних значень, приріст гілок достовірно зменшується лише у *A. Alba* на 17,1%, у *P. abies* – без змін (табл. 4).

За дії підвищеної температури 40°C у *P. abies* помітно зменшується апікальний приріст стовбура (на 55,0% порівняно із контролем полікульту-

ри), приріст стовбура у ширину та загальний приріст зменшуються на 30,1%, а приріст гілок зменшується на 18,2%. У *A. alba* найбільшого зниження порівняно з контрольними мікрокосмами за-

знає така складова як приріст гілок – він зменшується на 31,7%, апікальний приріст стовбура – на 22,2%, латеральний приріст стовбура – на 11,4%, а загальний приріст – на 13,9% (табл. 4).

Таблиця 3

**Приріст біомаси та його структура у хвойних порід Чернівецької області за імітації підвищених температур при монокультурному зростанні у мікрокосмах (n=8)**

| Дослід. види              | Показники                    | Приріст гілок (ПГ), г   | Апікальний приріст стовбура (ПСа), г | Латеральний приріст стовбура (ПСл), г | Загальний приріст (ЗП), г |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
|                           | Варіанти                     |                         |                                      |                                       |                           |
| <i>Picea abies</i> Karst. | Контроль                     | 0,022±0,0019            | 0,017±0,0013                         | 0,326±0,0069                          | 0,365±0,0076              |
|                           | Підвищена температура (30°C) | 0,015±0,0006*<br>t=3,73 | 0,011±0,0004*<br>t=4,67              | 0,451±0,0101*<br>t=10,17              | 0,476±0,0104*<br>t=8,64   |
|                           | Підвищена температура (40°C) | 0,019±0,0007<br>t=1,44  | 0,005±0,0003*<br>t=9,01              | 0,603±0,0081*<br>t=25,89              | 0,627±0,0082*<br>t=23,45  |
| <i>Abies alba</i> Mill.   | Контроль                     | 0,039±0,0017            | 0,020±0,0011                         | 0,381±0,0065                          | 0,439±0,0058              |
|                           | Підвищена температура (30°C) | 0,024±0,0011*<br>t=7,10 | 0,010±0,0006*<br>t=7,10              | 0,518±0,0086*<br>t=12,74              | 0,552±0,0089*<br>t=10,65  |
|                           | Підвищена температура (40°C) | 0,024±0,0011*<br>t=7,34 | 0,007±0,0003*<br>t=10,15             | 0,298±0,0056*<br>t=9,75               | 0,329±0,0052*<br>t=14,16  |

t – критерій Стьюдента \* - достовірна різниця при P<0,05

Таблиця 4

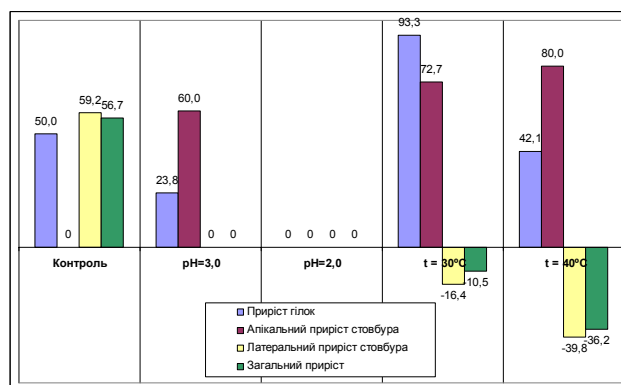
**Приріст біомаси та його структура у хвойних порід Чернівецької області за імітації підвищених температур при полікультурному зростанні у мікрокосмах (n=8)**

| Комбін. видів             | Показники                    | Приріст гілок (ПГ), г   | Апікальний приріст стовбура (ПСа), г | Латеральний приріст стовбура (ПСл), г | Загальний приріст (ЗП), г |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
|                           | Варіанти                     |                         |                                      |                                       |                           |
| <i>Picea abies</i> Karst. | Контроль                     | 0,033±0,0014            | 0,020±0,0011                         | 0,519±0,0158                          | 0,572±0,0137              |
|                           | Підвищена температура (30°C) | 0,029±0,0013<br>t=1,97  | 0,019±0,0008<br>t=0,45               | 0,377±0,0141*<br>t=6,69               | 0,426±0,0133*<br>t=7,64   |
|                           | Підвищена температура (40°C) | 0,027±0,0018*<br>t=2,54 | 0,009±0,0012*<br>t=6,43              | 0,363±0,0080*<br>t=8,79               | 0,400±0,0063*<br>t=11,39  |
|                           | Контроль                     | 0,041±0,0018            | 0,027±0,0013                         | 0,437±0,0105                          | 0,505±0,0076              |
| <i>Abies alba</i> Mill.   | Підвищена температура (30°C) | 0,034±0,0015*<br>t=2,95 | 0,024±0,0011<br>t=1,37               | 0,357±0,0126*<br>t=4,89               | 0,415±0,0107*<br>t=6,81   |
|                           | Підвищена температура (40°C) | 0,028±0,0015*<br>t=5,54 | 0,021±0,0016*<br>t=3,10              | 0,387±0,0148*<br>t=2,76               | 0,440±0,0136*<br>t=4,15   |

t – критерій Стьюдента \* - достовірна різниця при P<0,05

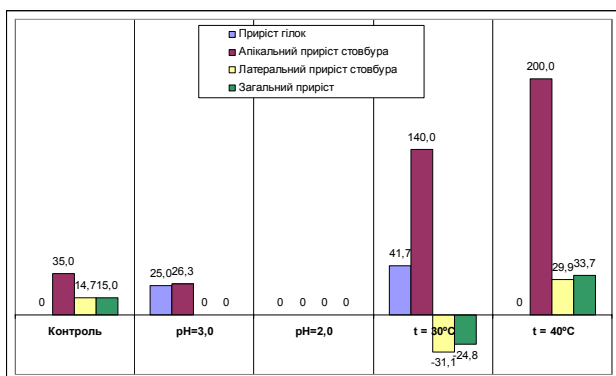
Якщо порівняти показники приросту досліджуваних порід при зростанні в полікультурі та монокультурі, то бачимо, що у *P. abies* при зростанні в контрольних полікультурних мікрокосмах з *A. Alba* загальний приріст достовірно підвищується на 56,7% порівняно із монокультурою ялини в контролі, також підвищуються приріст гілок та латеральний приріст стовбура – на 50,0% та 59,2% відповідно (рис. 1). За дії імітованого кислотного дощу з рН=3,0 при зростанні в полікультурі на 23,8% збільшується приріст гілок і на 60,0% апікальний приріст стовбура, ПСл та ЗП залишаються на рівні значень у монокультурі. Імітований кислотний дощ з рН=2,0 пригнічує приріст *P. abies* однаково в монокультурі та полікультурі, тому достовірної різниці між ними не спостерігається. На рисунку 1 показано також достовірну зміну приросту біомаси та його складових у *P. abies* за дії підвищених температур. За дії обох підвищених температур у полікультурі спостерігається збільшення приросту гілок та приросту стов-

бура у висоту порівняно з монокультурою, а приріст стовбура у ширину і загальний приріст зменшуються відповідно на 16,4% і 10,5% (при t=30°C) та на 39,8% і 36,2% (при t=40°C).



**Рис. 1. Відсоток достовірної зміни приросту та його структури у *Picea abies* Karst. в полікультурі з *Abies alba* Mill. по відношенню до її монокультури за відсутності впливу чинників (контроль) та за імітації їх впливу (дослідні варіанти)**

На рисунку 2 зображено як змінюється приріст біомаси та його структура у *A. alba* в полікультурі з *P. abies* порівняно з монокультурою ялиці білої. Так, в контролі (за відсутності впливу чинників) ПС<sub>а</sub> збільшується на 35,0%, ПС<sub>л</sub> – на 14,7%, ЗП – на 15,0% в порівнянні з контрольними монокультурними мікрокосмами *A. alba*. Такі результати підтверджуються багатьма дослідниками [4, 7, 17], які відзначають, що в більшості змішаних культур накопичення органічної маси надземних та підземних органів з одиниці площі насадження було на 20–30% вищим у порівнянні з чистими культурами. Також літературні дані свідчать, що взаємовідношення між рослинами різних видів змінюються з віком. За дії кислотного дощу з рН=3,0, як і у ялини європейської, у ялиці білої достовірно змінюється лише приріст гілок та апікальний приріст стовбура (збільшується на 25,0% та 26,3%). Імітований кислотний дощ з рН=2,0 достовірно не змінює жоден з показників приросту біомаси.



**Рис. 2. Відсоток достовірної зміни приросту та його структури у *Abies alba* Mill. в полікультурі з *Picea abies* Karst. по відношенню до її монокультури за відсутності впливу чинників (контроль) та за імітації їх впливу (дослідні варіанти)**

Підвищена температура 30°C впливає на показники приросту *A. alba* в полікультурі подібно до *P. abies* – зростає ПГ і ПС<sub>а</sub>, знижується ПС<sub>л</sub> та ЗП (рис. 2). Щодо впливу підвищеної температури 40°C на ялицю білу в полікультурі з ялиною європейською, то тут спостерігається дуже значне збільшення приросту стовбура у висоту (на 200,0%), а також збільшення латерального приросту стовбура (на 29,9%) та загального приросту (на 33,7%) у порівнянні із впливом даного чинника на монокультурні мікрокосми *A. alba*.

#### Висновки

1. У монокультурних мікрокосмах кислотний дощ з рН=3,0 стимулює приріст біомаси у самосіву *P. abies* та *A. alba*, а в полікультурних – лише у ялиці, тоді як подальше зниження показника кислотності імітованого дощу до 2,0 пригнічує приріст біомаси у досліджуваних порід як

в моно-, так і в полікультурних мікрокосмах.

2. За дії підвищеної температури 30°C достовірно збільшується приріст біомаси самосіву як ялини європейської, так і ялиці білої в монокультурі, тоді як в полікультурі – знижується. При температурі 40°C загальний приріст біомаси в монокультурі змінюється різнонаправлено: збільшується – у *P. abies*, зменшується – у *A. alba*; за умови полікультурного зростання у обох досліджуваних порід – зменшується.

3. У полікультурі приріст біомаси самосіву *P. abies* та *A. alba* за відсутності впливу факторів (контрольні мікрокосми) вищий в порівнянні з монокультурою кожної породи.

4. За імітації кислотних опадів достовірної різниці у зміні загального приросту біомаси у полікультурі самосіву досліджуваних порід порівняно з монокультурою не виявлено, незалежно від показника рН імітованого кислотного дощу.

5. За дії підвищеної температури 30°C в полікультурі у самосіву обох хвойних порід спостерігається зменшення приросту, а за дії підвищеної температури 40°C – у самосіву *P. abies* – приріст біомаси зменшується, а у *A. alba* – збільшується порівняно із впливом відповідних чинників в монокультурі.

#### Список літератури:

1. Антанайтис В.В., Загребев В.В. Прирост леса / В.В. Антанайтис, В.В. Загребев. – 2-е изд., перераб. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 200 с.
2. Антонов В.С. Кислотность влажных атмосферных осадков в Черновцах / В.С. Антонов, Л.Ю. Рыбак – Черновцы: Місто, 2007. – 76 с.
3. Атрохин В.Г. Древесные породы мира: в 3 т. Древесные породы СССР / В.Г. Атрохин, К.К. Калущкий, Ф.Т. Тюриков – Т. 3. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 264 с.
4. Баранецкий Г. Г. Химическое взаимодействие древесных растений / Г.Г. Баранецкий – Львов: Свит, 1990. – 160 с.
5. Єремєєв В. Регіональні аспекти глобальної зміни клімату / В. Єремєєв, В. Єфімов // Вісн. НАН України. – 2003. – №2. – С. 14–19.
6. Израэль Ю.А. Кислотные дожди / Ю.А. Израэль, И.М. Назаров, А.Я. Прессман и др. – 2-е изд., доп. и перераб. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 270с.
7. Колесниченко М. В. Биохимические взаимодействия древесных растений / М.В. Колесниченко – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 184 с.
8. Куликова Т.А. Оценка продуктивности лесов / Т.А. Куликова. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 152 с.
9. Національний атлас України: Гол. ред. член-кор. НАН України Л.Г. Руденко – К.: ДНВП „Картографія”, 2007. – 440 с.
10. Переведенцев Ю.П. Современные изменения климата Северного полушария Земли / Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, Э.П. Наумов, К.М. Шанталинский, А.А. Николаев // Ученые записки Казанского государственного университета. Есте-

- ственные науки. – 2005. – Том 147, кн. 1. – С.90-106.
11. Полубояринов О.И. Плотность древесины / О.И. Полубояринов. – М.: Наука, 1976. – 159с.
  12. Руденко С.С. Штучні системи в екології: Навч. посібник / С.С. Руденко, С.С. Костишин, І.О. Ситнікова. – Чернівці: Рута, 2006. – 199с.
  13. Ткач Л.О. Потепління клімату в Україні та його можливі наслідки / Л.О. Ткач // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. Серія: Географія. – 2004. – №2, Ч.1. – С. 88–95.
  14. Хорват Л. Кислотный дождь / Л. Хорват: пер.с венг. В.В. Крымского. – М.: Стройиздат, 1990. – 79 с.
  15. Шанталинский К.М. Особенности региональных изменений климата Северного полушария / К.М. Шанталинский // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. – 2008. – Том 150, кн. 4. – С.8-20.
  16. Швиденко А.И. Пихтовые леса Украины / А.И. Швиденко. – Львов: Вища школа, 1980. – 192 с.
  17. Эколого-физиологические основы взаимодейст-
  - вия растений в фитоценозах: Под ред. акад. АН БССР Н.Д. Нестеровича. – Минск: Наука и техника, 1976. – 216 с.
  18. 5-те Національне повідомлення України з питань зміни клімату. – К., 2009. – 282 с.
  19. Haines B., Stefani M. and Hendrix F. Acid rain: threshold of leaf damage in eight plant species from a Southern Appalachian forest succession // Water, Air, and Soil Pollution. – 1980. – 14. – P. 403–407.
  20. Компания «Лессрубкомфорт». Плотность древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://srubchel.ru/plotnost>.
  21. Глобальное потепление и кислотные дожди улучшают рост лесов [Электронный ресурс]: за данными Российской Академии наук. – Режим доступа: <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=945b8b96-e9a7-4a8e-a185-28a117023134>.
  22. Wood T. Short-term effects of a simulated acid rain upon the growth and nutrient relations of *Pinus strobus* L. / T. Wood, F. H. Bormann // Water, Air, and Soil Pollution. – 1977. – 7. P. 479–488.

**Робота виконана За сприяння ДФФД, договір №29/562-2009**

## **BIOMASS INCREMENT OF CONIFEROUS FOREST SELF-SEEDING OF BUKOVINA FOR THE IMITATION OF GLOBAL ENVIRONMENTAL CRISIS FACTORS IN MICROCOSMS**

**O.D. ZAROCHEHRSEVA, S.S. RUDENKO**

*The paper shows the impact of simulated acid rain and increased temperatures on *Picea abies* (L.) Karst. and *Abies alba* Mill. self-seeding growth in mono- and multicultural artificial ecosystems - microcosms. Acid rain with pH = 3,0 stimulate the biomass increment of *P. abies* and *A. alba* self-seeding in monocultural microcosms, and only *A. alba* in multicultural microcosms, while the subsequent drop pH of simulated acid rain to 2,0 inhibits biomass increment of the studied species both in mono- and multicultural microcosms. By the influence of 30°C biomass increment of *P. abies* and *A. alba* self-seeding in monoculture significantly increased, while in multiculture biomass increment decreased. By the influence of 40°C biomass increment in *P. abies* monoculture increases, in *A. alba* monoculture decreases, in multicultural microcosms biomass increment decreases in both studied species. Biomass increment of *P. abies* and *A. alba* self-seeding in multiculture control microcosms was higher compared with monoculture of each species. By the influence of simulated acid rain reliable difference is no observed. At temperature of 30 °C in both coniferous species in multiculture reduction of growth was observed in comparison with the influence of the same temperature in a monoculture, at temperature of 40 °C in multicultural microcosms biomass increment of *P. abies* self-seeding decreases, and *A. alba* self-seeding increases compared with the influence of this factor in monocultural microcosms.*

*Key words: microcosm, acid rain, increased temperatures, apical increment, lateral increment, biomass, monoculture, multiculture, *Picea abies* (L.) Karst. ma *Abies alba* Mill.*

Одержано редколегією 07.09.2010

# ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МОРФОМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ БІОМОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ *PHOLCUS PHALANGIOIDES* (ARANEAE: PHOLCIDAE)

**М.М. Федоряк, С.С. Руденко, Г.А. Андрусевич**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
58012, м. Чернівці, вул. Коцюбинського, 2  
e-mail: m.m.fedoriak@gmail.com

Проведено морфометричний аналіз 25 ознак самців і самок *Ph. phalangioides* (Fuesslin, 1775) із приміщень промислових підприємств (дослід) та житлових будинків (контроль) м. Чернівці. Доведена вища ефективність використання для моніторингу урбанізованих територій морфометричних параметрів самок *Ph. phalangioides*, порівняно з самцями. Показано, що найчутливішими ознаками є ті, які характеризують очне поле виду-біоіндикатора: відстань між передніми та задніми медіальними очима (права сторона), а також діаметри шести із восьми наявних очей. Встановлено, що морфометричні параметри тіла павуків з приміщень промислових підприємств мають тенденцію до збільшення порівняно з відповідними параметрами павуків з житлових будинків, натомість за цих умов морфометричні параметри очей виявляють тенденцію в бік зменшення.

*Ключові слова:* біомоніторинг, павуки, приміщення, морфометричні показники.

**Вступ.** При формуванні основних морфологічних ознак у процесі розвитку організмів важливе місце займає середовищна компонента (Вершинин, 2007). Вважають, що морфометричні ознаки є точкою прикладання добору і саме на них проектується динаміка решти ознак у популяції – біохімічних, фізіологічних, генетичних (Суходольская, Тимофеева, 2010). У останні роки з'явилася низка праць, що засвідчують появу зсувів у морфометричній структурі популяцій тварин за умов значного рівня антропопресингу і урбопресингу зокрема. Так, на основі аналізу морфометричної структури популяцій *Oxythyrea funesta* (Poda, 1761) методами багатовимірної статистики показано, що жуки, які живуть у зонах промислового забруднення середовища, володіють унікальними елементами будови, що полягають, зокрема, у відносному розширенні елітра, видовженні птеригію, зменшенні довжини третьої пари кінцівок та ін. (Леонтьев, 2003). Показані специфічні особливості морфометричних конхологічних параметрів молюсків у урбанізованому середовищі (Сверлова та ін., 2006; Крамаренко та ін., 2007; Хлус, 2010). Популяції окремих видів хребетних тварин на урбанізованих територіях також характеризуються зсувами у морфометричній структурі (Вершинин, 2007).

Дискусійним залишається питання щодо впливу урбанізації і промислового забруднення на рівень морфометричної мінливості тваринних популяцій. Дослідження ентомоіндикаторних видів засвідчило зростання морфометричної мінливості *O. funesta* в околицях крупного промислового центру (Леонтьев, 2003); зростання гетерогенності морфометричної структури популяцій

*Carabus cancellatus* Illiger, 1798 за дії антропогенних факторів у околицях м. Казані (Тимофеева, Хабибуллина, 2009) тощо. В.Л. Вершинін (2007) також наводить приклади різкого розширення спектру мінливості у тварин урбанізованих територій, що, на думку автора, зумовлено зростанням можливих шляхів реалізації формотворчої потенції в умовах надзвичайно неоднорідних мікроумов нестабільного середовища міських місцезнаходжень.

У той же час для окремих видів встановлено зниження морфологічного різноманіття популяцій в умовах урбоєкосистем. Показано, що всі досліджені конхологічні ознаки молюсків *Serpea vindobonensis* (Férussac, 1821) в умовах середніх міст степової зони України характеризуються низьким рівнем внутрішньопопуляційної мінливості (Хлус, 2010). На основі аналізу різноманіття морфотипів павука *Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802) на градієнті умов урбанізації в околицях м. Донецька встановлено, що максимальним різноманіттям морфотипів характеризуються популяції з природного приміського біогеоценозу (Прокопенко, Жуков, 2008). Загалом павуки володіють поєднанням певних особливостей організації і вироблених у ході еволюції ефективних адаптаційних механізмів, що дозволяє їм займати більшість існуючих екологічних ніш і пристосовуватися до умов, що швидко змінюються. Попри це представники зазначеного ряду переважно ігноруються при виборі зооіндикаторів.

З огляду на зазначене нами проведено аналіз морфометричної структури популяцій павука-космополіта *Pholcus phalangioides* (Fuesslin,



1775) із приміщень з різним рівнем техногенного забруднення з метою з'ясування доцільності застосування виду у біомоніторингових дослідженнях урбоекосистем. Раніше нами доведено, що в умовах України зазначений вид характеризується рівномірним поширенням і високою чисельністю у приміщеннях різного призначення міст України (Федоряк, Руденко 2009; Fedoriak & Zhukovets, 2010 та ін.).

**Об'єкт і методи.** Порівнювали морфометричну структуру популяцій *Ph. phalangioides* із приміщень житлових будинків Садгирського і Центрального ландшафтних районів м. Чернівці (Ландшафти міста Чернівці, 2006) із такою для популяцій, що населяють приміщення різного призначення наступних підприємств: ВАТ «Чернівецький ремонтно-механічний завод», ВАТ «Чернівецький міський молочний завод», ВАТ «Чернівецький олійно-жировий комбінат» (Садгирський ландшафтний район); ВАТ «Чернівецький хлібокомбінат» і ВАТ «Цегельний завод № 1» (Центральний ландшафтний район). Морфометричний аналіз *Ph. phalangioides* обіймав оцінку за 25 ознаками, яка здійснювалась окремо для самців та самок із приміщень промислових підприємств (дослід) та житлових будинків (контроль) м. Чернівці. При цьому 21 показник був спільним для самців та самок; по 4 – статеві специфічними.

На рисунку 1 показані лінії, за якими здійснювалось вимірювання параметрів морфометричного аналізу *Ph. phalangioides*. Проводили вимірювання наступних параметрів: довжина та ширина головогрудей (карапаксу) (1, 2) – найбільша відстань між краями, не враховуючи хеліцери; довжина та ширина черевця (3, 4), не враховуючи павутинних бородавок; довжина тіла (5) – від переднього краю карапаксу до кінця черевця; діаметри очей: передніх медіальних (6), передніх латеральних (7), задніх медіальних (8), задніх латеральних (9); відстань між передніми медіальними та передніми латеральними очима (10) а також відстань між передніми і задніми медіальними очима (11), довжина та ширина стернового щита (12, 13).

Також вимірювали деякі морфометричні параметри геніталій павуків. Враховуючи схожість епігіни самок з рівнобедреним трикутником, було виміряно наступні параметри епігін: довжина бічної сторони епігіни (19), висота пластинки епігіни, як висота трикутника (18) та довжина основи пластинки епігіни (17). Для самців вимірювали довжину прокурзусу (14) а також довжину тибії та її ширину в найширшому місці цього членика педипальпи (15, 16).

Розподіл експериментальних даних для кожної з досліджуваних вибірок перевіряли на нор-

мальність за допомогою статистичних критеріїв Ліліффорса та Шапіро-Вілка. Порівняння вибірок проводили з застосуванням критерію Мана-Уїтні (Реброва, 2002; Філімонова та ін., 2004).

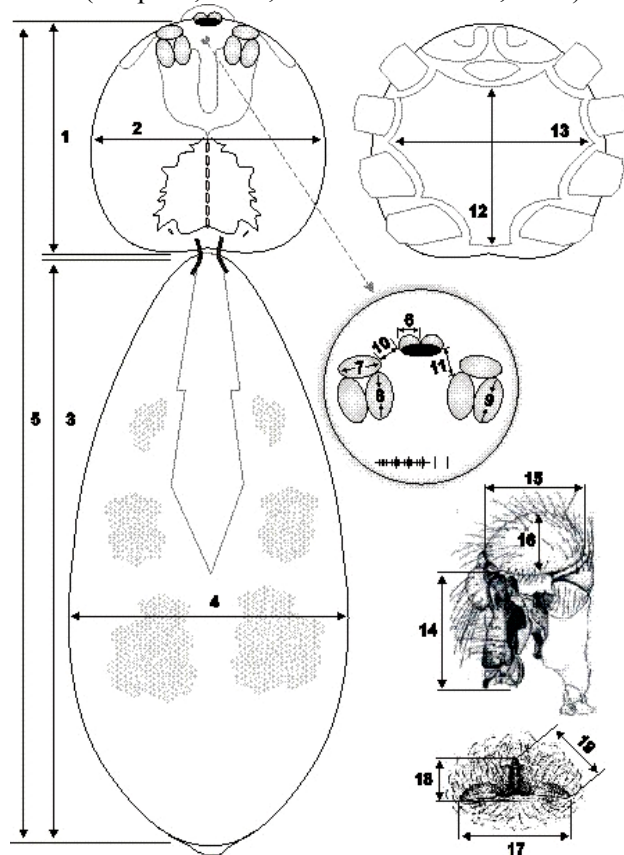


Рис. 1. Лінії вимірювання морфометричних параметрів *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) (но-яснення див. у тексті)

Використовували наступні скорочені назви досліджених морфометричних показників: г/г\_довж – довжина головогрудей; г/г\_шир – ширина головогрудей; чер\_довж – довжина черевця; чер\_шир – ширина черевця; довж\_тіла – довжина тіла; допм\_л – діаметр ока переднього медіального, ліва сторона; допм\_п – діаметр ока переднього медіального, права сторона; допл\_л – діаметр ока переднього латерального, ліва сторона; допл\_п – діаметр ока переднього латерального, права сторона; дозм\_л – діаметр ока заднього медіального, ліва сторона; дозм\_п – діаметр ока заднього медіального, права сторона; дозл\_л – діаметр ока заднього латерального, ліва сторона; дозл\_п – діаметр ока заднього латерального, права сторона; опм\_опл\_л – відстань між передніми медіальним і латеральним очима, ліва сторона; опм\_опл\_п – відстань між передніми медіальним і латеральним очима, права сторона; опм\_озм\_л – відстань між переднім і заднім медіальним очима, ліва сторона; опм\_озм\_п – відстань між переднім і заднім медіальним очима, права сторона; прок\_довж\_л – довжина прокурзусу, ліва сторона; прок\_довж\_п – довжина про-

курзусу, права сторона; стрн\_щит\_дов – довжина стерального щита; стрн\_щит\_шир – ширина стерального щита; тіб\_довж\_л – довжина тібії, ліва сторона; тіб\_довж\_п – довжина тібії, права сторона; тіб\_шир\_л – ширина тібії, ліва сторона; тіб\_шир\_п – ширина тібії, права сторона; епігіна\_л – довжина лівої сторони епігіни; епігіна\_п – довжина правої сторони епігіни; висота\_еп – висота пластинки епігіни; основа\_еп – довжина основи пластинки епігіни.

**Результати та їх обговорення.** Аналіз результатів морфометричного дослідження дозволив виявити нижче описані закономірності.

Самки *Ph. phalangioides* виявляли вищу чутливість до якості довкілля порівняно із самцями. Так, у вибірках з 3-х підприємств Садгирського ландшафтного району м. Чернівці було зафіксовано достовірне відхилення морфометричних показників самців від контролю лише в 5 випадках, натомість у самок – у 21 (табл. 1-5). При дослідженні вибірок із двох підприємств Центрального ландшафтного району у самців було виявлено 6 випадків достовірного відхилення морфометричних показників від контролю, а у самок – 23 (табл. 6-9).

Показники, які зазнають зміни у самок, здебільшого не збігаються з показниками, які зазнають

зміни у самців. З 55 зареєстрованих достовірних відхилень морфометричних показників від контролю, лише у 5 випадках зафіксовано зміни однакових показників у самців і самок та збігання напрямків цих змін (див. параметр 2 у табл. 3, а також параметри 7, 9, 12, 13 у табл. 8). У 2-ох випадках – збігались показники, але не збігались напрямки їх зміни змін (див. параметр 17 у табл. 3, а також параметр 15 у табл. 8). Натомість у 41 випадку показники, які зазнавали достовірних відхилень від контролю у самок та самців були різними.

Це свідчить про важливість уніфікованого і аргументованого добору пріоритетної статі для біомоніторингу територій за допомогою *Ph. phalangioides*. Результати морфометричного аналізу переконують у необхідності надання переваги в цьому доборі особинам жіночої статі, оскільки у досліджуваного виду їх ознаки на порядок чутливіші до змін довкілля, ніж у самців. Крім того, у наших дослідженнях не зареєстровано жодного випадку достовірних відхилень від контролю параметрів, пов'язаних із копулятивними органами самців (прокурзусу чи тібії). Натомість у популяційних вибірках з приміщень усіх підприємств, за винятком одного, були виявлені достовірні відхилення від контролю 1-2 параметрів епігіни самок.

**Таблиця 1**

**Морфометричні показники самців популяційної вибірки *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) з житлових приміщень Садгирського ландшафтного району м. Чернівці (умовний контроль)**

| Показник     | n  | Центральна тенденція,<br>Me або M (95% HI)* | Розкид значень,<br>квартилі (25%, 75%) або s* |
|--------------|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| г/г_довж     | 38 | 1,851 (1,765; 1,937)                        | 0,261                                         |
| г/г_шир      | 38 | 1,710 (1,640; 1,780)                        | 0,211                                         |
| чер_довж     | 38 | 4,318 (4,111; 4,525)                        | 0,629                                         |
| чер_шир      | 38 | 1,467 (1,376; 1,558)                        | 0,276                                         |
| довж_тіла    | 38 | 6,421 (6,140; 6,701)                        | 0,854                                         |
| допм_л       | 38 | 0,084                                       | 0,070; 0,098                                  |
| допм_п       | 38 | 0,084                                       | 0,070; 0,084                                  |
| допл_л       | 38 | 0,168                                       | 0,168; 0,182                                  |
| допл_п       | 38 | 0,168                                       | 0,154; 0,182                                  |
| дозм_л       | 38 | 0,179 (0,171; 0,186)                        | 0,023                                         |
| дозм_п       | 38 | 0,180 (0,173; 0,189)                        | 0,025                                         |
| дозл_л       | 38 | 0,168                                       | 0,154; 0,182                                  |
| дозл_п       | 38 | 0,140                                       | 0,112; 0,154                                  |
| опм_опл_л    | 38 | 0,140                                       | 0,112; 0,140                                  |
| опм_опл_п    | 38 | 0,119                                       | 0,084; 0,126                                  |
| опм_озм_л    | 38 | 0,119                                       | 0,084; 0,126                                  |
| опм_озм_п    | 38 | 0,098                                       | 0,084; 0,126                                  |
| прок_довж_л  | 38 | 1,114 (1,094; 1,135)                        | 0,062                                         |
| прок_довж_п  | 38 | 1,106 (1,082; 1,130)                        | 0,072                                         |
| тіб_довж_л   | 38 | 1,106                                       | 1,022; 1,148                                  |
| тіб_довж_п   | 38 | 1,049 (1,013; 1,084)                        | 0,107                                         |
| тіб_шир_л    | 38 | 0,641 (0,621; 0,660)                        | 0,059                                         |
| тіб_шир_п    | 38 | 0,644                                       | 0,602; 0,686                                  |
| стрн_щит_дов | 38 | 1,107 (1,051; 1,164)                        | 0,171                                         |
| стрн_щит_шир | 38 | 1,232 (1,180; 1,283)                        | 0,156                                         |

Примітка: \* тут і в табл. 2-9 – для даних, що мають нормальний розподіл, Me – медіана, M – середнє арифметичне, s – стандартне відхилення.

**Таблиця 2**

**Морфометричні показники самок популяційної вибірки *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) з житлових приміщень Садгирського ландшафтного району м. Чернівці (умовний контроль)**

| Показник     | n  | Центральна тенденція,<br>Me або M (95% HI) * | Розкид значень,<br>квартилі (25%, 75%) або s * |
|--------------|----|----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| г/г довж     | 46 | 1,880 (1,810; 1,950)                         | 0,237                                          |
| г/г шир      | 46 | 1,750                                        | 1,700; 1,950                                   |
| чер довж     | 46 | 4,639 (4,423; 4,854)                         | 0,724                                          |
| чер шир      | 46 | 1,950                                        | 1,700; 2,300                                   |
| довж тіла    | 46 | 6,666 (6,363; 6,968)                         | 1,018                                          |
| допм л       | 46 | 0,070                                        | 0,070; 0,084                                   |
| допм п       | 46 | 0,070                                        | 0,070; 0,084                                   |
| допл л       | 46 | 0,168                                        | 0,140; 0,196                                   |
| допл п       | 46 | 0,168                                        | 0,154; 0,182                                   |
| дозм л       | 46 | 0,182                                        | 0,168; 0,196                                   |
| дозм п       | 46 | 0,182                                        | 0,168; 0,196                                   |
| дозл л       | 46 | 0,182                                        | 0,154; 0,196                                   |
| дозл п       | 46 | 0,182                                        | 0,168; 0,184                                   |
| опм опл л    | 46 | 0,084                                        | 0,070; 0,084                                   |
| опм опл п    | 46 | 0,084                                        | 0,070; 0,084                                   |
| опм озм л    | 46 | 0,056                                        | 0,042; 0,070                                   |
| опм озм п    | 46 | 0,070                                        | 0,042; 0,070                                   |
| епігіна л    | 46 | 0,538 (0,511; 0,564)                         | 0,089                                          |
| епігіна п    | 46 | 0,530 (0,503; 0,558)                         | 0,093                                          |
| висота еп    | 46 | 0,314 (0,302; 0,327)                         | 0,042                                          |
| основа еп    | 46 | 0,938                                        | 0,840; 0,994                                   |
| стрн щит дов | 46 | 1,025                                        | 1,000; 1,200                                   |
| стрн щит шир | 46 | 1,200                                        | 1,050; 1,250                                   |

**Таблиця 3**

**Морфометричні показники популяційної вибірки *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) з приміщень ВАТ «Чернівецький ремонтно-механічний завод» Садгирського ландшафтного району м. Чернівці**

| №<br>п/п | Параметр     | Самці |        |               | Параметр     | Самки |        |               |
|----------|--------------|-------|--------|---------------|--------------|-------|--------|---------------|
|          |              | n     | Me     | Квартилі      |              | n     | Me     | Квартилі      |
| 1.       | г/г довж     | 6     | 1,800  | 1,750; 2,000  | г/г довж     | 11    | 2,000  | 1,800; 2,050  |
| 2.       | г/г шир      | 6     | 2,025* | 1,850; 2,100* | г/г шир      | 11    | 1,950* | 1,750; 2,150* |
| 3.       | чер довж     | 6     | 4,200  | 4,150; 4,300  | чер довж     | 11    | 4,600  | 4,300; 5,200  |
| 4.       | чер шир      | 6     | 1,750* | 1,600; 1,950* | чер шир      | 11    | 2,350  | 1,750; 2,650  |
| 5.       | довж тіла    | 6     | 6,700  | 5,800; 6,950  | довж тіла    | 11    | 6,850  | 6,350; 7,350  |
| 6.       | допм л       | 6     | 0,084  | 0,084; 0,098  | допм л       | 11    | 0,084* | 0,070; 0,084* |
| 7.       | допм п       | 6     | 0,084  | 0,070; 0,084  | допм п       | 11    | 0,084* | 0,070; 0,084* |
| 8.       | допл л       | 6     | 0,182  | 0,168; 0,182  | допл л       | 11    | 0,182  | 0,182; 0,182  |
| 9.       | допл п       | 6     | 0,168  | 0,154; 0,182  | допл п       | 11    | 0,168  | 0,168; 0,196  |
| 10.      | дозм л       | 6     | 0,182  | 0,182; 0,196  | дозм л       | 11    | 0,182  | 0,168; 0,210  |
| 11.      | дозм п       | 6     | 0,189  | 0,168; 0,196  | дозм п       | 11    | 0,196  | 0,168; 0,196  |
| 12.      | дозл л       | 6     | 0,182  | 0,168; 0,182  | дозл л       | 11    | 0,182  | 0,168; 0,196  |
| 13.      | дозл п       | 6     | 0,182  | 0,168; 0,182  | дозл п       | 11    | 0,182  | 0,168; 0,196  |
| 14.      | опм опл л    | 6     | 0,147  | 0,126; 0,154  | опм опл л    | 11    | 0,070  | 0,070; 0,084  |
| 15.      | опм опл п    | 6     | 0,154* | 0,154; 0,154* | опм опл п    | 11    | 0,070  | 0,056; 0,084  |
| 16.      | опм озм л    | 6     | 0,112  | 0,084; 0,140  | опм озм л    | 11    | 0,056  | 0,028; 0,070  |
| 17.      | опм озм п    | 6     | 0,119* | 0,112; 0,140* | опм озм п    | 11    | 0,042* | 0,028; 0,056* |
| 18.      | прок довж л  | 4     | 1,169  | 1,120; 1,218  | епігіна л    | 11    | 0,560  | 0,532; 0,630  |
| 19.      | прок довж п  | 5     | 1,162  | 1,120; 1,218  | епігіна п    | 11    | 0,588* | 0,560; 0,616* |
| 20.      | тіб довж л   | 4     | 1,064  | 1,022; 1,169  | висота еп    | 11    | 0,336  | 0,294; 0,350  |
| 21.      | тіб довж п   | 5     | 1,022  | 1,008; 1,162  | основа еп    | 11    | 0,994  | 0,952; 1,036  |
| 22.      | тіб шир л    | 4     | 0,721  | 0,644; 0,749  | —            | —     | —      | —             |
| 23.      | тіб шир п    | 5     | 0,686  | 0,616; 0,700  | —            | —     | —      | —             |
| 24.      | стрн щит дов | 6     | 1,050  | 0,950; 1,200  | стрн щит дов | 11    | 1,050  | 1,000; 1,200  |
| 25.      | стрн щит шир | 6     | 1,200  | 1,150; 1,300  | стрн щит шир | 11    | 1,300* | 1,200; 1,400* |



Таблиця 4

**Морфометричні показники популяційної вибірки *Ph. phalangioides* з приміщень ВАТ «Чернівецький міський молочний завод» Садгірського ландшафтного району м. Чернівці**

| № п/п | Параметр     | Самці |        |               | Параметр     | Самки |        |               |
|-------|--------------|-------|--------|---------------|--------------|-------|--------|---------------|
|       |              | n     | Me     | Квартилі      |              | n     | Me     | Квартилі      |
| 1.    | г/г_довж     | 6     | 1,725  | 1,500; 1,750  | г/г_довж     | 14    | 1,800  | 1,500; 2,000  |
| 2.    | г/г_шир      | 6     | 1,675  | 1,650; 1,700  | г/г_шир      | 14    | 1,775  | 1,500; 2,000  |
| 3.    | чер_довж     | 6     | 3,225  | 2,500; 4,550  | чер_довж     | 14    | 4,325  | 3,550; 4,950  |
| 4.    | чер_шир      | 6     | 1,300  | 1,000; 1,700  | чер_шир      | 14    | 1,725  | 1,500; 2,000  |
| 5.    | довж_тіла    | 6     | 5,125  | 4,450; 6,550  | довж_тіла    | 14    | 6,375  | 5,300; 7,100  |
| 6.    | допм_л       | 6     | 0,077  | 0,070; 0,084  | допм_л       | 14    | 0,070  | 0,056; 0,070  |
| 7.    | допм_п       | 6     | 0,084  | 0,070; 0,084  | допм_п       | 14    | 0,070  | 0,056; 0,084  |
| 8.    | допл_л       | 6     | 0,154  | 0,140; 0,168  | допл_л       | 14    | 0,140* | 0,140; 0,154* |
| 9.    | допл_п       | 6     | 0,168  | 0,154; 0,182  | допл_п       | 14    | 0,154* | 0,140; 0,168* |
| 10.   | дозм_л       | 6     | 0,161  | 0,154; 0,182  | дозм_л       | 14    | 0,154* | 0,140; 0,168* |
| 11.   | дозм_п       | 6     | 0,175  | 0,154; 0,196  | дозм_п       | 14    | 0,154* | 0,140; 0,168* |
| 12.   | дозл_л       | 6     | 0,147  | 0,140; 0,154  | дозл_л       | 14    | 0,161* | 0,140; 0,182* |
| 13.   | дозл_п       | 6     | 0,182  | 0,140; 0,182  | дозл_п       | 14    | 0,154* | 0,140; 0,168* |
| 14.   | опм_опл_л    | 6     | 0,119  | 0,084; 0,140  | опм_опл_л    | 14    | 0,084  | 0,070; 0,084  |
| 15.   | опм_опл_п    | 6     | 0,112  | 0,070; 0,140  | опм_опл_п    | 14    | 0,070* | 0,070; 0,070* |
| 16.   | опм_озм_л    | 6     | 0,084  | 0,070; 0,098  | опм_озм_л    | 14    | 0,056  | 0,042; 0,070  |
| 17.   | опм_озм_п    | 6     | 0,063* | 0,056; 0,084* | опм_озм_п    | 14    | 0,049  | 0,042; 0,070  |
| 18.   | прок_довж_л  | 6     | 1,085  | 1,022; 1,120  | епігіна_л    | 13    | 0,560  | 0,490; 0,588  |
| 19.   | прок_довж_п  | 5     | 1,106  | 1,064; 1,120  | епігіна_п    | 13    | 0,560  | 0,504; 0,588  |
| 20.   | тіб_довж_л   | 6     | 1,008  | 0,938; 1,106  | висота_еп    | 12    | 0,322  | 0,287; 0,336  |
| 21.   | тіб_довж_п   | 5     | 1,008  | 0,980; 1,050  | основа_еп    | 12    | 0,945  | 0,861; 0,994  |
| 22.   | тіб_шир_л    | 6     | 0,630  | 0,602; 0,658  | —            | —     | —      | —             |
| 23.   | тіб_шир_п    | 5     | 0,630  | 0,588; 0,658  | —            | —     | —      | —             |
| 24.   | стрн_щит_дов | 6     | 1,000  | 0,950; 1,000  | стрн_щит_дов | 13    | 1,050  | 1,000; 1,100  |
| 25.   | стрн_щит_шир | 6     | 1,175  | 1,150; 1,250  | стрн_щит_шир | 13    | 1,200  | 1,100; 1,300  |

Таблиця 5

**Морфометричні показники популяційної вибірки *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) з приміщень ВАТ «Чернівецький олійно-жировий комбінат» Садгірського ландшафтного району м. Чернівці**

| № п/п | Параметр     | Самці |       |              | Параметр     | Самки |        |               |
|-------|--------------|-------|-------|--------------|--------------|-------|--------|---------------|
|       |              | n     | Me    | Квартилі     |              | n     | Me     | Квартилі      |
| 1.    | г/г_довж     | 11    | 1,700 | 1,500; 2,000 | г/г_довж     | 20    | 2,000* | 1,950; 2,325* |
| 2.    | г/г_шир      | 11    | 1,750 | 1,550; 2,050 | г/г_шир      | 20    | 2,000* | 1,850; 2,175* |
| 3.    | чер_довж     | 11    | 4,500 | 3,950; 4,850 | чер_довж     | 20    | 4,900  | 4,375; 5,400  |
| 4.    | чер_шир      | 11    | 1,700 | 1,500; 1,850 | чер_шир      | 20    | 2,150  | 1,675; 2,725  |
| 5.    | довж_тіла    | 11    | 6,450 | 5,750; 7,050 | довж_тіла    | 20    | 7,075  | 6,600; 7,875  |
| 6.    | допм_л       | 11    | 0,084 | 0,070; 0,084 | допм_л       | 20    | 0,084* | 0,077; 0,098* |
| 7.    | допм_п       | 11    | 0,070 | 0,070; 0,098 | допм_п       | 20    | 0,084* | 0,070; 0,098* |
| 8.    | допл_л       | 11    | 0,168 | 0,140; 0,182 | допл_л       | 20    | 0,182  | 0,168; 0,196  |
| 9.    | допл_п       | 11    | 0,168 | 0,154; 0,182 | допл_п       | 20    | 0,168  | 0,168; 0,196  |
| 10.   | дозм_л       | 11    | 0,182 | 0,168; 0,196 | дозм_л       | 20    | 0,196  | 0,175; 0,196  |
| 11.   | дозм_п       | 11    | 0,182 | 0,168; 0,196 | дозм_п       | 20    | 0,196  | 0,175; 0,203  |
| 12.   | дозл_л       | 11    | 0,168 | 0,168; 0,182 | дозл_л       | 20    | 0,182  | 0,182; 0,196  |
| 13.   | дозл_п       | 11    | 0,168 | 0,154; 0,168 | дозл_п       | 20    | 0,182  | 0,168; 0,182  |
| 14.   | опм_опл_л    | 11    | 0,140 | 0,112; 0,154 | опм_опл_л    | 20    | 0,070  | 0,070; 0,084  |
| 15.   | опм_опл_п    | 11    | 0,140 | 0,126; 0,154 | опм_опл_п    | 20    | 0,084  | 0,070; 0,084  |
| 16.   | опм_озм_л    | 11    | 0,098 | 0,070; 0,098 | опм_озм_л    | 20    | 0,056  | 0,042; 0,063  |
| 17.   | опм_озм_п    | 11    | 0,098 | 0,070; 0,112 | опм_озм_п    | 20    | 0,042* | 0,035; 0,063* |
| 18.   | прок_довж_л  | 11    | 1,064 | 1,036; 1,120 | епігіна_л    | 20    | 0,602* | 0,539; 0,658* |
| 19.   | прок_довж_п  | 11    | 1,092 | 1,022; 1,134 | епігіна_п    | 20    | 0,595* | 0,546; 0,644* |
| 20.   | тіб_довж_л   | 11    | 1,078 | 0,994; 1,120 | висота_еп    | 20    | 0,294  | 0,273; 0,350  |
| 21.   | тіб_довж_п   | 11    | 1,050 | 0,980; 1,106 | основа_еп    | 20    | 1,022  | 0,917; 1,078  |
| 22.   | тіб_шир_л    | 11    | 0,616 | 0,602; 0,686 | —            | —     | —      | —             |
| 23.   | тіб_шир_п    | 11    | 0,602 | 0,602; 0,686 | —            | —     | —      | —             |
| 24.   | стрн_щит_дов | 11    | 1,000 | 0,950; 1,050 | стрн_щит_дов | 20    | 1,100  | 1,000; 1,200  |
| 25.   | стрн_щит_шир | 11    | 1,250 | 1,050; 1,250 | стрн_щит_шир | 20    | 1,350* | 1,200; 1,400* |

Таблиця 6

**Морфометричні параметри самців популяційної вибірки *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) з житлових приміщень Центрального ландшафтного району м. Чернівці (умовний контроль)**

| Показник     | n  | Центральна тенденція,<br>Me або M (95% HI) * | Розкид значень,<br>квартилі (25%, 75%) або s * |
|--------------|----|----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| г/г довж     | 44 | 1,950                                        | 1,750; 2,000                                   |
| г/г шир      | 44 | 1,850                                        | 1,700; 1,975                                   |
| чер довж     | 44 | 4,392 (4,240; 4,544)                         | 0,500                                          |
| чер шир      | 44 | 1,611 (1,499; 1,723)                         | 0,368                                          |
| довж тіла    | 44 | 6,531 (6,348; 6,715)                         | 0,602                                          |
| допм л       | 44 | 0,084                                        | 0,070; 0,098                                   |
| допм п       | 44 | 0,084                                        | 0,084; 0,098                                   |
| допл л       | 44 | 0,182                                        | 0,168; 0,196                                   |
| допл п       | 44 | 0,182                                        | 0,168; 0,196                                   |
| дозм л       | 44 | 0,168                                        | 0,147; 0,189                                   |
| дозм п       | 44 | 0,182                                        | 0,154; 0,196                                   |
| дозл л       | 44 | 0,168                                        | 0,168; 0,182                                   |
| дозл п       | 44 | 0,173 (0,167; 0,179)                         | 0,020                                          |
| опм опл л    | 44 | 0,140                                        | 0,126; 0,154                                   |
| опм опл п    | 44 | 0,140                                        | 0,126; 0,154                                   |
| опм озм л    | 44 | 0,105                                        | 0,091; 0,140                                   |
| опм озм п    | 44 | 0,112                                        | 0,084; 0,126                                   |
| прок довж л  | 44 | 1,127                                        | 1,106; 1,162                                   |
| прок довж п  | 43 | 1,226 (1,104; 1,140)                         | 0,059                                          |
| тіб довж л   | 44 | 1,106                                        | 1,036; 1,120                                   |
| тіб довж п   | 44 | 1,078 (1,055; 1,102)                         | 0,075                                          |
| тіб шир л    | 44 | 0,655 (0,641; 0,70)                          | 0,047                                          |
| тіб шир п    | 44 | 0,651 (0,637; 0,665)                         | 0,046                                          |
| стрн щит дов | 44 | 1,000                                        | 0,900; 1,000                                   |
| стрн щит шир | 44 | 1,250                                        | 1,150                                          |

Таблиця 7

**Морфометричні параметри самок популяційної вибірки *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) з житлових приміщень Центрального ландшафтного району м. Чернівці (умовний контроль)**

| Показник     | n  | Центральна тенденція,<br>Me або M (95% HI) * | Розкид значень,<br>квартилі (25%, 75%) або s * |
|--------------|----|----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| г/г довж     | 54 | 2,000                                        | 1,850; 2,150                                   |
| г/г шир      | 54 | 1,858 (1,792; 1,924)                         | 0,242                                          |
| чер довж     | 54 | 4,675 (4,481; 4,868)                         | 0,708                                          |
| чер шир      | 54 | 1,875                                        | 1,600; 2,150                                   |
| довж тіла    | 53 | 7,100                                        | 6,200; 7,600                                   |
| допм л       | 54 | 0,084                                        | 0,070; 0,098                                   |
| допм п       | 54 | 0,084                                        | 0,070; 0,084                                   |
| допл л       | 54 | 0,189                                        | 0,182; 0,210                                   |
| допл п       | 54 | 0,196                                        | 0,168; 0,210                                   |
| дозм л       | 54 | 0,196                                        | 0,182; 0,210                                   |
| дозм п       | 54 | 0,196                                        | 0,182; 0,210                                   |
| дозл л       | 54 | 0,182                                        | 0,182; 0,196                                   |
| дозл п       | 54 | 0,196                                        | 0,182; 0,196                                   |
| опм опл л    | 54 | 0,070                                        | 0,056; 0,084                                   |
| опм опл п    | 54 | 0,070                                        | 0,056; 0,084                                   |
| опм озм л    | 54 | 0,056                                        | 0,042; 0,070                                   |
| опм озм п    | 54 | 0,042                                        | 0,042; 0,070                                   |
| епігіна л    | 54 | 0,571 (0,553; 0,589)                         | 0,065                                          |
| епігіна п    | 54 | 0,579 (0,562; 0,596)                         | 0,062                                          |
| висота еп    | 51 | 0,350                                        | 0,308; 0,938                                   |
| основа еп    | 51 | 0,938                                        | 0,350; 1,036                                   |
| стрн щит дов | 53 | 1,000                                        | 0,950; 1,050                                   |
| стрн щит шир | 53 | 1,300                                        | 1,200; 1,350                                   |

Таблиця 8

**Морфометричні показники популяційної вибірки *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) з приміщень ВАТ «Чернівецький хлібокомбінат» Центрального ландшафтного району м. Чернівці**

| № п/п | Параметр     | Самці |        |               | Параметр     | Самки |        |               |
|-------|--------------|-------|--------|---------------|--------------|-------|--------|---------------|
|       |              | n     | Me     | Квартилі      |              | n     | Me     | Квартилі      |
| 1.    | г/г довж     | 19    | 1,850  | 1,750; 2,000  | г/г довж     | 20    | 1,850* | 1,750; 2,000* |
| 2.    | г/г шир      | 19    | 1,750  | 1,600; 2,000  | г/г шир      | 20    | 1,750  | 1,750; 1,850  |
| 3.    | чер довж     | 19    | 4,350  | 3,950; 2,000  | чер довж     | 20    | 4,300  | 4,000; 4,825  |
| 4.    | чер шир      | 19    | 1,550  | 1,400; 2,000  | чер шир      | 20    | 1,875  | 1,600; 2,225  |
| 5.    | довж тіла    | 18    | 6,375  | 5,900; 6,950  | довж тіла    | 19    | 6,450* | 5,950; 7,000* |
| 6.    | допм л       | 19    | 0,084  | 0,070; 0,084  | допм л       | 20    | 0,070  | 0,070; 0,084  |
| 7.    | допм п       | 19    | 0,070* | 0,070; 0,084* | допм п       | 20    | 0,070* | 0,070; 0,084* |
| 8.    | допл л       | 19    | 0,168  | 0,140; 0,182  | допл л       | 20    | 0,168* | 0,154; 0,182* |
| 9.    | допл п       | 19    | 0,168* | 0,140; 0,182* | допл п       | 20    | 0,154* | 0,154; 0,182* |
| 10.   | дозм л       | 19    | 0,182  | 0,154; 0,182  | дозм л       | 20    | 0,168* | 0,154; 0,182* |
| 11.   | дозм п       | 19    | 0,182  | 0,168; 0,196  | дозм п       | 20    | 0,168* | 0,154; 0,182* |
| 12.   | дозл л       | 19    | 0,154* | 0,140; 0,168* | дозл л       | 20    | 0,154* | 0,140; 0,168* |
| 13.   | дозл п       | 19    | 0,154* | 0,140; 0,168* | дозл п       | 20    | 0,154* | 0,154; 0,168* |
| 14.   | опм опл л    | 19    | 0,140  | 0,126; 0,140  | опм опл л    | 20    | 0,084* | 0,070; 0,084* |
| 15.   | опм опл п    | 19    | 0,126* | 0,112; 0,140* | опм опл п    | 20    | 0,084* | 0,070; 0,084* |
| 16.   | опм озм л    | 19    | 0,112  | 0,084; 0,126  | опм озм л    | 20    | 0,070  | 0,056; 0,070  |
| 17.   | опм озм п    | 19    | 0,098  | 0,098; 0,126  | опм озм п    | 20    | 0,056* | 0,056; 0,070* |
| 18.   | прок довж л  | 18    | 1,120  | 1,050; 1,176  | епігіна л    | 19    | 0,560  | 0,518; 0,602  |
| 19.   | прок довж п  | 19    | 1,120  | 1,050; 1,176  | епігіна п    | 19    | 0,574  | 0,532; 0,616  |
| 20.   | тіб довж л   | 17    | 1,106  | 1,050; 1,162  | висота еп    | 19    | 0,280* | 0,266; 0,294* |
| 21.   | тіб довж п   | 18    | 1,113  | 1,008; 1,162  | основа еп    | 19    | 0,910* | 0,840; 0,966* |
| 22.   | тіб шир л    | 18    | 0,644  | 0,616; 0,672  | —            | —     | —      | —             |
| 23.   | тіб шир п    | 19    | 0,644  | 0,616; 0,686  | —            | —     | —      | —             |
| 24.   | стрн щит дов | 19    | 1,000  | 0,950; 1,000  | стрн щит дов | 20    | 1,000  | 0,825; 1,050  |
| 25.   | стрн щит шир | 19    | 1,250  | 1,150; 1,350  | стрн щит шир | 20    | 1,200  | 1,1254 1,275  |

Таблиця 9

**Морфометричні показники популяційної вибірки *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) з приміщень ВАТ «Цегельний завод №1» Центрального ландшафтного району м. Чернівці**

| № п/п | Параметр     | Самці |       |               | Параметр     | Самки |        |               |
|-------|--------------|-------|-------|---------------|--------------|-------|--------|---------------|
|       |              | n     | Me    | Квартилі      |              | n     | Me     | Квартилі      |
|       | г/г довж     | 7     | 2,000 | 1,750; 2,150  | г/г довж     | 22    | 1,975  | 1,750; 2,150  |
|       | г/г шир      | 7     | 1,700 | 1,650; 2,000  | г/г шир      | 22    | 1,850  | 1,750; 2,000  |
|       | чер довж     | 7     | 4,600 | 4,300; 4,950  | чер довж     | 22    | 4,725  | 4,250; 5,100  |
|       | чер шир      | 7     | 1,500 | 1,400; 1,850  | чер шир      | 22    | 2,050  | 1,700; 2,350  |
|       | довж тіла    | 7     | 6,600 | 6,000; 7,100  | довж тіла    | 20    | 6,800  | 6,300; 7, 225 |
|       | допм л       | 7     | 0,098 | 0,084; 0,098  | допм л       | 22    | 0,084  | 0,070; 0,098  |
|       | допм п       | 7     | 0,098 | 0,084; 0,098  | допм п       | 22    | 0,084  | 0,070; 0,084  |
|       | допл л       | 7     | 0,182 | 0,168; 0,182  | допл л       | 22    | 0,168* | 0,154; 0,182* |
|       | допл п       | 7     | 0,168 | 0,154; 0,182  | допл п       | 22    | 0,168* | 0,154; 0,182* |
|       | дозм л       | 7     | 0,182 | 0,168; 0,196  | дозм л       | 22    | 0,182  | 0,182; 0,196  |
|       | дозм п       | 7     | 0,182 | 0,168; 0,196  | дозм п       | 22    | 0,182* | 0,168; 0,196* |
|       | дозл л       | 7     | 0,182 | 0,168; 0,182  | дозл л       | 22    | 0,168* | 0,168; 0,182* |
|       | дозл п       | 7     | 0,182 | 0,168; 0,196  | дозл п       | 22    | 0,175* | 0,168; 0,182* |
|       | опм опл л    | 7     | 0,140 | 0,126; 0,168  | опм опл л    | 22    | 0,077  | 0,070; 0,084  |
|       | опм опл п    | 7     | 0,126 | 0,112; 0,182  | опм опл п    | 22    | 0,070  | 0,070; 0,084  |
|       | опм озм л    | 7     | 0,112 | 0,112; 0,140  | опм озм л    | 22    | 0,070* | 0,056; 0,070* |
|       | опм озм п    | 7     | 0,098 | 0,070; 0,140  | опм озм п    | 22    | 0,063* | 0,042; 0,070* |
|       | прок довж л  | 6     | 1,134 | 1,050; 1,218  | епігіна л    | 22    | 0,560  | 0,546; 0,602  |
|       | прок довж п  | 7     | 1,092 | 1,050; 1,176  | епігіна п    | 22    | 0,588  | 0,546; 0,630  |
|       | тіб довж л   | 6     | 1,043 | 1,022; 1,050  | висота еп    | 22    | 0,294* | 0,280; 0,322* |
|       | тіб довж п   | 7     | 1,064 | 1,050; 1,176  | основа еп    | 22    | 0,973* | 0,882; 1,064* |
|       | тіб шир л    | 6     | 0,623 | 0,602; 0,700  | —            | —     | —      | —             |
|       | тіб шир п    | 7     | 0,672 | 0,630; 0,700  | —            | —     | —      | —             |
|       | стрн щит дов | 7     | 1,050 | 0,950; 1,100* | стрн щит дов | 22    | 1,000  | 0,950; 1,050  |
|       | стрн щит шир | 7     | 1,350 | 1,000; 1,450  | стрн щит шир | 22    | 1,275  | 1,150; 1,400  |

Серед досліджених морфометричних ознак самок *Ph. phalangioides* найбільш чутливою до антропогенної трансформації довкілля виявилась відстань між передніми та задніми медіальними очима – права сторона (ознака 17 у табл. 3-5, 8-9). Достовірна зміна відповідного показника відносно контролю зареєстрована у популяційних вибірках з приміщень практично всіх підприємств, за винятком одного. Крім того, досить чутливими до антропопресингу виявились морфометричні параметри, пов'язані з діаметром різних пар очей виду-біоіндикатора: діаметр переднього медіального ока (права сторона), діаметр переднього латерального ока (ліва та права сторона), діаметр заднього медіального ока (права сторона), діаметр заднього латерального ока (ліва та права сторона) (ознаки 7, 8, 9, 11, 12, 13 у табл. 3-5, 8-9).

Розміри тіла особин вважаються найбільш інформативним морфологічним показником (Вершинин, 2007). При цьому чимало авторів зазначають певні закономірні тенденції щодо напрямку зміни загальних морфометричних параметрів тіла або його частин у досліджених ними різних систематичних груп тварин. Так, у популяціях мишоподібних гризунів і земноводних встановлене суттєве укрупнення розмірів тіла статевозрілих тварин із ростом урбанізації, причому в *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 розміри самців у центрі міста збільшуються більш суттєво, ніж розміри самок (Вершинин, 2007). Відомо, що в популяціях цього виду останнім часом має місце природний добір на більш крупні розміри самців (Giasoma et al., 1994). Натомість встановлено, що самки і самці міських популяцій комарів *Aedes (Ochlerotatus) leucomelas* (Meigen, 1804) були меншими, ніж на фонових територіях (Некрасова, 1997). Для жуків *O. funesta* в умовах забруднення середовища також встановлена тенденція до зменшення лінійних розмірів (Леонтьев, 2003). При аналізі змін загальних розмірів тіла обраного нами виду-біоіндикатора виявлено, що лише самки із приміщень ВАТ «Чернівецький хлібокомбінат» характеризуються зменшенням довжини тіла та довжини головогрудей. Натомість 8 зареєстрованих нами інших достовірних змін, що стосуються розмірів окремих частин тіла, виявились зміщеними в бік збільшення порівняно з контролем. Це ширина головогрудей у самців та самок, а також ширина черевця у самців та ширина стерального щита у самок з приміщень ВАТ «Чернівецький ремонтно-механічний завод»; ширина та довжина головогрудей і ширина стерального щита у самок з приміщень ВАТ «Чернівецький олійно-жировий комбінат»; довжина стерального щита у самців з приміщень ВАТ «Цегельний завод № 1». Отже,

під впливом антропогенної трансформації територій у павуків *Ph. phalangioides* переважає тенденція до збільшення лінійних розмірів тіла.

Водночас слід відмітити, що порівняно з іншими тваринами-біоіндикаторами, у павуків більш чутливими до техногенного пресингу виявились не розміри тіла, а розміри очей. Так, за 7 обраними морфометричними параметрами тіла достовірні зміни були зареєстровані у 14 % випадків, за 12 морфометричними параметрами очей – у 32 % випадків і за 6 параметрами геніталій – у 12 % випадків. При цьому у приміщеннях промислових підприємств переважають зміни морфопараметрів очей павуків в бік зменшення (зафіксовано 27 випадків зменшення та 11 – збільшення). Для статевих органів павуків пріоритетної тенденції щодо напрямку змін морфопараметрів у приміщеннях промислових підприємств порівняно з житловими не виявлено (зафіксовано 4 випадки збільшення та 3 – зменшення).

Нашими дослідженнями встановлено, що напрямок зміни морфометричних показників *Ph. phalangioides* відносно контролю залежить від специфіки підприємства. Так, у особин виду-індикатора, відібраних із приміщень ВАТ «Чернівецький міський молочний завод» (табл. 4), усі показники, які достовірно відрізнялись від контролю (табл. 1, 2), змінювались односпрямовано – в бік зменшення. Переважання зменшення значень морфометричних показників порівняно із збільшенням встановлені для особин, відібраних у приміщеннях ВАТ «Чернівецький хлібокомбінат» (табл. 8, 6, 7). Деяке переважання зменшення показників над їх збільшенням відмічено і в приміщеннях ВАТ «Цегельний завод № 1» (табл. 9, 6, 7). Натомість в приміщеннях ВАТ «Чернівецький олійно-жировий комбінат» (табл. 5) та ВАТ «Чернівецький ремонтно-механічний завод» (табл. 3) переважає зміна показників в бік збільшення порівняно з контролем (табл. 1, 2). Отже, морфометричні параметри *Ph. phalangioides* виявляють специфічну реакцію на різні типи забруднювачів.

**Висновки.** Таким чином, результати наших досліджень засвідчують більшу ефективність використання морфометричних параметрів самок *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) для моніторингу урбанізованих територій порівняно з самцями. При цьому найчутливішими ознаками є ті, що характеризують очне поле виду-біоіндикатора: відстань між передніми та задніми медіальними очима (права сторона), а також діаметри шести із восьми наявних очей. Встановлено, що морфометричні параметри тіла павуків з приміщень промислових підприємств мають тенденцію до збільшення порівняно з відповідними параметрами павуків з житлових будинків,

натомість за цих умов морфометричні параметри очей виявляють тенденцію в бік зменшення.

#### Список літератури:

1. Вершинин В.Л. Биота урбанизированных территорий. – Екатеринбург, 2007. – 85 с.
2. Крамаренко С.С., Хохуткин И.М., Гребенников М.Е. Особенности фенетической структуры наземного моллюска *Cepaea vindobonensis* (Pulmonata; Helicidae) в урбанизованных и природных популяциях // Экология. – 2007. – № 1. – С. 42–48.
3. Ландшафти міста Чернівці: Монографія / за редакцією В.М. Гуцуляка. – Чернівці: Рута, 2006. – 188 с.
4. Леонтьев В.В. Структурные изменения в популяциях бронзовки рябой (*Oxythyrea funesta* (Poda.)) в окрестностях крупного промышленного центра: дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 – экология / В.В. Леонтьев. – Казань, 2003 – 143 с.
5. Некрасова Л.С. Морфологическая изменчивость имаго кровососущих комаров на техногенных территориях Южного Урала // Экология. – 1997. – № 2. – С. 121–125.
6. Прокопенко О.В., Жуков О.В. Морфометрическая изменчивость и морфологическое разнообразие популяций *Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802) (Araneae, Lysosidae) в градиенте условий урбанизации // Вісник Донецького університету, Серія А: Природничі науки. Біологія. – 2008. – Вип. 1. – С. 311–319.
7. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: Медиасфера, 2002. – 312 с.
8. Сверлова Н.В., Хлус Л.Н., Крамаренко С.С. и др. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде. – Львов, 2006. – 226 с.
9. Суходольская Р.А., Тимофеева Г.А. Структура морфометрической изменчивости городских популяций жуужелиц // Урбоэкологические проблемы и перспективы развития: материалы V научно-практической конференции / отв. ред. Никитина Н.Н. – Ишим: Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2010. – Вып. 5. – С. 167–169.
10. Тимофеева Г.А., Хабибуллина Н.Р. Биоценотические и популяционные показатели почвенной мезофауны г. Казани // Урбоэкологические проблемы и перспективы развития: материалы IV международной научно-практической конференции / отв. ред. Никитина Н.Н. – Тюменский издательский дом, 2009. – Вып. 4. – С. 307–310.
11. Федоряк М.М., Руденко С.С. О состоянии изученности пауков (ARANEI) жилых и хозяйственных помещений населенных пунктов Украины // Збірник наукових праць. Фальцфейнівські читання. – Херсон: ПП Вишемирський, 2009. – С. 383–388.
12. Філімонова Н.Б., Філь І.О., Михайлова Т.С. Статистичний аналіз даних відповідно до засад наукова обґрунтованої медицини. Первинний аналіз кількісних даних, подання результатів експерименту // Медицина залізничного транспорту України. – 2004. – №4. – С. 85 – 93.
13. Хлус Л.Н. Морфометрическая структура популяций *Cepaea vindobonensis* Fer. в урбандошадфе степной зоны Украины (корреляционный анализ) // Урбоэкологические проблемы и перспективы развития: материалы V научно-практической конференции / отв. ред. Никитина Н.Н. – Ишим: Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2010. – Вып. 5. – С. 183–185.
14. Giacomini C., Castellano S., Marzona E., Colombo L. Sexual selection in *Rana temporaria*: Seasonal variation in male mating success // Second World Congress of Herpetology. Adelaide, Dec. 1993-Jan. 1994. – Adelaide, 1994. – P. 97.
15. Fedoriak M.M., Zhukovets E.M. Spiders in apartment buildings of Ukraine cities // 18th International Congress of Arachnology: book of Abstracts / [ed. Marek Zabka], (Siedlce, Poland, 11-17 July 2010). – Siedlce : ELPIL, 2010. – P. 130-134.

#### PERSPECTIVES OF THE USE OF MORPHOMETRICAL ANALYSIS FOR THE BIOMONITORING OF TERRITORIES WITH *PHOLCUS PHALANGIODES* (ARANEAE: PHOLCIDAE).

M.M. FEDORIAK, S.S. RUDENKO, H.A. ANDRUSEVYCH

The morphometrical analysis of 25 signs of *Ph. phalangioides* (Fuesslin, 1775) males and females collected in the premises of industrial enterprises (experiment) and dwelling houses (control) in Chernivtsi city has been carried out. It has been proved that the use of *Ph. phalangioides* females' morphometrical parameters has higher efficiency for monitoring of urban territories in comparison with males. It has been shown that the most sensitive parameters are those which characterize species-bioindicator eye field: distance between the front and back medial eyes (right side) as well as diameters of six of the eight eyes. It has been established that morphometrical parameters of the spiders' body from the premises of industrial enterprises tend to increase in comparison with the corresponding parameters of the spiders from dwelling houses, whereas under these conditions eyes morphometrical parameters tend to decrease.

Key words: biomonitoring, spiders, premises, morphometrical parameters.

Одержано редколегією 19.11.2010

# ЛИШАЙНИКИ ЯК ІНДИКАТОРИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ ЯЛТИНСЬКОГО АМФІТЕАТРУ

Ю.А.Ходосовцева

*Херсонський державний аграрний університет, кафедра екології*

*Видовий склад епіфітної ліхенобіоти урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру є одним з найбільших серед урбанізованих ландшафтів України, нараховує 134 види, 55 родів, 25 родин, 10 порядків і свідчить про можливість проведення ліхеноіндикаційних досліджень в умовах південного узбережжя Криму. Запропоновано виділяти індикатори високої, фонові, середньої та низької якості атмосферного повітря, які корелюють з синергетичною дією антропогенних та природних факторів та включають біоіндикатори окремих параметрів повітря (індикатори кислотного або лужного забруднення атмосферного повітря), що уточнюють вплив того чи іншого антропогенного фактора. В урбанізованих ландшафтах Ялтинського амфітеатру зустрічається 57 біоіндикаторів фонові якості (42%), 7 біоіндикаторів високої якості (5%), 9 біоіндикаторів середньої якості повітря (7%), 5 біоіндикаторів низької якості повітря (4%), 17 індиферентних видів (13%) та 40 видів (29%), для яких біоіндикаторні властивості не встановлені.*

*Ключові слова: епіфітні лишайники, біоіндикатори, якість повітря, Ялта, Кримський півострів*

**Вступ.** Розподіл лишайників у межах урбанізованих ландшафтів є закономірним явищем. Це пов'язано не тільки з екологічними властивостями нових та природних екотопів, але і з атмосферним забрудненням, функціональною структурою, тривалістю та інтенсивністю використання міської території (Малишева, 2003). Ліхеноіндикація базується на екологічному законі індивідуальності видів (Вайнерт и др., 1988). Для використання лишайників у якості індикаторів необхідно знати їх «відповідь» на змінені атмосферні умови (Трасс, 1984).

У вітчизняній ліхенології частіше всього використовують поняття «чутливі» та «токситолерантні» до «атмосферного забруднення» види лишайників (Кондратюк, Мартиненко, 2006). Як відмічав італійський вчений П.Л. Німіс (Nimis, 1991), терміни «якість повітря» і «атмосферне забруднення» мають різні значення. Якість повітря відноситься до ефекту дії різних поллютантів на різноманітні об'єкти, включаючи людину, тварин, рослини і навіть такі неорганічні субстрати як пам'ятники, тоді як термін «забруднення повітря» визначає концентрації поллютантів в атмосфері. Розділити синергетичну дію різних поллютантів дуже важко. Навіть при встановленні переважної дії того чи іншого поллютанту на організм, виникає проблема визначення концентрації поллютантів, яку біоіндикатори показати не завжди можуть.

Отже, лишайники можна використовувати як біоіндикатори якості повітря. Їх застосування як таких базується на загальній реакції лишайників щодо феномену забруднення в цілому, на протиположному виділенні певних біоіндикаторів на основі дії них окремо взятих поллютантів в їх певних кількісних показниках.

**Мета роботи** – виявити біоіндикаторні влас-

тливості епіфітних лишайників в умовах середземноморського клімату Криму для оцінки якості атмосферного повітря урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- дослідити видовий склад епіфітних лишайників урбанізованих ландшафтів Ялтинського;
- встановити біоіндикаторні властивості лишайників в умовах середземноморського клімату південного узбережжя Кримського півострова на основі картограм поширення;
- оцінити стан атмосферного повітря урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру за поширенням біоіндикаторних видів лишайників.

**Об'єкт і методи.** Територія Ялтинського амфітеатру розташована на півдні Кримського півострова, між мисом Ай-Тодор (44°26' п.ш., 34°07' сх. д.) з заходу та мисом Март'ян зі сходу (44°30' п.ш., 34°15' сх. д.), з півночі межує з Ялтинською яйлою а з півдня – з Чорним морем. Територія ландшафту 50 км<sup>2</sup> (Ена и др., 2004). Західна та східна межа антропогенних ландшафтів співпадає з географічними межами Ялтинського амфітеатру, який простягнувся на 25 км у цьому напрямку, північна йде по межі Ялтинського гірсько-лісового природного заповідника. З заходу на схід до території досліджень включені рекреаційні ландшафти Курпат, Ореанди та Лівадії, які розташовані на південно-східних схилах г. Могабі. У центральній частині розташовано м. Ялта, з прилеглими на півночі населеними пунктами Виноградне, Куйбишево, Отрадне, Василівка.

Аналіз стану атмосферного повітря урбанізо-

ваних ландшафтів Ялтинського амфітеатру свідчить про забруднення центральної частини міста (за єдиним постом спостережень) діоксидом азоту, пилом та в особливості формальдегідом (Екологічний паспорт, 2008).

Лишайники досліджувалися на території урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру протягом 2004 – 2009 років. Для узагальнення картографічного матеріалу була використана топографічна карта 1: 50000. На її основі була зроблена модель урбанізованого ландшафту (рис. 1), яка використовувалась для подальшого відображення отриманих ліхеноіндикаційних даних.

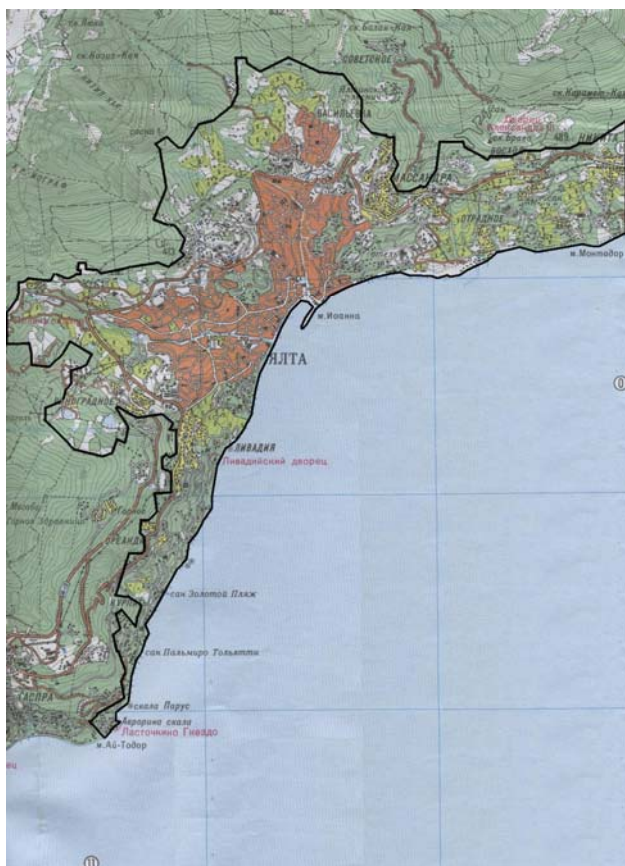


Рис.1. Картохема урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру

У межах урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру було закладено 301 моніторингову ділянку, обстежено 988 дерев з яких 29 видів інтродукованих порід та 5 видів природних, та зроблені узагальнюючі ліхеноіндикаційні описи, що відповідають кількості моніторингових ділянок. Описи лишайникового покриву та зразки лишайників знімалися з стовбурової частини (від 0,5 до 2,0 м висоти). Лишайники визначалися у лабораторії біорізноманіття та екологічного моніторингу кафедри ботаніки Херсонського державного університету за стандартною методикою (Purvis et al., 1992).

**Результати та їх обговорення.** На основі камеральної обробки власних зборів з 301 моні-

рингової ділянки урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру нами був складений список епіфітних лишайників, який нараховує 134 види, 56 родів, 25 родин, 10 порядків. Аналіз поширення лишайників дозволив нам виділено такі індикатори якості повітря: високої якості (6 видів, 5%), фонові якості (57 видів, 42%), середньої якості (9 видів, 7%), низької якості (5 видів, 4%). В урбанізованих ландшафтах Ялтинського амфітеатру зустрічається 17 індиферентних видів (13 %). Для 40 видів (29%), які спорадично трапляються у межах урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру, біоіндикаторні властивості не встановлені (табл. 1).

Таблиця 1

Біоіндикаторні групи лишайників урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру по відношенню до якості повітря

| №   | Назва виду                                                        | Низької якості | Серед. якості | Фонові якості | Висок. якості | Індиф. | Нез'яс. |
|-----|-------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------|---------|
| 1   | 2                                                                 | 3              | 4             | 5             | 6             | 7      | 8       |
| 1.  | <i>Acrocordia cavata</i> (Ach.) R.C. Harris in Vězda              |                |               |               |               |        | +       |
| 2.  | <i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A. Massal.                       |                |               | +             |               |        |         |
| 3.  | <i>Agonimia tristicula</i> (Nyl.) Zahlbr.                         |                |               | +             |               |        |         |
| 4.  | <i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.              |                |               |               |               | +      |         |
| 5.  | <i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) Korber ex A. Massal.              |                |               | +             |               |        |         |
| 6.  | <i>Anisomeridium</i> sp.                                          |                |               |               |               |        | +       |
| 7.  | <i>Arthonia cinnabarina</i> (DC.) Walr.                           |                |               |               |               |        | +       |
| 8.  | <i>Arthonia punctiformis</i> Ach.                                 |                |               |               |               | +      |         |
| 9.  | <i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.                              |                |               |               |               | +      |         |
| 10. | <i>Arthopyrenia rhyponia</i> (Ach.) A. Massal.                    |                |               |               |               |        | +       |
| 11. | <i>Bacidia adastrae</i> Sparrius & Aptroot                        |                |               |               |               |        | +       |
| 12. | <i>Bacidia aueswaldii</i> (Hepp ex Stizenb.) Mig.                 |                |               |               |               |        | +       |
| 13. | <i>Bacidia fraxinea</i> Lönner                                    |                |               | +             |               |        |         |
| 14. | <i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal.                        |                |               | +             |               |        |         |
| 15. | <i>Bacidia subincompta</i> (Nyl.) Arnold                          |                |               |               | +             |        |         |
| 16. | <i>Bacidina delicata</i> (Larbal. Ex Leight.) V. Wirth & Vězda    |                |               | +             |               |        |         |
| 17. | <i>Bacidina phacodes</i> (Körber) Vězda                           |                |               |               | +             |        |         |
| 18. | <i>Buellia alboatra</i> (Hoffm.) Th. Fr.                          |                |               | +             |               |        |         |
| 19. | <i>Buellia pulverea</i> Coppins & P. James                        |                |               |               |               |        | +       |
| 20. | <i>Buellia schaeeri</i> De Not.                                   |                |               |               |               |        | +       |
| 21. | <i>Caloplaca aegatica</i> Giralt, Nimis & Poelt                   |                |               |               |               |        | +       |
| 1   | 2                                                                 | 3              | 4             | 5             | 6             | 7      | 8       |
| 22. | <i>Caloplaca cerina</i> (Ehrh. ex Hedwig.) Th. Fr. s. lat.        |                |               | +             |               |        |         |
| 23. | <i>Caloplaca cerinella</i> (Nyl.) Flagey                          |                |               | +             |               |        |         |
| 24. | <i>Caloplaca cerinelloides</i> (Erichsen) Poelt in Degel. s. lat. |                |               | +             |               |        |         |
| 25. | <i>Caloplaca chlorina</i> (Flot.) H. Olivier                      |                |               | +             |               |        |         |
| 26. | <i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.                       |                |               |               |               |        | +       |
| 27. | <i>Caloplaca flavocitrina</i> (Nyl.) H. Oliv.                     |                |               |               |               |        | +       |
| 28. | <i>Caloplaca flavorubescens</i> (Huds.) J.R. Laundon              |                |               | +             |               |        |         |
| 29. | <i>Caloplaca haematites</i> (Chaub. Ex St.-Amans) Zwachk          |                |               |               |               |        | +       |
| 30. | <i>Caloplaca hungarica</i> H. Magn.                               |                |               |               |               |        | +       |
| 31. | <i>Caloplaca obscurella</i> (Lahm ex Körber) Th. Fr.              |                |               |               |               | +      |         |
| 32. | <i>Caloplaca pyracea</i> (Ach.) Th. Fr.                           |                | +             |               |               |        |         |
| 33. | <i>Caloplaca ulcerosa</i> Coppins & P. James                      |                |               | +             |               |        |         |
| 34. | <i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein                         |                |               | +             |               |        |         |
| 35. | <i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.                     |                | +             |               |               |        |         |
| 36. | <i>Candelariella efflorescens</i> R.C. Harris & W.R. Buck.        |                |               |               |               |        | +       |



|     |                                                               |   |   |   |   |   |   |
|-----|---------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 37. | <i>Candelariella faginea</i> Puntillo, Nimis & Poelt          |   |   |   |   |   | + |
| 38. | <i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau                    |   |   | + |   |   |   |
| 39. | <i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.            |   |   |   |   |   | + |
| 40. | <i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau               |   |   |   |   | + |   |
| 41. | <i>Catapyrenium psoromoides</i> (Borrer in Hook.) R. Sant.    |   |   | + |   |   |   |
| 42. | <i>Catillaria nigroclavata</i> (Nyl.) Schuler                 |   |   |   |   |   | + |
| 43. | <i>Collema flaccidum</i> (Ach.) Ach.                          |   |   |   | + |   |   |
| 44. | <i>Collema nigricans</i> (Huds.) DC.                          |   |   |   |   |   | + |
| 45. | <i>Collema subflaccidum</i> Degel.                            |   |   |   |   | + |   |
| 46. | <i>Collema subnigrescens</i> Degel.                           |   |   |   |   |   | + |
| 47. | <i>Evermia prunastri</i> (L.) Ach.                            |   |   | + |   |   |   |
| 48. | <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.                              |   |   |   |   |   | + |
| 49. | <i>Gyalecta flotowii</i> Körber                               |   |   | + |   |   |   |
| 50. | <i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Florke) H. Mayrhofer & Poelt |   |   |   |   |   | + |
| 51. | <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.                          |   |   | + |   |   |   |
| 52. | <i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.                     |   |   |   | + |   |   |
| 53. | <i>Lecania cyrtella</i> (Ach.) Th. Fr.                        |   |   |   | + |   |   |
| 54. | <i>Lecania naegelii</i> (Hepp) Diederich & Boom               |   |   | + |   |   |   |
| 55. | <i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme                        |   | + |   |   |   |   |
| 56. | <i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.                           |   | + |   |   |   |   |
| 57. | <i>Lecanora</i> cfr. <i>expalens</i> Ach.                     |   |   | + |   |   |   |
| 58. | <i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.                           | + |   |   |   |   |   |
| 59. | <i>Lecanora pulicaris</i> (Pers.) Ach.                        |   |   | + |   |   |   |
| 60. | <i>Lecanora sambuci</i> (Pers.) Nyl.                          |   |   | + |   |   |   |
| 61. | <i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) Choisy                    |   |   |   |   | + |   |
| 62. | <i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.                              |   |   |   |   |   | + |
| 63. | <i>Lepraria lobificans</i> Nyl. s. lat.                       |   |   |   |   |   |   |
| 64. | <i>Leptogium lichenoides</i> (L.) Zahlbr.                     |   |   |   |   |   | ? |
| 65. | <i>Leptogium teretiusculum</i> (Dicks.) Korber                |   |   |   |   |   | + |
| 66. | <i>Melanelixia glabra</i> (Schaer.) Blanko et al.             |   |   | + |   |   |   |
| 67. | <i>Melanelixia fuliginosa</i> (Fr. ex Duby) Blanko et al.     |   |   | + |   |   |   |
| 68. | <i>Melanelixia subargentifera</i> (Nyl.) Blanko et al.        |   |   |   |   |   | ? |
| 69. | <i>Melanohalea exasperata</i> (De Not.) Blanko et al.         |   |   | + |   |   |   |
| 70. | <i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) Blanko et al.          |   |   | + |   |   |   |
| 71. | <i>Melanohalea olivacea</i> (L.) Blanko et al.                |   |   |   |   | + |   |
| 72. | <i>Melaspilea baggiettoana</i> Zahlbr.                        |   |   |   |   |   | + |
| 73. | <i>Melaspilea proximella</i> Nyl. ex Norrl.                   |   |   |   |   | + |   |
| 74. | <i>Melaspilea urceolata</i> (Fr.) Almb.                       |   |   | + |   |   |   |
| 75. | <i>Ochrolechia balcanica</i> Verses                           |   |   |   |   |   | + |
| 76. | <i>Opegrapha atra</i> Pers.                                   |   |   | + |   |   |   |
| 77. | <i>Opegrapha niveoatra</i> (Borrer) J.R. Laundon              |   |   | + |   |   |   |
| 78. | <i>Opegrapha rufescens</i> Pers.                              |   |   |   |   |   | + |
| 1   | 2                                                             | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 79. | <i>Opegrapha varia</i> Pers.                                  |   |   | + |   |   |   |
| 80. | <i>Opegrapha vulgata</i> Ach.                                 |   |   |   |   |   | + |
| 81. | <i>Oxneria falax</i> (Hepp) S. Kondr. et Kamef.               |   |   |   |   |   | + |
| 82. | <i>Pachyphyale arbuti</i> (Bagl.) Arnold                      |   |   | + |   |   |   |
| 83. | <i>Parmelia sulcata</i> Taylor                                |   |   | + |   |   |   |
| 84. | <i>Parmelina quercina</i> (Willd.) Hale                       |   |   | + |   |   |   |
| 85. | <i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale                       |   |   | + |   |   |   |
| 86. | <i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) Choisy & Werner           |   |   | + |   |   |   |
| 87. | <i>Pertusaria pustulata</i> (Ach.) Duby                       |   |   |   | + |   |   |
| 88. | <i>Phaeophyscia ciliata</i> (Hoffm.) Moberg                   |   |   |   |   |   | + |
| 89. | <i>Phaeophyscia insignis</i> (Mereschk.) Moberg               |   |   |   |   |   | + |
| 90. | <i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg                |   |   |   |   | + |   |
| 91. | <i>Phaeophyscia pusilloides</i> (Zahlbr.) Essl.               |   |   |   |   | + |   |
| 92. | <i>Phaeophyscia nigricans</i> (Florke) Moberg                 |   |   |   |   | + |   |
| 93. | <i>Phlyctis aegalea</i> (Ach.) Flot.                          |   |   |   | + |   |   |
| 94. | <i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.                        |   |   | + |   |   |   |
| 95. | <i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Oliv.                      |   |   |   |   |   | + |
| 96. | <i>Physcia aipolia</i> (Ehrh. ex Humb.) Füm.                  |   |   | + |   |   |   |
| 97. | <i>Physcia bisiana</i> (A. Massal.) Zahlbr.                   | + |   |   |   |   |   |

|         |                                                            |   |   |   |   |    |    |
|---------|------------------------------------------------------------|---|---|---|---|----|----|
| 98.     | <i>Physcia dimidiata</i> (Arnold) Nyl.                     |   |   | + |   |    |    |
| 99.     | <i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau                       |   |   |   |   | +  |    |
| 100.    | <i>Physcia semipennata</i> (J.F. Gmel.) Moberg             |   |   | + |   |    |    |
| 101.    | <i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.                         |   | + |   |   |    |    |
| 102.    | <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.                         |   | + |   |   |    |    |
| 103.    | <i>Physconia distorta</i> (With.) J.R. Laundon             |   |   | + |   |    |    |
| 104.    | <i>Physconia enteroxantha</i> (Nyl.) Poelt                 |   |   | + |   |    |    |
| 105.    | <i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt                       |   | + |   |   |    |    |
| 106.    | <i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg             |   |   | + |   |    |    |
| 107.    | <i>Platismatia glauca</i> (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb.     |   |   | + |   |    |    |
| 108.    | <i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch      |   |   | + |   |    |    |
| 109.    | <i>Porina aenea</i> (Wallr.) Zahlbr.                       |   |   | + |   |    |    |
| 110.    | <i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf                   |   |   | + |   |    |    |
| 111.    | <i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.                        |   |   | + |   |    |    |
| 112.    | <i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.                    |   |   | + |   |    |    |
| 113.    | <i>Ramalina fraxinea</i> (L.) Ach.                         |   |   | + |   |    |    |
| 114.    | <i>Ramalina pollinaria</i> (Westr.) Ach.                   |   |   | + |   |    |    |
| 115.    | <i>Rinodina colobina</i> (Ach.) Th. Fr.                    |   |   |   |   |    | +  |
| 116.    | <i>Rinodina pyrina</i> (Ach.) Arnold                       |   | + |   |   |    |    |
| 117.    | <i>Rinodina pyrtrea</i> Ropin & H. Mayrh.                  | + |   |   |   |    |    |
| 118.    | <i>Rinodina sophodes</i> (Ach.) A. Massal.                 |   |   | + |   |    |    |
| 119.    | <i>Schismatomma picconianum</i> (Bagl.) Steiner            |   |   | + |   |    |    |
| 120.    | <i>Schismatomma ricasolii</i> (A. Massal.) Egea & Torrente |   |   | + |   |    |    |
| 121.    | <i>Schismatomma decolorans</i> (Sm.) Clauzade & Vezda      |   |   |   |   |    | +  |
| 122.    | <i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Stenh.) Vezda          |   |   |   |   |    | +  |
| 123.    | <i>Scoliciosporum gallurae</i> Poelt & Vezda               |   |   |   |   |    | +  |
| 124.    | <i>Scoliciosporum sarothamni</i> (Vainio) Vezda            |   |   |   |   |    | +  |
| 125.    | <i>Strangospora ochrophora</i> (Nyl.) A. Anderson          |   |   | + |   |    |    |
| 126.    | <i>Strigula affinis</i> (A. Massal.) R.G. Harris           |   |   | + |   |    |    |
| 127.    | <i>Strigula mediterranea</i> Etayo                         |   |   |   |   |    | +  |
| 128.    | <i>Telenella modesta</i> (Nyl.) Nyl.                       |   |   | + |   |    |    |
| 129.    | <i>Thelocarpon laureri</i> (Flot.) Nyl.                    |   |   |   |   |    | +  |
| 130.    | <i>Thelopsis rubella</i> Nyl.                              |   |   |   |   |    | +  |
| 131.    | <i>Verrucaria sorbinea</i> Breuss                          |   |   | + |   |    |    |
| 132.    | <i>Usnea hirta</i> (L.) F.C. Weber ex F.H. Wigg.           |   |   |   |   |    | ?  |
| 133.    | <i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.                    |   |   |   |   | +  |    |
| 134.    | <i>Xanthoria aff. steineri</i> J.M. Lamb                   |   |   |   |   |    | +  |
| Всього: |                                                            |   |   | 5 | 9 | 57 | 40 |

Біоіндикатори високої якості повітря приурочені головним чином до природних ландшафтів, де вплив поллютантів близький до нуля. Вони зустрічаються на корі природних форофітів. В Ялтинському амфітеатрі залишки природних територій зустрічаються невеличкими осередками серед паркових зон. Одним з таких видів є *Collema subflaccidum* Degel., який в умовах середземноморського клімату Ялтинського амфітеатру зростає звичайно на корі *Quercus pubescens* Willd. в Масандрівському, Лівадійському парках та Нікітському ботанічному саду, уникаючи антропогенізованих екотопів (рис. 2). Лишайник є також індикатором цілісності пралісових екосистем (Кондратюк, Мартиненко, 2006).

Біоіндикатори фонові якості повітря відносяться головним чином до природних та напівприродних ландшафтів, де вплив поллютантів є мінімальним і не перевищує гранично допустимих концентрацій. Вони зустрічаються на корі природних та інтродукованих форофітів і



тяжінють до периферії урбанізованих ландшафтів. В центральних частинах міста, де *a priori*, повітря буде забруднене викидами автотранспорту, пилом з наявністю великих площ асфальту та за будови, ці лишайники існувати не зможуть. Найтиповіший представник індикаторів фонові якості є *Evernia prunastri* (L.) Ach. (рис. 3). Лишайник проявляє в містах України властивості чутливого до кислотного забруднення виду (Кондратюк, Мартиненко, 2006; Димитрова, 2008 а, б), який рідко зустрічається в центральних частинах, звичайно поширюючись на периферії. В Ялтинському амфітеатрі лишайник приурочений також до периферійних, рекреаційних ландшафтів, зустрічаючись у 35 моніторингових ділянках у Лівадійському та Масандрівському парках, Нікітському ботанічному саді, на горі Дарсан та Полянні Казок. Він звичайно зростає на корі природних форофітів, таких як *Quercus pubescens* Willd. та *Pistacea mutica* Fisch. et May. Був також відмічений на багатьох інтродукованих деревах, як *Armeniaca vulgaris* Lam., *Acer stevenii* Pojark., *Carpinus orientalis* Mill., *Caria pecan* (Marssh.) Engl. et Graebn., *Cerasus sp.*, *Crataegus grus-galli* L., *Gleditchia triacantus* L., *Salix sp.*, *Tilia americana* L., *Zelkova carpinifolia* L.

Біоіндикатори середньої якості повітря зустрічаються у штучних ландшафтах з елементами природних систем та помірним забрудненням атмосфери, на корі інтродукованих або відновлених місцевих порід. Серед індикаторів конкретних параметрів повітря в цій групі можна зустріти слабо-чутливі до кислотного забруднення і слабо-чутливі до лужного забруднення види лишайників. *Lecanora carpinea* (L.) Vain. є одним з елементів урбаноліхенобіоти Ялтинського амфітеатру, який зустрічається майже повсюдно, але повністю відсутній у дуже загазованій центральній частині міста. Лишайник був зареєстрований в 56 моніторингових ділянках (рис. 4). Він зростає переважно на корі дерев з гладкою корою (*Aesculus hyppocastanum* L., *Albizzia julibrissin* Durazz., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Carpinus orientalis* Mill., *Gleditchia triacantos* L.), рідше на форофітах з тріщинуватою корою (*Quercus pubescens* Willd., *Crataegus grus-galli* L., *Pistacea mutica* Fisch. et May). Проявляє слабку чутливість до урбанізації, нами віднесений до лишайників біоіндикаторів середньої якості повітря.

Біоіндикатори низької якості повітря зустрічаються головним чином у штучних ландшафтах з високим забрудненням атмосферного повітря різноманітними полютантами, звичайно на корі листяних інтродукованих породах дерев. Відносно якісних характеристик забруднення, тут зустрічаються види токситолерантні до кислотного забруднення, лужного та пилового забруднення.

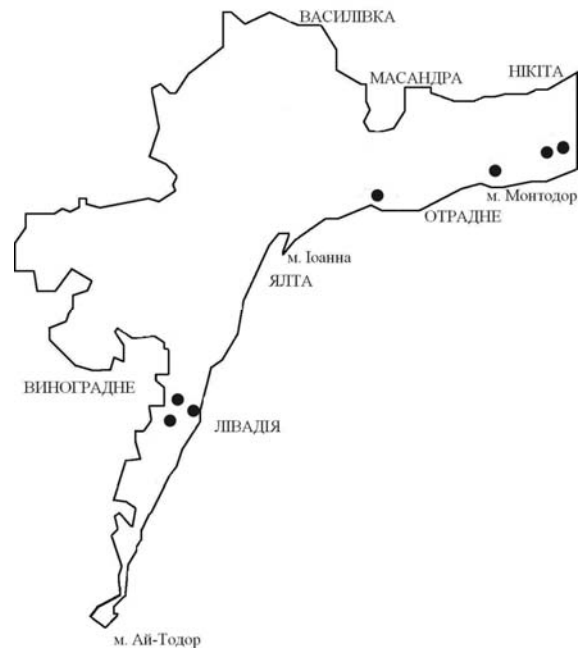


Рис.2. Поширення *Collema subflaccidum* – індикатора високої якості атмосферного повітря у межах урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру.

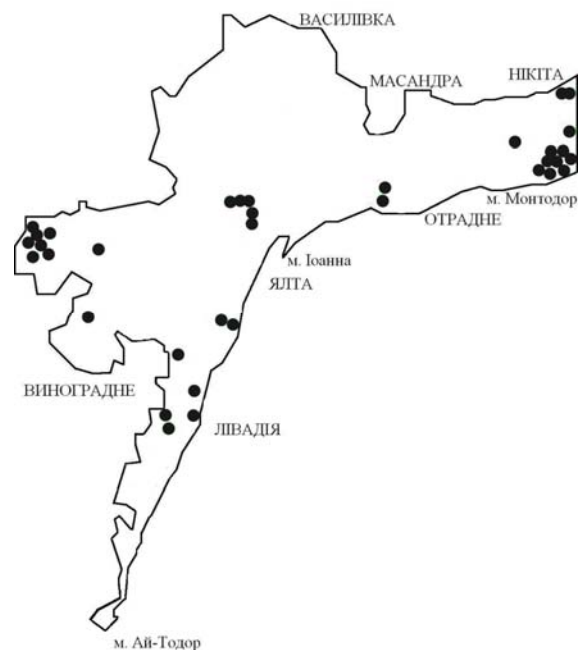


Рис. 3. Поширення *Evernia prunastri* – індикатора фонові якості атмосферного повітря у межах урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру.

Звичайно у природних умовах види цієї групи мають тенденцію зустрічатися на субстратах з іншими властивостями (кора хвойних порід з низькими значеннями рН, або на карбонатних субстратах з високими значеннями рН, або у нітрофільних умовах з високим вмістом солей амонію). В умовах Ялтинського амфітеатру для цих видів буде важко встановити індикаторні властивості щодо окремих параметрів повітря за відсутності у Ялті розширеної мережі постів спостереження за хімічним складом повітря.

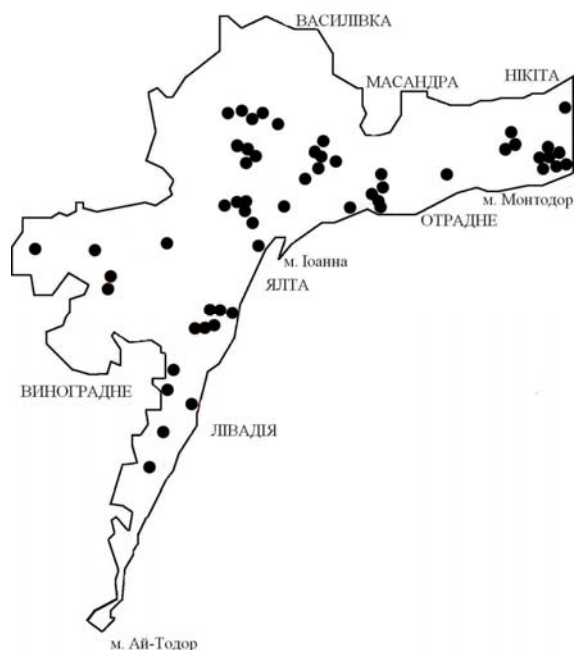


Рис. 4. Поширення *Lecanora carpineae* – індикатора середньої якості атмосферного повітря у межах урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру

Одним з індикаторів низької якості повітря є листоватий лишайник *Physcia biziana* (A. Massal.) Zahlbr. який був відмічений на 24 моніторингових ділянках (рис. 5). Лишайник зустрічається головним чином на корі листяних порід дерев (*Aesculus hyppocastanum* L., *Pistacea mutica* Fisch. et May, *Platanus acerifolia* Willd., *Quercus ilex* L., *Q. pubescens* Willd.), рідше на хвойних (*Cedrus deodara* (Don) J. Don fill., *Cupressus sempervirens* L.) у південній частині Ялти. Найбільше проективне покриття та частота трапляння лишайника відмічались вздовж автомобільних доріг з інтенсивним рухом автотранспорту (вул. Московська, вул. Садова). Ці дороги знаходяться у нижній забудованій частині амфітеатру де спостерігається застій загазованого повітря (Ходосовцева, 2006). В ліхенофлорах міст центральної та південної Європи лишайник проявляє толерантні властивості до аеротехногенного забруднення (Lisicka, 1989), так у Відні (Christ, 1984) він витримує концентрації оксиду сульфуру до  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Індиферентні види лишайників зустрічаються як у природних ландшафтах з незабрудненим повітрям, так і в антропогенно перетворених з забрудненим повітрям на різних природних і інтродукованих форофітах. Вони не мають індикаторних властивостей за функцією «поширення», хоча інші фітоценотичні показники, як проективне покриття, можуть бути використані як біоіндикаторні. Прикладом може бути найпоширеніший в урбанізованих ландшафтах *Hyperphyscia adglutinata* (Florke) H. Mayrh. et Poelt (рис. 6). Лишайник є індиферентним до якості повітря і зустрічається у центрі міста, іноді на масивних

форофітах без асоційованих видів, та у природних і напівприродних ландшафтах з максимальною кількістю (26) асоційованих видів лишайників на одному форофіті. Він був відмічений у 165 моніторингових ділянках (55%), що є найбільшим показником трапляння у межах досліджуваної території.

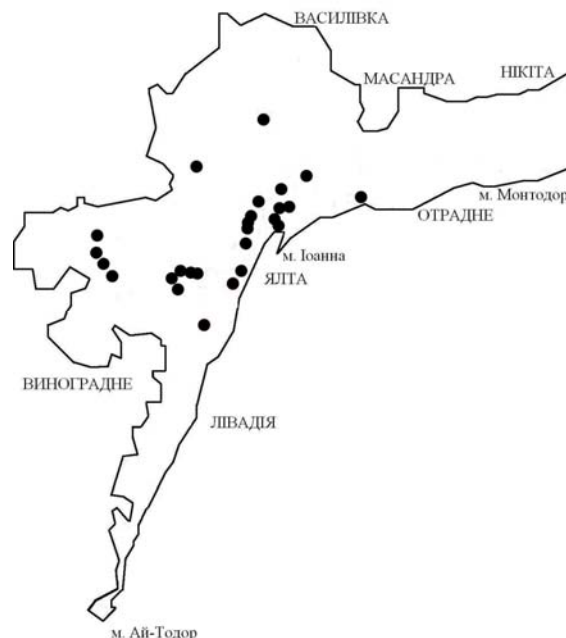


Рис. 5. Поширення *Physcia biziana* – індикатора низької якості атмосферного повітря у межах урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру.

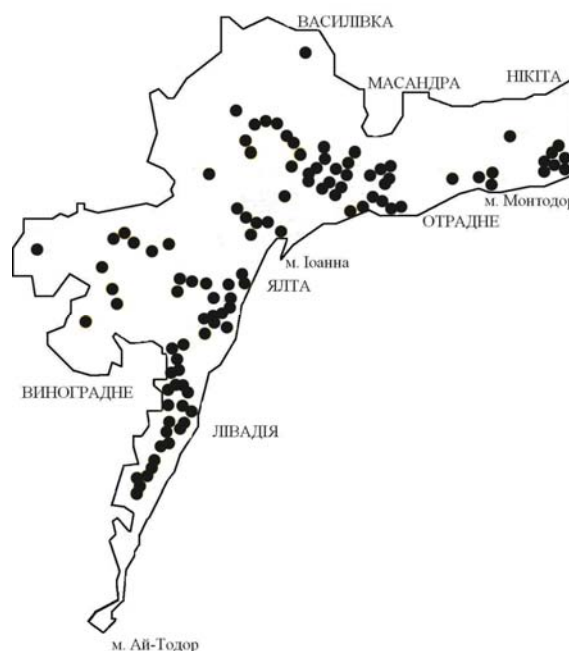


Рис. 6. Поширення *Hyperphyscia adglutinata* – індиферентного до атмосферного забруднення виду у межах урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру.

**Висновки.** Значний відсоток лишайників-біоіндикаторів фонові якості свідчить про прийнятну (фонову) якість атмосферного повітря в урбанізованих ландшафтах Ялтинського амфіте-

атру в цілому. Висока та прийнятна (фонова) якість повітря на території урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру приурочена до периферійних рекреаційних ландшафтів, за виключенням гори Дарсан в центрі Ялти, високу якість повітря якого забезпечує його геоморфологічне розташування. Найбільша кількість індикаторів низької якості приурочена до транспортних ландшафтів центральної частини міста, що опосередковано свідчить про його забруднення автомобільними викидами.

#### Список літератури:

1. Вайнерт Э. и др. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Шуберта Р.. – М.: Мир, 1988. – 350с.
2. Димитрова Л.В. Ліхеноіндикація атмосферного повітря м. Полтава // Укр. ботан. журн. – 2008 а. – Т. 65, № 1. – С. 122 – 129.
3. Димитрова Л. В. Ліхеноіндикація забруднення атмосферного повітря м. Києва // Укр. ботан. журн. – 2008 б. – Т. 65, № 4. – С. 572 – 585.
4. Екологічний паспорт АР Крим [Електронний ресурс]. – Симферополь, 2008. – Режим доступу: [www.menr.gov.ua/cgi-bin/go?node=KRYMeko](http://www.menr.gov.ua/cgi-bin/go?node=KRYMeko)
5. Ена В.Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. Заповедные ландшафты Тавриды / В.Г. Ена. – Симферополь: Бизнес- Информ, 2004. – 424 с.
6. Кондратюк С.Я., Мартиненко В.Г. Ліхеноіндикація. – Київ-Кіровоград:ТОВ «КОД», 2006. – 260 с.
7. Малишева Н.В. Лишайники Санкт-Петербурга. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. – 100с.
8. Трасс Х.Х. Биоиндикация состояния атмосферной среды городов. – Экологические аспекты городских систем. – Мн.: Наука и техника, 1984. – С. 96-109.
9. Ходосовцева Ю.А. *Physcia biziana* (A. Massal.) Zahlbr. – стійкий до аеротехногенного забруднення лишайник в умовах субсередземноморського клімату Крима // Мат-ли V Міжрег. конф. «Новорічні біологічні читання», (Миколаїв, 9-10 грудня 2005 року). – Миколаїв, 2005. – С. 66–68.
10. Christ R., Turk R. Der epiphytische Flechtenbewuchs als Indikator für die Luftverunreinigung im Stadtgebiet von Wien // Forum Städte-Hygiene. – 1984. – N 35. – P. 122–131.
11. Lisicka E., Kondratyuk S. *Anaptychia bryorum*, *Physcia biziana* two lichens new to U.S.S.R // Biologia (Bratyslava). – 1989. – N 44. – P. 863–866.
12. Nimis P.L., Lazzarin A., Lazzarin G., Gasparo D. Lichens as bioindicators of air pollution by SO<sub>2</sub> in Veneto region (NE Italy). // Studia geobotanica. – 1991. – N 11. – P. 3 – 76.
13. Purvis O.W. et al. The lichen flora of Great Britain and Ireland // Nat. Hist. Mus. Publ. – London, 1992. – 710 p.

## LICHENS AS INDICATORS OF AIR QUALITY IN URBANIZED LANDSCAPES OF THE YALTA AMPHITHEATRE

YU. A.KHODOSOVTSOVA

*134 species of the corticolous lichens from 55 genera, 25 families and 10 orders were found in the Yalta amphitheatre urbanized landscapes. The taxonomical structure is largest among other urbanized landscapes of Ukraine and it testifies to possibility of the lichen indication researches in the Southern Crimea conditions. It is suggested to select indicators of air quality: high quality, phone quality, middle quality and low quality. 57 species (42%) of indicators phone quality, 7 species (5%) of high quality, 9 species (7%) of middle quality, 17 indifference species (13%) are reported for urbanized landscapes of Yalta amphitheatre. 40 species (29%) with one location on the territories are need in future investigations. The indicators of acid or alkaline air pollution are the bioindicators of the selected air parameters, and can be presented into the certain groups of air quality indicators.*

**Key words:** corticolous lichens, bioindicators, air quality, Yalta, Crimean peninsula

Одержано редколегією 09.11.2010

УДК 581.9:581.526.65 (477)

## СИНАНТРОПІЗАЦІЯ ЛУЧНОГО ФЛОРИСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я

**В.В. Протопопова<sup>1</sup>, М.М. Федорончук<sup>1</sup>, М.В. Шевера<sup>1</sup>,  
В.М. Джуран<sup>2</sup>, Н.І. Крецул<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,  
вул. Терещенківська, 2, МСП-1, м. Київ, 01601,

<sup>2</sup>ДВНЗ "Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди",  
вул. Сухомилинського, 30, м. Переяслав-Хмельницький, Київська обл., 08401.

*Узагальнено відомості про синантропізацію лучного флорокомплексу Середнього Придніпров'я, який останнім часом зазнав суттєвого впливу господарської діяльності людини, що спричинило зміни його флористичного складу та посилення синантропізації. Показана динаміка рослинного покриву залежно від різних факторів антропогенного впливу, яка містить два процеси, що розвиваються паралельно – апофітизацію та адвентизацію рослинних угруповань. Встановлено видовий склад лучного флорокомплексу регіону, який нараховує 1527 видів судинних рослин і його синантропної фракції, яка представлена 176-ма видами судинних рослин, з яких 67 є апофітами та 109 – адвентивними рослинами. Переважання процесу адвентизації над апофітизацією свідчить про значну порушеність структури багатьох рослинних угруповань. Більшість видів як в адвентивній, так і в апофітній фракціях лучного флористичного комплексу регіону має високий ступінь натуралізації на антропогенних та напівприродних екотопах, значний відсоток їх характеризується активним і масовим поширенням.*

*Ключові слова:* лучний флорокомплекс, Середнє Придніпров'я, синантропна флора, апофітна та адвентивна фракції, інвазійні види

**Вступ.** Лучний тип рослинності є другим за представленістю у складі природного рослинного покриву України, займає близько 9 млн. га (Балашов, Соломаха, 2005) і відіграє важливу роль як у біогеоценологічному, так і в господарському аспектах.

Нині господарська діяльність людини суттєво впливає на природний рослинний покрив, зокрема й на лучний. Основними антропогенними чинниками, що спричиняють зміни флористичного складу, є осушення та обводнення територій, розорювання лук та господарське освоєння земель, рубки лісів і знищення деревно-чагарникового рослинного покриву в заплаві річок, сінокошення, часто надмірне випасання худоби тощо. Кожен із цих факторів тією чи іншою мірою впливає на флористичний склад, продуктивність лучних угруповань і призводить до зміни типів фітоценозів, динаміки флори, рослинності (Балашов та ін., 1988).

Останнім часом структуру цього флористичного комплексу суттєво змінюють також процеси синантропізації, зокрема адвентизації, які посилюються з кожним роком (Протопопова, 1991).

Тепер у зв'язку з розширенням площ занедбаних перелогів, на місцях полів, виключених із господарської діяльності, значно збільшилися

осередки бур'янових рослин, що масово поширюються на прилеглі напівприродні екотопи, з яких лучні флорокомплекси є найбільш інвазійними, тобто доступними для вкорінення рослин з інших флорокомплексів і адвентивних бур'янів.

Дослідження із проблеми фітоінвазій останнім часом надзвичайно інтенсивно розвиваються і в країнах Східної Європи, хоча поки що вони мають фрагментарний характер.

На сьогодні відомості про інвазійний потенціал на регіональному рівні практично відсутні. Тому дані про фітозабруднення регіонів України є цінними і конче потрібними для конкретної роботи екологічних, природоохоронних, аграрних, карантинних, медико-санітарних й інших служб, які у своїй роботі мають спиратися на науково обґрунтовану систему заходів попередження, контролю чи обмеження експансії інвазійних рослин. У літературі є лише фрагментарні дані стосовно синантропізації лучного флорокомплексу окремих регіонів. Серед таких робіт можна назвати, зокрема, публікацію Л.С. Балашова (2006), де охарактеризована синантропізація кількох класів лучних екосистем (із порядків *Arenatheretalia* Pawł. і *Molinietalia* Koch.). У ній підкреслюється, що в разі порушення стабільно-

сті лучних фітоценозів та їхнього відновлення на перелогах або руйнування дернини часто відбувається їхня рудералізація. При цьому фітоценози з порядку *Arenatheretalia* Pawł. забур'янюються переважно сегетальними видами-малорічниками (переважно з родин *Brassicaceae* Burnett: *Barbarea vulgaris* R. Br., *Berteroa incana* (L.) DC., *Thlaspi arvense* L., *Sinapis arvensis* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Sisymbrium loeselii* L., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl) і *Caryophyllaceae* Juss. (*Cerastium holosteoides* Fr., *C. arvense* L., *Herniaria glabra* L., *Scleranthus annuus* L., *Spergula arvensis* L.), рідше – *Poaceae* Barnhart (насамперед *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *S. glauca* (L.) P. Beauv.), а також *Polygonum aviculare* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. (*Matricaria inodora* L., nom. illeg. superfl.), *Lepidotheca suaveolens* (Pursch) Nutt. (*Matricaria matricarioides* (Less.) Porter) тощо). З багаторічних бур'янів за цих умов зазвичай трапляються *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Rumex acetosella* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Convolvulus arvensis* L. У фітоценозах із порядку *Molinietalia* серед бур'янів види-малорічники представлені переважно *Spergularia rubra* (L.) L. Presl et C. Presl, *Alsine media* (L.) (*Stellaria media* (L.) Vill.), *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Bidens tripartita* L., *B. radiata* Thuill., *Persicaria maculosa* S.F. Gray (*Polygonum persicaria* L.), *Persicaria dubia* (Stein) Fourr. (*Polygonum mite* Schrank), *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre (*Polygonum hydropiper* L.), *Melandrium album* (Mill.) Garcke. Набір бур'янів-багаторічників тут також небагатий, але вони трапляються частіше, ніж види-малорічники; найтиповіші з них: *Sonchus arvensis* L., *Cirsium canum* (L.) All. і низка видів-нітрофілів (*Urtica dioica* L., *Leonurus villosus* Desf. ex D'Urv. (*L. quinquelobatus* Gilib. ex Usteri, nom. illeg.)”.

Активність кенофітів у лучному типі рослинності лісостепової зони досліджувала А.А. Куземко (2006), яка встановила, що за величиною еколого-ценотичної амплітуди 12 видів характеризуються стенотопним фітоценоциклом (трапляються у складі однієї асоціації: *Amaranthus albus* L., *Carduus cinereus* M. Bieb., *Impatiens parviflora* DC., *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Lathyrus sativus* L., *Medicago sativa* L., *Mentha pulegium* L., *Morus alba* L., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Xanthoxalis stricta* (L.) Small, *Bromus commutatus* Schrad., *Bromus scoparius* L.); два види – гемістенотопним (виявлені в декількох асоціаціях одного союзу або різних союзів у межах одного порядку: *Asclepias syriaca* L., *Solidago canadensis* L.); 11 видів мають геміевритопний фітоценоцикл (*Acer negundo* L., *Bidens frondosa* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Bunias*

*orientalis* L., *Saponaria officinalis* L., *Amorpha fruticosa* L., *Vicia angustifolia* Reichard, *Juncus tenuis* Willd., *Oenothera rubricaulis* Klebahn, *O. biennis* L., *Bromus squarrosus* L.); три види – евритопний фітоценоцикл (*Coryza canadensis* (L.) Cronq., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort. aggr., *Trifolium hybridum* L.) і є найактивнішими в лучних фітоценозах за цим показником.

Фрагментарні дані про різні аспекти синантропізації флори та рослинності лук є також у працях Л.М. Гомлі (2005), В.А. Соломахи зі співавторами (1992), В.І. Чопика зі співавторами (1998), Ю.Є. Якубенка (2007), V. Protopopova, M. Shevera (2008) та ін.

Вибір Середнього Придніпров'я (в межах Київської та Черкаської областей) як модельного регіону для вивчення процесів фітоінвазій в лучних флорокомплексах зумовлений його розміщенням поблизу важливих центрів фітозабруднення (мегаполісу Київ і промислових міст Черкаси, Кременчук, Світловодськ, Комсомольськ), а також специфікою рослинного покриву, що фрагментарно тут зберігся. Окрім того, регіон входить до одного з основних екокоридорів Національної екомережі України (меридіональний Дніпровський та широтний Галицько-Слобожанський), але одночасно характеризується відносно високим рівнем фітозабруднення флори регіону.

Об'єктом дослідження був обраний лучний тип рослинності, який у межах Середнього Придніпров'я є одним із найпоширеніших, особливо на Лівобережжі, в регіоні представлений угрупованнями класів формацій, переважно остепнених, заплавних і справжніх лук, а також фрагментами остепнених засолених лук.

Фрагменти лучної рослинності зазвичай пов'язані із заплавами річок, але трапляються також і на суходолах. Площі заплавних, справжніх та остепнених засолених лук поширені переважно у прирусловій частині річок, остепнені – на підвищених частинах рельєфу заплави, де в пониженнях формуються болотисті луки.

Справжні луки трапляються в заплавах річок, пов'язані з середньовисокими елементами рельєфу, розвиваються зазвичай на свіжих і вологих дернових, лучно-дернових і лучних ґрунтах. Вони утворені кількома формаціями, в яких домінантами є *Festuca pratensis* Huds., *F. rubra* L., *Alopecurus pratensis* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv. У рослинному покриві лук заплав домінують *Festuca pratensis*, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Agrostis vinealis* Schreb., *Carex acuta* L. (*C. gracilis* Curtis), *C. distans* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla. Цей тип лук подекуди виявлений у комплексі із солончаками та солонцями.

Лучні степи та остепнені луки займають під-



вищені частини рельєфу – переважно вершини гряд, грив, верхівкові частини схилів з сухими, дерново-лучними, лучно-темно-сірими та чорно-земоподібними ґрунтами. Домінантами цих флористичних комплексів є *Festuca valesiaca* Gaudin, *Poa angustifolia* L., *Carex humilis* Leys., *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Sesleria heufleriana* Schur.

Невеликі площі займають фрагменти остепнених засолених лук, із засоленням ґрунтів переважно карбонатними та хлоридно-карбонатними солями. Тут домінують *Elytrigia repens*, *Agrostis vinealis*, *Festuca regeliana* Pavl. [*F. orientalis* (A. Kern. ex Hack.) V. Krecz. et Bobrov 1934, non B. Fedtsch. 1915], види роду *Puccinellia* L.

Болотисті луки приурочені до різноманітних знижень, які характеризуються постійним зволоженням, ґрунти переважно дерново-глейові, лучно-болотисті або мулистоглейові.

**Результати та їх обговорення.** На сучасному етапі розвитку лучної рослинності регіону Середнього Придніпров'я найвагомішим фактором є антропогенне навантаження, вплив якого постійно зростає. Випасання худоби, механізоване викошування, будівництво гідроспоруд, розорювання, осушення окремих ділянок, забруднення води, прокладання доріг, рекреація, підтоплення негативно впливають на стан лучного рослинного покриву і призводять до збіднення його флористичного складу та порушення структури рослинних угруповань. Чим менші за площею фрагменти лучних ділянок, тим негативніші наслідки антропогенного впливу, одним із проявів якого є синантропізація. Процеси синантропізації характеризуються, з одного боку, пригніченням, а подекуди і зникненням найбільш продуктивних видів, а також видів із складною біологією та стенопних видів. Найбільше потерпають рідкісні види рослин. З іншого боку, зменшення ролі антропофобних видів у рослинних угрупованнях призводить до порушення структури лучних угруповань, що сприяє посиленню їх інвазіябельності та широкого вкорінення антропофільних видів як місцевих, так і адвентивних.

Обстеживши лучну та лучно-степову рослинність Середнього Придніпров'я ми встановили, що вона збереглася лише на невеликих за площею ділянках, які фрагментарно розміщені серед антропогенно перетворених ландшафтів, що нині представлені переважно агрофітоценозами.

На основі аналізу оригінальних результатів польових досліджень, критичного узагальнення літературних даних і гербарних колекцій *KW* (включаючи власні збори авторів) встановлено, що флора лучного флорокомплексу Середнього Придніпров'я представлена 1527-ма видами су-

динних рослин, які належать до 190 родів і 59 родин.

До спектру десяти провідних родин лучного флорокомплексу регіону належать такі родини: *Asteraceae* — 148 видів і 52 роди, *Poaceae* — відповідно 85 і 39, *Cyperaceae* — 57 і 11, *Fabaceae* — 46 і 13, *Caryophyllaceae* — 34 і 14, *Scrophulariaceae* — 33 і 8, *Brassicaceae* — 30 і 17, *Polygonaceae* — 25 і 2, *Apiaceae* — 25 і 16, *Lamiaceae* — 24 і 16, *Rosaceae* — 20 і 5).

Оскільки луки завжди використовуються як пасовища або сіножаті, це обумовлює високий рівень їхньої синантропізації як на видовому, так і ценотичному рівнях. У разі збільшенні пасовищного навантаження зменшується проективне покриття травостою, насамперед за рахунок домінуючих злаків (*Agrostis vinealis*, *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) і збільшується кількість більш стрес-толерантних видів (*Festuca valesiaca*, *F. pratensis*, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub [*Bromus inermis* Leyss.], *Dactylis glomerata* L., *Elytrigia repens*, *Poa angustifolia*, *P. pratensis* L. тощо). Ці види завдяки наявності широкої екологічної амплітуди пристосовані до різних типів лучних екосистем і за зміни умов існування, внаслідок посилення антропогенного впливу отримують перевагу серед інших рослин ценозу, нездатних адаптуватися до зміненого середовища. Тому ці антропофільні види починають домінувати в ценозах, утворюючи досить сталі угруповання.

У разі подальшого пригнічення злаків розвивається різнотрав'я, в якому домінують *Medicago procumbens* Besser, *Securigera varia* (L.) Lassen [*Coronilla varia* L.], *Daucus carota* L., *Thalictrum lucidum* L., *Galium verum* L. та ін.

Через невеликі площі й роз'єднаність лучних фрагментів вони не здатні повною мірою відновлюватися, саморегуляція їхніх функцій сповільнюється, що сприяє синантропізації рослинного покриву. Внаслідок високого антропогенного навантаження – пасовищної дигресії – на багатьох цих луках сформувався особливий флористичний комплекс пасовищних збоїв (*Pasquatophyton*), який займає значно більшу територію, ніж самі природні луки. Надмірне випасання худоби викликає суттєві зміни структури ґрунту, внаслідок чого відбувається деградація рослинного покриву, яка посилюється різким зменшенням насіннєвого поновлення багатьох видів, що спричиняється випасанням (або сінокошенням) – це є причиною збіднення видового складу.

Флористичну основу лучного флорокомплексу складають злаки, з яких на ділянках, які випасаються типовими є *Poa pratensis*, *Lolium perenne* L., *Elytrigia repens*, *Arrhenatherum elatius* (L.) J. Presl et C. Presl, *Festuca rubra*, *F. pratensis*,

*Phleum pratense* L., *Alopecurus pratensis*, *Bromopsis inermis* та ін.

За надмірного випасання, коли знищуються в основному рослини першого ярусу, деякі види, характерні для нижніх ярусів, внаслідок зменшення конкурентів, збільшення освітлення тощо масово розвиваються і навіть інколи стають домінантами; на свіжих відмінах лук найчастіше це *Ranunculus repens* L., *Capsella bursa-pastoris*, *Glechoma hederacea* L., *Geranium pratense* L., *Potentilla anserina* L., на сухих – *Taraxacum officinale* Wigg. aggr., *Leontodon autumnalis* L., *Potentilla argentea* L., *Rumex acetosella*, *Crepis tectorum* L., *Cerastium arvense* тощо. Надзвичайно сприятливі умови за значного перевантаження пасовищ створюються для рослин, які худоба не їсть, але розносить їхнє насіння, а також толерантних до витоптування. На таких пасовищах поширюються *Rumex confertus* Willd., *R. crispus* L., *Euphorbia seguierana* Neck., *Rhinanthus minor* L., *Rh. aestivalis* (N. Zinger) Schischk. et Serg., *Plantago major* L., *Taraxacum officinale* aggr. та ін.

На більш вибитих ділянках участь злаків зменшується, залишаються переважно щільнодернисті, які більше адаптовані до витоптування, зростає рясність щільнодернистих осок і ситників, формуються бур'янові угруповання.

На дуже вибитих луках, де помітно пошкоджений рослинний покрив, особливо дернини злаків, вкорінюються види з інших флорокомплексів – *Verbascum lychnitis* L., *Tanacetum vulgare* L., *Artemisia campestris* L., *Eryngium campestre* L., *Salvia nemorosa* L. aggr., які домінують на досить великих площах лук. На ділянках з оголеним ґрунтом формуються полідомінантні колонії з лучних антропофільних видів, евапофітів і адвентивних рослин. Спостерігається домінування однорічних апофітів, розеткових, повзучих, неїстівних, колючих, чіпких рослин, переважання зоохорів і нітрофілів. Серед видів адвентивних рослин основними забруднювачами виступають: північноамериканського походження – *Bidens frondosa*, *Phalacrolooma septentrionale* (Fernald et Wiegand) Tzvelev, *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz тощо, середземноморського – *Carduus acanthoides* L., *Onopordon acanthium* L., а з апофітів – *Cirsium arvense*, *Urtica dioica*, *Rumex confertus*, *R. acetosella*, *Equisetum arvense* L., *Ranunculus repens*, *Potentilla reptans* L., *P. anserina* тощо (Джуран та ін., 2007). Потужними осередками поширення таких видів є узбіччя доріг і прилеглі агрофітоценози. Як приклад наводимо видовий склад агрегації бур'янів на узбіччі дороги, в якому поряд з *Phleum pratense* та *Elytrigia repens* співдомінантами виступають *Sisymbrium loeselii*, *Conium maculatum*, *Anthriscus sylvestris*, *Cirsium arvense*, *Carduus acanthoides*, *Urtica dioica*, *Ar-*

*temisia vulgaris* L., *Leonurus villosus*, *Rumex confertus*, які особливо численні на вологих ділянках і по канавах. Ці ж види, переважно спорадично, поодинокі або невеликими групами, поширені по всіх луках. Але деякі (*Phalacrolooma annuum*, *Crepis tectorum*, *Verbascum lychnitis*) подекуди на великих ділянках лук стають співдомінантами.

На сухих, остепнених і піщаних луках досить поширені *Verbascum lychnitis*, *Rumex acetosella*, *Eryngium campestre*, *Galium verum*, *Artemisia scoparia*, *Euphorbia seguierana* та багато інших видів.

Дуже негативний вплив спричиняє вкорінення у рослинний покрив лук видів адвентивних рослин, здатних до експансії; завдяки своєму високому інвазійному потенціалу та конкурентній здатності вони швидко займають великі площі. Прикладом таких видів в регіоні слугують *Carduus acanthoides*, *Conyza canadensis*, *Phalacrolooma annuum*, *Ph. septentrionale* та ін.

Загалом синантропізація флори складається із двох процесів, які розвиваються паралельно. Перший із них, апофітизація, починається уже на мало порушених (внаслідок пасовищної дигресії) луках.

У результаті здійсненого нами аналізу видового складу апофітної фракції лучного флорокомплексу Середнього Придніпров'я встановлено, що у її складі нараховується 67 видів судинних рослин, які належать до 19-ти родин. Провідними родинами серед апофітів є *Poaceae* Barnhart, *Asteraceae* Dumort., *Fabaceae* Lindl., провідними родами – *Rumex* L. (6 видів), *Trifolium* L. (3), *Poa* L., *Taraxacum* Weber, *Vicia* L. (по 2).

У складі цієї фракції за ступенем пристосування до умов трансформованих екоотопів 21 вид належать до групи евапофітів, 31 – геміапофітів, 15 – евантапофітів.

За життєвою формою розподіл видів цієї фракції флори такий: трав'янистих полікарпиків – 48, однорічників – 11, дворічників – 3, трав'янистих полікарпиків або дворічників – 5 видів.

Унаслідок пасовищного навантаження із травостою лук випадають окремі види різнотрав'я, внаслідок чого стійкіші до дії цього фактора, отримують можливість для ширшого розвитку. На другій стадії пасовищної дигресії, коли порушується щільність не лише травостою, але і ґрунту, процес апофітизації посилюється, і на оголених ділянках оселяються бур'янові види рослин, невластиві лучному флорокомплексу. Надмірне випасання, спричиняючи руйнування дернин злаків, значно пригнічує поновлення кормових рослин, насамперед злаків. У наслідок цього збільшуються площі вибитих ділянок, де спостері-

гається формування щільних колоній антропофілних лучних видів – починається третя стадія дигресії, коли дерновинний покрив трансформований на 50-60 %, а інколи й більше. На цій стадії збільшується відсоток видів різнотрав'я, особливо тих, що не споживаються тваринами, за рахунок злаків.

Поряд з апофітизацією помітно посилюється процес *адвентизації*, який особливо виражений на наступній, четвертій, стадії, коли на луках переважають збої, тобто їхній травостій порушений, його висота менша 5-7 см, дернини залишаються у вигляді купин, між якими проглядається голий ґрунт. Проективне покриття травостою складає не більше 20 %, а на незадернованих ділянках вкорінюються синантропні (як апофіти, так і адвентивні) види. Наприклад, на сухих луках прогалени займають угруповання бур'янових рослин, у яких переважають *Cirsium arvense*, *Artemisia absinthium* L., *Pastinaca sativa* L., *Sisymbrium loisellii*, *Leonurus villosus*, *Galium aparine* L., *Rumex confertus*. Коли травостій менше пошкоджений, серед злаків у вигляді плям трапляються *Fragaria viridis* Duchesne, *Polygala vulgaris* L., *Asperula cynanchica* L., *Ajuga genevensis* L., *Potentilla argentea*, *Thesium arvense* Horv. [*Th. ramosum* Hayne]. На більш вологих луках у травостої домінує *Phalacrogloma annuum*, який трапляється спорадично по всій ділянці, а місцями є навіть співдомінантом. На сухіших відмінах таких лук досить часто трапляються як поодинокі особини *Verbascum lychnitis*, *Rumex confertus*, *Carduus acanthoides* тощо. На перезволожений ділянках спостерігаються зарості *Urtica dioica* та *Galium aparine*, у нижньому ярусі яких зростає *Glechoma hederacea*. По канавах лук наявні великі зарості бур'янових рослин, де домінантами виступають переважно апофіти, наприклад, *Cirsium arvense*, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Arctium lappa* L. [*Lappa major* Gaertn.], *Artemisia vulgaris*, *Elytrigia repens*. Виявлена значна кількість *Galium aparine*, *Urtica dioica*, з адвентивних рослин – *Ballota nigra* L., *Conium maculatum* L., *Sonchus arvensis*, *Lactuca serriola* L., *Onopordon acanthoides*; із цих осередків бур'яни у разі збільшення збоїв поширюються на луки.

Проаналізувавши видовий склад адвентивної фракції лучного флорокомплексу Середнього Придніпров'я, ми встановили, що вона представлена 109-ма видами судинних рослин. Найбільш представленими є родини *Asteraceae* (29 видів із 19 родів), *Poaceae* (19 видів із 12 родів), *Brassicaceae* (16 видів із 12 родів); інші родини та роди містять невелику кількість видів.

У складі цієї фракції лучного флористичного комплексу регіону за часом занесення види розподіляються на археофіти (52 види) та кенофіти

(57). За ступенем натуралізації переважають епекофіти (73 види), значно менше ергазіофітів (12), агріофітів (9), геміепокофітів (8), ефемерофітів (6), колонофітів (1 вид).

Розподіл видів за життєвою формою у цій фракції лучного флорокомплексу регіону такий: трав'янистих полікарпиків – 26, однорічників – 63, дворічників – 4, одно- або дворічників – 11, трав'янистих полікарпиків або дворічників – 11, дворічників або озимих однорічників – 2, фанерофітів – 1 вид.

Отже, види адвентивних рослин і апофіти входять до складу лучних ценозів як стійкий компонент, знижують їхню видову та ценотичну різноманітність, продуктивність, а сумісна дія усіх цих видів рослин має деструктивний характер, що призводить також і до зникнення специфічних рис і нівелювання рослинного покриву лук загалом.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження процесу синантропізації лучного флористичного комплексу Середнього Придніпров'я встановлено:

1) видовий склад представлений 1527-ма видами судинних рослин, що вказує на його флористичне багатство;

2) синантропізація цього комплексу досягає досить високого рівня, оскільки синантропна фракція нараховує 176 видів судинних рослин, із яких 67 є апофітами, 109 – адвентивними;

3) переважання процесу адвентизації над апофітизацією свідчить про значну порушеність структури багатьох рослинних угруповань;

4) більшість видів як в адвентивній, так і в апофітній фракціях лучного флорокомплексу мають високий ступінь натуралізації на антропогенних і напівприродних екотопах, значний відсоток їх характеризується активним і масовим поширенням.

### Список літератури

1. Балашов Л.С. Синантропні зміни лучної рослинності // Синантропізація рослинного покриву України. Тези наук. доповідей (Переяслав-Хмельницький, 27-28 квітня 2006). – Переяслав-Хмельницький, 2006. – С. 12-15.
2. Балашов Л.С., Сипайлова Л.М., Соломаха В.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Типология лугов Украины и их рациональное использование. – Киев: Наук. думка, 1988. – 240 с.
3. Гомля Л.М. Рослинність долини річки Хорол та її флористичні та соціологічні особливості. – Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2005. – 19 с.
4. Джуран В.М., Крецул Н.І., Протопопова В.В., Федорончук М.М., Шевера М.В. Фітозабруднення рослинного покриву Середнього Придніпров'я. – К. – Переяслав-Хмельницький, 2007. – 48 с.
5. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. – Киев: Наук. думка, 1991. –



- 204 с.
6. Соломаха В.А., Костильов О.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Синантропна рослинність України. – К: Наук. думка, 1992. – 250 с.
  7. Куземко А.А. Активність кенофітів у фітоценозах справжніх лук Полісся та Лісостепу України // Синантропізація рослинного покриву України. Тези наук. доповідей (Переяслав-Хмельницький, 27-28 квітня 2006). – Переяслав-Хмельницький, 2006. – С. 111-114.
  8. Чопик В.І., Бортняк М.М., Войтюк Ю.О. та ін. Конспект флори Середнього Придніпров'я. Судинні рослини. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 140 с.
  9. Якубенко Ю.Є. Природні кормові угіддя Лісостепу України: флора, рослинність, динаміка, оптимізація. – Автореф. дис. ... докт. біол. наук. – К., 2007. – 47 с.
  10. Protopopova V., Shevera M. On necessity of special study of flora synanthropisation in econet elements // NEOBIOTA: Towards a Synthesis.– 5th European Conference on Biological Invasions (Prague, Czech Republic, 23.-26. September 2008). – Ed. P. Pysek, J. Pergl. – Prague, 2008. – P. 241.

## SYNANTHROPIZATION OF MEADOW FLOROCOMPLEX OF MIDDLE DNIPRO REGION

**V.V. PROTOPOPOVA, M.M. FEDORONCHUK,  
M.V. SHEVERA, V.M. DZHURAN, N.I. KRETSUL**

*The data on meadow florocomplex synanthropization of Middle Dnipro Region, which recently underwent a significant impact of human economic activities, leading to changes in its floristic composition and synanthropization of the flora. Shows the dynamics of plant cover depending on various factors of anthropogenic influence, which includes two processes developing in parallel, apophytization and adventization of plant communities. The species composition of the meadow florocomplex in the region include 1527 species of vascular plants; the synanthropic fraction of the flora is represented by 176 species, incl. 67 sp. apophytes, and 109 sp. aliens. Prevalence process of adventization over apophytization indicate about changes of structure of many plant communities. Most species as well as alien and apophytic fractions of meadow florocomplex have a high degree of naturalization of anthropogenic and semi natural habitats; a significant percentage of their mass and active distribution. Some alien species, f.e. *Phalaris annuum*, *Ph. septentrionale*, *Solidago canadensis*, in the region noted as an expansion state.*

*Key words: meadow florocomplex, Middle Dnipro Region, synanthropic, apophytic and alien fractions of the flora, invasive species*

Одержано редколегією ...05.11.2010

# FLOODPLAIN FORESTS OF THE TRANSCARPATHIA (UKRAINE): LIVING CLOSE TO HUMAN

**Bohdan Prots**

State Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine,  
Teatralna Str., 18, Lviv 79008, Ukraine and WWF-DCPO-UA, Lviv bohdan.prots@gmail.com

The floodplain forests of the Transcarpathia (Zakarpatska Oblast/Province, Western Ukraine) represent one of the largest surviving refuges of ancient floodplain (riverine) forests of Central Europe. The decrease of floodplain forests area in the NE part of the Hungarian Plain during the last century is calculated as 41% (Slovakia) and 44% (Transcarpathia) respectively. The floodplain forests of Transcarpathia remain one of the most important, but largely overlooked, biodiversity hot-spots and the largest surviving remnant of ancient Central European lowland floodplain forests, which requires an effective protection. After long-term work with authorities and local communities (over 6 years) the Regional Landscape Park "Prytysianskyi" (10,330.66 ha) has been established by the Regional Parliament Decision. However, this achievement is not sufficient at the moment to ensure effective protection of these habitats.

**Keywords:** floodplain forests, biodiversity hot-spots, protection, Transcarpathia

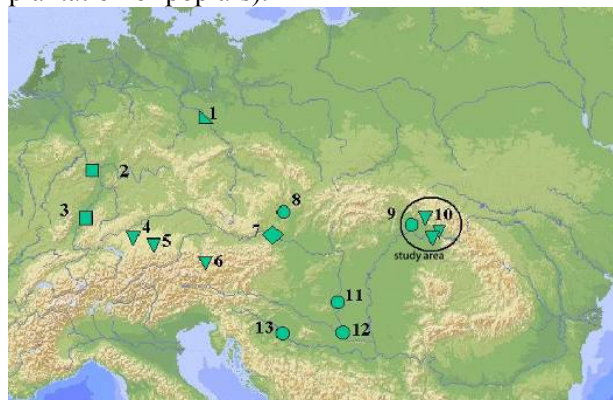
**Introduction.** The floodplain forests of the Transcarpathia (Zakarpatska Oblast/Province, Western Ukraine) represent one of the largest surviving refuges of those ancient floodplain (riverine) forests of Central Europe, described in the CORINE Biotopes manual as the: "Most diverse, structurally, floristically and faunistically, of all European ecosystems ..., the great fluvial forests of Europe are reduced to a few highly vulnerable examples" (Moss *et al.* 1991).

The locations and the check-list of the largest surviving forests/habitats (mostly more than 10000 ha) for Central Europe are presented in figure 1.

The rivers of almost all large valleys in Central Europe had been corrected starting in the XVIII century (e.g. Rhine). The consequences were following: (1) the river morphology has completely changed, (2) the hydrological connectivity between the river and the wetlands of the alluvial plain has been reduced to short events, (3) the morphodynamic processes have changed to a very low point with the exception of a few narrow stripes along the corrected river banks and (4) the vegetation dynamics have been substantially reduced. The increasing isolation of oxbow lakes and former side arms show a progressive state of terrestriation (e.g. Rhine, Danube east of Vienna, upper course of Drau in Carinthia, Austria). Even the less spectacular dynamics of lower course rivers show a reduction due to cut-offs of meanders and damming (e.g. March/Morava, Latorytsya between Chop and Mukachevo).

This development (lasting for more than hundred years) led to (a) progressive incising of the channel, (b) falling ground water table and (3) lacking of coarse sediments in the alluvial plain after flooding. These more or less stable site conditions along originally braided rivers have changed the vegetation from catastrophe dominated types to

managed forests with a dramatic decrease of self supporting renewal (clear-cut with following plantation of poplars).



**Fig. 1: The largest floodplain forests of Central Europe and study area (Drescher, Prots, 2005):**

1: Biosphere Reserve Elbe River (D); 2: Northern Upper Rhine (D); 3: Southern Upper Rhine (D, F); 4: Iller floodplain (D); 5: Lech floodplain (A, D); 6: Drau floodplain West of Spittal/Drau (A); 7: Danube floodplain East of Vienna (A); 8: March-Thaya/Morava-Dyje floodplain between Bratislava and Lanžhot (A, SK, CZ); 9: floodplains of Bodrog, lower Uzh, lower Latorytsya, and lower Borzhava (UA, SK); 10: floodplains of the upper Latorytsya, Rika, Teresva, Tereblya, and upper Tisza/Tysa (UA); 11: Danube floodplain south of Baja (H); 12: Drava-Danube triangle east of Osijek (SB,HR, HU); 13: Sava floodplain southeast of Zagreb and Spačva basin (HR).

▲ : Lowland river floodplain with northern hardwood floodplain forests; originally braided river;

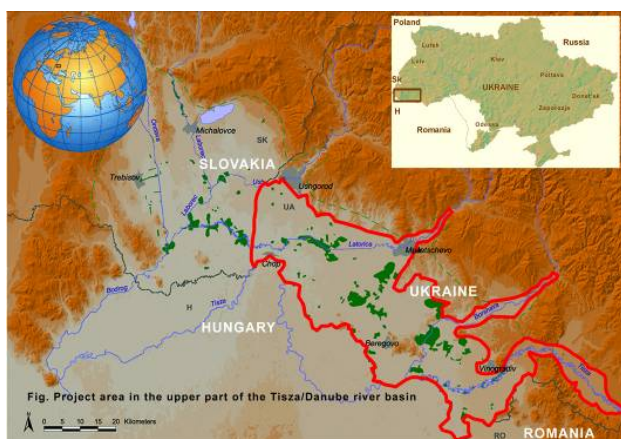
■ : Submontane river floodplain with subatlantic/submediterranean hardwood and softwood floodplain forests; originally braided river;

▼ : Montane river floodplain with (peri-) alpine pioneer stands dominated by willow (sometimes *Myricaria*) scrub, partly with forests of grey elder (*Alnus incana*) black elder (*A. glutinosa*) in the Carpathians; originally braided river;

◆ : Submontane river floodplain with subpannonian hardwood and softwood forests (*Salix* and *Populus*); originally braided river;

● : Lowland river floodplain with Pannonian hardwood floodplain forests; originally river of meander type.

**The study area.** The area of the study is located in the Western Ukraine (Zakarpatska Oblast, counties of Vynohradiv, Beregove, Mukachevo and Uzhgorod) close to the borders with Slovakia, Hungary and Romania (Fig.1, 2). The rivers of Tysa (Tisza), Borzhava, Latorytsya, Uzh, and others (originating on the Transcarpathian slopes) form the NE part of the Pannonian plain. The floodplains of these rivers create the living environment for the oak, ash, poplar, willow and alder forests. The old growth forests (~150-250 years old; ~2500 ha) is a most valuable part of these stands. They are dominated by ash-oak stands (association *Fraxino pannonicae-Ulmetum*) with narrow leaved ash *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*, pedunculate oak *Quercus robur*, hedge maple *Acer campestre*, European white elm *Ulmus laevis*, European hornbeam *Carpinus betulus* as dominant species of the canopy (Fig. 4, Drescher, Prots & Mountford, 2003).



**Fig. 2. Study area**

The mountain part of the Transcarpathia is an important area for river courses of braided type with a still active zone and natural runoff regime. This can surely serve as a model for natural renewal of large parts of extensively used parts of floodplains (e.g. wet and moist meadow types). Old drainage channels, established during Austro-Hungarian monarchy times, show a well developed aquatic and swamp vegetation. They serve as a refuge for rare and threatened species (e.g. *Trapa natans*, *Nymphoides peltata*, *Stratiotes aloides* etc) of oxbow lakes.

The sites are characterized by alluvial gley soils on quaternary sediments with a high ground water table. They are flooded periodically connected with snow melt in spring or rain periods all over the year.

**Century of devastation.** The geographical location of the Transcarpathian floodplain forests, close to the western border of the former Soviet Union, effectively restricted any large-scale investigation of their biodiversity and sustainable

use in the past. However, intensive agriculture and forestry during the last two centuries (especially in the last few decades) substantially changed the total surface area of the forest stands. Within the Transcarpathian Plain alone, an area of about 13,000 ha of only floodplain forests have been destroyed over the last century. The similar situation has been identified for neighbouring Slovakia as well. The decrease of floodplain forests area in the NE part of the Hungarian Plain during the last century is calculated as 41% (Slovakia) and 44% (Transcarpathia) respectively. The excessive logging continues nowadays (Fig.3). The increasing occurrence of devastating floods in the Transcarpathian region, and downstream in the Tisza system and Danube basin, has been linked to the degradation of the floodplain/ravine forests and the drainage of peat bogs, bogs, oxbow-lakes, swamps and mires. Over the last decade, approximately 90% of the Transcarpathian population (including indirect impact) have suffered from the effects of these floods, and on three occasions the region has been declared a national disaster area by the Ukrainian Government (Drescher, Prots, Mountford 2003a,b). Consequences of flooding can be higher than expected due to raising pollution in the region.



**Fig.3. Excessive logging of floodplain forests: created airfields (Shalanky forest area, 2006)**

All these factors lead to the point that the ecological importance of the floodplain forests was not appreciated till recently. There exists also no effective conservation at the present moment. Furthermore, the present Ukrainian economic stagnation adds to the pressure upon these forests. Illegal logging, mismanagement, poverty, pollution, even political lawlessness remains a serious economic and environmental problem for the region.

**Biodiversity hot-spots.** The study area has been poorly investigated in the past, except the upper part of Tisza basin (Hamar and Sárkány-Kiss 1999). The pilot study, which was carried out by A.Drescher and B.Prots in 1997–98 (totally 5 weeks)



rediscovered the Transcarpathian unique examples of primeval floodplain forests – a critically endangered vegetation type of Europe. The investigations have already located several new plant communities for the Transcarpathia and a new species of orchids (*Epipactis albensis*) for Ukraine.

Further studies concluded that the large examples of these wetlands contain a high number of nationally and internationally threatened species, communities and a unique diversity of priority habitats. In this connection the old growth forests (150–250 years old) are of special interest (3–15% of total area, Fig.4). Their features are very similar to primary stands, like uneven aged, shade tolerant, a natural disturbance regime, a natural regeneration, and a high ability for resilience. Nowadays these fluvial forests are reduced to a few highly vulnerable examples, which are mainly located within the Ukrainian part of the Tisza river basin (Drescher, Prots and Mountford 2003a,b). The distribution of rare plant and animal species of wet habitats within the Transcarpathia shows a strong connection between biodiversity hotspots and the distribution of floodplain forests, especially old growth stands.



**Fig. 4. Old Growth Stands of Floodplain Forests: world of European jungles (Local Nature Reserve “Atak”, 2007)**

For example, some 60-90% of the territory of these stands is listed in the EU Habitats Directive Annex I, including 7-11 separate types, 1-2 of which are recognised as priority habitats (which depends on the site). Eighteen vascular plant species listed in “Ukrainian Red Data Book. Plant Kingdom” (2009) have been discovered there. The impressive size of the trees (Fig. 5) underlines the uniqueness of these stands. The parameters of some specimens of narrowed leaf ash (height – 46 meter and diameter – 153 centimetres) suppose to be considered as the largest in the world. The bat fauna of Ukraine consists of 27 species, the living conditions of 23 bat species are connected to the Transcarpathian old growth floodplain forests. Despite of these selected

facts the forests do not have effective conservation at the present moment. The fluvial forests of the Transcarpathia contain (1) a high degree of wilderness and natural processes; (2) hydrological importance; (3) a high conservation value; (4) a high potential for resilience; (5) a genetic resource of high value; (6) an important example for restoration; (7) cultural importance; (8) European value. So, the floodplain forests of Transcarpathia remain one of the most important, but largely overlooked, biodiversity hot-spots and the largest surviving remnant of ancient Central European lowland floodplain forests, which requires an effective protection.



**Fig.5. Wonder singles of 400 years old oaks are a part of these unique stands**

**Floodplain forests and floods.** The increasing incidence of devastating floods in the Transcarpathian region, and downstream in the Tisza system and Danube basin, has been linked to the degradation of the floodplain/ravine forests and drainage of peat bogs, bogs, swamps and mires. The eco-hydrological importance of these wetlands had been largely underestimated and recognized neither for the Carpathian region nor for the whole Tisza basin until the recent disastrous floods (1998, 2001). But equally the degradation of these habitats is leading to a loss of various plant and animal species as well.

On the other hand, the active zone of the valleys consists of very dynamic and complex biophysical habitats, which passed a long way of evolutionary and adaptation history. Floodplain communities are composed of specialized and disturbance adapted species. Nearly every year, most riparian/floodplain plants are subjected to floods, erosion, ice damage and drought. Seasonal variations in discharge and, especially, flash floods create environmental conditions that challenge even the most tolerant species (Grime, 1979, Naiman, Bilby, 1997). These processes select natural vegetation types, which can survive under such conditions, resist and being resilient to disturbance. They also (1) slow down the

water flow during flooding, (2) support the ground water reservoir, (3) play the role of ecological corridors, (4) nutrient filters, and (5) physical and biological buffers (Naiman, Decamps, 1997). These features are linked to high mountain bogs, peat bogs and mires as well, which are crucial for storage of water and help to retard the beginning of flood.

Intensive use of landscape can change the hydrological dynamics of the area, which becomes less stable and hardly predictable. The construction of hydroelectric power stations, retention ponds, deforestation of watersheds, heavy grazing and forest mismanagement along river lead to (1) change of discharge characteristics, (2) direct consequences on capacity of the stands in the area to slow down water velocity and to prevent the flash floods in the lowland and (3) change of river morphology.

The vegetation stands of the Upper Tisza have got a vital importance for whole Tisza water course. Conservation and sustainable use of these headwater forests is essential for the ecological quality of the entire catchments. These environmental problems potentially affect the population of a number of developing countries and members of EU community.

The management implications, like the removal of the river dams in selected parts of the river course, restoration of vegetation stands, slowing down the erosion in upstream areas, prevention of further human-caused changes of hydrodynamics in connection to strong conservation solutions for biodiversity hot-spots and “no border” management decisions could be imposed as substantial measures to improve the naturalness of hydromorphic processes and help to decrease the number of catastrophic floods for Tisza.

Under the present socio-economic circumstances in developing countries, like Ukraine, the establishment of a protected area is the only low cost way for the long-time survival of the endangered species/habitats.

#### **Conservation implications and perspectives.**

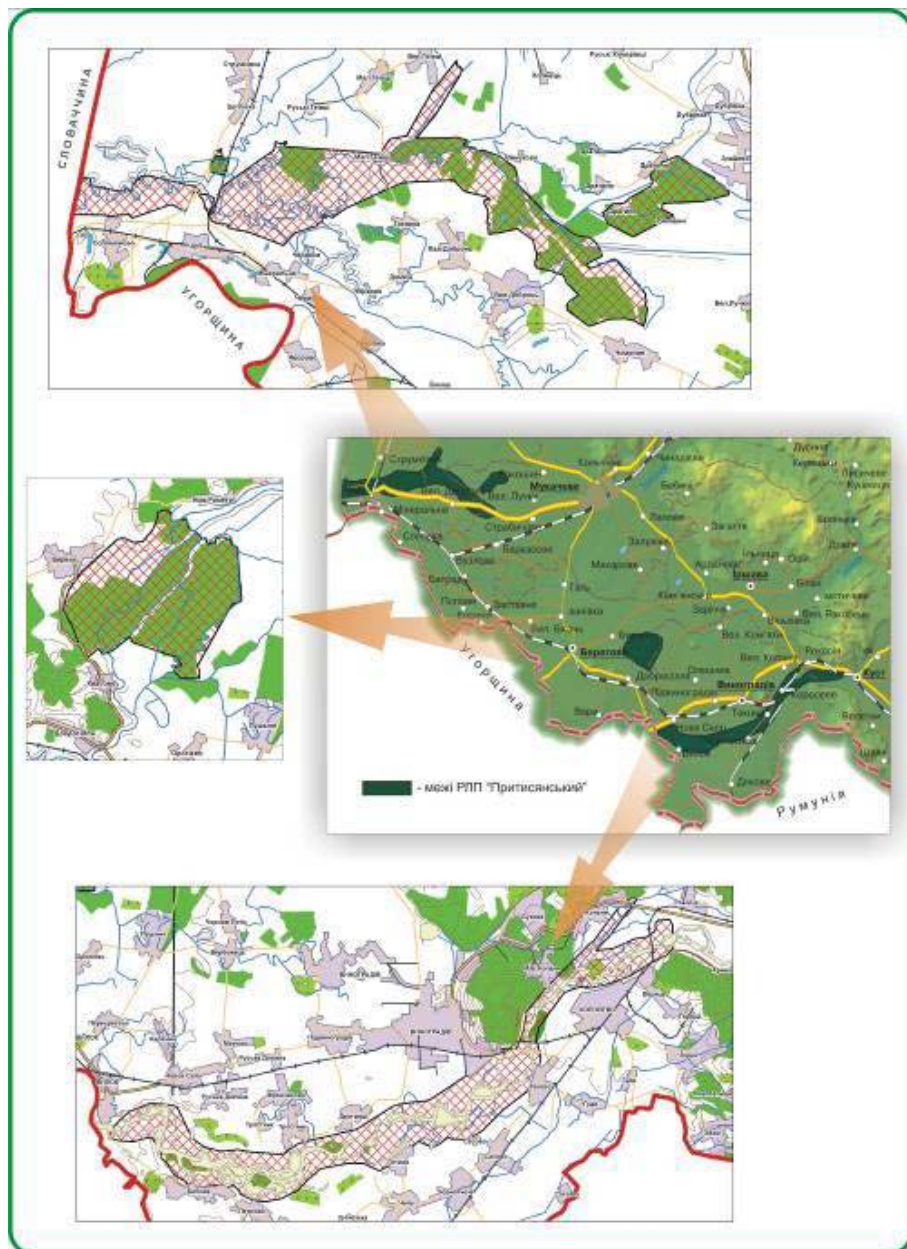
After long-term work with authorities and local communities (over 6 years) the Regional Landscape Park “Prytysianskyi” (10,330.66 ha) has been established by the Regional Parliament Decision (Fig.6). However, this achievement is not at the moment a sufficient measure to ensure effective protection of these habitats. Much more conservation work is needed. Long term impact on these stands requires restoration activities. The management implications, like the removal of the river dams in selected parts of the river course, recovering of vegetation stands, prevention of further human-caused changes of hydrodynamics in connection to conservation issues for biodiversity hot-spots and “no border” management decisions

could be imposed as substantial measures to improve the naturalness of hydromorphic processes and help to decrease the number of catastrophic floods for the Tisza river system.

The newly established Regional Landscape Park Establishment will also encourage new investment in the Transcarpathia for tourism development, increasing employment, the support for local crafts (e.g. wine barrel and furniture manufacturing), help to reduce the risk of heavy floods in the settlements and consequently aid in alleviating poverty in the region. The proposed Park could open a new possibility for transboundary co-operation also for biodiversity protection, pollution decrease and sustainable forestry. These outcomes could also form economic and cultural bridges between the EU and Ukraine, which could initiate number of programme on improvement of human living standards based on ‘green’ economy approach.

#### **References**

1. Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 3rd ed. – Wien, New York: Springer.
2. Drescher A.; Prots B.; Mountford O., 2003a: The world of old oxbowlakes, ancient riverine forests and meliorated mires in the Tisza river basin. *Fritschiana* 45: 43–69.
3. Drescher, A.; Prots B.; Mountford, O., 2003b: Project Transcarpathian riverine forests, Ukraine, at the start point. In: Benedek, J.; Schulz, E. (eds.) *Südosteuropa, WGM* 63: 139–144.
4. Drescher, A., Prots, B., 2005: European floodplain forests: a case study in Transcarpathia (Zakarpattya), Ukraine. In: Commarmot, B.; Hamor, F.D. (eds): *Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation*. Conference 13-17 October 2003, Mukachevo, Ukraine. Proceedings. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL; Rachiv, Carpathian Biosphere Reserve, 440-446.
5. Ellenberg, H.; Weber, H.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W.; Paulissen. 1991: *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. *Scripta Geobotanica* 18: 248p.
6. Grime, J.P., 1979: *Plant Strategies and Vegetation Processes*. New York: Wiley & Sons.
7. Hamar, J.; Sárkány-Kiss, A. (eds.) 1999: The Upper Tisa Valley. Preparatory proposal for Ramsar site designation and an ecological background. Hungarian, Romanian, Slovakian and Ukrainian co-operation. – Tisza Klub for Environment and Nature, Szolnok, 502 pp.
8. Moss, D.; Wyatt, B.K.; Cornaert, M.-H.; Roekaerts, M., 1991: *CORINE Biotopes Manual: Methodology. Data specifications*, Vols. 1 and 2. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
9. Naiman, R.J.; Bilby R.E. (eds.) 1997: *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*. New York: Springer-Verlag.
10. Naiman, R.J.; Décamps, H. 1997: The ecology of interfaces: Riparian Zones. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 28: 621–58
11. Rand McNally Westermann. 1994. *The International Atlas*. G. Westermann Verlag.
12. Tutin, T.G.; Burges, N.A.; Chater, A.O.; Edmondson, J.R.; Heywood, V.H.; Moore, D.M.; Valentine, D.H.; Walters, S.M.; Webb D.A. 1993: *Flora Europaea*. Vol. 1, 2nd ed.



**Fig. 6. Territory of the Regional Landscape Park "Prytysianskyi"**

13. Tutin, T.G.; Heywood, V.H.; Burges, N.A.; Moore, D.M.; Valentine, D.H.; Walters, S.M.; Webb, D.A. 1968: 1972, 1976, 1980. Flora Europaea. Vols. 2–5.
14. Ukrainian Red Data Book. Plant Kingdom. 2009. Kyiv. 900 pp. (in Ukrainian).
15. Zakarpatska Oblast. Topographic map 1:200000. 1999. "Military Cartographic Factory" Publisher. – Kyiv (in Ukrainian)

#### **ЗАПЛАВНІ ЛІСИ ЗАКАРПАТТЯ: ІСНУВАННЯ ПОРЯД ІЗ ЛЮДИНОЮ Б.Г. ПРОЦЬ**

Заплавні ліси Закарпаття (Закарпатська область, Західна Україна) представляють собою один із найбільших за розміром рефугіумів давніх заплавних лісів Центральної Європи. Протягом останніх 100 років площі заплавних лісів у північно-східній частині Угорської рівнини зменшилися на 41% (на території Словаччини) та на 44% (на території Закарпаття). Заплавні ліси Закарпаття залишаються одним із найбільш важливих (не достатньо досліджених) осередків біорізноманіття центральноєвропейських рівнинних заплавних лісів, які потребують ефективних заходів охорони. Після довготривалих обговорень проблем охорони заплавних екосистем із представниками влади та місцевих громад (понад 6 років) рішенням Закарпатської обласної ради було створено регіональний ландшафтний парк «Притисянський», площею 10 330,66 га. Проте цього рішення є не достатньо для ефективного збереження цих екосистем.

**Ключові слова:** заплавні ліси, осередки біорізноманіття, охорона, Закарпаття

**Acknowledgement.** The study is supported by the Whitley Fund for Nature and WWF-UK ("Transcarpathian Riverine Forests, Ukraine" Project, UK006702P).

Одержано редколегією 16.11.2010



## **FRITILLARIA MONTANA HORPE (LILIACEAE): ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОШИРЕННЯ В УКРАЇНІ**

**М.А. Каземірська, І.І. Чорней**

*Наведено відомості про ареал *F. montana* та її поширення в Україні. Представлено деякі екологічні особливості (оселища виду, висотний діапазон) виду по всьому ареалу його розповсюдження.*

*Ключові слова: поширення, *Fritillaria montana* Норпе, таксон.*

**Вступ.** *Fritillaria montana* Норпе – цибулинний ефемероїдний геофіт, рідкісна високодекоративна ранньовесняна рослина, зникаючий південно-європейсько-балканський вид з диз'юнктивним ареалом. Знаходиться під охороною Бернської конвенції [25], уключений до двох останніх видань Червоної книги України [19; 20].

Як зазначає Kamari G. [29], європейські ботаніки тривалий час ототожнювали *F. montana* Норпе ex W.D.J. Koch з іншими видовими таксонами роду *Fritillaria*, такими як, наприклад, *Fritillaria orientalis* Adams (Rix 1980) чи *F. tenella* M. Bieb. (Pignatti 1982), *F. degeniana* H. Wagner; *F. intermedia* N. Terracc.; *F. liburnica* B. Lengyel, *F. pollinensis* N. Terracc. Ці види поширені в Південно-Східній Європі, зокрема на території від Південно-Східної Франції до Румунії [23].

В Україні вид знаходиться на крайній північно-східній межі ареалу свого поширення. Впродовж останнього десятиліття виявлено нові місцезнаходження його на території України. Вважаємо за необхідне детально висвітлити відомості про його ареал, а також охарактеризувати особливості висотного діапазону приуроченості місцезростань виду.

**Матеріали та методи.** Матеріали для дослідження зібрані на підставі опрацювання фондів Гербаріїв Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW), Львівського національного університету імені Івана Франка (LW), Львівського природознавчого музею (LWS), Інституту Екології Карпат (LWKS), Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (CHER) та за результатами аналізу літературних матеріалів.

**Результати та обговорення.** Рід *Fritillaria* L. (Liliaceae) представлений бульбоцибулинними багаторічними рослинами, які поширені в помірних регіонах Північної півкулі і відомі з Китаю, Японії та Центральної Азії, трапляються у регіоні Середземномор'я, в Європі і в Північній Америці. Згідно з Rønsted & al. [33], цей рід налічує 100 видів, проте Kamari & Phitos [29] наводять у його складі 145 видів.

Таким чином, загальний ареал роду *Fritillaria* охоплює в основному помірну і субтропічну зони північної півкулі (Євразія, Північна Америка) і простягається головним чином у Японо-Китайській підобласті Євразії, Північній Америці і на території Древнього Середземномор'я [2; 12]. Е.М. Ріх, який опрацював рід *Fritillaria* L. для Флори Європи ("*Flora Europaea*") вважає, що регіон Східного Середземномор'я є центром різноманітності видів роду *Fritillaria*, але первинним еволюційним центром виникнення видів роду, є Іран [31; 32].

Значне видове різноманіття видів цього роду властиве для Балканського півострова. Зокрема для флори Греції наводять 24 види і п'ять підвидів роду *Fritillaria*. Kamari & Phitos [29] вважають, що Греція являє собою другий еволюційний центр для підроду *Fritillaria* Ріх, що підтверджує Е.М. Ріх, який вважав Туреччину та Грецію вторинним еволюційним центром підроду, адже 18 з 24 видових таксонів були відомі з Греції. Пізніше підрид *Fritillaria* був відокремлений Bakhshi Khaniki & Persson (1997), як окремий рід, базуючись головним чином на морфології нектарників. Проте, більшість з решти морфологічних особливостей, а також каріологічні та молекулярні дані підтримують трактування, яке пропонує Ріх, виділяючи *Fritillaria* в окремий підрид.

З інших частин Балкан відома значно менша кількість таксонів видового рангу роду *Fritillaria*. В той час, як в Туреччині і на Східних островах Егейського моря, знайдено 38 видів і лише два види роду були відмічені для території Європейської Туреччини [24]. Очевидно, що на Балканському півострові кількість видів роду *Fritillaria* збільшується з півночі на південний схід [29]. Так, на території Македонської республіки зафіксовано шість видів [33]; в Албанії – п'ять видів з шістьма підвидами [36]; в Боснії і Герцеговині – три види [34]; на території Хорватії – три види з чотирма підвидами [34]; у Словенії – два природних види [34].

Е.М. Ріх розробив систему роду *Fritillaria*, засновану на морфологічних ознаках і виділяє ві-

сім підродів у межах роду:

- 1) *Fritillaria* Rix (*Eufritillaria* Boiss.) – включає дві секції *Olostyla* Rix (шість серій) і *Fritillaria* Rix (десять серій);
- 2) *Rhinopetalum* Fisch.;
- 3) *Japonica* Rix;
- 4) *Theresia* K. Koch;
- 5) *Petilium* (L.) Endl.;
- 6) *Liliorhiza* (Kellogg) Benth. Hook. f. (три серії);
- 7) *Davidii* Rix
- 8) *Korolkovia* Rix.

Ареал секції *Fritillaria* Rix, до якої належать і види, що зростають в Україні (*F. meleagris* L., *F. meleagroides* Patrin ex Schult et Schult. fil., *F. montana* Hoppe і *F. ruthenica* Wikstr.) [2; 7; 8], охоплює Середземномор'я, Південну Європу, Кавказ, Західний Сибір, Середню Азію, Тибет, Гімалаї і нагір'я Північно-Західного Китаю.

Ця секція охоплює більше половини існуючих видів і характеризується наявністю бульбоцибулини з двома (рідко трьома чи чотирма) м'ясистими лусочками, як правило, покрита напівпрозорою тунікою, з однією дзвоникоподібною мозаїчною квіткою, іноді з двома чи трьома, рідко з більшою кількістю; листки супротивні чи почергові [23].

Загальний ареал *F. montana* охоплює Південно-Східну Францію, Австрію (Тіроль), Італію, Словенію, Хорватію, Боснію і Герцеговину, Чорногорію, Сербію, Болгарію, Македонську республіку, Албанію, Грецію, Угорщину, Румунію та Україну [2; 38].

Це – субсередземноморський вид, поширений у гірських країнах Південно-Східної Європи [11].

Згідно з Tomović G. & al. [34] вид належить до субсередземноморсько – причорноморсько-понтійського елементу флори (С-Е Mediterranean-Submediterranean – Pontic – субсередземноморсько – понтійський вид / С-Е Submediterranean- W-C Pontic – субсередземноморсько-причорноморсько-понтійський вид).

*F. montana* була описана в 1832 році Норре в околицях м. Триєсту (Італія) (*LWS*). В той час як, *F. orientalis* і *F. tenella* M.Bieb були описані з Кавказу в 1805 і 1808 роках, відповідно. А *F. degeniana* була описана в 1906 році в Сербії (Deliblatska Sands, Banat region – *locus classicus*) [23].

Перша спроба диференціювати *F. montana* і *F. orientalis* була зроблена у Флорі СРСР, де також містяться вказівки щодо різних ознак цих двох таксонів [12]. Два види є географічно розділеними в СРСР, а саме: *F. montana* росте в Європейській частині (українське Прут-Дністров'я та Поділля), в той час як *F. orientalis* трапляється лише на Кавказі (Арменія та Грузія). Згодом,

більш детальні ознаки морфологічної характеристики виду, що стосуються вегетативної та генеративної сфери, були наведені Захаріаді [38].

У Флорі Угорщини [27] і у Флорі Сербії [26; 34] *F. degeniana* і *F. montana* були виділені в якості окремих таксонів видового рангу. Можливо, така ситуація склалася на основі публікації Вагнера [37], який описав *F. degeniana* з Deliblatska Sands і представив детальний порівняльний аналіз морфологічних ознак як *F. degeniana*, так і *F. tenella* (синонімом якої Вагнер вважає *F. montana*).

Тим не менш, Е.М Ріх [32], вважає, що існує лише один вид – *F. orientalis*, синонімом якої і вважається *F. montana* і *F. tenella* (оскільки саме *F. orientalis* вважався близько спорідненим з *F. montana*). Ця позиція Рікса [31; 32] була прийнята майже всіма авторами у відповідних регіональних флорах, наприклад, такими авторами як Martinčič & al. ("*Small Flora of Slovenia*", 1999), Vangjeli ("*Flora of Albania*", 2000), Nikolić ("*Flora Croatica Data Base*", 2006) [34] що, можливо, і послугувало тому, що види вважалися синонімами.

Важливо відзначити, що всі три (чотири) таксони – *F. montana*, *F. orientalis* = *F. tenella* і *F. degeniana* були описані з "суміжних місць" поширення всього ареалу *F. montana*. Таким чином, слід очікувати велику варіацію морфологічних ознак серед цих пограничних популяцій виду.

Проте, G. Kamari в праці "*Mountain flora of Greece*" [28], диференціював *F. montana* від *F. orientalis*, враховуючи, що *F. montana* розповсюджена в Південній та Південно-Західній Європі (включаючи Грецію), в той час, як *F. orientalis* обмежується лише Кавказом.

Крім того, З.Т. Артюшенко у "Флорі європейської частини СРСР" [1], зазначає, що рослини, які наводяться для території Молдавії і України, під назвою *F. montana* є насправді *F. meleagroides*.

Проте, згідно відомостей Мордак Е.В., наведених у "Новості систематики вищих рослин" [14] на території Молдавії *F. meleagroides* наводиться помилково. А в Молдавії зростає саме *F. montana*. Ці два види добре відрізняються за листками. Так, у *F. meleagroides* листки завжди чергові, рідко і рівномірно розміщені на стеблі, приквітковий листок зазвичай один і набагато вужчий, ніж стеблові листки. У *F. montana* стебло інтенсивно облісне у верхній половині, нижні листки часто супротивні, приквіткові – в мутівці, по 2-4.

Мордак Е.В. також стверджує, що *F. orientalis* є синонімом *F. tenella*, оскільки Біберштейн описав *F. tenella* Bieb., не знаючи про роботу Адамса, в якій були описані нові види *Fritillaria*, і по-



вторно описав ці види, посилаючись на збори А.А. Мусина-Пушкіна, який разом з Адамсом мандрував Кавказом. Проте, дізнавшись про працю Адамса, він зазначив їх у своїй роботі, але як синонім власної назви. Е.В. Мордак [14] також зазначає, що в деяких регіональних флорах Південної Європи *F. orientalis* (= *F. tenella*) помилково ототожнюють з *F. montana*. Проте, незважаючи на зовнішню схожість, обидва види добре розрізняються за листками та квітами. У останнього виду квіти помітно дрібніші і з менш чітким шаховим малюнком, а між стебловими листками і приквітковими на стеблі є безлистий інтервал.

У Конспекті флори Кавказу [15] *F. montana* не представлена, а наводиться лише *F. orientalis*, синонімом якої вважається *F. tenella*. А у Визначнику рослин Угорщини *F. montana* не наводиться [30], на відміну від флори Сербії [26; 34].

Результати каріологічного аналізу підтверджують, що *F. montana* є самостійним видовим таксоном, що має  $2n = 18$  хромосом [29]. Всі інші види підроду *Fritillaria* мають набір хромосом  $2n = 24$  (за винятком також *F. ruthenica* Wikström ( $2n = 18$ )). Це хромосомне скорочення, ймовірно, результат послідовної хромосомної реконструкції і перетворення телоцентричних хромосом в метацентричну [29]. Більш того, дослідження італійських вчених, що мали на меті біометричне вивчення морфометричних показників *F. montana* показали, що цей вид, незважаючи на свою високу морфологічну мінливість, є чітко виділеним одним (самостійним) таксоном, без внутрішньовидових підрозділів. За даними авторів, це також підтверджує і нещодавній таксономічний аналіз цього виду такими вченими як Zaharof [39] та Kamari G. [28; 29]. Крім того, *F. montana* досить ізольований таксон в секції *Fritillaria*, без очевидного систематичного зв'язку з іншими видами цієї секції, такими як, наприклад, *F. messanensis* Raf. і *F. epirotica* Rix [39].

У Греції, вид *F. montana* приурочений до чагарникових угруповань або зростає на скелястих місцях у відкритих листопадних букових лісах, на висотах від 1000 м до 1800 м, на офіолітових або вапнякових ґрунтах [28].

В той час, як в Албанії він росте в гірських і субальпійських регіонах, на висотах від 600 м і 1400 м, на серпентинах і вапняках [36].

У Македонській Республіці він був знайдений на висотах (Skopska Crna Gora) близько 300 м, досягаючи більших висот в горах Ябланики (Jablanica) – 1900 м н. р. м. В Сербії *F. montana* в основному зростає на серпентинах геологічного субстрату, але також був описаний і на пісках, силікатних і вапнякових ґрунтах. Вид зустрічається в різних типах рослинних угруповань, на

висотах від 80 м до 1700 м н. р. м. [34].

В Молдові зростає в області північних припрудських дібров і заплавної трав'янистої рослинності, а також в широколистяних лісах Кодр, в субаридних дібровах, області правобережного Придністров'я й сухих дібров лівобережного Придністров'я [5].

В Україні *F. montana* знаходиться на північно-східній межі ареалу. Трапляється в межах Поділля (Хмельницька область (околиці м. Кам'янець-Подільський та с. Устя), Північної Бессарабії (Чернівецька область) та наводиться для пониззя р. Кучурган поблизу с.м.т. Біляївка Одеської області [9; 10].

Тривалий час *F. montana* для території України наводилась тільки з двох місцезнаходжень – це Поділля (околиці м. Кам'янець-Подільський) та з Одеської області. Зокрема, такі дані наведені у "Флорі України" [2], у "Визначнику рослин України" [4], у "Определителе высших растений Украины" [16].

Через тривалу відсутність знахідок цього виду його включили до списку втрачених для флори України видів, про що зауважили у своїй публікації М.А. Голубець і Б.В. Заверуха [3; 6]. В 1992 році В.Г. Собко повідомляє про нову знахідку цього виду поблизу с.м.т. Біляївка Одеської області [18], але у другому виданні Червоної книги України, зростання його в цьому регіоні ставиться під сумнів.

Проте, на території Чернівецьчини *F. montana* була виявлена ще в 30-х роках минулого століття. Так, у фондах Гербарію Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича (CHER) зберігається гербарний зразок *F. montana*, зібраний в околицях с. Зелена Кельменецького району в 1930 р. (U. Jireada, CHER).

Гербарні збори *F. montana* з території Чернівецької області належать також і румунському дослідникові Е. Цопі (м. Сокиряни, ур. Шипот, 29.04.1935 р., Е. Тора, CHER). Саме він є автором перших літературних відомостей стосовно поширення *F. montana* на території Прут-Дністров'я та Північної Бессарабії [35]. У його праці, яка опублікована в Бюлетені ботанічного саду Яського університету міститься повідомлення про зазначене вище оселище виду. Проте ця інформація (про поширення *F. montana* на території Чернівецьчини) тривалий час залишалася невідомою для українських ботаніків. Згадка про це з'являється лише в публікаціях чернівецьких ботаніків в 2000-2001 рр. [21; 22] І вже у третьому виданні "Червоної книги України" [20] враховано відомості про стан популяцій з околиць сіл Михайлівка Кельменецького та Шебутинці і м. Сокиряни Сокирянського районів.

На підставі опрацювання літературних мате-

ріалів, фондів Гербарію Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (*KW*), Львівського національного університету імені Івана Франка (*LW*), Львівського природознавчого музею (*LWS*), Інституту екології Карпат (*LWKS*), Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (*CHER*) та результатів власних польових досліджень встановлено, що на території України *F. montana* відома з 10 локалітетів, більшість яких зосереджена Прут-Дністровському межиріччі [9; 10].

Наводимо кадастр поширення *F. montana* на території України:

Хмельницька область:

1) Кам'янець-Подільський р-н (в межах НПП "Подільські Товтри"), лівий берег р. Дністер, біля дач педінст-ту, за с. Устя, залісна уголовина, 24.04.1999, Л.Г. Любінська (*KW*), [13]; Кам'янець-Подільський р-н, околиці с. Устя, вниз за течією Дністра від села, дубовий ліс за дачами, leg. 17.04.2001, О.О. Кагало, det. 06.02.2002, Н.В. Скібіцька (*LWKS*).

Чернівецька область:

Хотинський район:

2) околиці с. Крутеньки, Хотинський ДЛГ, Новоселицьке л-во, кв. 2, в. 12, лісокультури ясеня з липою, 17.07.2007, І.І. Чорней, В.В. Буджак, А.І. Токарюк, О.Д. Волюца (*CHER*); 24.04.2010, М.А. Каземірська (*CHER*).

3) околиці с. Каплівка, Хотинський ДЛГ, Новоселицьке л-во, кв. 39, в. 6, черешнево-дубовий ліс, 18.04.2008, І.І. Чорней, В.В. Буджак, А.І. Токарюк, О.Д. Волюца (*CHER*); 20.04.2010, М.А. Каземірська (*CHER*).

Кельменецький район:

4) околиці с. Зелена, 15.06.1930, U. Jireada; околиці с. Зелена, Кельменецьке л-во, кв. 48, в. 16, лісокультури, 25.04.2008, І.І. Чорней, В.В. Буджак, А.І. Токарюк, О.Д. Волюца (*CHER*); 17.04.2010, М.А. Каземірська (*CHER*).

тури, 25.04.2008, І.І. Чорней, В.В. Буджак, А.І. Токарюк, О.Д. Волюца (*CHER*); 17.04.2010, М.А. Каземірська (*CHER*).

5) околиці с. Михайлівка, Хотинський ДЛГ, Новоселицьке л-во, кв. 1, в. 10, лісокультури клена та ясеня 24.04.1998, І.І. Чорней, В.В. Буджак (*CHER*; *KW*); 18.04.2008, І.І. Чорней, В.В. Буджак, А.І. Токарюк, О.Д. Волюца (*CHER*); 27.04.2010, М.А. Каземірська, А.І. Токарюк (*CHER*).

6) околиці с. Подвір'ївка, урочище Бортос, лучно-степові схили, 25.04.2006, Волюца (*CHER*); околиці с. Подвір'ївка, урочище Бортос, понижені зволожені ділянки на лучно-степових схилах. 25.04.2008, І.І. Чорней, В.В. Буджак, А.І. Токарюк, О.Д. Волюца (*CHER*); 17.04.2010, М.А. Каземірська (*CHER*).

7) околиці с. Ленківці Кельменецького району (Свиридюк, 2010) [17].

Сокирянський район:

8) околиці с. Шебутинці, урочище Шебутинський яр, 8.05.1999, Чорней, Буджак (*CHER*); 23.04.2010, дубово-грабовий ліс, В.В. Буджак, А.І. Токарюк, М.А. Каземірська (*CHER*);

9) околиці с. Михалково, дубово-грабовий ліс на схилі північно-західної експозиції крутизною 15–20° на схилах до р. Дністер, 18.04.2010, М.А. Каземірська, А.І. Токарюк (*CHER*) [9];

10) околиці с. Розкопинці (до м. Сокиряни), 29.04.1935, Е. Тора (*CHER*); Хотинський держлісгосп, Сокирянське лісництво, кв. 24, в.30, урочище "Ізвор", на схилах р. Сокирянка, кленово-дубово-грабовий ліс, 23.04.2004, О.Д. Волюца, А.І. Токарюк (*CHER*); 25.04.2010, дубово-грабовий ліс, М.А. Каземірська, А.І. Токарюк (*CHER*).

Нами на основі опрацювання літературних відомостей складена попередня карта загального ареалу *F. montana* (рис.).



Рис. Загальний ареал *Fritillaria montana* Норре

**Висновки.** *F. montana* є самостійним видовим таксоном, ареал якого охоплює Південну та Південно-Західну Європу, на відміну від *F. orientalis*, ареал якої обмежується лише Кавказом. На території України вид має статус зникаючого і знаходиться на північно-східній межі ареалу. Більшість місцезнаходжень виду, які зосереджені на території Прут-Дністров'я потребують подальших моніторингових досліджень за станом популяцій виду з метою їх збереження та відтворення у подібних біотопах.

#### Список літератури:

1. Артюшенко З.Т. Род 16. Рябчик – *Fritillaria* L. // Флора европейской части СССР. – Л.: Наука, 1979. – Т. 4. – С. 236-237.
2. Бордзіловський Є.І. Родина Лілійні – *Liliaceae* Hall. // Флора УРСР. – К.: Вид-во АН УРСР, 1950. – Т. 3. – С. 61-266.
3. Вавриш П.О. у статті "Червона книга України" і проблеми охорони видів рослин та грибів // Укр. бот. журн. – 1992. – Т. 49, № 6. – С. 73-90.
4. Визначник рослин України. – К.: Наук. думка, 1965. – 878 с.
5. Гейдеман Т.С. Определитель высших растений Молдавской ССР. – Кишинев: Издательство "Штиинца", 1975. – 574 с.
6. Голубец М.А., Заверуха Б.В. Современное состояние генофонда флоры УССР // В кн.: Генетические ресурсы растений и животных Украинской ССР. – К.: Наук. думка, 1987. – С. 9-23.
7. Діденко І.П. Види роду *Fritillaria* L. (*Liliaceae*) в Україні (еколого-ценотичні особливості та охорона). Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2007. – 20 с.
8. Діденко І.П. Географічне поширення *Fritillaria montana* Норре в Україні // Мат-ли XII з'їзду Українського ботанічного товариства. – Одеса, 2006. – С. 28-29.
9. Каземірська М.А. Нова знахідка *Fritillaria montana* Норре на території Прут-Дністров'я // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених (21-25 вересня 2010 р., м. Ялта). – Сімферополь: ВД «АРІАЛ», 2010. – С. 115-116.
10. Каземірська М.А., Волуца О.Д., Токарюк А.І. та ін. Нові місцезнаходження *Fritillaria montana* Норре (*Liliaceae*) у Прут-Дністровському межиріччі // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених (13-16 серпня 2008 р., м. Кам'янець-Подільський). – К., 2008. – С. 97-98.
11. Клеопов Ю. Д. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. – К.: Наук. думка, 1990. – 352 с.
12. Лозина-Лозинская А.С. Род Рябчик // Флора СССР. – Л.: Изд-во АН СССР, 1935. – Т. 4. – С. 302-322.
13. Любінська Л.Г. *Fritillaria montana* Норре (*Liliaceae* Juss.) в національному природному парку "Подільські Товтри". – Укр. бот. журн. – 2000. – Т. 57, № 3. – С. 284-286.
14. Мордак Е.В. Род *Fritillaria* L. (*Liliaceae*) во флоре Кавказа // Новости систематики высших растений. – 1998. – Т. 31. – С. 12-22.
15. Мордак Е.В. Род *Fritillaria* L. // Конспект флоры Кавказа: в 3-х томах. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2006. – С. 76-79.
16. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
17. Свиридюк Д.О., Щербак О.Ф. Біоморфологічні та популяційні особливості *Fritillaria montana* Норре в Хотинсько-Могилівському Придністров'ї // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених (21-25 вересня 2010 р., м. Ялта). – Сімферополь: ВД «АРІАЛ», 2010. – С. 286-288.
18. Собко В.Г. Нові види та нові місцезнаходження рідкісних рослин флори України // IX з'їзд Українського ботанічного товариства (тез. доп.). – К.: Наук. думка, 1992. – С. 44.
19. Червона книга України. Рослинний світ / ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – К.: УЕ, 1996. – 608 с.
20. Червона книга України. Рослинний світ / ред. Я.П. Дідух. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.
21. Чорней І.І., Буджак В.В., Термена Б.К. та ін. Нові відомості про поширення на Чернівецьчині судинних рослин з Червоної книги України та їх охорона // Укр. бот. журн. – 2001. – Т. 58, № 1. – С. 78-83.
22. Чорней І.І., Буджак В.В., Токарюк А.І. Хорологічна характеристика ефемероїдних геофітів з Червоної книги України на території Чернівецької області // Наук. вісник Ужгородського держун-ту. Серія Біологія. – 2000. – № 8. – С. 18-22.
23. Bartolucci F., Caparelli K.F., Peruzzi L. A biometric study of *Fritillaria montana* Hoppe ex W.D.J. Koch s.l. (*Liliaceae*) shows a single polymorphic species, with no infraspecific taxa // Plant biosystems. – Vol. 143, № 3. – 2009. – P. 516-527.
24. Başak N. The genus *Fritillaria* (*Liliaceae*) in European Turkey. – Bot. Chron. (Patras), 1991. – № 10. – P. 841-844.
25. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. – Annex II (b). Plants. – P. 32-50.
26. Diklić N. *Liliaceae* A.L. Juss. // Flore de la Republique Socialiste de Serbie. Vol. 7. – 1975. – P. 492-568.
27. Jávorka S. *Fritillaria* L. // Flora Hungarica. – Studium, Budapest, 1924. – Vol. 1. – P. 175-176.
28. Kamari G. *Fritillaria* L. // Mountain flora of Greece. – Edinburgh Univ. Press, 1991. – Vol. 2. – P. 672-683.
29. Kamari G., Phitos D. Karyosystematic study of *Fritillaria messanensis* s.l. (*Liliaceae*) // Willdenowia (Special Issue). – Berlin-Dahlem, 2006. – № 36. – P. 217-233.
30. Mesterházy A., Király G. – *Liliaceae* (s. str.) // Új Magyar flórájának. Végvárország hajtásos növényei. – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, 2009. – P. 485-488.
31. Rix E.M. *Fritillaria* L. (*Liliaceae*) in Iran // Iran Journal Botany. – 1977. – P. 75-95.
32. Rix E.M. *Fritillaria* L. // Flora Europaea. – Cambridge Univ. Press, 1980. – Vol. 5. – P. 31-34.

33. Rønsted N., Law S., Thornton H., Fay F. M., Chase M. W. Molecular phylogenetic evidence for the monophyly of *Fritillaria* and *Lilium* (*Liliaceae*; *Liliales*) and the infrageneric classification of *Fritillaria* // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – № 35. – 2005. – P. 509-527.
34. Tomović G., Vukojičić S., Niketić M., Zlatković B., Stevanović V. *Fritillaria* (*Liliaceae*) in Serbia: distribution, habitats and some taxonomic notes // *Phytologia Balcanica*. – Sofia, 2007. – №13 (3). – P. 359–370.
35. Ţopa E. Fragmente floristice din Bucovina şi Basarabia de Nord // *Bul. Grădinii Botanice şi al Muzeului Botanic de la Univ. din Cluj*. – 1936. – № 15. – P. 209-218.
36. Vangjeli J. Flora of Albania. – Albanian Akad., Tirana (in Albanian), 2000. – Vol. 4. – 502 p.
37. Wagner J. *Fritillaria degeniana* nov. sp. // *Magyar Bot. Lapok*, 1906. – № 5 (7). – P. 189-195.
38. Zahariadi C. Fam. *Liliaceae*, *Amyrillidaceae* // *Flora Republicii Socialiste România*. – Editura Academiei Republicii Socialiste România, 1966. – Vol. XI. – P. 291-295.
39. Zaharof E. A phenetic study of *Fritillaria* (*Liliaceae*) in Greece // *Plant Systematics and Evolution*. – Springer-Verlag, 1988. – № 161. – P. 23-34.

## ***FRITILLARIA MONTANA* HOPPE (*LILIACEAE*): GEOGRAPHIC CHARACTERISTICS, DISTRIBUTION IN UKRAINE**

**M.A. KAZEMIRSKA, I.I. CHORNEY**

Notes about the general area of distribution of *F. montana* and spreading in Ukraine are highlighted. Furthermore, certain ecological features (habitat, altitudinal preferences) for *F. montana* throughout its distribution range are presented.

*Key words:* distribution, *Fritillaria montana* Hoppe, taxon.

Одержано редколегією 25.11.2010

## АДВЕНТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ ФЛОРИ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

І.І. Мойсієнко

Кафедра ботаніки Херсонського державного університету,  
73000, м. Херсон, вул. 40 років Жовтня, 27; e-mail: [vanvan@ksu.ks.ua](mailto:vanvan@ksu.ks.ua); 0676092766, 0990104211.

*Адвентивний елемент флори Північного Причорномор'я включає 565 видів судинних рослин (27,9 % від загальної кількості видів). Представлений аналіз адвентивного елементу флори за первинними ареалами, часом заносу та ступенем натуралізації видів.*

*Ключові слова: антропофіти, флора, Північне Причорномор'я.*

Зміни природних умов, які відбуваються в результаті господарської діяльності людини, цілком придатні для порівняння з геологічними процесами, а за швидкістю розвитку значно переважають їх. Важливим чинником таких змін є проникнення з більш-менш віддалених районів у склад флори організмів які природно не характерні для цієї флори. Цей процес набув сьогодні глобального масштабу і віднесений до однієї з головних (другою після знищення місцезростань) загроз біорізноманіттю (Ріо-де-Жанейро, 1992). Повсюдно констатується зростання кількості інвазій. Участь адвентивних видів рослин у складі флори США складає 29,0 %, Японії – 14,0 %, Австралії – 11,0 % (Протопопова та ін., 2002), островів Тристан-да-Кунья – 53,0 %, острові Святої Єлени – 53,3 %, Гавайських островів – 41,6 % (Kornaś & Medwecka-Kornaś, 2002). В країнах Європи відсоток натуралізованих антропофітів складає 14-18 % (флора Британських островів – 16,0 %, Німеччина – 16,0 %, Данії – 18,0 %) (Kornaś & Medwecka-Kornaś, 2002). Якщо ж враховувати увесь адвентивний елемент флори, то для цих же країн відсоток антропофітів зростає до 38,7 %, 30,8 % та 45,5 % антропофітів, відповідно (Lambdon et al., 2008). Антропофіти завдають значної шкоди як природним екосистемам так і економіці країн в які вони проникли.

Адвентивний елемент флори судинних рослин Причорномор'я налічує 565 видів, що складає 27,9 % від загальної кількості видів досліджуваної флори. В цілому в Україні адвентивний елемент складає 14,2 % її флори (Протопопова та ін., 2002), що говорить про високий рівень інвазії та натуралізації адвентивних видів в Причорномор'ї. Рівень видів адвентивних рослин у складі флори Причорномор'я є досить високим на фоні регіональних флор Східної Європи: Середнє Придніпров'я – 574 види (28,6 %) (Джуран та ін., 2007), Вороніжська область – 435 видів (25,0 %) (Григор'євська та др., 2004), південна Бессарабія (майже 25,0 %) (Васильєва, Коваленко, 2003), правобережне степове Придніпров'я – 317 видів

(22,2 %) (Кучеревський, 2004), Південний-Схід України – 431 вид (20,9 %) (Остапко та др., 2009), пониззя межириччя Дністер-Тилігул – 196 видів (22,7 %) (Бондаренко, 2009), Східне Полісся – 268 видів (20,4 %) (Лукаш, 2009), флора Прикарпаття – 204 види (13,9 %) (Ткачик, 2000).

П'ятсот шістдесят п'ять антропофітів Північного Причорномор'я належать до 83 родин та 323 родів з 3 відділів. Провідними родинами флори є *Asteraceae* Dumort., *Poaceae* Barnhart, *Brassicaceae* Burnett., *Fabaceae* Lindl., *Chenopodiaceae* Vent., *Lamiaceae* Lindl., *Rosaceae* Juss., *Apiaceae* Lindl., *Solanaceae* Juss., *Boraginaceae* Juss. Специфіка родинного спектру адвентивного елементу флори полягає у зростанні ролі родин *Brassicaceae* та *Chenopodiaceae* і входженні в першу десятку *Solanaceae*. Найбільш поліморфними родами є *Amaranthus* L., *Euphorbia* L., *Xanthium* L., *Chenopodium* L., *Lepidium* L., *Artemisia* L., *Setaria* P.Beauv., *Solanum* L., *Atriplex* L., *Hordeum* L., *Veronica* L. Родовий спектр виявився більш чутливим відносно адвентизації флори і відповідно більш трансформованим. Більшість родів (за виключенням *Euphorbia* та *Veronica*) є не характерними для загального родового спектру.

Адвентивні види потрапили на територію Північного Причорномор'я з різних куточків земної кулі. Аналіз донорних територій за кількістю репрезентованих адвентивних видів дозволяє встановити певні закономірності щодо формування адвентивного елементу флори. В результаті аналізу адвентивного елементу флори за первинними ареалами виділено 65 ареалогічних груп (табл. 1). За основу виділення останніх використана подібна класифікація В.В. Протопопової (1991), розроблена для адвентивного елементу флори України. Для зручності аналізу виділені 65 ареалогічних груп об'єднані нами у 6 елементів флори (табл. 5.2). Первинні ареали ще двадцяти семи видів охоплюють території, що знаходяться в межах двох-трьох елементів. Такі види віднесені нами до мультирегіональних.



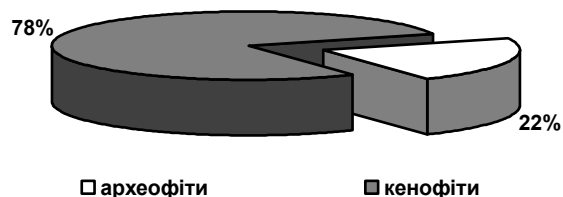
Сімнадцять видів мають антропогенне походження. Походження 8 адвентивних видів точно не встановлено.

Спектр адвентивних мікроелементів досліджуваної флори (табл. 1) вказує на переважну роль видів Давньосередземноморського елементу у формуванні її адвентивного елемента, який складає 47,4 % від загального числа адвентивних видів. Така ж закономірність характерна для більшості європейських флор (Lambdon et al., 2008). Домінування видів Давньосередземноморського походження зумовлено комплексом природних, господарських та історичних факторів: близькістю природних умов, географічним сусідством, інтенсивними та тривалими торговельними зв'язками тощо. Також значне представництво у складі флори Північного Причорномор'я мають північноамериканські (19,8 %), азіатські (14,5 %) та європейські (7,6 %) рослини, причому частка цих рослин останнім часом невинно зростає. Зростання, останнім часом, долі рослин що походять з більш гумідних територій пов'язано як зі зростанням торговельних зв'язків з цими територіями так і з антропогенно обумовленою гумідизацією Північного Причорномор'я.

**Таблиця 1.**  
**Розподіл адвентивного елемента флори за первинними ареалами**

| Групи ареалів              | Кількість видів | % від загальної кількості антропофітів |
|----------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| Давньосередземноморська    | 268             | 47,4%                                  |
| Американська               | 112             | 19,8%                                  |
| Азіатська                  | 82              | 14,5%                                  |
| Європейська                | 43              | 7,6%                                   |
| Африканська                | 5               | 0,9%                                   |
| Австралійська              | 1               | 0,2%                                   |
| Мультирегіональна          | 28              | 5,0%                                   |
| Антропогенного походження  | 17              | 3,0%                                   |
| Невстановленого походження | 9               | 1,6%                                   |
| <b>Всього</b>              | <b>565</b>      | <b>100,0%</b>                          |

В основу віднесення видів до адвентивних мікрохроноелементів покладено розподіл за часом заносу на археофіти та кенофіти. В основу розподілу антропофітів між цими групами покладена класифікація В.В. Протопопової (1991) для адвентивних рослин України. Археофіти – це види адвентивних рослин які потрапили на певну територію до кінця 15 століття. У флорі Причорномор'я налічується 123 археофіти, що складає 21,8 % від загальної кількості антропофітів. Кенофіти – це види адвентивних рослин які потрапили на певну територію після 15 століття. У флорі Причорномор'я налічується 442 кенофіти (78,2 %) (рис 1).

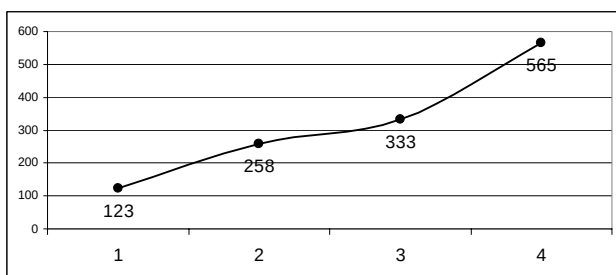


**Рис 1. Розподіл адвентивного елемента флори за часом заносу.**

Переважання в 3,5 рази кенофітів над археофітами є досить суттєвим і свідчить про значне зростання інтенсивності проникнення видів на територію Причорномор'я з часом. Нерідко види, що занесені в 20 століття виділяють в окрему групу – евкенофіти.

Для кристалізування цієї тенденції іноді кенофіти поділяються на кенофіти (занесені в 16-19 ст.) та евкенофіти (занесені у 20 ст.). Останні можуть розбиватися на А, В, С...-евкенофіти (Mosyakin & Yavorska, 2003), або ж іноді виділяються ще й крейшкенофіти (занесені в останнє десятиліття) (Васильєва-Немерцалова, 1996). Розподіл кенофітів на ці категорії дозволяє показати інтенсифікацію процесу занесення рослин та визначити напрямки за якими вони відбуваються в даний момент. Раніше ми теж використовували евкенофіти при аналізі адвентивного елемента флори м. Херсона (Мойсієнко, 1999). Однак, сьогодні ми переконані, що відносно поширення видів у 20 століття є достатньо конкретних відомостей, щодо адвентивних видів рослин, які можна використовувати для датування конкретного часу занесення певних видів а також для складання різночасових зрізів списків адвентивної флори, тому виділяти певні групи немає потреби. До того ж списки видів для різних територій будуть різночасовими, що залежить переважно від суб'єктивних факторів, наприклад, від виходу зведень по флорі певної території, наявності активно працюючого ботаніка в регіоні тощо. Тому 20 століття відносно флористичних даних практично не можливо охопити певними уніфікованими групами. В нашому випадку ми змогли виокремити у 20 столітті 3 різночасові списки адвентивного елемента флори. Перший список підготовлений нами переважно на даних Й.К. Пачоського, які він отримав за понад 20 річний період власних досліджень в регіоні та критичному аналізі даних попередників та сучасників (Пачоський, 1911, 1913, 1914а, 1914б, 1927, 2008). Умовно ми датували цей список 1923 р. Це рік коли Й.К. Пачоський припинив безпосередні дослідження Північного Причорномор'я, оскільки змушений був емігрувати з України до Польщі. Другий список побудований на основі даних детального флористичного зве-

дення – 12 томної Флори України (1936-1965), яка також видавалась понад 20 років, з урахуванням деяких спеціальних робіт присвячених адвентивній флорі (Вороб'єв, 1973, Євсіков, 1971, Котов, 1949, Протопопова, 1964, 1973). Нарешті третій список, що датується 2010 р., був підготовлений безпосередньо автором даної роботи, як на основі власних польових досліджень, так і на узагальненні численних даних інших авторів, серед яких особливе місце займають роботи Т.В. Васильєвої (Васильєва-Немерцалова, 1996), С.П. Петрик (1993), Д.В. Дубини (Дубина, Шеляг-Сосонко, 1989), В.В. Протопопової (Протопопова, 1991, Протопопова та ін., 2002, 2009), Т.П. Дзюби (1988) тощо.



**Рис. 2.** Динаміка чисельності антропофітів у флорі Північного Причорномор'я в останні 4 століття (1 – 1600 рік; 2 – 1923, 3 – 1965, 4 – 2010).

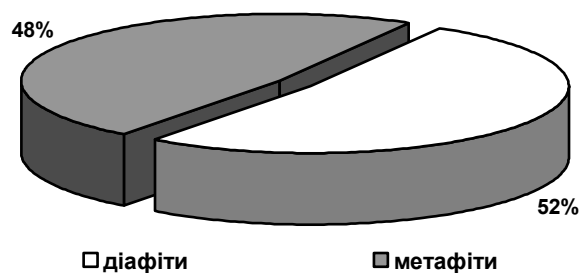
Порівняння кількості видів в списках показало суттєве зростання темпів проникнення видів адвентивних рослин на територію Північного Причорномор'я у 20 ст. (рис. 2). Виділені періоди характеризуються наступними приростами та річною швидкістю міграцій адвентивних видів рослин.

- До 1600 р. – 123 види.
- 1600 – 1923 рр. – 135 видів (0,4 виду за 1 рік, або 1 вид за 2,4 роки);
- 1924 – 1965 рр. – 75 видів (1,8 видів за 1 рік, або 1 вид за 6,5 місяців);
- 1965 – 2010 рр. – 232 види (5,2 видів за 1 рік, або 1 вид за 2 місяці і 1 декаду);

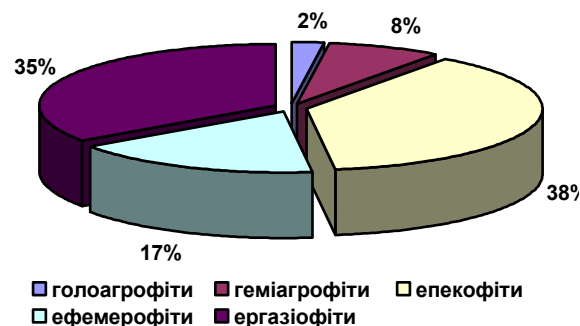
Таким чином протягом останніх 4 століть швидкість міграції видів у Причорномор'ї виросла більш ніж у 12 разів з 0,4 види до 5,2 видів за 1 рік в останні 45 років.

Потрапивши в нову територію адвентивні види ведуть себе по-різному: одні швидко зникають, так і не пристосувавшись до нових умов, інші поширюються повільно поступово пристосовуючись до нових умов, а деякі відразу починають активно поширюватись на новій території. Різноманітність варіантів поведінки виду в нових умовах характеризується за допомогою виділення груп рослин зі схожою стратегією пристосування, а сам процес адаптації рослини в нових умовах називається натуралізацією (Протопопо-

ва, 1991, Kornaś & Medwecka-Kornaś, 2002). У флорі Причорномор'я види які добре натуралізувалися до нових умов (метафіти) та види, які не досягли стадії натуралізації (діафіти) розподілилися між собою майже порівну (рис. 3). Метафіти в залежності від того натуралізувалися вони в антропогенних або в природних екотопах поділяються на 2 групи: епекофіти та агріофіти (рис. 4). Більшість видів добре натуралізованих рослин пристосувалась саме до антропогенних екотопів. У складі флори Причорномор'я налічується 208 епекофітів, що складає 37,1 % загальної кількості антропофітів. Це найчисленніша група видів за натуралізацією. Епекофіти сьогодні відіграють дуже помітну роль в рослинному покриві регіону. На більш трансформованих екотопах вони виступають субдомінантами, або домінантами. Зокрема, на орних угіддях помітну роль відіграють епекофіти *Amaranthus retroflexus* L., *Amaranthus albus* L., *Amaranthus blitoides* S.Wats., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik, *Chenopodium strictum* Roth, *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Galinsoga parviflora* Cav., *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult., *Sinapis arvensis* L., *Solanum nigrum* L. тощо. В свіжих рудеральних місцезростаннях переважають *Artemisia absinthium* L., *Atriplex sagittata* Borkh., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen, *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC., *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun., *Lepidium draba* L., *Setaria viridis* (L.) P.Beauv., *Xanthium albinum* (Widd.) H.Scholz тощо.



**Рис. 3.** Розподіл адвентивного елемента флори за ступенем натуралізації.



**Рис. 4.** Розподіл адвентивного елемента флори за групами натуралізації.



Агріофіти види які натуралізувалися в природних екотопах. Якщо епекофіти переважно завдають шкоди господарству, то агріофіти становлять найбільшу небезпеку природним екосистемам регіону. Всього у складі флори відмічено 61 агріофіт. Вони розподілені нами між двома групами: голоагріофіти мають оптимум трапляння в природних угрупованнях (13 видів), геміагріофіти – напівприродних (48 видів) (рис. 4). Аналіз розподілу агріофітів за приуроченістю до певних класів рослинності за Браун-Бланке (з урахуванням того, що один антропофіт може виступати в різних класах) показав, що найбільш інвазіабельними угрупованнями північного Причорномор'я є степові фітоценози (Koelerio-Corinephoretea, Festuco-Brometea, Polygono-Artemisietea). На пісках та у псамофітних степах (Koelerio-Corinephoretea) натуралізувалися такі види, як *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Artemisia abrotanum* L., *Buglossoides arvensis* (L.) Johnst., *Corynephorus canescens* (L.) P.Beauv., *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muehl., *Elaeagnus angustifolia* L., *Eragrostis pilosa* (L.) P.Beauv., *Erigeron canadensis* L., *Kochia laniflora* (S.G.Gmel.) Borbás, *Pinus sylvestris* L., тощо. Для справжніх степів (Festuco-Brometea) та степових збоїв (Polygono-Artemisietea) характерні *Anisantha tectorum*, *Bromus squarrosus* L., *Bufonia tenuifolia* L., *Buglossoides arvensis*, *Centaurea diffusa* Lam., *Elaeagnus angustifolia*, *Gagea villosa* (M.Bieb.) Duby, *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun., *Lamium amplexicaule* L., *Lathyrus tuberosus* L., *Marrubium vulgare* L., *Microthlaspi perfoliatum* (L.) F.K.Meyer, *Reseda inodora* Rchb. тощо. Також значна кількість антропофітів знайшла притулок у складі класів Molinio-Arrhenateretea, Phragmito-Magnocaricetea та Rhamno-Prunetea. На луках (Molinio-Arrhenateretea) поширюються такі агріофіти як *Althaea officinalis* L., *Amorpha fruticosa* L., *Chenopodium polyspermum* L., *Cichorium intybus* L., *Elaeagnus angustifolia*, *Sonchus arvensis* L., *Verbena officinalis* L., *Xanthium albinum* (Widd.) H.Scholz, *Xanthium ripicola* Holub тощо. В болотних угрупованнях (Phragmito-Magnocaricetea) натуралізуються *Acorus calamus* L., *Amorpha fruticosa*, *Cyperus difformis* L., *Cyperus longus* L., *Sagittaria latifolia* Willd., *Torulinium odortum* (L.) Hooper, *Zizania latifolia* (Griseb.) Stapf. тощо. Для чагарникових заростей (Rhamno-Prunetea) характерними є такі агріофіти як *Ballota nigra* L., *Bryonia alba* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Hippophaë rhamnoides* L., *Lonicera tatarica* L., *Nepeta cataria* L., *Geranium pyrenaicum* Burm.f. тощо. В інших класах природної рослинності відмічено 1-3 антропофіти: *Chenopodium polyspermum* (Alnetea glutinosa), *Atriplex prostrata* Boucher., *Blitum ru-*

*brum* (L.) Rchb. (*Asteretea tripolium*), *Bidens frondosa* L. (*Isoeto-Nanojuncetea*), *Amorpha fruticosa*, *Salix fragilis* L. (*Salicetea purpurea*), *Azolla caroliniana* Willd., *Azolla filiculoides* Lam., *Lemna minuta* Kunth (*Lemnetea*), *Elodea canadensis* Michx. (*Potametea*) тощо.

#### Список літератури

1. Бондаренко О.Ю. Конспект флори пониззя межи-річчя Дністер-Тилігул. – Київ: Фітосоціоцентр, 2009. – 332 с.
2. Васильєва-Немерцалова Т.В. Синантропна флора припортових міст північно-західного Причорномор'я і шляхи її розвитку: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03. 00. 05. – Київ, 1996. – 22 с.
3. Васильєва Т.В., Коваленко С.Г. Конспект флори Південної Бессарабії. – Одеса: Одеський національний університет ім. І.І.Мечнікова, 2003. – 250 с.
4. Вороб'єв Н.Е. Сорные растения агроценозов Причерноморской степи УССР. Взаимоотношения между культурными и сорными растениями и пути управления ими. – Автор. дисс. ... докт. биол. наук. – Казань, 1973. – 50 с.
5. Григорьевская А.Я., Стародубцева Е.А., Хлызова Н.Ю., Агафонов В.А. Адвентивная флора Воронежской области: исторические, биогеографические, экологические аспекты. – Воронеж: Из-во Воронеж. гос. ун-та. – 320 с.
6. Джуран В.М., Крецул Н.І., Протопопова В.В., Федорчук М.М., Шевера М.В. Фітозабруднення рослинного покриву середнього Придніпров'я. – Київ: «Автореєрат», 2007. – 48 с.
7. Дзюба Т.П. Систематична структура флори рисових полів Причорномор'я // Укр. Бот. Журн. – 1988. – Т. 45, № 5. – С. 29-32.
8. Євсіков В.Д. (1971)
9. Котов М.І. Адвентивні рослини УРСР // Ботан. журн. АН УРСР. – 1949. – 6, № 1. – С. 74-78.
10. Кучеревський В.В. Конспект флори Правобережного степового Придніпров'я. – Дніпропетровськ: Проспект, 2004. – 292 с.
11. Лукаш О.В. Флора судинних рослин Східного Полісся: структура та динаміка. – Київ: Фітосоціоцентр, 2009. – 200 с.
12. Остапко В.М., Бойко А.В., Муленкова Е.Г. Адвентивная фракція флори Юго-Востока України // Промышленная ботаника. – 2009, вып. 9. – С. 32-47.
13. Пачоский И.К. О сорно-полевой растительности Херсонской губернии // Тр. прикл. ботаники. – 1911. – 4, № 3. – С. 71-146.
14. Пачоский И.К. Дикорастущие злаки Херсонской губернии. – Херсон, 1913. – 156 с.
15. Пачоский И.К. К вопросу о борьбе с сорно-полевой растительностью // Зап. сельс. хоз. юга России. – 1914а. – С. 152-196.
16. Пачоский И.К. Херсонская флора: Высшие тайнобрачные, голосеменные, однодольные. – Херсон, 1914б. – Т. 1. – 518 с.
17. Пачоский И.К. Описание растительности Херсонской губернии. Вып. 3. Плавни, пески, солончаки, сорные растения // Материалы по исследованию

- почв и грунтов Херсонской губернии. – Херсон, 1927. – 187 с.
18. Пачоский И.К. Херсонская флора. Т. II. Двудольные. – Познань: УАМ, 2008. – 505 с.
  19. Петрик С.П. Синантропна флора портів північно-західного Причорномор'я // Укр. ботан. журн. - 1993. - 50, № 1. - С. 112-114.
  20. Протопопова В.В. Нові данні про систематичний склад роду нетреба (*Xanthium* L.) на Україні // Укр. ботан. журн. - 1964. - 22, № 4. - С. 78-84.
  21. Протопопова В.В. Адвентивні рослини Лісостепу і Степу України. - Київ: Наук. думка, 1973. - 192 с.
  22. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. - Київ: Наук. думка, 1991. - 204 с.
  23. Протопопова В.В., Шевера М.В., Мосякін С.Л. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю. Сучасний стан і завдання на майбутнє. – К.: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 2002. – 32 с.
  24. Протопопова В.В., Шевера М.В., Мосякін С.Л., Соломаха В.А., Соломаха Т.Д., Васильєва Т.В., Петрик С.П. Інвазійні види у флорі Північного Причорномор'я. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 56 с.
  25. Ткачик В.П. Флора Прикарпаття. – Львів: НТШ, 2000. – 254 с.
  26. Флора УРСР. – Київ: Вид-во АН УРСР, 1936-1965. – Т. 1-12.
  27. Kornaś J., Medwecka-Kornaś A. Geografia roślin. – Warszawa: Wydawnicwo Naukowe PWN, 2002. – 668 s.
  28. Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C. et al. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs // *Preslia*. – 2008. – 80. – С. 101-149.
  29. Mosyakin S.L., Yavorska O.G. The Nonnative Flora of the Kiev (Kyiv) Urban Area, Ukraine: A Checklist and Brief Analysis // *URBAN HABITATS*. – V. 1, N. 1 (<http://www.urbanhabitats.org/v01n01/>). – 2003. – P. 45-65.

## ALIEN ELEMENT OF FLORA OF NORTH BLACK SEA REGION

### I.I. MOYSIYENKO

*Alien element flora of North Black Sea region includes 565 species of vascular plants (27,9 % from the total flora). The analysis of alien element of flora on origin, time of introduction and degree of naturalization species are present.*

*Key words: antropophytes, flora, North Black Sea region.*

Одержано редколегією 25.10.2010

## ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *TAXUS BACCATA* L. У БУКОВИНСЬКОМУ ПРИКАРПАТТІ

І.І.Чорней<sup>1</sup>, І.А.Коротченко<sup>2</sup>, А.І.Токарюк<sup>1</sup>, В.В.Буджак<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

<sup>2</sup> Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України

Наведено результати вивчення еколого-ценотичних особливостей *Taxus baccata* L. у Буковинському Прикарпатті. На засадах флористичної класифікації складено синтаксономічну схему рослинних угруповань за участю *T. baccata* та проаналізовано соціологічну цінність цих синтаксонів.

*Ключові слова:* *Taxus baccata*, *Fagion sylvaticae*, охорона, Буковинське Прикарпаття

**Вступ.** У одній з попередніх публікацій [14], детально охарактеризовано історію вивчення, особливості поширення та забезпеченість охороною популяцій реліктового виду *Taxus baccata* L. на Буковині. Разом з тим, упродовж останніх років нами вивчалась ценотична приуроченість місцезростань цього виду із застосуванням методів класифікації рослинності за методом Браун-Бланке у регіоні, зокрема, й на території Буковинського Прикарпаття. Вивчення еколого-ценотичних особливостей *T. baccata* актуально тому, що цей вид уключений до двох видань «Червоної книги України» [11, 12], а угруповання за його участю є рідкісними і включені до «Зеленої книги України» [4]. У зв'язку з цим існує нагальна потреба розробки системи заходів щодо збереження цих рослинних ценозів, у складі яких росте низка інших раритетних видів.

Варто зауважити, що у Буковинському Прикарпатті *T. baccata* культивується у складі насаджень кількох парків-пам'яток місцевого значення, дендропарків загальнодержавного значення «Чернівецький» та «Сторожинецький», а також входить до колекційного блоку дендрофлори ботанічного саду Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. У останньому вирощується посадковий матеріал *T. baccata* з метою репатріації виду у природні місцезростання. Для успішного проведення цих заходів необхідно відомості про еколого-ценотичні особливості місцезростань цього виду.

**Об'єкт і методика досліджень.** Об'єкт наших досліджень – рослинні угруповання за участю *T. baccata* на території Буковинського Прикарпаття. Синтаксономічну схему рослинних угруповань складено на засадах флористичної класифікації за методикою школи Браун-Бланке на основі 13 геоботанічних описів, виконаних упродовж 1998–2004 рр. Формування, опрацювання й перетворення фітоценотичних таблиць здійснено з використанням пакету програм «FICEN 2» [7, 22]. Для ідентифікації виділених синтаксонів використано роботи українських [9, 10, 13, 20],

польських [16–18] і чеських [19] фітоценологів. Екологічні характеристики угруповань отримано методом синфітоіндикації із застосуванням уніфікованих фітоіндикаційних шкал [2]. Розрахунків бальних показників провідних екологічних факторів проведено за допомогою програми «ECODID». Номенклатуру таксонів наведено відповідно до зведення [20].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Під час досліджень встановлено, що на території Буковинського Прикарпаття *T. baccata* входить до складу деревостану, підросту, а також є компонентом трав'яного ярусу у ценозах однієї асоціації та двох дериватних угруповань союзу *Fagion sylvaticae* R.Tx. et Diem 1953 (табл. 1, 2).

### Синтаксономічна схема рослинних угруповань за участю *Taxus baccata* у Буковинському Прикарпатті

#### Cl. *Quercus-Fagetum* Br.-Bl. et Vlieg. 1937

Ord. *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl., Sokol. et Wall. 1928

All. *Fagion sylvaticae* R.Tx. et Diem 1953

Sall. *Galio odorati-Fagenion* (R.Tx. 1955) Th. Müller 1992

Ass. *Galio odorati-Fagetum* Rübel 1930 ex Sougnez et Thill 1959

Sall. *Cephalanthero-Fagenion* R.Tx. 1995

Zb. *Fagus sylvatica*-*Cypripedium calceolus*

Sall. *Galio rotundifolii-Abietenion* Oberd. 1961

Zb. *Abies alba*-*Oxalis acetosella* J.Mat. 2001

Угруповання асоціації *Galio odorati-Fagetum* за участю *T. baccata* виявлено на території ботанічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Тисовий яр» та ботанічної пам'ятки природи місцевого значення «Тисова ділянка» (урочище «Вовчий яр»), що знаходяться поблизу с. Глибочок Сторожинецького району Чернівецької області. Кількість видів у складі угруповань асоціації – 22–39 (табл. 1). У деревному ярусі (зімкненість крон 0,8–0,9) домінує *Fagus sylvatica* L., співдомінантами виступають *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Carpinus*

*betulus* L., до яких іноді домішується *Acer campestre* L., *Cerasus avium* (L.) Moench., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill. У підрості трапляються *Fagus sylvatica*, *Acer platanoides*. У чагарниковому ярусі (зімкненість 0,1) ростуть *Rubus hirtus* Waldst. & Kit., *Swida sanguinea* (L.) Opiz, *Daphne mezereum* L., *Lonicera xylosteum* L., подекуди трапляються *Corylus avellana* L., *Sambucus nigra* L., *Rubus idaeus* L., *Euonymus europaea* L. Проективне покриття трав'яного ярусу коливається в межах 10–80 %. У ньому домінує *Galium odoratum* (L.) Scop. (до 25 %), крім того добре представлені діагностичні види порядку *Fagetalia sylvaticae*: *Pulmonaria obscura* Dumort., *Lamium galeobdolon* (L.) L., *Asarum europaeum* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Sanicula europaea* L., *Aposeris foetida* (L.) Less., *Paris quadrifolia* L., *Actaea spicata* L., *Carex sylvatica* Huds. та ін. У складі ценозів цієї асоціації виявлено адвентивний вид *Impatiens parviflora*. Компонентами угруповань також є популяції низки раритетних, уключених до «Червоної книги України» [12] видів: *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., а також *Arum maculatum* L., що потребує охорони на регіональному рівні.

Таблиця 1

**Фітоценотична характеристика угруповань підсоюзу *Galio odorati-Fagenion* за участю *Taxus baccata* у Буковинському Прикарпатті**

| Номер опису                          | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зімкненість деревного ярусу          | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| Зімкненість чагарникового ярусу      | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |     | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Проективне покриття трав'яного ярусу | 60  | 60  | 80  | 40  | 30  | 60  | 50  | 10  |
| Кількість видів                      | 37  | 30  | 35  | 26  | 31  | 39  | 24  | 22  |

D.s. Ass. ***Galio odorati-Fagetum***

*Galium odoratum*  
*Rubus hirtus*  
*Epipactis helleborine*  
*Carex digitata*  
*Neottia nidus-avis*  
*Platanthera bifolia*

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | . | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 1 | . | 1 | 1 | 1 | 1 | . | 1 |
| . | + | . | . | + | + | . | + |
| + | + | . | . | . | 2 | + | 1 |
| . | . | + | + | . | + | . | . |
| . | . | . | . | . | + | + | . |

D.s. All. ***Fagion sylvaticae***

*Fagus sylvatica* (I)  
*Fagus sylvatica* (II)  
*Acer pseudoplatanus*  
*Acer pseudoplatanus*  
*Euphorbia amygdaloides*

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| . | + | . | 1 | . | . | . | + |
| 2 | 2 | 1 | 1 | . | 1 | . | 1 |
| + | + | . | + | . | + | . | + |
| 1 | . | + | . | . | . | 1 | . |

D.s. Ord. ***Fagetalia sylvaticae***

*Carpinus betulus* (I)  
*Carpinus betulus* (II)  
*Pulmonaria obscura*  
*Asarum europaeum*  
*Lamium galeobdolon*  
*Ajuga reptans*  
*Dryopteris filix-mas*  
*Oxalis acetosella*  
*Sanicula europaea*  
*Swida sanguinea*  
*Aposeris foetida*  
*Lathyrus vernus*

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| . | + | . | . | . | . | . | + |
| + | + | 1 | 1 | + | 2 | + | . |
| 2 | 2 | 1 | 1 | . | 2 | 1 | 1 |
| 1 | + | 1 | 1 | 1 | 2 | . | . |
| + | + | 1 | . | + | . | + | + |
| 1 | . | 1 | 1 | 1 | + | . | . |
| . | + | + | + | . | . | 1 | + |
| 2 | + | . | . | . | 2 | . | 1 |
| 1 | 1 | . | . | . | 1 | . | + |
| + | 4 | + | . | . | 1 | . | . |
| + | + | + | . | . | . | + | . |

| Номер опису                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Paris quadrifolia</i>   | + | . | + | . | 1 | + | . | . |
| <i>Actaea spicata</i>      | . | . | + | . | . | 1 | + | . |
| <i>Carex sylvatica</i>     | + | . | . | . | + | 3 | . | . |
| <i>Daphne mezereum</i>     | + | + | . | . | . | 1 | . | . |
| <i>Cerasus avium</i> (II)  | 1 | . | 1 | . | 1 | . | . | . |
| <i>Cerasus avium</i> (III) | + | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Stachys sylvatica</i>   | . | . | + | + | + | . | . | . |
| <i>Galium intermedium</i>  | + | + | . | . | . | . | . | + |
| <i>Corylus avellana</i>    | + | 1 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Milium effusum</i>      | + | . | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Sambucus nigra</i>      | . | . | . | + | 1 | . | . | . |

D.s. Cl. ***Quercus-Fagetia***

*Taxus baccata*  
*Acer platanoides* (I)  
*Acer platanoides* (II)  
*Quercus robur*  
*Majanthemum bifolium*  
*Hepatica nobilis*  
*Hedera helix*  
*Geum urbanum*  
*Salvia glutinosa*  
*Fraxinus excelsior* (II)  
*Aegopodium podagraria*  
*Gymnocarpium dryopteris*  
*Ulmus glabra* (II)  
*Acer campestre* (I)  
*Acer campestre* (II)  
*Lonicera xylosteum*  
*Athyrium filix-femina*  
*Carex pillosa*  
*Anemone nemorosa*  
*Tilia cordata* (I)  
*Tilia cordata* (II)  
*Carex pendula*

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | . | 1 | 1 | 1 | . | 1 |
| + | + | . | . | + | + | . | + |
| 1 | . | 1 | 1 | 2 | 1 | . | . |
| + | . | + | . | . | + | 1 | . |
| . | 1 | 3 | . | . | . | + | . |
| 1 | + | 1 | . | . | + | . | . |
| + | + | 1 | . | . | 1 | . | . |
| . | . | . | 1 | . | 1 | . | 1 |
| . | 1 | . | . | 1 | + | . | . |
| . | + | 1 | + | . | . | . | . |
| . | . | . | . | 2 | . | 1 | + |
| . | 1 | . | . | . | + | . | . |
| + | . | + | . | . | . | . | . |
| . | . | + | . | . | + | . | . |
| . | . | . | . | 1 | + | . | + |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| + | + | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | + | + | . | . |
| . | . | 1 | 1 | . | . | . | . |
| . | + | 3 | . | . | . | . | . |
| 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| + | + | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | + | + | . | . |

D.s. Cl. ***Galio-Urticetea***

*Urtica dioica*

D.s. Cl. ***Artemisietea***

*Geranium robertianum*

D.s. Cl. ***Epilobietea angustifolii***

*Fragaria vesca*

**Інші види:**

*Equisetum hyemale*

*Hieracium sylvularum*

**Види, які трапляються зрідка:** *Alnus glutinosa* (6), *Anemone ranunculoides* (1), *Arum maculatum* (4), *Acer campestre* (1, 3), *Brachypodium sylvatica* (1), *Cardamine amara* (3, 6), *Cephalanthera damasonium* (6), *Chrysosplenium alternifolium* (3), *Equisetum sylvaticum* (6), *Equisetum telmateia* (2), *Euonymus europaea* (7), *Galium aparine* (7), *Geranium phaeum* (4), *Impatiens noli-tangere* (1), *I. parviflora* (5), *Mycelis muralis* (5), *Poa nemoralis* (5), *Polypodium vulgare* (7), *Pyrus communis* (8), *Ranunculus cassubicus* (4), *R. lanuginosus* (3), *R. reptans* (3, 5, 6), *Rubus idaeus* (1, 2, 5), *Sorbus torminalis* (8), *Vinca minor* (7 [3]).

**Описи виконано:**

№ 1–3, 5–8. 2.06.1998, Сторожинецький р-н, окол. с. Глибочок, Кучурівське л-во, кв. 10–11, ботанічна пам'ятка природи загальнодержавного значення «Тисовий яр», І. Чорней, В. Буджак, В. Гаврилюк, А. Токаряк;

№ 4. 11.08.2000, Сторожинецький р-н, окол. с. Глибочок, урочище «Вовчий яр», І. Чорней.

Ценози дериватного угруповання ***Fagus sylvatica-Cypripedium calceolus*** за участю *T. baccata* також поширені на території двох наведених вище заповідних об'єктів. Кількість видів у

ценозах коливається у межах – 31–48. Деревний ярус (зімкненість крон 0,8) формує *Fagus sylvatica*, висота якого варіює від 18 до 22 м, діаметр 40–60 см. У складі деревостану поодинокі трапляються *Acer pseudoplatanus*, іноді *Acer platanoides*, *Cerasus avium*, *Quercus robur*, а також діагностичні види угруповання *Fraxinus excelsior* і *Tilia cordata*. У підрості виявлено *Ulmus glabra* Huds. У чагарниковому ярусі (зімкненість 0,1) трапляються *Daphne mezereum*, *Swida sanguinea* та *Lonicera xylosteum*. У трав'яному ярусі (проективне покриття 30–40 %), крім *Taxus baccata* (j), ростуть переважно види фагетального комплексу: *Pulmonaria obscura*, *Lamium galeobdolon*, *Sanicula europaea*, *Paris quadrifolia*, *Dryopteris filix-mas*, *Salvia glutinosa* L., *Carex sylvatica* та ін. До складу угруповань приурочені популяції «червонокнижних» видів: *Atropa bella-donna* L., *Cephalanthera damasonium*, *Cypripedium calceolus*, *Epipactis helleborine*, *Neottia nidus-avis* і *Platanthera bifolia* (табл. 2).

Таблиця 2

**Фітоценотична характеристика угруповань підсоюзу *Cephalanthero-Fagenion* за участю *Taxus baccata* у Буковинському Прикарпатті**

| Номер опису                          | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зікненість деревного ярусу           | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,4 |
| Зікненість чагарникового ярусу       | –   | 0,1 | 0,1 | 0,1 | –   |
| Проективне покриття трав'яного ярусу | 30  | 30  | 40  | 40  | 10  |
| Кількість видів                      | 31  | 48  | 42  | 27  | 15  |

D.s. Zb. *Fagus sylvatica*-*Cypripedium calceolus*

|                                |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Fraxinus excelsior</i> (I)  | . | 1 | 2 | . | . |
| <i>Fraxinus excelsior</i> (II) | . | . | + | . | . |
| <i>Cypripedium calceolus</i>   | + | + | 1 | . | . |
| <i>Majanthemum bifolium</i>    | 1 | + | 1 | . | 1 |
| <i>Ajuga reptans</i>           | . | + | 1 | . | . |
| <i>Tilia cordata</i> (II)      | . | + | + | + | . |
| <i>Galium intermedium</i>      | + | + | . | . | . |
| <i>Taxus baccata</i> (I)       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Taxus baccata</i> (II)      | . | . | . | . | + |

D.s. Zb. *Abies alba*-*Oxalis acetosella*

|                         |   |   |   |   |   |
|-------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Abies alba</i>       | . | . | . | 5 | 1 |
| <i>Picea abies</i> (I)  | . | . | . | 1 | 2 |
| <i>Picea abies</i> (II) | . | . | . | . | + |

D.s. Sall. *Cephalanthero-Fagenion*

|                                 |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Sanicula europaea</i>        | + | 1 | + | . | . |
| <i>Epipactis helleborine</i>    | . | + | + | . | . |
| <i>Carex digitata</i>           | + | + | . | 1 | . |
| <i>Hedera helix</i>             | 1 | 2 | 1 | 2 | . |
| <i>Cephalanthera damasonium</i> | + | . | + | . | . |

D.s. All. *Fagion sylvaticae*

|                                 |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Fagus sylvatica</i> (I)      | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| <i>Fagus sylvatica</i> (II)     | + | + | . | + | + |
| <i>Galium odoratum</i>          | 2 | 1 | 1 | 1 | . |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> (I)  | . | 1 | . | . | . |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> (II) | + | 2 | 1 | . | . |

D.s. Ord. *Fagetalia sylvaticae*

|                               |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Daphne mezereum</i>        | + | + | + | 1 | . |
| <i>Pulmonaria obscura</i>     | + | 1 | 1 | . | . |
| <i>Euphorbia amygdaloides</i> | . | 1 | + | 1 | . |
| <i>Oxalis acetosella</i>      | + | + | + | . | . |

| Номер опису                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Swida sanguinea</i>       | 1 | + | + | . | . |
| <i>Lamium galeobdolon</i>    | + | 1 | 1 | . | . |
| <i>Asarum europaeum</i>      | 2 | + | 2 | . | . |
| <i>Lathyrus vernus</i>       | . | 1 | + | 1 | . |
| <i>Dryopteris filix-mas</i>  | . | 2 | + | . | . |
| <i>Carex sylvatica</i>       | . | + | 1 | . | . |
| <i>Ulmus glabra</i>          | . | + | + | . | . |
| <i>Aegopodium podagraria</i> | . | 1 | 1 | . | . |
| <i>Actaea spicata</i>        | . | + | + | . | . |

D.s. Cl. *Quercus-Fagetia*

|                              |   |   |   |   |   |
|------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Viola reichenbachiana</i> | 1 | + | 1 | 1 | . |
| <i>Hepatica nobilis</i>      | . | + | 1 | 1 | . |
| <i>Neottia nidus-avis</i>    | + | + | . | + | . |
| <i>Carpinus betulus</i> (I)  | 1 | 1 | . | 1 | . |
| <i>Carpinus betulus</i> (II) | + | + | . | + | . |
| <i>Acer platanoides</i> (I)  | . | 1 | . | . | . |
| <i>Acer platanoides</i> (II) | + | + | . | . | . |
| <i>Quercus robur</i>         | 1 | 1 | . | . | . |
| <i>Salvia glutinosa</i>      | . | 1 | + | . | . |
| <i>Anemonoides nemorosa</i>  | . | . | 1 | 1 | . |
| <i>Platanthera bifolia</i>   | . | . | + | . | + |
| <i>Mycelis muralis</i>       | + | . | 1 | . | . |

Інші види:

|                              |   |   |   |   |   |
|------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Athyrium filix-femina</i> | + | 1 | 1 | . | . |
| <i>Rubus hirtus</i>          | 1 | 1 | . | 1 | . |
| <i>Equisetum telmateia</i>   | . | 1 | 1 | . | . |

**Види, які трапляються зрідка:** *Atropa bella-donna* (2), *Cardamine amara* (4), *Carex pendula* (2), *Carex pillosa* (4 [3]), *Cerasus avium* (3), *Chimaphila umbellata* (5), *Chrysosplenium alternifolium* (4), *Diphasiastrum complanatum* (5), *Equisetum hyemale* (2, 3), *Equisetum sylvaticum* (2), *Ficaria verna* (4 [1]), *Fragaria vesca* (1), *Geranium robertianum* (3), *Gymnocarpium dryopteris* (5 [1]), *Hieracium sylvularum* (1), *Huperzia selago* (5), *Hypopitys monotropa* (2, 5), *Lonicera xylosteum* (2, 3), *Luzula luzuloides* (3), *Lycopodium annotinum* (5), *Lycopodium clavatum* (5), *Melica nutans* (3), *Orthilia secunda* (5), *Padus avium* (4), *Paris quadrifolia* (2), *Polystichum aculeatum* (4), *Pyrola rotundifolia* (1), *Ranunculus cassubicus* (2), *Vinca minor* (4).

**Описи виконано:**

- № 1. 2.06.1998, Сторожинецький р-н, окол. с. Глибочок, Кучурівське л-во, кв. 10–11, ботанічна пам'ятка природи загальнодержавного значення «Тисовий яр», І. Чорней, В. Буджак, В. Гаврилюк, А. Токарюк;  
 № 2. 11.08.2000, Сторожинецький р-н, окол. с. Глибочок, урочище «Вовчий яр», І. Чорней;  
 № 3. 2.06.1998, Сторожинецький р-н, окол. с. Глибочок, Кучурівське л-во, кв. 10–11, ботанічна пам'ятка природи загальнодержавного значення «Тисовий яр», І. Чорней, В. Буджак, В. Гаврилюк, А. Токарюк;  
 № 4. 19.05.2000, Сторожинецький р-н, смт Красноільськ, урочище Імаж, І. Чорней;  
 № 5. 8.07.2004, Сторожинецький р-н, окол. с. Глибочок, ботанічна пам'ятка природи загальнодержавного значення «Тисовий яр», А. Токарюк.

Ценози дериватного угруповання *Abies alba*-*Oxalis acetosella*, у складі яких росте *Taxus baccata*, виявлено в урочищі Імаж поблизу смт Красноільськ Сторожинецького району та на території ботанічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Тисовий яр» і приурочені до схилів північно-західної експозиції крутизною 3–5°. У складі угруповань росте 15–27 видів. Дере-

востан із зімкненістю крон 0,8–0,9 формують *Abies alba* Mill., *Fagus sylvatica* та *Picea abies* (L.) H. Karst., до яких домішуються *Carpinus betulus* і *Cerasus avium*. У підрослі трапляються *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Abies alba*, *Taxus baccata*. У чагарниковому ярусі (зімкненість 0,1) росте *Daphne mezereum*. Загальне проективне покриття трав'яного ярусу сягає 10–40 %. У складі цього угруповання виявлено низку рідкісних, уключених до «Червоної книги України» [12] видів: *Diphysastrum complanatum* (L.) Holub, *Lycopodium annotinum* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & C.Mart., *Neottia nidus-avis*, *Platanthera bifolia*, а також таких, що потребують охорони на регіональному рівні – *Lycopodium clavatum* L. і *Chimaphila umbellata* (L.) W.Barton. Покриття мохового ярусу сягає 90 %.

За результатами синфітоіндикаційних досліджень встановлено, що у Буковинському Прикарпатті *Taxus baccata* за відношенням до кислотного режиму ґрунту (*Rc*) є субацидофілом (6,51–8,27 бали), тобто росте на слабо кислих ґрунтах; за відношенням до узагальненого сольового режиму ґрунту (*Tr*) досліджений вид належить до групи мезотрофів (5,75–6,70) – рослин, приурочених до небагатих на солі ґрунтів (95–150 мг/л), де наявні  $\text{HCO}_3^-$ , відсутні  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ; за відношенням до вмісту засвоюваних форм азоту (*Nt*) *T. baccata* є гемінітрофілом (4,69–6,94), тобто росте на відносно бідних щодо мінерального азоту ґрунтах (0,2–0,3 %, або 20–30 мг/100 г ґрунту); за відношенням до водного режиму ґрунтів (*Hd*) – мезофітом (11,69–12,38), приуроченим до свіжих лісо-лучних екотопів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами і талими водами ( $W_{\text{пр}} = 100\text{--}145$  мм).

З групи кліматичних факторів розглядається терморежим – радіаційний баланс (*Tm*), контрасторежим – континентальність клімату (*Kn*) та кріорежим – морозність клімату (*Cr*). За відношенням до термічного режиму клімату (*Tm*) *T. baccata* віднесено до групи субмезотермів (8,10–9,17); за відношенням до континентальності клімату (*Kn*) він належить до геміокеаністів (7,73–8,04); за відношенням до суворості зим (*Cr*) цей вид є гемікріофітом (за шкалою морозності  $-6\text{ }^\circ\text{C}$  –  $-2\text{ }^\circ\text{C}$ ) (8,18–9,17). Установлено, що межі толерантності дослідженого виду до провідних кліматичних факторів у Буковинському Прикарпатті знаходяться в рамках екологічних амплітуд, зазначених для України [3].

Під час досліджень з'ясувалося, що в угрупованнях за участю *T. baccata* росте низка інших раритетних видів, серед яких 8 уключено до «Червоної книги України» [12], з них 5 видів – до «Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення»

(CITES) [6], один вид (*Cypripedium calceolus*) уключений в Додаток I до «Бернської конвенції» [1, 5] і у Додаток II (b) до «Директиви ЄС по біотопах» [15] та 4 види потребують охорони на регіональному рівні (табл. 3).

Таблиця 3  
Насиченість угруповань за участю *Taxus baccata* раритетними видами у Буковинському Прикарпатті

| Угруповання                                  | Созологічні списки |     |       |    |    |    |
|----------------------------------------------|--------------------|-----|-------|----|----|----|
|                                              | К-ть видів         | ЧКУ | CITES | БК | ДБ | РР |
| <i>Galio odorati-Fagetum</i>                 | 6                  | 4   | 4     | –  | –  | 2  |
| <i>Fagus sylvatica-Cypripedium calceolus</i> | 6                  | 6   | 5     | 1  | 1  | –  |
| <i>Abies alba-Oxalis acetosella</i>          | 7                  | 5   | 1     | –  | –  | 2  |
| Разом                                        | 12                 | 8   | 5     | 1  | 1  | 4  |

Примітка. ЧКУ – «Червона книга України» [12], CITES – «Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори» [6], БК – Додаток I до «Бернської конвенції» [1, 5], ДБ – Додаток II (b) до «Директиви по біотопах» [15], РР – регіонально рідкісні види.

За результатами вивчення видового складу фітоценозів за участю *T. baccata* на Буковині виявилось, що у їхньому складі ростуть понад 90 видів судинних рослин. Це є свідченням високого рівня флористичного багатства такого типу фітоценозів. Варто зауважити, що *T. baccata* належить до числа видів-індикаторів видового багатства біотопу G1 (за класифікацією EUNIS) – широколистяні листопадні ліси, які використовуються для ідентифікації «Важливих ботанічних територій» за критерієм «В» [8]. Крім того до цієї групи видів належить *Cypripedium calceolus*. Таким чином, угруповання за участю *T. baccata* заслуговують на включення до складу «Важливих ботанічних територій».

Лісовий масив поблизу с. Глибочок це друге за площею та чисельністю в Україні місцезростання, де збереглися рослинні угруповання за участю *T. baccata* (понад 1000 особин). Зважаючи на велику наукову цінність розташованої тут ботанічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Тисовий яр», а також враховуючи значущість і унікальність флористичного, ценотичного та ландшафтного комплексу, що її оточує, та високу насиченість цих угруповань популяціями рідкісних видів, вважаємо доцільним розширити площу існуючого заповідного об'єкту шляхом заповідання прилеглих територій. У подальшому цей заповідний об'єкт необхідно рекомендувати до включення до мережі ІРА за критерієм «В».

Зазначимо, що розглянуті вище угруповання підсоюзу *Cephalanthero-Fagenion* за участю *T. baccata* є досить рідкісними та унікальними для України і входять до складу оселища 9150 Серед-



ньоєвропейські букові ліси *Cephalanthero-Fagion* на вапняках / Medio-European limestone beech forests of the *Cephalanthero-Fagion*, що уключене до переліку природних типів оселищ європейського значення, збереження яких вимагає створення територій з особливим статусом охорони [15].

**Висновки.** Отже, *T. baccata* у Буковинському Прикарпатті вирізняється вузькою ценотичною та екологічною амплітудою, входить до складу ценозів однієї асоціації та двох дериватних угруповань, росте в субацидофільних, мезотрофних, гемінітрофільних, мезофітних умовах. На сьогодні загрози зникнення ценопопуляцій виду, які знаходяться на території природно-заповідних об'єктів, не існує, на відміну, від тих, що розташовані поза їх межами.

#### Список літератури:

- Вініченко Т. С. Рослини України під охороною Бернської конвенції. – К.: Хімджест, 2006. – 176 с.
- Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
- Дідух Я.П., Плюта П.Г., Протопопова В.В., Екофлора України. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – Т. 1. – 284 с.
- Зелена книга України / Під заг. ред. чл.-кор. НАН України Я.П. Дідуха. – К.: Альтерпрес, 2009. – 448 с.
- Каталог видів флори і фауни України, занесених до Бернської Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ в Європі. Випуск перший. Флора. / Автор-упорядник д.б.н., проф. В.І. Чопик. – К.: Фітосоціоцентр, 1999. – 52 с.
- Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення // Збірник законодавчих актів України про охорону навколишнього природного середовища (міжнародні конвенції та угоди, інші правові акти). – Чернівці: Зелена Буковина, 1999. – Т. 5. – С. 293–312.
- Косман О.Г., Сіренко І.П., Соломаха В.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Новий комп'ютерний метод обробки описів рослинних угруповань // Укр. ботан. журн. – 1991. – 48, № 2. – С. 98–104.
- Методичні аспекти впровадження міжнародної програми «Важливі ботанічні території» в Україні / Під заг. ред. Т.Л. Андрієнко, В.А. Онищенко. – К.: Арістей, 2008. – 43 с.
- Онищенко В.А. Сучасний стан розробки класифікації угруповань порядку *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928 на території України // Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука. Матеріали читань, присвячених 100-річчю з дня народження Ю.Д. Клеопова (Київ, 10-13 листопада 2002 р.) – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – С. 271–275.
- Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України. Третє наближення. – К.: Фітосоціоцентр, 2008. – 296 с.
- Червона книга України. Рослинний світ / Ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – К.: УЕ, 1996. – 608 с.
- Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 531 с.
- Чорней І.І., Буджак В.В., Якушенко Д.М. та ін. Національний природний парк «Вишницький». Рослинний світ. – Природно-заповідні території України. Рослинний світ. Вип. 4. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 248 с.
- Чорней І.І., Токарьук А.І., Буджак В.В. Поширення та охорона *Taxus baccata* L. на Буковині // Наукові основи збереження біотичної різноманітності / Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України. – Вип. 5. – Львів: Ліга-Прес, 2004. – С. 210–215.
- Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Annex II (b). Plants: P. 32–50.
- Fijalkowski D. Zespoły roślinne Lubelszczyzny. Lublin, 1991. – 330 p.
- Matuszkiewicz J. Zespoły leśne polski. – Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2008. – 358 s.
- Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. – Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2001. – 537 s.
- Moravec J. a kol. Roslinna společenstva České republiky a jejich ochrození. 2 vydání. – ČR: Okresní vlastivědné muzeum, 1995. – 206 s.
- Mosyakin S., Fedoronchuk M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. – Kiev, 1999. – 346 p.
- Onyschenko V.A. Wood plant communities (*Fagetalia* Pawl. 1928) og the Medobory zapovednik // Укр. фітоцен. зб. – К., 1998. – Сер. А, вип. 1 (9). – С. 97–115.
- Syrenko I.P. Creation a Databases for Floristic and Phytocoenologic Researches // Укр. фітоцен. зб. – К., 1996. – Сер. А, вип. 1. – С. 9–11.

#### ECOLOGICAL AND CENOTIC PECULIARITIES OF *TAXUS BACCATA* L. ON THE TERRITORY OF BUCOVYNIAN PRYCARPATTYA (BUCOVINIAN CIS-CARPATHIA)

I.I.CHORNEY, I.A.KOROTCHENKO, A.I.TOKARYUK, V.V.BUDZHAK

The results of study of ecological and cenotic peculiarities of *Taxus baccata* L. on the territory of Bucovynian Prycarpattya (Bucovinian Cis-Carpathia) are presented. The syntaxonomical scheme of plant communities with *T. baccata*, based on the floristic classification are compiled and the zoological value of these taxa are also analyzed.

*Key words:* *Taxus baccata*, *Fagion sylvaticae*, protection, Bucovynian Prycarpattya (Bucovinian Cis-Carpathia)

Одержано редколегією 15.10.2009

## СУЧАСНИЙ СТАН ФАУНИ ВОДОПЛАВНИХ ПТАХІВ РІВНИННОЇ ЧАСТИНИ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

І.В.Скільський<sup>1</sup>, Л.І.Мелешук<sup>2</sup>, М.В.Ташук<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Чернівецький краєзнавчий музей,

<sup>2</sup>Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича,

<sup>3</sup>Чернівецький факультет Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»,  
м. Чернівці, а/с 532, Україна, 58001, skilsky@rambler.ru

*Представлені результати комплексних досліджень екологічних особливостей і ролі водоплавних птахів у гідроекосистемах. З'ясований територіальний розподіл видового складу в сезонному аспекті. Охарактеризовано вплив абіотичних, біотичних й антропогенних факторів на орнітофауну водойм.*

**Ключові слова:** водоплавні птахи, територіальний розподіл, Чернівецька область

**Вступ.** Водно-болотні та коловодні птахи є важливими структурними елементами водойм природного й антропогенного походження, оскільки забезпечують їх збалансованість функціонування та ступінь стабільності. Вони, завдяки широкому спектру живлення, належать до вагомих компонентів трофічних ланцюгів і тому можуть бути використані як об'єкти для тривалого екологічного моніторингу [37; 38; 59; 64].

Якомога детальніше вивчення сучасного стану фауни водоплавних птахів може поглибити наші знання в аспекті пізнання складної системи внутрішньо- і міжвидових зв'язків, формування гідробіоценозів та їх динаміки. Надзвичайно важливим також є з'ясування впливу діяльності людини (створення водосховищ, меліорація, промислове й аматорське виловлювання риби, полювання тощо) на екологічні особливості та чисельність даної групи авіафауністичних елементів. Розробка заходів і практичних рекомендацій щодо раціонального використання й охорони водно-болотних і коловодних птахів дозволить регулювати їх якісне та кількісне різноманіття [2; 3; 21; 22; 28].

У Карпато-Подільському регіоні останнім часом особливої актуальності набувають дослідження в аспекті вивчення орнітокомплексів природних і штучних гідроекосистем, які формуються як результат адаптації багатьох представників до існування в антропогенно змінених умовах. Важливо також проводити моніторинг популяцій водоплавних птахів, встановити строки їх міграцій, з'ясувати гніздову біологію, трофічні зв'язки, внутрішньовидові та міжвидові відносини, провести оцінку кількісного співвідношення у змішаних колоніальних поселеннях [14; 15; 32].

Отримані дані щодо специфіки взаємозв'язків орнітофауни із природними та штучними гідроекосистемами матимуть значення для вирішення

важливих питань популяційної біології й систематики та при оцінці ролі розглядуваної групи в підтриманні функціонального стану відповідних водойм і стабільності навколишнього середовища. Зібрані матеріали можуть бути використані для довготривалого моніторингу за станом гідроекосистем і для прогнозування змін у них під впливом біотичних й абіотичних факторів середовища. На основі отриманих результатів можуть бути розроблені рекомендації щодо покращення гніздування птахів на ставках в умовах інтенсифікації рибного господарства [16; 23; 29; 30; 64].

Особливості екології та життєвого циклу багатьох представників авіафауни тісно пов'язані з водними екосистемами й у значній мірі визначаються комплексом дії відповідних чинників [21; 64]. Вибір нами рівнинної частини Чернівецької області як території досліджень, обумовлений наявністю тут різноманітних водойм, насамперед, густої сітки малих річок, риборозплідних ставків, Дністровського водосховища; вони і є основними місцями перебування протягом року та розмноження водоплавних птахів. Наявні в літературних джерелах дані стосуються, переважно, з'ясування гніздової екології окремих видів [5; 6; 12; 17; 45; 46; 50; 51; 54; 55; 57; та ін.]. Вивчення сучасного стану фауни водоплавних птахів у зазначеному регіоні проведені нами вперше. Все викладене вище й обумовлює актуальність подібних досліджень.

Отже, метою роботи є проведення комплексного аналізу просторово-часової динаміки угруповань водоплавних птахів рівнинної частини Чернівецької області. Для досягнення зазначеної мети передбачалося вирішення двох завдань: встановити сучасний видовий склад водоплавних птахів і прослідкувати його зміни протягом репродуктивного, міграційного й зимового періодів; розробити заходи та практичні рекомендації

ції щодо раціонального використання й охорони орнітофауни водно-болотних ландшафтів в умовах антропогенної трансформації довкілля.

**Регіон робіт, матеріали та методи.** Якісне та кількісне багатство тваринного світу Чернівецької області обумовлене значною різноманітністю природних умов [34]. Регіон чітко ділиться на три частини [68]: рівнина (Прут-Дністровське межиріччя) з середньою абсолютною висотою близько 230 м н. р. м., передгір'я (Буковинське Передкарпаття) з висотою майже 350 м н. р. м. та гори (Буковинські Карпати) з середньою висотою приблизно 900 м н. р. м.

Прут-Дністровська лісостепова рівнина займає майже половину території Чернівецької області. Вона чітко обмежена з півночі р. Дністер, з півдня – р. Прут. Західна і східна межі умовні. У системі фізико-географічного районування зазначена територія виділяється як фізико-географічна область Західно-Української провінції лісостепової зони Східно-Європейської платформено-рівнинної країни. Положення цього природно-територіального комплексу на південно-західному крилі Волино-Подільської плити Східно-Європейської платформи зумовило формування дрібноблокової тектонічної структури [11].

У межах Прут-Дністровської лісостепової рівнини спостерігається поєднання горстів (Хотинський) та улоговин (Новоселицька), розвиток глибинних тектонічних розломів, до багатьох з яких приурочені русла поздовжніх і поперечних річкових долин Дністра, Пруту, Мошківа, Задубрівки, Гуківа й інших. Загальний характер поверхні тут пологий. Високі рівнини (200–300 м н. р. м.) займають 66% площі регіону, рівнини (100–200 м н. р. м.) – 27% площі. Вони утворюють північний, найнижчий ландшафтно-гіпсометричний ярус у територіальній ландшафтній структурі Чернівецької області. Спокійний плоско-хвилястий фон поверхні порушує Хотинська височина (300–500 м н. р. м.; г. Берда, 515 м н. р. м.), численні широкі улоговини стоку – релікти давніх долин, густа мережа сучасних річкових долин і балок різної форми. В окремих районах ландшафтоутворююче значення мають карстові і зсувні форми рельєфу [10; 11].

З фізико-географічної точки зору рівнинна частина Чернівецької області ділиться на 8 природних районів [10]: Кіцманський ступінчато-терасовий лісостеповий, Заставнівський карстовий степовий, Хотинський височинний горбисто-грядовий лісовий, Долиняно-балковецький яружно-балковий лісостеповий, Новоселицький котловинний ступінчато-терасовий степовий, Оселівський хвилясто-долинний рівнинний лісостеповий, Кельменецький горбисто-товтровий сте-

повий і Сокирянський вододільний ступінчато-терасовий лісостеповий.

Об'єктом наших досліджень є угруповання водоплавних птахів як структурний елемент біогеоценозів. Предмет дослідження – система екологічних зв'язків гідрофільної орнітофауни під впливом природних і антропогенних чинників. Методи дослідження: з'ясування динаміки видового складу водоплавних птахів у сезонному й територіальному аспектах шляхом проведення короткочасних виїздів і експедицій та опрацювання зібраних матеріалів і літературних джерел у камеральних умовах.

З точки зору зооіндикації довкілля, локальні популяції водоплавних птахів можна розглядати як своєрідний модельний об'єкт, тривале існування якого в умовах впливу факторів антропогенного походження дозволяє вивчати реакції систем популяційного рівня на екстремальні умови середовища. Внаслідок зростаючої дії антропогенного пресу чимало видів зазнають значних екологічних навантажень, у результаті яких можуть виникати не тільки відхилення фізіологічних та функціональних показників, але і зміни у проходженні важливих популяційних процесів [21].

Головним завданням нашої роботи було опрацювання літературних джерел і музейних колекцій [4; 7–9; 13; 31; 42–44; 47–49; 52; 53; 56; та ін.], вибір стаціонарних дослідних ділянок (основні з них були зосереджені західніше та південніше Хотинської височини) і робота в польових умовах, аналіз особливостей формування угруповань водоплавних птахів у хорологічному, біоценотичному та соціологічному аспектах. Стаціонарні дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [3; 24; 32; 33; 58; 60; 62; та ін.] протягом усіх сезонів у 1987–2008 рр. на майже трьох десятках ділянок, які репрезентують основні типи природних і антропогенних водойм рівнинної частини Чернівецької області, що є різними за специфікою рекреаційного навантаження (насамперед, мережа малих річок, ріборозплідні ставки, озера і водосховище). Такі роботи в полі передбачали закладання дослідних маршрутів, проведення біоценологічних описів водойм і кількісних обліків фауни та населення гідрофільних птахів [59].

Подібність видового складу орнітоелементів окремих природних районів визначали за формулою Жаккара–Наумова [58]:

$$K = \frac{C \cdot 100\%}{A + B - C},$$

де К – коефіцієнт подібності, А – кількість видів з першої ділянки, В – кількість видів з другої ділянки, С – кількість спільних для обох ділянок видів.

Виходячи з концепції альтернативної вартості для економічної оцінки вторинної продукції використовується метод відновлювальної вартості основних представників тваринного світу екосистем шляхом визначення максимальних витрат на їх відновлення [58; 61]. Економічна оцінка ресурсів тваринного світу розраховується за такою формулою:

$$O_{m.c.} = \sum C_i \cdot N_i$$

де  $O_{m.c.}$  – економічна оцінка ресурсів тваринного світу (грн.);  $C_i$  – відновлювальна вартість певного виду тварин (грн.);  $N_i$  – чисельність (щільність населення) певного виду тварин (пар, особин).

**Результати й обговорення. Сучасний стан та динаміка фауни водоплавних птахів рівнинної частини Чернівецької області.** Вирішення проблем раціонального використання й охорони природи можливе лише на основі всебічного вивчення структури та закономірностей функціонування екосистем. Водно-болотні птахи є вагомим компонентом більшості природних і трансформованих територій. Це дозволяє використовувати їх як модельні об'єкти у фауністичних, екологічних, зоогеографічних, еволюційних та інших дослідженнях, а також визначає їх прикладне значення в таких галузях людської діяльності, як сільське, рибне та мисливське господарство, охорона природи тощо. Подібні дослідження особливо актуальні для регіонів, ландшафти яких (у першу чергу водно-болотні угіддя) зазнали значних змін унаслідок господарської діяльності людини. Зникнення колишніх й утворення нових угідь призводить до просторового перерозподілу птахів, до змін в їх якісних і кількісних показниках. Територіальні й сезонні аспекти розподілу гідрофільних орнітоелементів є важливими для оцінки значення окремого регіону як з точки зору зоогеографії, так і фауністики [38].

До водоплавних птахів традиційно належать усі представники з рядів Гагароподібні\*, Норцеподібні, Гусеподібні й окремі Журавлеподібні, а саме 2 види з родини Пастушкові [21; 25–27; 59]. У наш час найбільш актуальним є вивчення їх внутрішньовидових і міжвидових взаємовідносин на різних етапах репродуктивного циклу, явища гніздового «сусідства» й колоніальності, способу життя, поведінки виводків тощо [21].

Отже, в межах рівнинної частини Чернівецької області встановлене перебування 229 видів птахів (79,2% від усієї орнітофауни Північної Буковини та Хотинщини; гніздові (можливо, ймовірно, достовірно (шкала за: [74])) – 173, літучі – 17, зимуючі – 92, пролітні – 28, залітні –

10), які належать до 51 родини і 17 рядів [34; 59]. На сторінки Червоної книги України [67] занесені 32 (14,0%) представники, до Європейського червоного списку [36; 73] – 8 (3,5%), в Червоний список Міжнародного Союзу охорони природи [36; 71] – 11 (4,8%), у додатки II і III до Бернської конвенції [36; 39] – 157 і 59 відповідно (разом 216 або 94,3%). Трохи більше половини орнітоелементів (123 або 53,7%) є видами загальноєвропейської природоохоронної значущості (SPEC) [58; 72]. До категорії SPEC1 (види, які перебувають під загрозою глобального зникнення, мають дуже низьку чисельність або швидко її скорочують і потребують негайних заходів з охорони та відновлення) належать 7 (5,7%) представників, до категорії SPEC2 (види, поширення яких обмежене Європейським континентом та які мають несприятливий охоронний статус) – 12 (9,8%), до категорії SPEC3 (види, які широко розповсюджені, але мають несприятливий охоронний статус) – 58 (47,1%) і до категорії SPEC4 (види, які не потребують спеціальної охорони, але розповсюджені переважно в межах Європи) – 46 (37,4%). До Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення [19; 36], занесені 37 (16,2%) представників. На регіональному рівні невідкладних заходів охорони потребує 51 (22,3%) вид [34; 69].

На основі проведених нами досліджень встановлено, що фауна водоплавних птахів рівнинної частини Чернівецької області налічує 34 представники (або 14,9% від загальної кількості) (табл. 1). Вони належать до 14 родів, 4 родин і 4 рядів (рис. 1). Основу видового багатства складають Гусеподібні птахи – їх частка дорівнює 73,5%. За особливостями перебування розподіл виглядає наступним чином. Більшість видів (15 або 44,1%) є достовірно, ймовірно чи можливо гніздовими (6 з них перелітні, а 9 трапляються на незамерзаючих ділянках водойм протягом відносно теплих зим). Трохи більше третини представників (13 або 38,2%) є пролітними, причому 3 з них виявлені також у холодний період року. Фактично така ж кількість видів (12 або 35,3%) належить до зимуючих. Залітними є лише 6 (17,7%) авіфауністичних елементів [59], а саме червоношиїй норець, чорна казарка, червоновола казарка, огар, галагаз і червонодзьоба чернь.

Розподіл видового складу водоплавних птахів за природними районами рівнинної частини Чернівецької області виглядає наступним чином.

**Кіцманський ступінчасто-терасовий лісостеповий.** Переважають лесові й алювіально-лесові терасові рівнини на породах неогену. Висоти змінюються від 160–200 м н. р. м. в руслі Пруту і до 320 м н. р. м. на межириччі. Лісостепові ланд-

\*Латинські (та українські) назви рядів, родин і видів наведені в табл. 1.

шафти представлені чотирма видами. Найбільш типовими є природно-територіальні комплекси плоскої заболоченої заплави з дерновими, дерново-лучними і болотними ґрунтами під луками, чагарниками та болотами. Структуру смуг складають широкі й неглибокі (20–40 м), врізані плоскодонні долини лівобережних приток Пруту, з системами ставків. Під орними угіддями зайнято

60% площі, під лісами – 3%, населеними пунктами – 18%. Ступінь господарської освоєності сягає 90% [11].

Тут встановлене перебування 31 виду водоплавних птахів або 91,2% від їх загальної кількості в рівнинній частині Чернівецької області. Виявлені представники належать до 14 родів, усіх 4 родин і 4 рядів.

Таблиця 1

**Територіальний розподіл водоплавних птахів у межах рівнинної частини Чернівецької області**

| Вид                                                                 | Природні райони |           |        |        |           |           |           |           | Созологічний ста-<br>тус                     |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------------------|
|                                                                     | КЦ              | ЗС        | ХТ     | ДБ     | НВ        | ОС        | КЛ        | СК        |                                              |
| Ряд ГАГАРОПОДІБНІ (GAVIIFORMES), родина Гагарові (Gaviidae)         |                 |           |        |        |           |           |           |           |                                              |
| Гагара червоногола<br><i>Gavia stellata</i> (Pontopp.)              | Пр              | —         | —      | —      | —         | —         | —         | —         | БеК, БоК, ЗСПЗ                               |
| Гагара чорногола<br><i>G. arctica</i> (L.)                          | Пр              | Пр        | —      | Пр     | —         | —         | —         | —         | БеК, БоК, ЗСПЗ                               |
| Ряд НОРЦЕПОДІБНІ (PODICIPEDIFORMES), родина Норцеві (Podicipedidae) |                 |           |        |        |           |           |           |           |                                              |
| Норець малий<br><i>Podiceps ruficollis</i> (Pall.)                  | Гн, Зм          | Гн        | Гн     | Гн     | Гн, Зм    | Гн        | —         | —         | БеК                                          |
| Норець чорноший<br><i>P. nigricollis</i> C. L. Brehm                | Гн              | Гн        | Гн     | Гн     | Гн        | —         | —         | —         | БеК                                          |
| Норець червоноший<br><i>P. auritus</i> (L.)                         | Зл              | —         | —      | —      | —         | —         | —         | —         | БеК, БоК, ЗСПЗ                               |
| Норець сірощокий<br><i>P. grisegena</i> (Bodd.)                     | Гн              | Гн        | Гн     | Гн     | Гн        | Гн        | —         | —         | БеК, БоК                                     |
| Норець великий<br><i>P. cristatus</i> (L.)                          | Гн, Зм          | Гн        | Гн     | Гн, Зм | Гн        | Гн        | Гн        | —         | БеК                                          |
| Ряд ГУСЕПОДІБНІ (ANSERIFORMES), родина Качачі (Anatidae)            |                 |           |        |        |           |           |           |           |                                              |
| Казарка чорна<br><i>Branta bernicla</i> (L.)                        | Зл              | —         | —      | —      | —         | —         | —         | —         | БеК, БоК, ЗСПЗ                               |
| Казарка червоногола<br><i>Rufibrenta ruficollis</i> (Pall.)         | Зл              | —         | —      | —      | —         | —         | —         | —         | ЧКУ, ЄЧС, ЧС<br>МСОП, БеК, БоК,<br>КТВ, ЗСПЗ |
| Гуска сіра<br><i>Anser anser</i> (L.)                               | Пр,<br>Зм       | Пр,<br>Зм | Пр     | Пр     | Пр,<br>Зм | Пр        | Пр        | Пр,<br>Зм | БеК, БоК                                     |
| Гуска білолоба<br><i>A. albifrons</i> (Scop.)                       | Пр              | —         | —      | —      | Пр        | —         | Пр        | —         | БеК, БоК                                     |
| Гуска мала<br><i>A. erythropus</i> (L.)                             | Пр              | —         | —      | —      | —         | —         | —         | —         | ЧКУ, ЧС МСОП,<br>БеК, БоК, ЗСПЗ              |
| Гуменник<br><i>A. fabalis</i> (Lath.)                               | Пр              | Пр        | Пр     | Пр     | Пр        | Пр        | Пр        | Пр        | БеК, БоК                                     |
| Лебідь-шипун<br><i>Cygnus olor</i> (Gm.)                            | Гн, Зм          | Гн        | Гн, Зм | Гн     | Гн, Зм    | Пр,<br>Зм | Пр,<br>Зм | Пр,<br>Зм | БеК, БоК                                     |
| Лебідь-кликун<br><i>C. cygnus</i> (L.)                              | Пр,<br>Зм       | Пр        | Пр     | —      | Пр        | —         | Пр        | —         | БеК, БоК                                     |
| Огар<br><i>Tadorna ferruginea</i> (Pall.)                           | —               | —         | —      | —      | Зл        | —         | —         | —         | ЧКУ, БеК, БоК,<br>ЗСПЗ                       |
| Галагаз<br><i>T. tadorna</i> (L.)                                   | —               | Зл        | —      | —      | —         | —         | —         | —         | БеК, БоК                                     |
| Крижень<br><i>Anas platyrhynchos</i> L.                             | Гн, Зм          | Гн, Зм    | Гн, Зм | Гн, Зм | Гн, Зм    | Гн, Зм    | Гн, Зм    | Гн, Зм    | БеК, БоК                                     |
| Чирок-свистунець<br><i>A. crecca</i> L.                             | Гн, Зм          | Гн        | Гн     | Гн     | Гн, Зм    | Зм        | —         | —         | БеК, БоК                                     |
| Нерозень<br><i>A. strepera</i> L.                                   | Гн              | Гн        | Гн     | Гн     | Гн        | —         | —         | —         | ЧКУ, БеК, БоК,<br>ЗСПЗ                       |
| Свищ<br><i>A. penelope</i> L.                                       | Пр              | Пр        | Пр     | —      | Пр        | —         | —         | —         | БеК, БоК                                     |
| Шилохвіст<br><i>A. acuta</i> L.                                     | Пр,<br>Зм       | Пр        | —      | Лт     | Пр        | —         | —         | —         | БеК, БоК, ЗСПЗ                               |

| Вид                                                                  | Природні райони |    |    |        |        |        |        |        | Созологічний статус          |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------|----|----|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------------|
|                                                                      | КЦ              | ЗС | ХТ | ДБ     | НВ     | ОС     | КЛ     | СК     |                              |
| Чирок-тріскунець<br><i>A. querquedula</i> L.                         | Гн, Зм          | Гн | Гн | Гн     | Гн, Зм | Гн     | Гн     | Гн, Зм | БеК, БоК, ЗСПЗ               |
| Широконоска<br><i>A. clypeata</i> L.                                 | Гн              | Гн | Гн | Гн     | Гн     | –      | –      | –      | БеК, БоК, ЗСПЗ               |
| Чернь червонодзьоба<br><i>Netta rufina</i> (Pall.)                   | Зл              | –  | –  | –      | –      | –      | –      | –      | ЧКУ, БеК, БоК                |
| Чернь червоноголова<br><i>Aythya ferina</i> (L.)                     | Гн              | Гн | Гн | Гн     | Гн     | Гн, Зм | –      | –      | БеК, БоК, ЗСПЗ               |
| Чернь білоока<br><i>A. nyroca</i> (Güld.)                            | Гн              | Гн | Пр | –      | –      | –      | –      | –      | ЧКУ, ЧС МСОП, БеК, БоК, ЗСПЗ |
| Чернь чубата<br><i>A. fuligula</i> (L.)                              | Гн, Зм          | Гн | Гн | Гн     | Гн, Зм | –      | –      | Зм     | БеК, БоК, ЗСПЗ               |
| Чернь морська<br><i>A. marila</i> (L.)                               | –               | Пр | Пр | –      | Пр     | –      | –      | –      | БеК, БоК, ЗСПЗ               |
| Гоголь<br><i>Bucephala clangula</i> (L.)                             | Пр, Зм          | –  | –  | Пр, Зм | Пр, Зм | Зм     | Пр, Зм | Пр, Зм | ЧКУ, БеК, БоК                |
| Крех малий<br><i>Mergus albellus</i> L.                              | Пр              | –  | –  | –      | –      | –      | –      | –      | БеК, БоК, ЗСПЗ               |
| Крех великий<br><i>M. merganser</i> L.                               | Пр, Зм          | Пр | –  | –      | Пр, Зм | –      | –      | –      | БеК, БоК                     |
| <b>Ряд ЖУРАВЛЕПОДІБНИ (GRUIFORMES), родина Пастушкові (Rallidae)</b> |                 |    |    |        |        |        |        |        |                              |
| Курочка водяна<br><i>Gallinula chloropus</i> (L.)                    | Гн, Зм          | Гн | Гн | Гн     | Гн, Зм | Гн     | Гн     | Гн, Зм | БеК                          |
| Лиска<br><i>Fulica atra</i> L.                                       | Гн              | Гн | Гн | Гн, Зм | Гн     | Гн     | Гн, Зм | Гн, Зм | БеК, БоК                     |

Примітка. Природні райони [10]: КЦ – Кіцманський, ЗС – Заставнівський, ХТ – Хотинський, ДБ – Долиняно-балковецький, НВ – Новоселицький, ОС – Оселівський, КЛ – Кельменецький, СК – Сокирянський (ці скорочення стосуються також табл. 3 і рис.2); созологічний статус: ЧКУ – Червона книга України (третє видання; у друці), ЄЧС – Європейський червоний список [36; 73], ЧС МСОП – Червоний список Міжнародного Союзу охорони природи [36; 71], БеК – Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979 р.) [36; 39], БоК – Конвенція про збереження мігруючих видів тварин (Бонн, 1979 р.) [18; 36], КТВ – Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, які перебувають під загрозою зникнення (Вашингтон, 1973 р.) [19; 36], ЗСПЗ – птахи загальноєвропейської природоохоронної значущості [58; 72]; статус перебування видів: Гн – гніздовий, Лт – літуючий, Зм – зимуючий, Пр – пролітний, Зл – залітний.

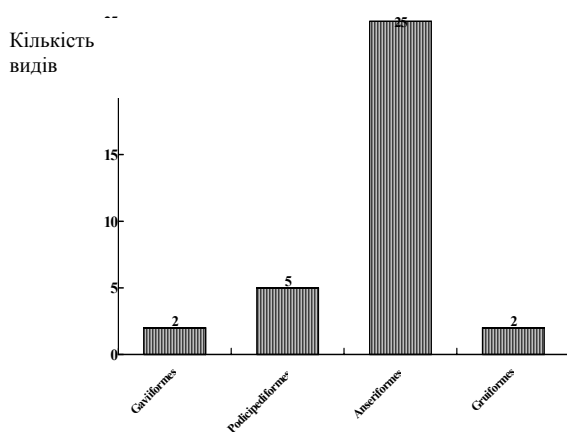


Рис. 1. Розподіл водоплавних птахів рівнинної частини Чернівецької області за рядами.

**Заставнівський карстовий степовий.** Це лесова слабо розчленована рівнина (250–300 м н. р. м.) з лучними степами в минулому, типовими опідзоленими, лучними чорноземами; тут до 70% площі розорано, а 11% займають селітебні системи. Домінують ландшафти високих закарстованих рівнин із чорноземами, природно-територіальні комплекси дністровського каньйо-

ну, алювіально-лесових рівнин, пліоценових долин стоку з верхів'ями лівих приток р. Прут та, у свою чергу, широкими долинами їх приток із лучними та типовими чорноземами, закарстованих терас Дністра й каньйоноподібних балок [11].

Фауна водоплавних птахів тут менш багата й різноманітна. Нами встановлена наявність 24 (70,6%) видів із 10 родів, 4 родин і 4 рядів.

**Хотинський височинний горбисто-грядовий лісовий.** Територія зазначеного природного району тягнеться від Дністра на півночі до низьких терас р. Прут на півдні в околицях Чернівців. Структурно – це асиметричний горст, інтенсивно розчленоване, високо підняте (300–500 м н. р. м.) горбогір'я, у східній частині платоподібне, з широколистяними ландшафтами. Тут домінують масивні гряди, останці, структурні тераси зі світло-сірими опідзоленими й дерново-буроземно-підзолистими ґрунтами під дубово-грабово-буковими і буковими лісами, а також долинно-увалисті височини з сірими опідзоленими ґрунтами під буково-дубово-грабовими лісами й орними угіддями. На півночі виокремлюється каньйоноподібна долина Дністра з наявніс-



тю високих терас. Особливий вид утворюють південно-східні східчасто-спадисті ерозійно-улоговинно-зсувні схили з ділянками лісів, унікальною агломерацією сіл, садами. Ліси займають до 56%, орні угіддя – до 20% [11].

Фауна водоплавних орнітоелементів тут ще бідніша, в порівнянні з попереднім природним районом. Нами встановлене перебування лише 20 (58,8%) видів, які належать до 7 родів, 3 родин і 3 рядів (відсутні Гагароподібні птахи).

**Долиняно-балковецький яружно-балковий лісостеповий.** Це схил Хотинського горсту з більш дрібною блоковою структурою, численними розломами, поширенням на незначних глибинах вапняків, гіпсоангідритів і глин неогену. Інтенсивно розчленована рівнина (245–290 м н. р. м.) з ерозійно-зсувним і карстовим (у східній частині) рельєфом. У верхів'ях балок наявні ниркоподібні ерозійно-зсувні улоговини з селами. Широко розповсюджені долини субмеридіональної орієнтації та складних вузьких і глибоких плоскодонних балок, що сприяє активній водній ерозії ґрунтів, дрібноконтурності полів. До 64% території розорано, населені пункти займають 19% площі, ліси – лише 3% [11].

Тут встановлене перебування 19 видів водоплавних птахів або 55,9% від їх загальної кількості в рівнинній частині Чернівецької області. Вони належать до 9 родів, усіх 4 родин і 4 рядів.

**Новоселицький котловинний ступінчато-терасовий степовий.** Це типова улоговина, алювіально-лесова рівнина, щільно розчленована плоскодонними спадисто-схилувими долинами прутських приток. Висоти змінюються від 120 м н. р. м. в руслі річки і до 290 м н. р. м. на міжрічкових увалах. Ландшафтна структура дещо аналогічна такій Кіцманського природного району, проте на півночі вона починається смугою останців надвисоких терас Пруту. Більш широку смугу утворюють низькі тераси. Орні угіддя займають до 70% площі, населені пункти – 12%, луки – 10%, ліси – лише 3%. Ступінь господарського освоєння території сягає 95% [11].

Фауна водоплавних птахів тут відносно багата, але не достатньо різноманітна (відсутні Гагароподібні). Виявлено 24 (70,6%) види з 10 родів, 3 родин і 3 рядів.

**Оселівський хвилясто-долинний рівнинний лісостеповий.** Район складають субмеридіональні реліктові долини давнього міжрічкового перетоку. Тому зазначений регіон Прут-Дністровського межиріччя є найбільш пониженим. Це інтенсивно розчленована хвиляста рівнина з достатньо близьким заляганням до поверхні вапняків і неогенових глин. До 70% території розорано [11].

Фауна водоплавних птахів тут достатньо бідна. Нами встановлене перебування лише 13

(38,2%) видів із 8 родів, 3 родин і 3 рядів.

**Кельменецький горбисто-товтровий степовий.** Висота поверхні сягає в середньому 220–230 м н. р. м., на вершинах товтрових останців – до 303 м н. р. м. Переважають характерні степові та лісостепові ландшафти. Домінують міжрічкові увалисто-улоговинні та плоскохвилясті високо-терасові рівнини з типовими й опідзоленими чорноземами та горбисті товтрові рівнини зі скельними виходами органогенних вапняків з типовими й опідзоленими чорноземами, дерново-карбонатними та темно-сірими опідзоленими ґрунтами. Вузол крутих меандр визначає специфіку та швидко змінює долину Дністра. Дністровським водосховищем свого часу були затоплені заплави й низькі тераси. Орні угіддя займають до 68% площі, населені пункти – 12%. Ступінь господарського освоєння один з найвищих на Буковині – сягає понад 90% [11].

Фауна водоплавних птахів тут ще бідніша в порівнянні з попереднім природним районом. Нами встановлене перебування лише 11 (32,4%) видів. Вони належать до 7 родів, 3 родин і 3 рядів.

**Сокирянський вододільний ступінчато-терасовий лісостеповий.** Висоти тут сягають максимум до 300 м н. р. м., що відповідає Північнобессарабській платоподібній височині. Домінують міжрічкові плоско-хвилясті лесові рівнини з сірими опідзоленими ґрунтами під ріллею та дубово-грабовими лісами; алювіально-лесові хвилясті долинно-увалисті рівнини високих терас Дністра з темно-сірими опідзоленими ґрунтами під ріллею та лісами; горбисто-хвилясті долинно-увалисті рівнини прутського схилу з темно-сірими опідзоленими ґрунтами й опідзоленими чорноземами. Природно-територіальні комплекси долини Дністра сильно змінені: заплава й низькі тераси стали дном водосховища, а уступ IV тераси та «стілки» – його бортами. Під впливом абразійних процесів вони інтенсивно руйнуються. Близько 50% території розорано, під лісами зайнято 22% площ, під населеними пунктами – 13% [11].

Якісний склад водоплавних птахів тут вивчений ще не достатньо повно. Наявна мінімальна кількість видів – лише 9 (26,5%). Вони належать до 7 родів, 2 родин і 2 рядів (відсутні Гагароподібні та Норцеподібні птахи).

Розподіл за статусом перебування гідрофільної орнітофауни виглядає наступним чином (табл. 2). Літуючі птахи виявлені лише в межах Долиняно-балковецького природного району, залітні – лише в Кіцманському, Заставнівському й Новоселицькому. Гніздові, зимуючі та пролітні види наявні в усіх територіальних виділах. Причому максимальна частка гніздових птахів встановлена для Долиняно-балковецького району,

зимуючих – для Сокирянського і пролітних – для Кельменецького [59].

**Таблиця 2**

**Статус перебування водоплавних птахів у межах рівнинної частини Чернівецької області**

| Природні райони       | Статус перебування видів |      |         |     |         |      |          |      |         |      |
|-----------------------|--------------------------|------|---------|-----|---------|------|----------|------|---------|------|
|                       | гніздові                 |      | літуючі |     | зимуючі |      | пролітні |      | залітні |      |
|                       | абс.                     | %    | абс.    | %   | абс.    | %    | абс.     | %    | абс.    | %    |
| Кіцманський           | 15                       | 48,4 | –       | –   | 13      | 41,9 | 12       | 38,7 | 4       | 12,9 |
| Заставнівський        | 15                       | 62,5 | –       | –   | 2       | 8,3  | 8        | 33,3 | 1       | 4,2  |
| Хотинський            | 14                       | 70,0 | –       | –   | 2       | 10,0 | 6        | 30,0 | –       | –    |
| Долиняно-балковецький | 14                       | 73,7 | 1       | 5,3 | 4       | 21,1 | 4        | 21,1 | –       | –    |
| Новоселицький         | 14                       | 58,3 | –       | –   | 10      | 41,7 | 9        | 37,5 | 1       | 4,2  |
| Оселівський           | 8                        | 61,5 | –       | –   | 5       | 38,5 | 3        | 23,1 | –       | –    |
| Кельменецький         | 5                        | 45,5 | –       | –   | 4       | 36,4 | 6        | 54,6 | –       | –    |
| Сокирянський          | 4                        | 44,4 | –       | –   | 8       | 88,9 | 4        | 44,4 | –       | –    |

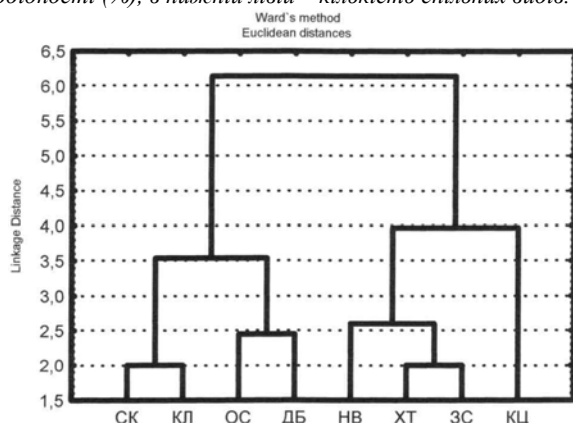
Подібність фауни водоплавних птахів природних районів рівнинної частини Чернівецької області [59] визначали за формулою Жаккара–Наумова [58]. Отримані результати наведені в табл. 3 і на рис. 2. Найвищим коефіцієнт подібності виявився в парах природних районів: Заставнівський–Хотинський, Заставнівський–Новоселицький, Хотинський–Новоселицький, Заставнівський–Долиняно-балковецький і Долиняно-балковецький–Новоселицький.

**Таблиця 3**

**Індекси подібності видового складу водоплавних птахів природних районів рівнинної частини Чернівецької області**

| Природні райони | КЦ | ЗС   | ХТ   | ДБ   | НВ   | ОС   | КЛ   | СК   |
|-----------------|----|------|------|------|------|------|------|------|
| КЦ              |    | 66,7 | 59,4 | 61,3 | 66,7 | 41,9 | 35,5 | 29,0 |
| ЗС              | 22 |      | 83,3 | 72,0 | 77,8 | 48,0 | 34,6 | 32,0 |
| ХТ              | 19 | 20   |      | 69,6 | 76,0 | 57,1 | 40,9 | 38,1 |
| ДБ              | 19 | 18   | 16   |      | 72,0 | 68,4 | 42,9 | 47,4 |
| НВ              | 22 | 21   | 19   | 18   |      | 54,2 | 45,8 | 37,5 |
| ОС              | 13 | 12   | 12   | 13   | 13   |      | 60,0 | 57,1 |
| КЛ              | 11 | 9    | 9    | 9    | 11   | 9    |      | 66,7 |
| СК              | 9  | 8    | 8    | 9    | 9    | 8    | 8    |      |

Примітка. У верхній правій частині таблиці – коефіцієнт подібності (%), в нижній лівій – кількість спільних видів.



**Рис. 2. Дендрограма подібності фауністичних комплексів водоплавних птахів у рівнинній частині Чернівецької області.**

Найвища спорідненість фаун водоплавних птахів була, як правило, між сусідніми та подібними за ландшафтно-біотопними умовами територіальними одиницями. Ядро розглядуваного екологічного угруповання зосереджене на ділянках, розташованих довкола Хотинської височини. Гідрофільні орнітологічні комплекси в рівнинній частині Чернівецької області у просторовому аспекті розділені між собою на дві достатньо різні між собою ділянки – західну та східну [59].

Поселення водно-болотних і коловодних видів птахів як позитивно, так і негативно впливають на стан і стабільність штучних гідроекосистем. Їх позитивний вплив полягає у знищенні хижих риб, ворогів інших представників іхтіофауни та їх мальків; у перенесенні ікри риб й насіння водяних рослин на інші водойми, тим самим забезпечуючи їх розповсюдження і зміну видової структури гідроекосистем; у зміні хімічних властивостей води, що призводить до покращення умов біотопу сприяючи швидкому розмноженню бактерій і різноманітних безхребетних тварин тощо, які є кормом для багатьох інших організмів; у поїданні насіння бур'янів на сільськогосподарських угіддях (Гусеподібні); у знищенні мишоподібних гризунів і шкідливих комах. Негативний вплив гідрофільної орнітофауни проявляється в поїданні мальків, що вирощуються у ставках, зменшенні запасів водяних рослин, які є кормом для рослиноїдних риб тощо [64].

Фауністичні комплекси різноманітних водойм, у тому числі гніздові угруповання водоплавних птахів, найбільш вразливими є з боку людини (рис. 3). Її вплив відбувається прямо (полювання, руйнування гнізд, турбування, туризм, риболовля тощо) чи опосередковано шляхом деградації середовища перебування (викосування та випалювання заростей прибережно-водної рослинності, залпові викиди води греблями ГЕС і таке інше) [21]. Незважаючи на зазначені обставини, водоплавним птахам переважно вдається пристосовуватися до постійного натиску негативних чинників [59]. Спочатку змінюється кількісне співвідношення особин певного виду, а згодом оновлюється і якісний склад гідрофільного орнітокомплексу.

**Причини зменшення чисельності гідрофільних птахів, раритетні представники, біотехнічні заходи.** Водно-болотні та коловодні птахи є важливим компонентом природних і штучно створених гідроекосистем в умовах рівнинної частини Чернівецької області. Їх видове різноманіття та чисельність залежать не лише від впливу комплексу абіотичних та біотичних факторів, а й від дії антропогенного чинника.

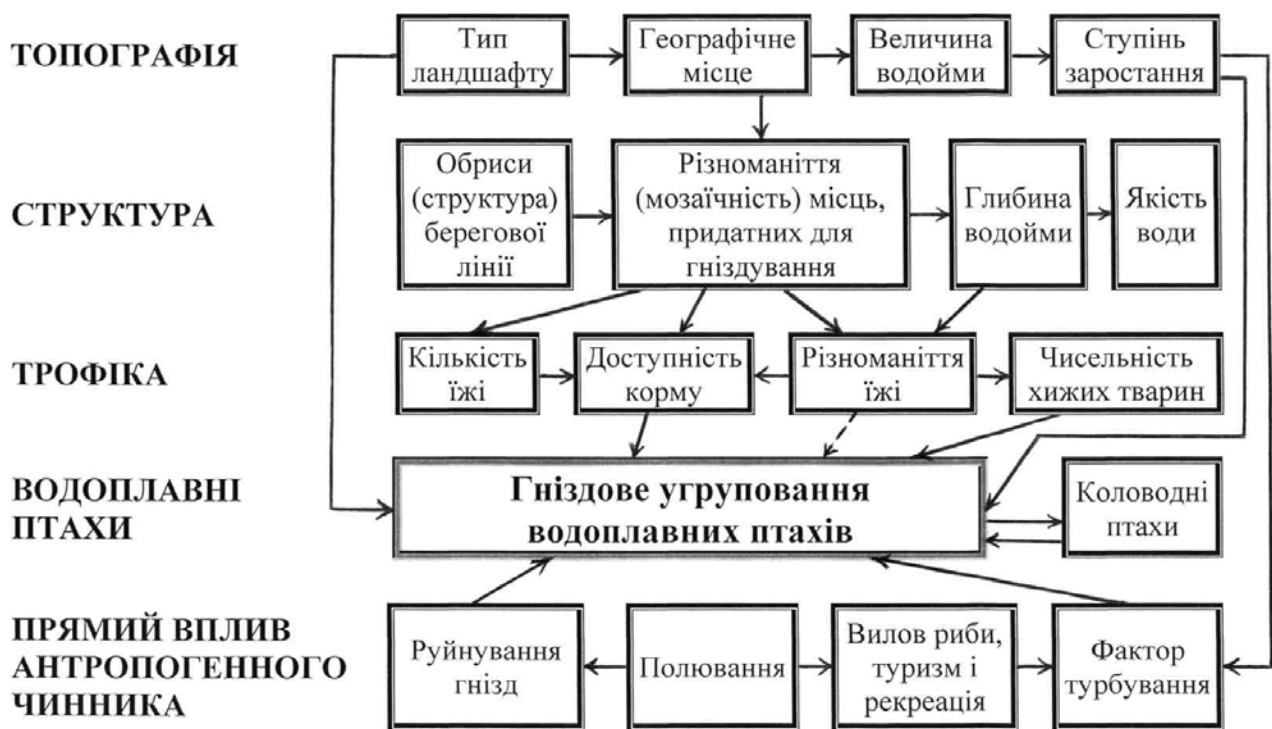


Рис. 3. Фактори, що визначають структуру гніздових угруповань водоплавних птахів [за: 21 зі змінами].

Циклічність наповнення риборозплідних ставків та їх обезводнення найбільше впливає на протікання життєвих процесів у багатьох водоплавних птахів [64]. Нагульні ставки наповнюються водою в лютому–квітні, що припадає на початок прильоту перших особин; вирощувальні – з лютого по травень, що відповідає початку гніздування. Зимувальні ставки, які заповнюються з вересня по листопад, використовуються як місця живлення для видів, що вчасно не відлетіли на південь.

Основними факторами турбування є: полювання, пряме знищення гнізд людиною, браконьєрський вилов риби за допомогою сіток та ятерів, високий рекреаційний прес і промислове забруднення водойм [21; 28; 38; 64]. Вплив ведення рибного господарства є неоднозначним. Серед негативних моментів – машинне викошування заростей у гніздовий період, розлякування птахів під час годування риби та пряме переслідування з боку працівників рибгоспів. Однак на сучасному етапі в регіоні досліджень ці заходи проводяться в незначних масштабах і мінімально позначаються на успішності гніздування та чисельності птахів. Основні переваги – висока біологічна продуктивність водойм і багата кормова база. Раннє наповнення ставків сприяє швидшому початку гніздування, а існування системи шлюзів запобігає значним коливанням рівня води і підвищує ступінь виживання гнізд.

Особливо слід звернути увагу щодо впливу полювання на чисельність популяцій водноболотних і коловодних птахів [14]. Серед 34 ви-

явлених нами видів більшість належить до цінних мисливських. Зростання пресингу полювання призвело до зменшення кількісних показників у популяціях раніше відносно чисельних представників водоплавних птахів. Аналіз впливу полювання на видовий, віковий і статевий склад гідрофільної орнітофауни показав, що з усіх відстріляних особин молоді складають 57,0%, дорослі – 43,0%. Розподіл за статевою структурою наступний: молоді птахи – 57,0% самок і 43,0% самців, дорослі – 18,6% і 81,4% відповідно (цифри наведені за даними опитування мисливців).

У сучасних умовах рівнинної частини Чернівецької області водоплавні птахи не завдають помітної шкоди веденню рибного господарства. Локальний негативний вплив може мати місце на вирощувальних ставках, а на нагульних – лише під час зариблення мальком. Незважаючи на це, ставлення працівників рибгоспів до даної групи птахів у більшості випадків негативне [28; 30].

В умовах тривалої дії антропогенних факторів у багатьох гідрофільних видів у регіоні виробилася низка специфічних адаптацій. До них, зокрема, належать гніздування в нетрадиційних (відкритих) біотопах, використання побутового сміття в якості гніздового матеріалу та скорочення мінімальної відстані підпускання до гнізда.

Усі види водоплавних птахів, виявлені в рівнинній частині Буковини, занесені до тих чи інших созологічних списків (див. табл. 1). З них до третього видання Червоної книги України (знаходиться у друці) потрапили 7 (20,6%) представників: червоноголова казарка, мала гуска, огар, неро-

зень, червонодзьоба чернь, білоока чернь і гоголь. Їх поширення представлено на рис. 4–7. В Європейський червоний список занесений 1 (2,9%) вид, до Червоного списку Міжнародного Союзу охорони природи – 3 (8,8%), у відповідні додатки до Бернської конвенції – всі 34 (100%), до Боннської – 30 (88,2%) та до Вашингтонської – 1 (2,9%). Майже половина гідрофільних авіфауністичних елементів (16 або 47,1%) є видами загальноєвропейської природоохоронної значущості.

В умовах зростаючого антропогенного впливу на довкілля найважливішою проблемою зьогорення стало збереження біологічного різноманіття як на нашій планеті загалом, так і в межах окремих країн і регіонів. Першочергової уваги й охорони вимагають деякі групи чи певні види тварин, сучасний стан популяцій яких викликає особливу стурбованість і занепокоєння [22]. На це спрямовані прийняті останнім часом «Конвенція про збереження водно-болотних угідь, які мають важливе значення для водних і навколоводних птахів» (Рамсар, 1976 р.), «Міжнародна конвенція про збереження біорізноманіття» (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.), «Угода про збереження афро-євразійських мігруючих водно-болотних птахів» (Кейптаун, 1996 р.) та інші документи світового масштабу [20; 36; 65].

Важливе значення в охороні популяцій раритетних водоплавних птахів рівнинної частини Чернівецької області мають заповідні об'єкти [35; 40; 41; 70]. Насамперед, це стосується створеного національного природного парку «Хотинський» [60], а також низки заказників (ландшафтного «Совицькі болота» [1; 35; 70], Драницького орнітологічного [41; 66; 70] й інших) і пам'яток природи (скажімо, комплексної «Борівецька» (озеро «Болото») [70]) загальнодержавного значення.

До основних заходів, спрямованими на охорону та збільшення чисельності водоплавних птахів рівнинної частини Чернівецької області, належать наступні:

- забезпечення спеціальних умов для гніздування й успішного виведення потомства;
- розселення на нові території шляхом випуску у природні угіддя молодняку, розведеного в неволі;
- підгодовування зимуючих особин на незамерзаючих ділянках річок, вирубування лунок;
- зниження негативного впливу прямої чи опосередкованої діяльності людини, у тому числі пресингу полювання;
- створення нових територій та об'єктів природно-заповідного фонду, насамперед, високого рангу (природні заповідники, національні природні парки, заказники загальнодержавного значення).



Рис. 4. Зустрічі «червонокнижних» залітних червоноволої казарки (●), огаря (■), червонодзьобої черні (▲) та пролітної малої гуски (◆) в рівнинній частині Чернівецької області. Тут, а також на рис. 5–7, цифрами позначені природні райони: 1 – Кіцманський, 2 – Заставнівський, 3 – Хотинський, 4 – Долинано-балковецький, 5 – Новоселицький, 6 – Оселівський, 7 – Кельменецький, 8 – Сокирянський.



Рис. 5. Гніздові знахідки «червонокнижного» нерозня в рівнинній частині Чернівецької області.



Рис. 6. Знахідки гніздових пар (●) і зустрічі пролітних особин (■) «червонокнижної» білоокої черні в рівнинній частині Чернівецької області.

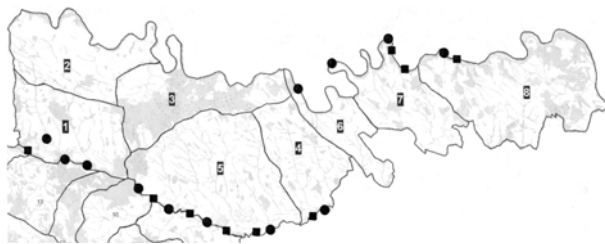


Рис. 7. Знахідки зимуючих (●) і зустрічі пролітних (■) особин «червонокнижного» гоголя в рівнинній частині Чернівецької області.

**Еколого-економічна цінність «червонокнижних» водоплавних птахів.** Чимало представників водно-болотного екологічного комплексу здавна використовуються людиною як об'єкти полювання, тобто мають важливе мисливське значення [3; 14; 23; 37]. Наявність відносно достатньої кількості відповідних угідь у Прут-Дністровському межиріччі України дозволяє забезпечити оптимальну чисельність бага-

тьох видів.

На теренах рівнинної частини Чернівецької області водоплавні птахи найчастіше здобуваються мисливцями, в порівнянні з іншими представниками мисливської орнітофауни. Це, насамперед, пов'язано з тим, що через зазначений регіон проходять міграційні шляхи багатьох видів, у першу чергу, гусей і качок [3].

Мисливці як активні користувачі природного ресурсу (пернатой дичини), повинні добре знати різноманітні аспекти поведінки й екології птахів, оскільки такі знання є запорукою вдалого полювання [37]. На превеликий жаль, на практиці в багатьох випадках усе виглядає протилежним чином. Наслідком незнання мисливських птахів є те, що часто під постріл попадають види, занесені до Червоної книги України [63; 67;], і полювання на яких суворо заборонене чинним законодавством. Ще раз наголосимо, що з водоплавних птахів рівнинної частини Чернівецької області «червонокнижними» є червоновола казарка (залітний вид), мала гуска (пролітний вид), огар (залітний вид), нерозень (гніздовий, мігруючий вид), червонодзьоба чернь (залітний вид), білоока чернь (раніше гніздовий, мігруючий вид) і гоголь (зимуючий, пролітний вид).

Таблиця 4

**Економічна оцінка ресурсів «червонокнижних» водоплавних гніздових і зимуючих видів птахів рівнинної частини Чернівецької області**

| Вид                       | Гніздовий період |       |               | Зимовий період |       |             |
|---------------------------|------------------|-------|---------------|----------------|-------|-------------|
|                           | $N_i$            | $C_i$ | $O_{m.c.}$    | $N_i$          | $C_i$ | $O_{m.c.}$  |
| <i>Anas strepera</i>      | 20–40            | 5200  | 104000–208000 | –              | –     | –           |
| <i>Aythya nyroca</i>      | 10–20            | 5200  | 52000–104000  | –              | –     | –           |
| <i>Bucephala clangula</i> | –                | –     | –             | 20–30          | 2600  | 52000–78000 |

Примітка.  $N_i$  – загальна чисельність (особин);  $C_i$  – відновлювальна вартість (грн.) (такса відшкодування заподіяної шкоди для певного виду [67] у кратності до розміру мінімальної заробітної плати на час оцінки (650 грн. станом на 1.10.2009 р.));  $O_{m.c.}$  – сумарна економічна оцінка (грн.).

Останнім часом на практиці все більше застосовується оцінка окремих компонентів природного об'єкта, в тому числі й біорізноманіття [58; 61]. Біосферну вартість ресурсів видів, занесених до Червоної книги України [67], можна визначити за допомогою такс для встановлення розміру штрафу за шкоду, спричинену незаконним їх добуванням чи знищенням. Нами проведені відповідні розрахунки для гніздових і зимуючих «червонокнижних» (третья редакція) водоплавних видів птахів (табл. 4), які виявлені в межах рівнинної частини Чернівецької області. Отримані результати свідчать, що серед них найбільш економічно цінними є нерозень і білоока чернь. Сумарна біосферна вартість цих птахів сягає

208000–390000 грн., зокрема, гніздових видів – 156000–312000 грн. і зимуючих – 52000–78000 грн.

#### Висновки.

1. У рівнинній частині Чернівецької області встановлене перебування 34 видів водоплавних птахів із 14 родів, 4 родин і 4 рядів. З них гніздовими є 15, зимуючими – 12, пролітними – 13 і залітними – 6.
2. Найвищим коефіцієнт подібності видового складу виявився в парах тих природних районів, що зосереджені довкола Хотинської височини. Гідрофільні орнітологічні комплекси в регіоні у просторовому аспекті розділені між собою на два відносно різні угруповання – західне та східне.
3. Популяції гніздових водоплавних птахів є найбільш вразливими з боку людини, а саме внаслідок прямого (полювання, рекреація) чи опосередкованого (деградація середовища перебування) впливу антропогенного чинника.
4. До третього видання Червоної книги України занесено 7 видів, у Європейський червоний список – 1 і до Червоного списку МСОП – 3. Основними шляхами збереження різноманіття гідрофільних птахів є проведення низки біотехнічних заходів, а також створення нових заповідних об'єктів, насамперед, високого рангу.

\* \* \*

Автори висловлюють щирю подяку к. б. н., доценту В.В. Буджаку за допомогу в технічному оформленні деяких картографічних матеріалів. Дослідження частково проведені в рамках виконання планової держбюджетної теми кафедри ботаніки та охорони природи Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича «Дослідження біорізноманіття природних екосистем Буковини як основи формування регіональної екомережі» (2003–2005 рр., № держреєстрації 0101U008208).

#### Список літератури:

1. Буджак В.В., Чорней І.І., Скільський І.В. Заказник «Совицькі болота» – важлива ланка екомережі рівнинної частини Буковини // Проблеми сучасної екології. Тези міжнар. конф. (Запоріжжя, 24–26 червня 2002 р.). – Запоріжжя, 2002. – С. 39.
2. Бучко В.В. Характеристика кількісного і якісного складу гідрофільних видів птахів долини середнього Дністра у зимовий період та під час весняної міграції // Беркут. – 1994. – Т. 3, вип. 2. – С. 77–78.
3. Бучко В.В. Водоплавні та біляводні птахи Дністра і Прута (визначник-путівник, посібник для мисливців, працівників риборозплідних і мисливських господарств, вчителів). – Чернівці: Золоті литаври, 1999. – 100 с.
4. Бучко В. Міграції та зимівлі гоголя *Bucephala clangula* в регіоні Українських Карпат // Екологічні аспекти охорони птахів. Матер. VII наради орнітологів Західної України присвяч. пам'яті

- Володимира Дзедушицького (22.06.1825–18.09.1899) (м. Івано-Франківськ, 4–7 лютого 1999 р.). – Львів, 1999. – С. 20–21.
5. Бучко В.В., Бокотей А.А., Скільський І.В., Годованець Б.І., Шидловський І.В. К екології серошеючої поганки на заході України // Беркут. – 1995. – Т. 4, вип. 1–2. – С. 25–30.
6. Бучко В.В., Скільський І.В., Годованець Б.І. Чорноший норіць у південній частині заходу України: матеріали до гніздової екології // Проблеми вивчення та охорони птахів. Матер. VI наради орнітологів Західної України (м. Дрогобич, 1–3 лютого 1995 р.). – Львів–Чернівці, 1995. – С. 23–24.
7. Бучко В.В., Скільський І.В., Клітін О.М. Чорновола гагара (*Gavia arctica* (L.)) у регіоні Українських Карпат // Міжнародні аспекти вивчення та охорони біорізноманіття Карпат. Матер. міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 550-річчю м. Рахова (25–27 вересня 1997 року). – Рахів, 1997. – С. 18–21.
8. Бучко В.В., Скільський І.В., Клітін О.М. Міграції морської чорні у Прут-Дністровському межиріччі України // Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки. Матер. Четвертої Міжнар. наук. конф. (м. Чернівці, 5–6 травня 2005 року). – Чернівці: Зелена Буковина, 2005. – С. 46–47.
9. Бучко В.В., Скільський І.В., Мелешук Л.І. Широконоска у Прут-Дністровському межиріччі України та на прилеглих територіях долини Верхнього Дністра // Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки. Матер. П'ятої Міжнар. наук. конф. (м. Чернівці, 5–6 травня 2006 року). – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – С. 196–199.
10. Воропай Л.І., Куниця М.М. Природні довкілля (ландшафти) краю // Географія Чернівецької області. – Чернівці, 1993. – С. 62–79.
11. Воропай Л.І., Куниця М.М. Ландшафти Буковини: загальні і регіональні особливості // Екологічні проблеми Буковини. – Чернівці: Зелена Буковина, 2002. – С. 116–134.
12. Годованець Б.І., Скільський І.В. Гніздування лебедя-шипуну в Чернівецькій області // Беркут. – 1994. – Т. 3, вип. 2. – С. 151–152.
13. Годованець Б.І., Федорча Д.С., Скільський І.В. Перше достовірне спостереження гоголя у Чернівецькій області // Беркут. – 1993. – Т. 2. – С. 15.
14. Гулай В.І. Сучасні охотничьохозяйственные тварини України (особливості екології, охорона, раціональне використання). Автореф. дис. ... докт. біол. наук. – Кишинев, 1994. – 53 с.
15. Давиденко І.В. Птахи-індикатори стадій сукцесії водно-болотних угідь Полісся та Лісостепу України. Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2006. – 20 с.
16. Когут І.В. Біотопічний розподіл і чисельність норців (*Podicipediformes*) на рибоземних ставках західних областей України // Матер. першої наук. конф. молодих учених м. Львова (Львів, 24 листопада 1998 року). – Львів: Ліґа-Прес, 2000. – С. 40–48. (Наук. основи збереж. біотичної різном. – Вип. 1).
17. Когут І.В., Бокотей А.А., Скільський І.В., Химин М.В. Порівняльна характеристика гніздової біології великого норця (*Podiceps cristatus* L.) на природних і штучних водоймах заходу України // Наук. зап. Держ. природозн. музею. – Львів: Вид-во ДПМ, 1998. – Т. 14. – С. 41–53.
18. Конвенція про збереження мігруючих видів диких тварин (Бонн, 1979 р.). – К., 1998. – 16 с.
19. Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (Вашингтон, 1973 р.). – К., 1999. – 83 с.
20. Костюшин В., Марушевський Г. Передмова // Водно-болотні угіддя України (довідник). – К.: Черном. прогр. Ветландс Інтернешнл, 2006. – С. 5–9.
21. Кошелев А.І. Структурні і функціональні особливості гніздових спільнот водоплаваючих птахів. Дис. ... докт. біол. наук в формі науч. докл. – К., 1991. – 59 с.
22. Кошелев В.О. Чаплі (*Ardeidae*) як структурний елемент біогеоценозів Північного Приазов'я (відновлення, охорона, управління). Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Дніпропетровськ, 2004. – 20 с.
23. Красник В.П. Водоплаваюча дичь. – К.: Урожай, 1992. – 160 с.
24. Крочко Ю.І., Потіш Л.А. Учебно-польова практика з зоології хребетних. Навчальний посібник для студентів біологічного факультету державних університетів. – Ужгород, 1999. – 96 с.
25. Курочкин Е.Н. Отряд Поганкообразные *Podicipediformes* // Птицы СССР. История изучения. Гагары, поганки, трубконосые. – М.: Наука, 1982. – С. 289–351.
26. Курочкин Е.Н., Кошелев А.І. Камышница – *Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758) // Птицы СССР. Курообразные, журавлеобразные. – Л.: Наука, 1987. – С. 423–438.
27. Курочкин Е.Н., Кошелев А.І. Лысуха – *Fulica atra* Linnaeus, 1758 // Птицы СССР. Курообразные, журавлеобразные. – Л.: Наука, 1987. – С. 439–464.
28. Кучинська І.В. Поширення та біологія норців в природних та антропогенних ландшафтах Західної України. Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2000. – 20 с.
29. Кучинская И.В. Распространение и биология поганок в естественных и антропогенных ландшафтах Западной Украины // Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии. Матер. Междунар. конф. (XI Орнитол. конф., Республика Татарстан, 29 января – 3 февраля 2001 г.). – Казань: Матбугат йорты, 2001. – С. 354–355.
30. Кучинська І.В. Вплив антропогенних факторів на стан популяції норців (*Podicipediformes*) на заході України // Екологічні проблеми міст і промислових зон: шляхи їх вирішення. Тези допов. Міжнар. конф. студ. і мол. вчених (11–13 квітня 2003 року). – Львів: СПОЛОМ, 2003. – С. 41–44.
31. Кучинська І.В., Бучко В.В. Зимівля норців на заході України // Беркут. – 2004. – Т. 13, вип. 1. – С. 31–37.

32. Лысенко В.И. Гусеобразные. – К.: Наук. думка, 1991. – 206 с. (Фауна Украины. – Т. 5. Птицы. Вып. 3).
33. Марисова І.В., Талпош В.С. Птахи України. Польовий визначник. – К.: Вища шк., 1984. – 184 с.
34. Мелешук Л.І., Скільський І.В. Фауна рівнинної частини Чернівецької області: загальний огляд, раритетні види // Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки. Матер. Шостої Міжнар. наук. конф. (м. Чернівці, 11–12 травня 2007 року). – Чернівці: Зелена Буковина, 2007. – С. 130–134.
35. Нещерет М.О. Заказники // Природно-заповідний фонд України загальнодержавного значення (довідник). – К., 1999. – С. 45–114.
36. Парникоза И.Ю., Годлевская Е.В., Шевченко М.С., Иноземцева Д.Н. Фауна Украины: охранные категории (справ.). – К.: КЭКЦ, 2005. – 60 с.
37. Потіш Л.А. Водоплавні птахи Закарпаття (посібник-визначник мисливцю-любителю). – Ужгород, 1997. – 18 с.
38. Потіш Л.А. Водно-болотні птахи Паннонської низовини. Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2000. – 20 с.
39. Птахи України під охороною Бернської конвенції / Ред. Г.Г. Гавриш. – К., 2003. – 395 с. (Каталог флори і фауни Бернської конвенції. – Вип. IV).
40. Сівак В.К., Солодкий В.Д., Корольок В.І., Білоконь М.В. Буковина – заповідний край. – Чернівці: Зелена Буковина, 2004. – 112 с.
41. Скільський І. Драницький заказник // ІВА території України: території, важливі для збереження видового різноманіття та кількісного багатства птахів. – К.: СофтАРТ, 1999. – С. 284–285.
42. Скільський І.В. Фауна та населення птахів долини р. Прут (у межах Чернівців) // Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки. Перспективи формування Пан'європейської Екологічної мережі. Матер. Третьої Міжнар. наук. конф. (м. Чернівці, 21–22 квітня 2004 року). – Чернівці: Зелена Буковина, 2004. – С. 252–268.
43. Скільський І.В., Бучко В.В. Обыкновенный гоголь в Черновицкой области Украины // Проблемы изучения и охраны гусеобразных птиц Восточной Европы и Северной Азии. Тез. докл. I совещ. Раб. группы по гусям и лебедям Восточной Европы и Северной Азии (Москва, 25–27 января 2001 г.). – М., 2001. – С. 111.
44. Скільський І.В., Бучко В.В., Годованець Б.Й. Фауна та населення птахів водойм м. Чернівці. Гніздовий і зимовий аспект // Значення та перспективи стаціонарних досліджень для збереження біорізноманітності. Матер. конф., присвяч. 40-річчю функціонування високогір. біол. стаціонару на г. Пожижевська (Львів, 23 грудня 1997 року). – Львів, 1998. – С. 146–149.
45. Скільський І.В., Бучко В.В., Годованець Б.И. Некоторые сведения по оологии поганок из Прут-Днестровского междуречья Украины и Предкарпатя // Беркут. – 1999. – Т. 8, вып. 2. – С. 147–149.
46. Скільський І.В., Бучко В.В., Годованець Б.Й. Особливості поширення й екології малого норця у Карпатському регіоні України // Беркут. – 2003. – Т. 12, вип. 1–2. – С. 57–65.
47. Скільський І.В., Бучко В.В., Годованець Б.И., Бундзяк П.В. К изучению миграций серого гуся в северо-западной части Прут-Днестровского междуречья и на сопредельных территориях Украинских Карпат // Rezumatele lucrărilor Simpozionului jubiliar «Rezervatia naturală «Codrui» – 25 de ani. Realizări, probleme, perspective» (19–20 septembrie, comuna Lozova). – 1996. – С. 72–74.
48. Скільський І.В., Бучко В.В., Мелешук Л.И. Хохлатая чернеть (*Aythya fuligula*) в северо-западной части Прут-Днестровского междуречья и на сопредельных территориях Украинских Карпат: распространение, миграции, особенности экологии // Гусеобразные птицы Северной Евразии. Тез. докл. Третьего междунар. симп. (6–10 октября 2005 года, Санкт-Петербург, Россия). – СПб.: Картограф. ВСЕГЕИ, 2005. – С. 235–236.
49. Скільський І.В., Годованець Б.Й. Крижень і чирянка велика в Чернівцях: територіальний і сезонний розподіл // Зоологічні дослідження в Україні на межі тисячоліть. Тези Всеукр. зоол. конф. – Кривий Ріг: «І.В.І.», 2001. – С. 111–113.
50. Скільський І.В., Годованець Б.Й., Бучко В.В. Поширення та деякі аспекти гніздової екології сірошого норця у Чернівецькій області // Проблеми вивчення та охорони птахів. Матер. VI наради орнітол. Західної України (м. Дрогобич, 1–3 лютого 1995 р.). – Львів–Чернівці, 1995. – С. 124–126.
51. Скільський І.В., Годованець Б.И., Бучко В.В. Большая поганка (*Podiceps cristatus*) в Прут-Днестровском междуречье Украины и на сопредельных территориях Предкарпатя // Проблемы общей биологии и прикладной экологии. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1997. – Вып. 4. – С. 64–68.
52. Скільський І.В., Годованець Б.И., Бучко В.В. Гнездовая экология серошекой поганки в регионе Украинских Карпат // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. – Саратов: ЗАО «Сигма-плюс», 2001. – Вып. 4. – С. 63–67.
53. Скільський І.В., Годованець Б.Й., Бучко В.В. Особливості гніздової екології чорношийого норця на природних і штучних водоймах регіону Українських Карпат // Міжнар. наук.-практ. школа для молодих вчених і спеціалістів «Природні екосистеми Карпат в умовах посиленого антропогенного впливу» (м. Ужгород, 4–7 жовтня 2001 р.). – Ужгород, 2001. – С. 280–282. (Наук. вісник Ужгор. унів. (серія: біологія). – № 9).
54. Скільський І.В., Годованець Б.Й., Бучко В.В., Пограничний В.О., Фогел Й.Ю., Бокотей А.А. Гніздова біологія лиски (*Fulica atra* L.) у регіоні Українських Карпат // Наук. вісник Чернів. унів. – Чернівці: ЧДУ, 1998. – Вип. 20. Біологія. – С. 157–167.
55. Скільський І.В., Годованець Б.Й., Бучко В.В., Фогел Й.Ю. Гніздова екологія великого норця в регіоні Українських Карпат // Беркут. – 2001. – Т. 10, вип. 2. – С. 196–202.



56. Скильський І.В., Годованець Б.І., Васин А.М. О зимовке малой поганки (*Podiceps rufecollis* (Pall.)) в Черновицкой обл. // Вестн. зоологии. – 1992. – № 2. – С. 85.
57. Скильський І.В., Годованець Б.І., Клітін О.М., Бундзяк П.В., Васин О.М., Бучко В.В. До екології лиски в Прут-Дністровському межиріччі // Беркут. – 1994. – Т. 3, вип. 1. – С. 9–14.
58. Скильський І.В., Мелешук Л.І., Ташук М.В. Еколого-географічний аналіз регіональної фауни птахів (на прикладі центральної частини Прут-Дністровського межиріччя України) // Сучасний музей. Наукова й експозиційна діяльність. Матер. наук. конф., присвяч. 145-й річниці заснув. Крайового музею в Чернівцях (15 травня 2008 р.). – Чернівці: ДрукАрт, 2008. – С. 35–51.
59. Скильський І., Мелешук Л., Ташук М. Территориальное распределение водоплавающих птиц в равнинной части Черновицкой области Украины // Diversitatea, valorificarea rațională și protecția lumii animale. Simpozion internațional consacrat celei de-a 70-a aniversări din ziua nașterii profesorului universitar Andrei Munteanu. – Chișinău: Știința, 2009. – Р. 113–116.
60. Скильський І.В., Мелешук Л.І., Ташук М.В. Эколого-географический анализ фауны птиц западной части проектируемого национального природного парка «Хотинский» (Черновицкая область, Украина) // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. – Саратов, 2009. – Вып. 11. – С. 25–27.
61. Скильський І.В., Мелешук Л.І., Ташук М.В. Эколого-экономическая оценка раритетной орнитофауны Прут-Днестровского междуречья Украины // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. – Саратов, 2009. – Вып. 11. – С. 27–29.
62. Скильський І.В., Хлус Л.М., Мелешук Л.І. Раритетна фауна хребетних західних районів рівнинної частини Північної Буковини: сучасний стан, проблеми збереження // Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки. Матер. Четвертої Міжнар. наук. конф. (м. Чернівці, 5–6 травня 2005 року). – Чернівці: Зелена Буковина, 2005. – С. 125–135.
63. Скильський І.В., Хлус Л.М., Череватов В.Ф., Смірнов Н.А., Чередарик М.І., Худий О.І., Мелешук Л.І. Червона книга Буковини. Тваринний світ. – Чернівці: ДрукАрт, 2007. – Т. 2, ч. 1. – 260 с.
64. Страшнюк Д.В. Екологічні особливості орнітофауни штучних гідроекосистем природних районів Західного Поділля і Малого Полісся Тернопільщини. Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Чернівці, 2003. – 21 с.
65. Угода про збереження афро-євразійських мігруючих водно-болотних птахів / Упор. В.Г. Домашлінець, А.Г. Безусько. – К., 2001. – 52 с.
66. Федоренко А.П. Драницький заказник // Географічна енциклопедія України. – К.: УРЕ, 1989. – Т. 1. – С. 370.
67. Червона книга України. Тваринний світ / Ред. М.М. Щербак. – К.: Укр. енцикл. ім. М.П. Бажана, 1994. – 464 с.
68. Чередарик М.І., Хлус Л.М., Скильський І.В. Рідкісні тварини Буковини та проблеми їх охорони. Сторінками Червоної книги України. – Чернівці: Золоті литаври, 2001. – 176 с.
69. Чорней І.І., Буджак В.В., Скильський І.В. До розроблення науково-дослідної програми (ботанічна й зоологічна частини) для розбудови та моніторингу екологічної мережі в Чернівецькій області // Сучасний музей. Наукова й експозиційна діяльність. Матер. наук. конф., присвяч. 145-й річниці заснув. Крайов. музею в Чернівцях (15 травня 2008 р.). – Чернівці: ДрукАрт, 2008. – С. 134–144.
70. Чорней І.І., Скильський І.В., Коржик В.П., Буджак В.В. Заповідні об'єкти Буковини загальнодержавного значення як основа регіональної екологічної мережі // Запов. справа в Україні. – 2001. – Т. 7, вип. 2. – С. 73–98.
71. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. – Gland–Cambridge: IUCN, 2004. – 191 p.
72. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. – Cambridge: BirdLife International, 2004. – XXIV, 374 p. (BirdLife Conservation Series. – № 12).
73. European red list of Globally Threatened Animals and Plants. – Geneva–New York, 1991. – 153 p.
74. The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance / Ed. W.J.M. Hagemeijer, M.J. Blair. – London: T. & A.D. Poyser, 1997. – CXIII, 903 p.

## MODERN STATE OF FAUNA OF WATERFOWLS BIRDS OF FLAT PART OF CHERNIVTSI REGION

I.V. Skilsky, L.I. Meleshchuk, M.V. Tashchuk

Reviewed of complex study spatio-temporal patterns of ecological peculiarities and the role of waterfowls birds in hydro-ecosystems. Habitat distribution of ornithoelements has been studied, degree of ornithofauna and importance of species were determined. The influence of abiotic, biotic and anthropogenic factors on ornithofauna.

Keywords: ornithofauna, ornithoelements, spatio-temporal patterns, Chernivtsy region

Одержано редколлегією 10.10.2008 р.

УДК 631.46:582.23

## АЛЬГОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА ҐРУНТОГЕНЕЗУ БУРУВАТО-ПІДЗОЛИСТИХ ОГЛЕЄНИХ ҐРУНТІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ ҐРУНТОТВОРНИХ ПРОЦЕСІВ

**В.А.Нікорич, Т.М.Чорневич**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,  
вул.Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012 Україна  
v.nikorych@chnu.edu.ua

*Наведено порівняльна характеристика складу альгоугруповань ґрунтів досліджуваних екосистем за різних процесів ґрунтотворення. Встановлений вплив ЕГП на ґрунтові водорості досліджуваних едафотопів. Виявлено найбільший ступінь подібності між альгоугрупованням широколистяного та хвойного лісів. Встановлено суттєве гальмування буроземного та підзолистого процесів в ряду: хвойний ліс > широколистяний ліс > рілля > пасовище.*

Ключові слова: альгоугруповання, ґрунтові водорості, елементарні ґрунтотвірні процеси (ЕГП), едафотоп.

**Вступ.** Біодіагностику ґрунтів із використанням водоростей можна проводити на різних рівнях: організменному, популяційному, ценотичному [4, 10, 12-14]. Найбільш перспективним вважають ценотичний рівень, пов'язаний із аналізом складу і структури альгоугруповань у різних за генезисом і станом ґрунтах, у тому числі тих, які зазнали змін внаслідок антропогенного впливу.

Узагальнюючи результати досліджень ґрунтових водоростей різних ґрунтово-кліматичних зон, Е.А. Штіна зі співавторами [10] було виділено специфічні риси фітоедафону для основних ґрунтотвірних процесів і запропоновано діагностичний ключ для визначення основних типів ґрунтів. Для ґрунтів степової зони України виявлено діагностичні ознаки альгоугруповань під лісовими фітоценозами [6].

Встановлено вплив переважаючого розвитку окремих елементарних ґрунтотвірних процесів (ЕГП) на мікробний компонент ґрунту, запропоновані мікробіологічні критерії для діагностики педогенезу спірних типів ґрунтів південного Передкарпаття та показники ацидотолерантності комплексу ґрунтових мікроміцетів для діагностики процесу опідзолення [8].

Проблемною залишається альгологічна діагностика елементарних ґрунтотвірних процесів, відсутні дані про динаміку угруповань ґрунтових водоростей залежно від домінування того чи іншого процесу. Саме розробка цих питань і стали метою наших досліджень.

**Об'єкт та методика досліджень:** Об'єкт досліджень – фонові для Передкарпаття бурувато-підзолисті оглеєні ґрунти найтиповіших екосистем:

хвойних лісів і рідколісь, листяних лісів неморального типу, пасовищ інтенсивного використання, агроекосистем сегетального типу, що обробляються щорічно [2].

Лабораторне моделювання проводили для бурувато-підзолистого оглеєного ґрунту на елювіальному суглинку (Ho + He(gl) + Egl + EIgl + Igl + Pgl) хвойної лісової екосистеми з домінантною мертво-покривною парцелюю. При виборі об'єкту для моделей пріоритетними умовами були:

- мінімальний антропогенний вплив;
- максимально можливий прояв окремих

ЕГП, зокрема опідзолення та елювіально-глевового процесу, дискусійних щодо спільного протікання в цих ґрунтах.

Збір матеріалу здійснювався за Г.М. Зеновою та Е.А.Штиною [3]. Ґрунтові зразки відбирались з усього профілю. Кожна проба складалась з 8 індивідуальних зразків. Камеральне опрацювання зібраного матеріалу проводили методом ґрунтових культур зі скельцями обростання, які вважають найбільш наближеними до природних умов. На основі цих культур визначали домінанти, до яких відносили види із зазначеннями рясності 6-7 балів за шкалою Стармаха у модифікації І.Ю. Костікова [5].

Для водоростей з відділів Chlorophyta, Xanthophyta та Eustigmaphyta, визначення яких можливе тільки при детальному дослідженні життєвого циклу, використовували культури на (1,5 %) агаризованому середовищі Болда з поtroєною кількістю азоту (3N BBM) [11].

Подібність ґрунтових альгоугруповань різних екосистем оцінювали за індексом Жаккара:

$K_j(\%) = N_{AB} \times 100 / (N_A + N_B - N_{AB})$ , де,  
 $K_j$  – індекс Жаккара,  $N_{AB}$  – кількість спільних видів,  
 $N_A$  та  $N_B$  – кількість видів, знайдених у першому та  
другому угрупованнях відповідно [7].

Визначення систематичної належності проводили згідно монографії “Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори)” [1].

Моделювання ЕГП проводили шляхом формування лабораторних монолітів, в яких окремо створювались умови надходження органічної речовини та водний режим, що притаманні дерновому, підзолистому, буроземному, елювіально-

глеєвому, глеєвому ЕГП. Детальна техніка формування лабораторних монолітів за домінуванням одного з ґрунтоутворних процесів описана Т.М. Чорневич [9].

**Результати досліджень.** При порівнянні моделей ЕГП з ґрунтом до моменту закладки досліду встановлено, що кожний окремих елементарний ґрунтоутворний процес відрізняється систематичним складом альгоугруповань та домінуючими видами ґрунтових водоростей. Індекс подібності Жаккара підтвердив самотутність видового складу альгоугруповань досліджуваних екосистем та різних процесів ґрунтоутворення (табл. 1).

Таблиця 1

Подібність альгоугруповань ґрунтів досліджуваних екосистем і варіантів моделювання ЕГП на основі індекса Жаккара та числа спільних видів

| ЕГП                | Дерновий | Підзолистий | Буроземний | Елювіально-глеєвий | Глеєвий | Ліс хвойний | Ліс широколистяний | Пасовище | Рілля |
|--------------------|----------|-------------|------------|--------------------|---------|-------------|--------------------|----------|-------|
| Дерновий           | 10       | 5           | 4          | 7                  | 7       | 10          | 8                  | 7        | 4     |
| Підзолистий        | 33,3     | 10          | 3          | 8                  | 7       | 10          | 6                  | 5        | 5     |
| Буроземний         | 36,4     | 25          | 5          | 5                  | 5       | 5           | 5                  | 3        | 3     |
| Елювіально-глеєвий | 41,1     | 50          | 35,7       | 14                 | 9       | 14          | 12                 | 8        | 7     |
| Глеєвий            | 53,8     | 53,8        | 50         | 60                 | 10      | 10          | 8                  | 6        | 5     |
| Ліс хвойний        | 31,2     | 31,2        | 15,6       | 43,7               | 31,2    | 32          | 21                 | 13       | 8     |
| Ліс широколистяний | 21       | 15          | 13,8       | 31,6               | 21      | 44,6        | 36                 | 15       | 12    |
| Пасовище           | 13,7     | 9,4         | 6          | 14,8               | 11,5    | 19,4        | 21,7               | 48       | 19    |
| Рілля              | 7,7      | 9,8         | 6,2        | 13,2               | 9,8     | 11,4        | 17,1               | 25,3     | 46    |

Примітка. На виділеній діагоналі – число видів в альгоугрупованнях, які порівнювались; над діагоналлю – число спільних видів для пар альгоугруповань, які порівнювались; під діагоналлю – значення індекса Жаккара ( $K_j$ ).

У ґрунтах усіх екосистем переважає елювіально-глеєвий процес. Про цей факт засвідчила і стенотропна діагностика. Зокрема при зазначеному процесі домінували *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd, *Chlamydomonas lobulata* Ettl, які були спільними для ґрунтів агроекосистем сегетального типу, що обробляються щорічно та пасовищ інтенсивного використання, відповідно. У свою чергу вид *Chlorococcum pulchrum* Archibald et Bol виявився спільним субдомінантом при імітації елювіально-глеєвого та глеєвого ЕГП, а також у ґрунтах хвойних лісів і пасовищ інтенсивного використання. Вид *Chlamydomonas lobulata* Ettl – спільний доміант для ґрунту пасовищ та імітаційної моделі дернового процесу. Наведені факти свідчать про переважання зазначених процесів у даний період еволюції досліджуваного

ґрунту

На дендрограмі, побудованій методом середнього врівноваженого зв'язування на основі коефіцієнта подібності Жаккара відокремились два кластери (рис. 1). Встановлено групування в окремі два кластери альгоугруповань ґрунтів лісу хвойного та варіантів глеєвого, елювіально-глеєвого і підзолистого ЕГП.

Виявлено найвищий рівень спорідненості між альгоугрупованнями варіантів глеєвого та елювіально-глеєвого процесів (60 %). Це, в першу чергу, пов'язано з близькими умовами зволоження. До цієї пари приєднується альгоугруповання підзолистого процесу та альгоугруповання ґрунтів під лісом хвойним на рівні 50 та 31,3 % відповідно. Окремий кластер формують ґрунтові водорості варіанту буроземного та дернового

процесів, що, на нашу думку, є свідченням їх гальмування в ґрунті під хвойним лісом (рис. 1).

При порівнянні альгоугруповань ґрунтів різних екосистем з результатами моделювання окремих ЕГП встановлено, що ґрунтотворні про-

цеси формують індивідуальний кластер з природними екосистемами, за виключенням буроземного процесу, який зв'язаний з ґрунтовими водоростями досліджуваних екосистем лише на рівні 10,4% (рис. 2, в).

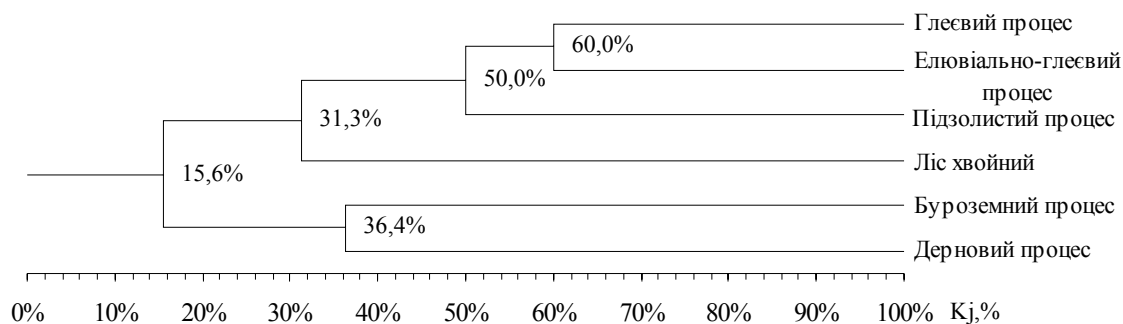


Рис. 1. Дендрограма подібності для альгоугруповань хвойної лісової екосистеми та елементарних ґрунтотворних процесів

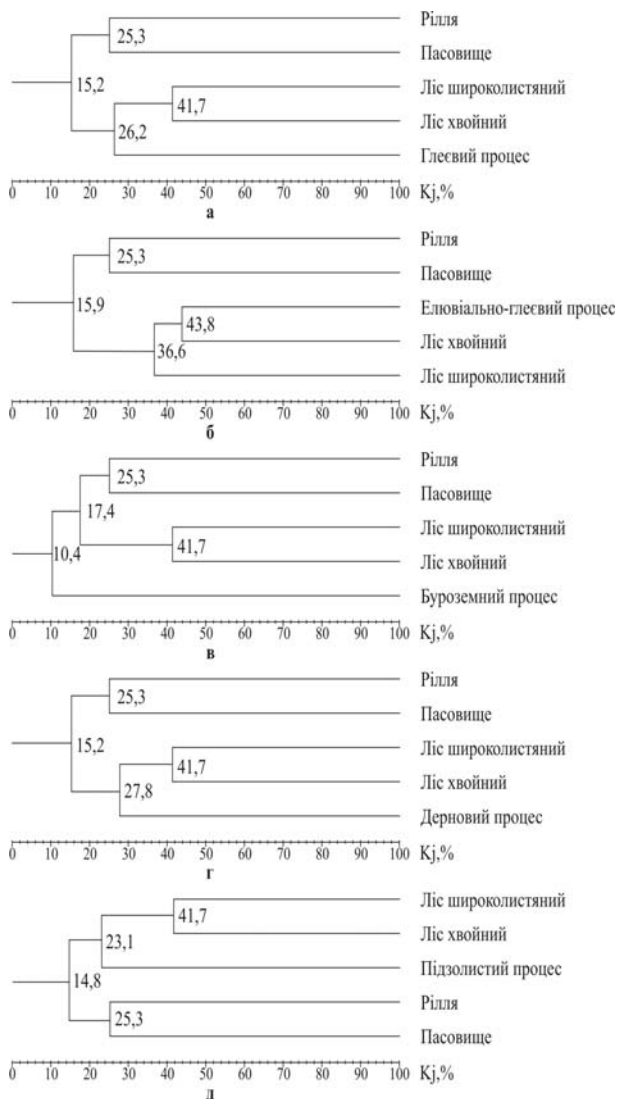


Рис. 2. Дендрограми подібності для альгоугруповань різних екосистем та окремих елементарних ґрунтотворних процесів:  
а – глеєвий процес; б – елювіально-глеєвий процес; в – буроземний процес; г – дерновий процес; д – підзолистий процес

Найбільший ступінь подібності виявлений між ґрунтовим альгокомпонентом широколистяних та хвойних лісів (індекс подібності 41,7%) (рис. 2, а,в,г,д). Спільними для цих екосистем був 21 вид ґрунтових водоростей, серед них такі домінянти: *Monodopsis subterranea* (B. Petersen) Hibberd, *Nephrodiella semilunaris* Pascher, *Monodus dactylococcoides* Pascher. Ґрунтові водорості в едафотопіях під ріллею та пасовищем об'єднуються в окремий кластер з величиною коефіцієнта подібності Жаккара 25,3 %. Очевидно, такий низький рівень подібності пов'язаний з посиленням антропопресії при залученні ґрунтів у агровиробництво.

Найвищий рівень спорідненості альгоугруповань спостерігали для елювіально-глеєвого процесу з ґрунтом хвойної лісової екосистеми (43,8%). Дещо меншою подібністю (36,6 %) характеризується комплекс водоростей у ґрунті під широколистяним лісом із зазначеним ЕГП (рис. 2, б).

Очевидно, елювіально-глеєвий процес ґрунтотворення превалює над іншими ЕГП за період дослідження бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів природних екосистем.

## Висновки.

Виявлено суттєве гальмування буроземного та підзолистого процесів у ряду: хвойний ліс та рідколісся > листяний ліс неморального типу > агроекосистема сегетального типу, що обробляється щорічно > пасовище інтенсивного використання.

Аналізуючи подібність між альгоугрупованнями різних екосистем з ґрунтотворними процесами, вважаємо, що в досліджених природних екосистемах переважає елювіально-глеєвий процес ґрунтотворення.

### Список літератури:

1. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / [І.Ю. Костіков, П.О. Романенко, Е.М. Демченко та ін.] – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
2. Дідух Я.П. Класифікація екосистем – імператив національної екомережі (ECONET) України / Я.П. Дідух, Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Український ботанічний журнал. – 2001. – Т. 58, № 4. – С. 393–403.
3. Зенова Г.М. Почвенные водоросли: учебное пособие / Г.М. Зенова, Э.А. Штина – Москва: Изд-во МГУ, 1990. – 80 с.
4. Кабиров Р.Р. Альготестирование и альгоиндикация / Кабиров Р.Р. – Уфа, 1995. – 124 с.
5. Костиков И.Ю. Почвенные водоросли Лазовского заповедника (Дальний Восток, Россия) / И.Ю. Костиков // Альгология. – 1993. – Т. 3, № 1. – С. 62 – 66.
6. Мальцева І.А. Ґрунтово-альгологічні дослідження у діагностиці ґрунтів / А.А. Мальцева, О.О. Баранова // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Харків, 2008. – Випуск 69. – С. 128–133.
7. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов: учебное пособие / Нешатаев Ю.Н. – Л.: Ленингр. ун-т, 1987. – 192 с.
8. Нікорич В.А. Використання показника ацидотолерантності комплексу ґрунтових мікроміцетів для діагностики опідзолення / В.А. Нікорич, Т.М. Чорневич // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Спец. вип. до VII з'їзду УТГА. – Харків, 2006. – С. 115 – 118.
9. Чорневич Т.М. Альгоугруповання бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів південного Передкарпаття: автореф. дис. канд. біол. наук / Т.М. Чорневич – Чернівці, 2010. – 20 с.
10. Штина Э.А. Альгологический мониторинг почв / Э.А. Штина, Г.М. Зенова, Н.А. Манучарова // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1449–1461.
11. Ettl H. Syllabus der Boden-, Luft, und Flechtenalgen / H. Ettl, G. Gärtner. – Stuttgart, Jena, New-York: Gustav Fischer Verlag, 1995. – 721 s.
12. Lukešová A. Soil algae in brown coal and lignite post-mining areas in Central Europe (Czech Republic and Germany) / A. Lukešová // Restoration Ecol. – 2001. – Vol. 9. – P. 341–350.
13. Microalgae community structure analysis based on 18S rDNA amplification from DNA extracted directly from soil as a potential soil bioindicator / A. Bérard, U. Dorigo, J.F. Humbert [et al.] // Agronomy for Sustainable Development. – 2005. – № 25. – P. 285–291.
14. Mostafa F.I.Y. Impact of four pesticides on growth and metabolic activities of two photosynthetic algae / F.I.Y. Mostafa, C.S. Helling // J. Environ. Sci. Health B. – 2002. – Vol. 37. – P. 417–444.

### ALGODIAGNOSTICS OF GENESIS OF BROWN-PODZOLIC GLEIED SOILS ON THE BASIS OF SOIL FORMATION PROCESSES MODELING

V.A.Nikorych, T.M.Chornevych

The comparative characteristic of algal communities structure of the investigated ecosystems and different soil formation processes is presented. The influence of elementary soil formation processes (ESFP) on soil algae of the investigated edaphotops has been analyzed. The highest degree of similarity between algal communities of deciduous and coniferous forests has been found. Essential slowdown of brown and podzolic soils formation processes has been established in the following range: coniferous forest > deciduous forest > arable > pasture.

Keywords: algal communities, soil algae, elementary soil formation processes (ESFP), edaphotops.

Одержано редколегією 24.11.2010

## МІЖНАРОДНІ ДІАГНОСТИЧНІ ПІДХОДИ В ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРОФІЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИХ ҐРУНТІВ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

С.М.Польчина

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, факультет біології, екології та біотехнології, вул. Коцюбинського 2, м. Чернівці, 58012, Україна, 0953625980, [fampol@mail.ru](mailto:fampol@mail.ru)

*Діагностика ґрунтоутворення в профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття на основі вітчизняних підходів не дозволяє однозначно вирішити питання їх генезису. З метою розв'язання цієї проблеми апробовані методичні підходи міжнародної системи класифікації ґрунтів. Виявлено, що досліджувані ґрунти гетерогенетичні. Серед елементарних ґрунтоутворних процесів переважають модифікації глеє-елювіювання. В утворенні ґрунтів приймає участь процес аргілювіювання.*

*Ключові слова: профільно-диференційовані ґрунти, Передкарпаття, генезис, діагностика.*

Профільно-диференційовані оглеєні ґрунти Передкарпаття вивчалися багатьма дослідниками (Скорина С.А., Андрущенко Г.О., Підгасєвська І.П.; Геренчук К.І.; Вернандер Н.Б.; Канівець В.І.; Герасимов І.П.; Зонн С.В.; Герасимова М.І.; Назаренко І.І.; Паньків З.П., Позняк С.П.; колектив кафедри ґрунтознавства ЧНУ та ін.). Вони звертали увагу на регіональні особливості ґрунтоутворення, фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів, особливості їх водно-температурного режиму, систематику і класифікацію. Однак, незважаючи на певний ступінь вивченості ґрунтів, питання, що стосуються їх діагностики та просторової варіабельності багато в чому залишаються неясними, про що зауважує Смага І.С. [5]. Очевидно, проблема полягає в недостатньому використанні вітчизняними дослідниками методичних підходів діагностики ґрунтів, що застосовуються світовим загалом ґрунтознавців. Зрозуміти особливості генезису одних із найбільш складних ґрунтів України – бурувато-підзолистих оглеєних – можливо лише за допомогою системного дослідження комплексу параметрів, що їх оцінюють – як класичних, так і новітніх, що зможуть дати характеристику історії розвитку ґрунтів, темпів і особливостей їх формування. Актуальним на даний момент є впровадження в діагностику та визначення класифікаційної приналежності вказаних ґрунтів міжнародних принципів і підходів, їх адаптація до логіки і структури вітчизняної діагностики, номенклатури і класифікації ґрунтів.

Вирішення цієї проблеми пов'язане з обміном інформацією між різними школами ґрунтознавців, ефективність якого визначає розвиток науки та швидкість впровадження результатів досліджень в практику. Однією з перепон на цьому шляху є питання наукової мови. Над його вирішенням ґрунтознавці працюють, починаючи з

60-х років минулого століття, створюючи спочатку Ґрунтову карту світу ФАО/ЮНЕСКО та легенду до неї, потім Міжнародну реферативну базу ґрунтів і, нарешті Світову реферативну базу ґрунтових ресурсів (WRB) [14]. Використання підходів останньої для інформаційного обміну є нагальною потребою, для чого зроблені перші кроки як в Україні [11,12], так і за кордоном [4,6,8,10].

Метою роботи є апробація запропонованого WRB алгоритму ідентифікації окремого типу ґрунту на прикладі профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття та виявлення на цій основі особливостей їх генезису.

У роботі використаний метод, що базується на концепції інформаційної бази класифікації: ґрунти різних класифікацій описуються однаковим набором властивостей і за подібністю характеристик виявляється відповідність між ґрунтовими групами. Процедура здійснювалась шляхом повторної діагностики ґрунтів за правилами WRB. Як вітчизняна використовувалась класифікація, викладена в “Полевом определителе почв” [2]. В зразках ґрунтів, відібраних за генетичними горизонтами, визначали: забарвлення за Манселлом в непорушеному та у змішаному вологому стані; гранулометричний склад методом піпетки (ДСТУ 4730:2007); вміст органічного вуглецю за Тюрінім (ДСТУ 4289:2004); pH – у витяжці KCl потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2001); коефіцієнт лінійного розширення (КЛР), аморфний ферум ( $Fe_{ox}$ ) і аморфний алюміній ( $Al_{ox}$ ) у витяжці щавлевої кислоти (pH=3) – за прописом Soil Survey Laboratory Methods Manual [13], суму ввібраних основ (СВО) – за Каппеном-Гільковіцем (ГОСТ 28721-88); гідролітичну кислотність (ГК) – за Каппеном (ГОСТ 26212-84); ємність катіонного обміну (ЄКО) та ступінь насичення основами (СНО) – розрахунково. Стати-

стична обробка результатів проводилась за допомогою програми «Statistica 6». Для кластерного аналізу використовувався ієрархічний метод Варда, оскільки він показує найкращі результати, використовуючи методи дисперсійного аналізу для оцінки відстаней між кластерами, для останнього застосовувався прямий шлях їх обчислення – розрахунок евклідових відстаней – найпопулярнішої метрики в кластерному аналізі [1].

Об'єктом досліджень є бурувато-підзолисті ґрунти, які займають значні площі на території Передкарпаття. Розріз 1 – бурувато-підзолистий глейовий важкосуглинковий ґрунт на елювіально-делювіально-давньоалювіальному суглинку, закладений на околиці села Іспас Вишницького району Чернівецької області.

Нл 0-3 - лісова підстилка;  
 He(gl) 3-21 - гумусово-елювіюваний глеюватий; бурувато-сірий (10YR4/3), неоднорідний із сизими плямами (1Gley8/5GY); важкосуглинковий; дрібно-горіхувато-пластинчастий; середньо-дрібнопористий; вологий, ущільнений; залізо-марганцеві конкреції та присипка SiO<sub>2</sub>; перехід помітний палісадний;  
 Eh(gl) 21-35 - елювіальний слабогумусований, глеюватий; бурувато-вохристий (7,5YR5/6) із сизими плямами (1Gley8/5GY); важкосуглинковий; горіхувато-пластинчасто-дрібнобрилистий, вологий; щільний; середньо-дрібнопористий; вохристі поодинокі затікання у вигляді язиків; присипка SiO<sub>2</sub>; залізо-марганцеві конкреції, перехід ясний, язиками;  
 IEGl 35-52 - перехідний ілювіально-елювіальний глейовий; домінує сизий колір (1Gley8/5GY), є крупні бурі плями (7,5YR5/6), сизуваті агрегати легші, ніж бурі, сизе забарвлення у вигляді язиків; крупно-дрібнобрилистий; важкосуглинковий; свіжий; щільний; багато залізо-марганцевих конкрецій; перехід поступовий, язиками;  
 ImGl 52-110 - ілювіально-метаморфізований глейовий; бурувато-сизувато-вохристий (5YR6/6), плямистий, домінує сизий колір (1Gley8/5GY), сизуваті частини легші, ніж бурі, сизе забарвлення у вигляді язиків; середньо-дрібно-брилистий; важкосуглинковий; свіжий; щільний; дуже багато залізо-марганцевих конкрецій; колоїдне лакування на гранях агрегатів; перехід поступовий;  
 IpmGl 110-140 - ілювіально-метаморфізований, перехідний до материнської породи, глейовий; домінує сизий колір (1Gley8/5GY), є крупні бурі плями (5YR6/6); залізо-марганцеві конкреції, важкосуглинковий; дрібно-брилистий; свіжий; щільний.

Розріз 2 – бурувато-підзолистий глейовий легкосуглинковий ґрунт на елювіально-

давньоалювіальному суглинку – закладений в хвойному лісі, за 300 м від дороги Сторожинець – Ропча, в Сторожинецькому районі Чернівецької області.

Но 0-3 - підстилка;  
 He(gl) 3-22 - гумусово-елювіюваний глеюватий; світло-сірий (7,5YR8/1), легкосуглинковий; пухкий, на структурні елементи розпадається легко, грудкувато-горіхуватий; мало-дрібнопористий; корені рослин; присипка SiO<sub>2</sub>; в нижній частині Fe-Mn конкреції, дендрити, червоточини; перехід помітний;  
 Egl 22-33 - елювіальний оглеєний; білясто-буруватий (2,5YR6/4) із плямами оглеєння (1Gley8/5GY); легкосуглинковий; грудкувато-горіхувато-пилюватий; середньо-дрібнопористий; вологий; ущільнений; присипка SiO<sub>2</sub>; патьоки; червоточини; перехід поступовий язиковатий;  
 Elgl 33-60 - перехідний оглеєний; неоднорідний сизувато-буруватий із жовтим відтінком (7,5YR6/4; 1Gley8/5GY); грудкувато-горіхуватий, в нижній частині призматичний; вологий; щільніший за попередній, поодинокі ходи черв'я, дендрити; Fe-Mn конкреції; у нижній частині – слабке лакування на поверхні агрегатів; перехід поступовий;  
 Imgl 60-100 - ілювіальний, метаморфізований оглеєний; неоднорідний, схожий на попередній, але з домінуванням темно-бурого відтінку (7,5YR6/4); плями оглеєння (1Gley8/5GY) значно менші; грудкувато-крупнопризматичний; середньосуглинковий; вологий; ущільнений; велика кількість новоутворень; Fe-Mn конкреції не сформовані, розсипчасті; малопористий, перехід поступовий;  
 PiGl 100-126 - порода ілювіювана сильно оглеєна; бурувато-жовтувата (7,5YR6/4); однорідніша за попередній горизонт; середньосуглинкова; волога; щільна; агрегати пластичні; Fe-Mn конкрецій дещо менше, ніж в попередньому горизонті; літогенні включення, мало-дрібнопориста.

Макроморфологічний аналіз чітко візуалізував в обох розрізах елювіальний горизонт. У WRB до елювіального відноситься горизонт альбік (від лат. albus, білий) – підповерхневий освітлений горизонт, з якого вимитий мул та вільні оксиди феруму, або останні сегреговані настільки, що забарвлення горизонту визначається кольором піщаних і мулистих частинок, а не плівками на них. Горизонт характеризується різними варіантами забарвлення за Манселлом. Один із варіантів у вологому стані – світлість 6, 7 або 8 при насиченості ≤4 або світлість 4 при насиченості ≤2 [14], що відповідає забарвленню елювіального горизонту досліджуваних ґрунтів. Потужність горизонту повинна бути ≥ 1 см, структура



звичайно слабо виражена або недостатньо розвинена. Альбіковий горизонт легший за гранскладом, ніж нижче розташовані горизонти, що підтверджується не тільки польовими, а й лабораторними дослідженнями (табл. 2). Часто він має ознаки відновних умов. Отже, горизонти Eh(gl) та Egl за морфологічними ознаками є альбіковими.

Горизонти альбік присутні у декількох реферативних груп ґрунтів (РГГ) – підзолів, альбелювісолей, стагносолей, планосолей [8,14]. Для ідентифікації РГГ необхідно визначити характер ілювіальних горизонтів за комплексом властивостей (табл. 1, 2). Серед них у WRB виділяють (для ґрунтів суббореального поясу) такі: арджик, сподік, сомбрік.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні властивості бурувато-підзолистих ґрунтів**

| Горизонт                   | Гумус,<br>% | ЄКО                      | СВО  | ГК   | СНО,<br>% | рНсол. | Al <sub>0</sub> +1/2Fe <sub>0</sub> ,<br>% | КЛР  | Колір за Мансел-<br>лом* |
|----------------------------|-------------|--------------------------|------|------|-----------|--------|--------------------------------------------|------|--------------------------|
|                            |             | мг-екв 100 г ґрун-<br>ту |      |      |           |        |                                            |      |                          |
| Розріз 1                   |             |                          |      |      |           |        |                                            |      |                          |
| He(gl)                     | 1,70        | 16,6                     | 9,20 | 7,40 | 55,3      | 4,89   | 0,74                                       | 0,66 | 10YR4/3                  |
| Eh(gl)                     | 1,02        | 13,6                     | 7,30 | 6,30 | 53,7      | 4,30   | 0,76                                       | 0,55 | 2,5YR4/6                 |
| ImGl                       | 0,75        | 24,6                     | 14,3 | 10,4 | 57,9      | 4,83   | 0,89                                       | 0,53 | 5YR6/6                   |
| IpmGl                      | 0,36        | 16,2                     | 9,50 | 6,70 | 58,5      | 4,98   | 1,00                                       | 0,65 | 5YR6/6                   |
| Затікання                  | 1,16        | 14,9                     | 8,00 | 6,90 | 53,7      | 4,41   | 0,78                                       | 0,60 | 2,5YR5/6                 |
| Розріз 2                   |             |                          |      |      |           |        |                                            |      |                          |
| He(gl)                     | 2,04        | 16,9                     | 8,90 | 8,0  | 52,1      | 5,04   | 0,78                                       | 0,56 | 10YR3/4                  |
| Egl                        | 1,04        | 21,3                     | 13,3 | 8,10 | 61,9      | 5,31   | 0,83                                       | 0,61 | 10YR2/4                  |
| Imgl                       | 0,68        | 31,1                     | 23,3 | 7,90 | 74,6      | 5,75   | 1,07                                       | 0,64 | 10YR4,5/2                |
| PiGl                       | 0,71        | 32,6                     | 24,2 | 8,40 | 74,3      | 5,91   | 1,05                                       | 0,56 | 10YR5/2                  |
| Затікання                  | 0,96        | 29,1                     | 19,8 | 9,30 | 67,8      | 5,95   | 1,06                                       | 0,61 | 10YR6/2                  |
| Стандартне відхи-<br>лення | 0,38        | 3,81                     | 4,10 | 1,10 | 3,10      | 0,25   | 0,11                                       | 0,04 |                          |

Примітка: ЄКО – смість катіонного обміну, СВО – сума ввібраних основ, ГК – гідролітична кислотність, Al<sub>0</sub>+<sup>1</sup>/<sub>2</sub>Fe<sub>0</sub> – показник, який характеризує вміст аморфних півтораоксидів; \* – у вологому змішаному зразку.

Таблиця 2

**Гранулометричний склад бурувато-підзолистих ґрунтів**

| Генетичний горизонт   | Розмір фракцій у мм і їх вміст в % |             |            |             |              |        |       |       | Відношення мулу до фізичної глини |
|-----------------------|------------------------------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------|-------|-------|-----------------------------------|
|                       | 1- 0,25                            | 0,025- 0,05 | 0,05- 0,01 | 0,01- 0,005 | 0,005- 0,001 | <0,001 | <0,01 | >0,01 |                                   |
| Розріз 1              |                                    |             |            |             |              |        |       |       |                                   |
| He(gl)                | 0,99                               | 16,41       | 33,27      | 17,27       | 10,78        | 21,28  | 49,33 | 50,67 | 0,42                              |
| Eh(gl)                | 4,58                               | 5,89        | 40,94      | 19,65       | 15,16        | 13,78  | 48,59 | 51,41 | 0,27                              |
| ImGl                  | 0,71                               | 11,8        | 33,51      | 13,95       | 17,47        | 22,56  | 53,98 | 46,02 | 0,49                              |
| IpmGl                 | 0,54                               | 16,55       | 20,27      | 12,58       | 9,53         | 40,53  | 62,64 | 37,36 | 1,08                              |
| Затікання             | 5,10                               | 5,76        | 42,20      | 19,48       | 14,17        | 13,29  | 46,94 | 53,06 | 0,28                              |
| Розріз 2              |                                    |             |            |             |              |        |       |       |                                   |
| He(gl)                | 2,48                               | 23,22       | 35,56      | 9,15        | 12,23        | 17,36  | 38,74 | 61,26 | 0,28                              |
| Egl                   | 2,90                               | 16,80       | 31,31      | 7,49        | 19,70        | 21,80  | 48,99 | 51,01 | 0,43                              |
| Imgl                  | 4,56                               | 12,70       | 20,60      | 6,86        | 11,10        | 44,18  | 62,14 | 37,86 | 1,17                              |
| PiGl                  | 2,19                               | 4,55        | 18,10      | 7,48        | 7,30         | 60,38  | 75,16 | 24,84 | 2,43                              |
| Затікання             | 1,60                               | 13,00       | 30,00      | 4,28        | 8,67         | 42,45  | 55,40 | 44,60 | 0,95                              |
| Стандартне відхилення | 1,6                                | 4,6         | 7,3        | 5,3         | 3,8          | 9,5    | 9,2   | 9,2   | 0,15                              |
|                       |                                    |             |            |             |              |        |       |       |                                   |

Горизонт арджик (від лат. argilla, біла глина) – підповерхневий горизонт із значно вищим вмістом мулу, ніж у верхньому горизонті [14]. Його формування найчастіше зумовлене ілювіюванням глини, горизонт має текстуру суглинково-піщану або важчу,  $\geq 8$  % мулу в дрібноземі, містить більше фізичної глини, ніж верхній, легший

горизонт [7,9,14]. Причому, якщо верхній горизонт має <40 % мулу в дрібноземі (у досліджуваних ґрунтів – 13,8 % та 21,8 % відповідно), то арджик горизонт повинен містити його принаймні в 1,2 рази більше (22,6 % та 44,2% - в досліджуваних ґрунтах). В горизонті візуалізуються глинисті півки, що покривають стінки пор і повер-

хні агрегатів. Коефіцієнт лінійного розширення (КЛР)  $\geq 0,04$ , відношення мулу до фізичної глини в горизонті арджик принаймні в 1,2 рази вище, ніж у верхньому горизонті, що спричинено елювіюванням переважно тонких частинок глини (1,8 та 1,6 відповідно у першому та другому грун-тах). Збільшення вмісту глини відбувається у вертикальній товщі не менше 30 см (щоб виключити ознаку «різкий текстурний перехід», характерну для стагносолей). Отже, ілювіальний горизонт досліджуваних бурувато-підзолистих ґрун-тів за діагностичними ознаками відповідає горизонту арджик, важливу участь в його утворенні відіграє процес аргілювіювання (лесиважу). Це не горизонт сподік, бо в ньому не відбувається накопичення аморфних форм феруму ( $Al_{ox}+1/2Fe_{ox}$  у сподіковому горизонті повинні бути в два рази більше, ніж у елювіальному горизонті), а цього в досліджуваних ґрунтах не спостерігається (табл. 1). У зв'язку з тим, що в горизонті не виявлено ілювіювання гумусу, він також не сомбріковий. Отже, в обох ґрунтах наявні два діагностичні горизонти – альбіковий та арджиковий.

У WRB виділяються декілька реферативних груп ґрунтів помірного поясу, які мають вказаний набір горизонтів: планосолі, стагносолі, альбелювісолі, лювісолі (в порядку ключа до реферативних груп) [9,14].

Перший у ключі ґрунт із вказаним набором горизонтів – планосоль (від лат. planus – площина) – ґрунт зі знебарвленим світлим елювіальним горизонтом, який має ознаки періодичного застою води і різко переходить у щільний погано водопроникний нижній горизонт арджик із дуже високим вмістом мулу. Останній перешкоджає інфільтрації води, що є причиною виникнення тимчасових відновних умов та забарвлення виду стагнік. Можлива також різка текстурна зміна. Забарвлення стагнік – це така плямистість, коли поверхні педів світліші, а внутрішні частини – червонуватіші та яскравіші. Для досліджуваних ґрунтів характерне забарвлення стагнік, а отже, одна з діагностичних ознак планосолей справджується.

Різка текстурна зміна (від лат. abruptus) – різке збільшення вмісту мулу на незначній відстані (подвоєння вмісту мулу у межах 7,5 см, якщо верхній шар містить менше 20 % мулу; абсолютне збільшення вмісту мулу у межах 7,5 см на 20 %, якщо верхній шар має  $\geq 20$  % мулу) [14]. В розподілі мулу по профілю досліджуваних ґрун-тів (рис. 1) не спостерігається різкої текстурної зміни, тому вони не планосолі.

Різке збільшення вмісту мулу у ґрунті розрізу 2 може обумовлюватися не лише педогенетичними процесами, а й двочленністю материнської

породи. Щоб впевнитися в цьому, нами розраховані абсолютні втрати мулу з елювіюваної частини та його акумуляція в ілювіюваній частині профілю. Виявлено, що з елювіюваної частини втрачено 1260 т/га мулу, а в ілювіюваній акумульовано 4240 т/га. Отже, акумуляція мулу значно перевищує його втрати, які відбулися в процесі педогенезу, тому накопичення дрібних фракцій в нижній частині профілю пов'язано не тільки з процесами елювіально-ілювіальної диференціації, а й з вихідною гранулометричною неоднорідністю ґрунтоутворюючої породи.

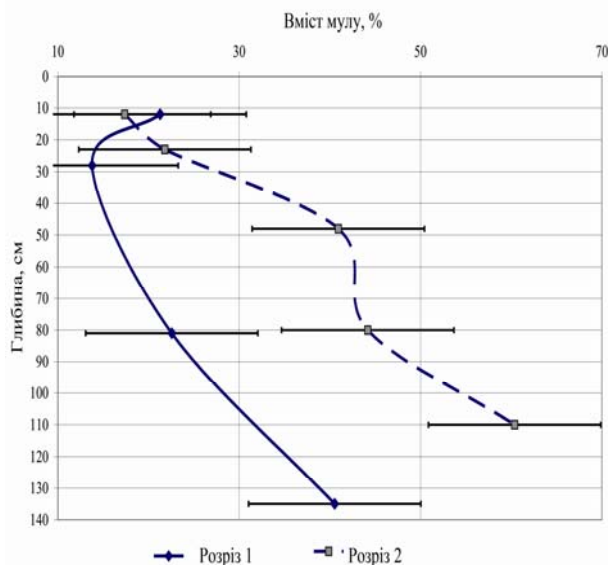


Рис. 1. Зміни вмісту мулу по профілю буровато-підзолистих ґрунтів

Стагносолі (від лат. stagnare, затопити) – це ґрунти з високим РГВ, які мають відновні характеристики, зумовлені застоєм верховодки. Стагносолі періодично перезволожуються і тому плямисті, з конкреціями (або без) і/або вибілюванням. Діагностичні ознаки стагносолей такі: у межах 50 см від поверхні формуються відновні умови протягом певного часу і не менше ніж в половині об'єму ґрунту спостерігається одна чи декілька ознак – забарвлення стагнік або альбік горизонт; відсутність альбелювікових затікань у верхніх 100 см профілю [9,14]. Отже, для ідентифікації ґрунтів необхідно виявити присутність в них альбелювікових затікань (від лат. albus, білий, і eluere, промивати) – проникнень збідненого мулом і Fe матеріалу в глинисто-ілювіальний горизонт. В морфології ґрунтів обох розрізів наявні освітлені ділянки, що нагадують собою альбелювікові затікання. Їх основні діагностичні критерії: забарвлення елювіального альбікового горизонту і його грансклад; язички повинні бути глибшими, ніж ширшими, займати більше 10 % об'єму верхніх 10 см або верхньої чверті горизонту аджик; їх ширина має бути  $\geq 10$  мм у глиніс-

то-суглинкових і глинистих горизонтах [14].

При польовому морфологічному аналізі виявлена різниця в характері освітлених язикоподібних ділянок у ґрунтах – в другому розрізі вони були ширшими, мали меншу освітленість. Попереднє визначення гранскладу при макроморфологічному аналізі показало, що затікання в розрізі 2 не легші за матрицю ілювіального горизонту і важчі за матрицю альбікового горизонту. Тому властивості затікань вивчалися окремо і порівнювалися із альбіковим та арджиковим горизонтом – якщо вони близькі із показниками елювіального горизонту, то це – альбелювікові затікання. Порівняння проводили на основі кластерного аналізу (рис. 2). У першому розрізі за комплексом показників затікання найближчі з елювіальним горизонтом, у другому – з ілювіальним. Тобто, освітлені частини ілювіального горизонту в ґрунті першого розрізу пов'язані генетично з горизонтом альбік і є альбелювіковими язиками, у ґрунті другого розрізу вони ними не є. Тому за ключем WRB ґрунт розрізу 2 діагностовано як стагносол, оскільки він повністю відповідає діагностичним ознакам цієї реферативної групи.

Ґрунт розрізу 1 діагностуємо за ключем, у якому наступною реферативною групою із наявністю альбікового та арджикового горизонтів є альбелювісолі. Це ґрунти, що мають у межах 1 м від поверхні ілювіально-глинистий горизонт із нерівною верхньою межею, яка є результатом язикоподібного затікання в нього знебарвленого ґрунтового матеріалу. Для альбелювісолей характерною морфологічною ознакою є наявність альбелювікових затікань, ідентифікованих вище. Ґрунт розрізу 1 за комплексом діагностичних ознак віднесений до реферативної групи альбелювісолей. Порівняння властивостей цього ґрунту із типовими характеристиками альбелювісолей підтверджує його приналежність саме до цієї РГГ та пояснює процеси його утворення. Формування альбелювісолей спричинене аргілююванням (переміщенням глини або лесиважем) і процесами, пов'язаними із сучасним або палеоперигляціальним кліматом. Типові альбелювікові язики є результатом періодичного танення-замерзання за останній гляціал в перигляціальних умовах. Для альбелювісолей звичні тимчасові відновні умови, в результаті яких утворюється забарвлення стагнік; властивості глеїк трапляються рідко. Зміна гранулометрії від елювіального до ілювіального горизонту перешкоджає внутрішньому дренажіві. Періодичне перезволоження поверхневого шару спричинює сильне вибілювання елювіального горизонту, який проникає в горизонт арджик по кореневих ходах і тріщинах. Воно ж зумовлює сегрегацію сполук феруму у плямах або конкреціях. При відсутності

промивання ферум залишається в ґрунті, де накопичується в окремих включеннях. Вони формуються після періодичного висихання-зволоження ґрунту з гістерезисом між інтенсивністю осадження сполук феруму в окисній стадії і розчинення при відновленні [7,9]. Періодичне вилугування викликає підкислення елювіального горизонту і втрату ним основ. Мала кількість органічної речовини і сполук феруму у вилугуваному поверхневому горизонті зменшують стійкість структури та призводить до деякого ущільнення. Поверхневий горизонт містить від 1 до 10 % органічного карбону, елювіальний – менше 1 %, така ж кількість його – в ілювіальному горизонті. Природна альбелювісоля кисла; рН (KCl) становить від 4 до 5,5; ЄКО невисока, як і СНО; великий вміст обмінного алюмінію [9,14].

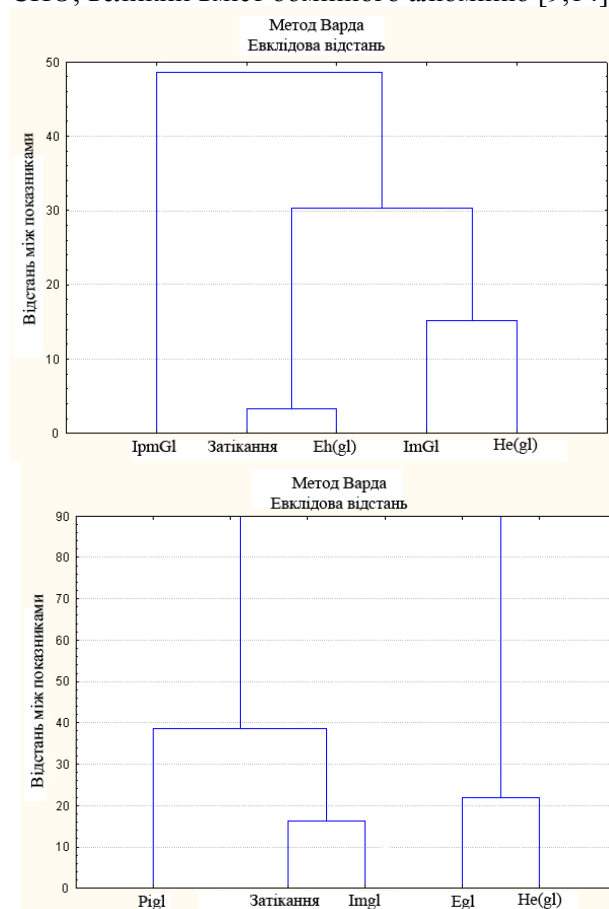


Рис.2. Дерево зв'язків між альбелювіковими затіканнями та горизонтами (вверху – розріз 1, внизу – розріз 2)

Порівняння властивостей бурувато-підзолистого ґрунту розрізу 2 із типовими властивостями стагносолей також підтверджує правильність ідентифікації ґрунту за принципами WRB та пояснює особливості генезису даного конкретного представника профільно-диференційованих ґрунтів. Стагносолі – ґрунти, що мають забарвлення стагнік, в деяких випадках – конкреції та знебарвлення. Зазвичай ці ґру-

нти називають псевдоглемями у багатьох класифікаціях. Редоксиморфні особливості свідчать про насичення поверхневими водами тимчасового характеру, в результаті утворення верховодки. Найчастіше стагносолі формуються у зниженнях, на рівному або слаборозчленованому рельєфі, де тимчасово застоюється вода. Плямистість і/або вибілювання верхньої частини профілю спричинені відновними процесами при водонасиченні, з подальшим окисненням після висушування насиченої водою товщі. Процес, як правило, повторюється щорічно. Насичення водою є наслідком низької водопроникності підповерхневого горизонту, а не різкої текстурної зміни, як в планосолях. У результаті утворюється верховодка, а нижче неї ґрунт окиснюється. Поєднання верхньої відновленої зони (вибілені кольори і плями) та нижньої зони окиснення (червонуваті і вохристі кольори) створюють властивість стагнік [7,9,14].

### Висновки

1. Застосування принципів міжнародної системи класифікації ґрунтів дозволяє уточнити діагностику особливостей процесів ґрунтоутворення, здійснену за вітчизняною системою діагностики та класифікації.

2. Встановлена гетерогенетичність профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття. У них однозначно діагностується процес лесиважу, однак він не превалюючий, а головну роль у профільній диференціації відіграють процеси, пов'язані з поверхневим перезволоженням. Це або типовий елювіально-глієвий процес, або процес вибілювання, характерний для поверхневих горизонтів за відсутності вільної фільтрації води.

3. На основі аналізу властивостей досліджених бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття пропонується віднести їх до реферативних ґрунтових груп альбелювісоль та стагносоль.

### Список літератури

1. Буреєва Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП "Statistica". – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2007. – 112 с.

2. Полевой определитель почв / Под ред Н.И.Полупана и др. – К.: Урожай, 1981. – 320 с.
3. Польчина С.М. Генетична варіабельність профільно-диференційованих оглеєних ґрунтів Передкарпаття // Агрохімія і ґрунтознавство. Спеціальний випуск до 8 з'їзду УТГА. Кн.2. – Харків, 2010. – с.58-59.
4. Романова Т.А. Диагностика почв Беларуси и их классификация в системе ФАО-WRB. – Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2004. – 428 с.
5. Смага І.С. Еколого-генетична оцінка профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття.: Автореф. дис.. на здобуття наук. ступеня д-ра біолог. наук. – Чернівці, 2010. – 40 с.
6. Тонконогов В.Д. и др. Корреляция почвенных классификаций. – Петрозаводск: Карельский Научный Центр РАН, 2005. – 52 с.
7. Breemen N., Buurman P.. Soil Formation. Second Edition. – New York, LLC Springer-Verlag, 2008. – 424 p.
8. Charzynski P. Testing WRB on Polish Soils. – Torun: Association of Polish Adult Education, 2006. – 110 p.
9. Encyclopedia of soil science / Edited by Ward Chesworth University of Guelph. – Canada, XXVI, 2008. – 902 p.
10. Karklins A. A. Comparative Study of the Latvian Soil Classification with WRB // European Soil Bureau – Research Report No. 7, 2005. – p. 199-204.
11. Medvedev V.V. et al. Soils of the Ukraine (Genesis and Agronomical Characteristic) – Kharkiv: NSC "Institute of soil science and agrochemistry", 2003. – 68 p.
12. Pol'chyna S.M., Savitska I.V., Dumih I.V. Brownish-podzolic gleied soils of Pre-Carpathians in wrb system // Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 69. – Харків, 2008. – с.75-79.
13. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42 Version 4.0 / edited by Burt, R. – Washington, DC: United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, 2004. – 700 p.
14. World reference base for soil resources 2006. World Soil Resources Report 103. – Rome: FAO, 2006. – 167 p.

## INTERNATIONAL DIAGNOSTIC APPROACHES FOR IDENTIFICATION OF PROFILE-DIFFERENTIATED SOILS OF PRE-CARPATHIANS

S.M.POL'CHYNA

*Diagnosis of the profile-differentiated soils of Pre-Carpathians on the basis of national approaches can not unequivocally resolve the question of their genesis. The methodological approaches of the international classification of soils can solve this problem. Revealed that the studied soils are heterogenetical. The eluvial-gley process and its modifications dominated among the elementary soil processes. An argilliluviation participates in the soil formation.*

*Keywords: profile-differentiated soils, Pre-Carpathians, genesis, diagnostics.*

Одержано редколегією 16.10.2010

## ЗМІСТ

### БІОХІМІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ, МОЛЕКУЛЯРНА ГЕНЕТИКА

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Г.П. КОПИЛЬЧУК</b> БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІН-ТЕНСИФІКОВАНОГО НИЗЬКОДОЗОВОЮ РАДІАЦІЄЮ ОНКОГЕНЕЗУ                                                                                                                                                                                                                   | <b>G.P.KOPYLCHUK</b> THE BIOCHEMICAL FEATURES OF THE INTENSIFIED BY LOW-DOSE RADIATION ONCOGENESIS                                                                                                                                                                                                                                                            | 3  |
| <b>М.М. МАРЧЕНКО, О.В. КЕЦА</b> ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ 5-АМІНОЛЕВУЛІНАТСИНТАЗИ В СУБ-КЛІТИННИХ ФРАКЦІЯХ ПЕЧІНКИ ТА КАРЦИНОМИ ГЕРЕНА ПОПЕРЕДНЬО ОПРОМІНЕНИХ ЩУРІВ-ПУХЛИНОНОСІВ                                                                                                                                      | <b>M.M. MARCHENKO, O.V. KETSA</b> ACTIVITY OF 5-AMINOLEVULINATE SYNTHASE IN SUBCELLULAR FRACTION RAT LIVER AND GUERIN'S CARCINOMA TRANSPLANTED AFTER LOW-DOSE IRRADIATIONS                                                                                                                                                                                    | 10 |
| <b>Ю.М. ДАВИДЮК, В.І. ПАТРАШКАНУ, Р.А. ВОЛКОВ</b> ПОЛІМОРФІЗМ 5S рДНК В ЄВРОПЕЙСЬКИХ ПОПУ-ЛЯЦІЯХ <i>ACER CAMPESTRE</i> L.                                                                                                                                                                                            | <b>Y.M. DAVIDJUK, V.I. PATRASHKANU, R.A. VOLKOV</b> POLYMORPHISM OF 5S rDNA IN EUROPEAN POPULA-TIONS OF <i>ACER CAMPESTRE</i> L.                                                                                                                                                                                                                              | 16 |
| <b>Л.Н. МОЙСА, М.І. ВУДМАСКА, В.А. ШЕВЧУК, Г.В. КОВТОНЮК, Л.Н. КОРШУН, Е.К. КИСЕЛЕВА, І.В. ЧЕХЛОВ, Л.А. ГАНОВА, Н.Я. СПИВАК</b> ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭКСПРЕССИИ НА ИМ-МУНОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕКОМБИНАНТ-НЫХ БЕЛКОВ, СОДЕРЖАЩИХ ИММУНОДОМИНАНТ-НЫЕ УЧАСТКИ ГЛИКОПРОТЕИНА G ВИРУСА ПРО-СТОГО ГЕРПЕСА 2 ТИПА | <b>L.M. MOYSA, M.I. VUDMASKA, V.O. SHEVCHUK, G.V. KOVTONJUK, L.M. KORSHUN, O.K. KISELYOVA, L.O. GANOVA, I.V. CHESHLOV, L.A. GANOVA, N. YA. SPI-VAK</b> THE INFLUENCE OF THE BACTERIAL EXPRESSI-ON CONDITIONS ON THE IMMUNOCHEMICAL PROPER-TIES OF RECOMBINANT PROTEINS, WHICH INCLUDE IMMUNODOMINANT REGIONS OF GLYCOPROTEIN G OF HERPES SIMPLEX VIRUS TYPE 2 | 21 |
| <b>О.В. ЧЕРЕВАТОВ, Р.А. ВОЛКОВ</b> 5S рДНК-ПОДІБНІ ПСЕВДОГЕНИ У ГЕНОМАХ МЕТЕЛИКІВ ( <i>LEPIDOPTERA: SATYRIDAE, NYMPHALIDAE</i> )                                                                                                                                                                                     | <b>O.V. CHEREVATOV, R.A. VOLKOV</b> 5S rDNA-RELATED PSEUDOGENES IN BUTTERFLY GENOMES ( <i>LEPIDOPTERA: SATYRIDAE, NYMPHALIDAE</i> )                                                                                                                                                                                                                           | 26 |

### ЕКОЛОГІЯ

|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>О.Д. ЗАРОЧЕНЦЕВА, С.С. РУДЕНКО</b> ПРИРІСТ БІО-МАСИ САМОСІВУ ЛІСОУТВОРЮЮЧИХ ХВОЙНИХ ПОРІД БУКОВИНИ ЗА ІМІТАЦІЇ ЧИННИКІВ ГЛОБА-ЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ У МІКРОКОСМАХ                                    | <b>O.D. ZAROCHENRSEVA, S.S. RUDENKO</b> BIOMASS IN-CREMENT OF CONIFEROUS FOREST SELF-SEEDING OF BUKOVINA FOR THE IMITATION OF GLOBAL ENVI-RONMENTAL CRISIS FACTORS IN MICROCOSMS                               | 30 |
| <b>М.М. ФЕДОРЯК, С.С. РУДЕНКО, Г.А. АНДРУСЕВИЧ</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МОРФОМЕТРИЧ-НОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ БІОМОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ <i>PHOLCUS PHALANGIOIDES</i> ( <i>ARANEAE: PHOLCIDAE</i> ) | <b>M.M. FEDORIAK, S.S. RUDENKO, H.A. ANDRUSEVYCH</b> PERSPECTIVES OF THE USE OF MORPHOMETRICAL ANALYSIS FOR THE BIOMONITORING OF TERRITORIES WITH <i>PHOLCUS PHALANGIOIDES</i> ( <i>ARANEAE: PHOLCI-DAE</i> ). | 37 |
| <b>Ю.А. ХОДОСОВЦЕВА</b> ЛИШАЙНИКИ ЯК ІНДИКАТО-РИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗО-ВАНИХ ЛАНДШАФТІВ ЯЛТИНСЬКОГО АМФІТЕАТРУ                                                                             | <b>YU. A.KHODOSOVTSOVA</b> LICHENS AS INDICATORS OF AIR QUALITY IN URBANIZED LANDSCAPES OF THE YALTA AMPHYTHEATRE                                                                                              | 46 |

### БОТАНІКА. ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОТИ І БІОРЕСУРСІВ

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                           |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>В.В. ПРОТОПОПОВА, М.М. ФЕДОРОНЧУК, М.В. ШЕВЕРА, В.М. ДЖУРАН, Н.І. КРЕЦУЛ</b> СИНАНТРОПІЗАЦІЯ ЛУЧНОГО ФЛОРИСТИЧНОГО КОМ-ПЛЕКСУ СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я | <b>V.V. PROTOPOPOVA, M.M. FEDORONCHUK, M.V. SHEVERA, V.M. DZHURAN, N.I. KRETSUL</b> SYNAN-THROPIZATION OF MEADOW FLOROCOMPLEX OF MIDDLE DNIPRO REGION                                                     | 52 |
| <b>Б.Г. ПРОЦЬ</b> ЗАПЛАВНІ ЛІСИ ЗАКАРПАТТЯ: ІСНУВАННЯ ПОРЯД ІЗ ЛЮДИНОЮ                                                                                   | <b>B. PROTS</b> FLOODPLAIN FORESTS OF THE TRANSCAR-PATHIA (UKRAINE): LIVING CLOSE TO HUMAN                                                                                                                | 58 |
| <b>М.А. КАЗЕМІРСЬКА, І.І. ЧОРНЕЙ</b> <i>FRITILLARIA MON-TANA</i> HOPPE ( <i>LILIACEAE</i> ): ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕ-РИСТИКА, ПОШИРЕННЯ В УКРАЇНІ            | <b>M.A.KAZEMIRSKA, I.I. CHORNEY</b> <i>FRITILLARIA MON-TANA</i> HOPPE ( <i>LILIACEAE</i> ): GEOGRAPHIC CHARACTER-ISTICS, DISTRIBUTION IN UKRAINE                                                          | 63 |
| <b>І.І. МОЙСІЄНКО</b> АДВЕНТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ ФЛОРИ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я                                                                                 | <b>I.I. MOYSIYENKO</b> ALIEN ELEMENT OF FLORA OF NOTH BLACK SEA REGION                                                                                                                                    | 69 |
| <b>І.І. ЧОРНЕЙ, І.А. КОРОТЧЕНКО, А.І. ТОКАРЮК, В.В. БУДЖАК</b> ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ <i>TAXUS BACCATA</i> L. У БУКОВИНСЬКОМУ ПРИКАР-ПАТТІ        | <b>I.I. CHORNEY, I.A. KOROTCHENKO, A.I. TOKARYUK, V.V. BUDZHAK</b> ECOLOGICAL AND CENOTIC PECULIARITIES OF <i>TAXUS BACCATA</i> L. ON THE TERRITORY OF BUCOVYNIAN PRYCARPATTYA (BUCOVINIAN CIS-CARPATHIA) | 74 |
| <b>І.В. СКІЛЬСЬКИЙ, Л.І. МЕЛЕШЧУК, М.В. ТАЩУК</b> СУЧАСНИЙ СТАН ФАУНИ ВОДОПЛАВНИХ ПТАХІВ РІВНИННОЇ ЧАСТИНИ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ                          | <b>I.V. SKILSKY, L.I. MELESHCHUK, M.V. TASHCHUK</b> MODERN STATE OF FAUNA OF WATERFOWLS BIRDS OF FLAT PART OF CHERNIVTSI REGION                                                                           | 79 |

### ГРУНТОЗНАВСТВО

|                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>В.А. НІКОРИЧ, Т.М. ЧОРНЕВИЧ</b> АЛЬГОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА ГРУНТОГЕНЕЗУ БУРУВАТО-ПІДЗОЛИСТИХ ОГЛЕСНИХ ГРУНТІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТОТВОРНИХ ПРОЦЕСІВ | <b>V.A. NIKORYCH, T.M. CHORNEVYCH</b> ALGODIAGNOSTICS OF GENESIS OF BROWN-PODZOLIC GLEIED SOILS ON THE BASIS OF SOIL FORMATION PROCESSES MODELING | 92 |
| <b>С.М. ПОЛЬЧИНА</b> МІЖНАРОДНІ ДІАГНОСТИЧНІ ПІД-ХОДИ В ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРОФІЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИХ ГРУНТІВ ПЕРЕДКАРПАТТЯ                                      | <b>S.M. POL'CHYNA</b> INTERNATIONAL DIAGNOSTIC AP-PROACHES FOR IDENTIFICATION OF PROFILE-DIFFERENTIATED SOILS OF PRE-CARPATHIANS                  | 96 |