

БІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ

НАУКОВИЙ ВІСНИК
ЧЕРНІВЕЦЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

БІОЛОГІЯ

Рік заснування 1996

Том 3
Випуск 2

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Чернівці
Видавництво Чернівецького університету
2011

Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – Т. 3, Вип. 2. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2011. – 89 с.

Scientific Herald of Chernivtsy University. Biology (Biological System). – Vol. 3, Is. 2. – Chernivtsy: Chernivtsy National University, 2011. – 89 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

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

Editorial Board:

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

**I.P. Hryhoryuk, Y.M. Dmytruk,
S.S. Rudenko, I.I. Chorney**

Редакційна рада:

В.С. Акатов (Росія)	V.S. Akatov (Russia)
В.С. Бленер (США)	W.S. Blaner (USA)
В. Гемлебен (Німеччина)	V. Hemleben (Germany)
В.А. Кунах	V.A. Kunakh
М. Я. Співак	N. Ya. Spivak
П.О. Мельник	P.O. Melnyk
І.Ф. Мещишен	I.F. Meschyshen
В.М. Решетніков (Білорусь)	V.M. Reshetnikov (Bilorusia)
С. Скіба (Польща)	S. Skiba (Poland)
Я. Собоцка (Словаччина)	J. Sobotska (Slovakia)
О. Б. Стрельцов (Росія)	O.B. Streltsov (Russia)
Л. Фартайш (Румунія)	L. Fartais (Romania)
М.М. Федорончук	M.M. Fedoronchuk

Editorial Council:

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**

ДИНАМІКА СПІВВІДНОШЕННЯ УБІХІНОН/УБІХІНОЛ В МІТОХОНДРІАЛЬНІЙ ФРАКЦІЇ ПЕЧІНКИ ПУХЛИНОНОСІЇВ ЗА УМОВ ПОСИЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ АФК

О.М. ВОЛОЩУК, М.М. МАРЧЕНКО, Г.І. АЛУНГУЛЕС

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна;
e-mail: oxbm@mail.ru

Досліджено інтенсивність генерації гідроксильного радикалу, динаміку вмісту загального, окисленого та відновленого убіхінону, а також співвідношення убіхінон/убіхінол у мітохондріальній фракції печінки пухлиноносіїв у процесі росту карциноми Герена. Встановлено, що у динаміці росту карциноми Герена на фоні посиленої генерації гідроксильного радикалу спостерігається тенденція до зниження вмісту загального убіхінону на фоні перерозподілу його окисленої та відновленої форми з тенденцією до підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол з максимумом на 21 добу онкогенезу.

Ключові слова: гідроксильний радикал, убіхінон/убіхінол, печінка, карцинома Герена

Вступ. Мітохондрії концентрують в собі більшу частину окислювальних метаболічних шляхів, і тому містять численні редокс-переносники і центри, потенційно здатні до одоелектронного відновлення кисню до радикалів супероксид аніона, попередника інших активних форм кисню (АФК), в тому числі найбільш реакційноздатного гідроксильного радикалу (Андрев и др., 2005, Зоров и др., 2005). Висока окислювальна здатність АФК створює істотну загрозу для редокс-чутливих компонентів клітини. Одним із найбільш важливих ендогенних антиоксидантів, що забезпечує функціонування мітохондрій в умовах окисного стресу, є убіхінон (Донченко та ін., 2005, Battino et al., 2003). Важливим показником стану системи антиоксидантного захисту організму є співвідношення убіхінон/убіхінол (Ключников, Гнетнева, 2007).

Метою нашої роботи стало вивчення інтенсивності генерації гідроксильного радикалу, вмісту загального, окисленого та відновленого убіхінону, а також співвідношення убіхінон/убіхінол у мітохондріальній фракції печінки пухлиноносіїв у процесі росту карциноми Герена.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на білих безпородних щурах масою 110-130 г. Тварин поділили на групи: I – інтактні щури (К), II – щури з трансплантованою карциномою Герена (П). Трансплантацію карциноми Герена проводили шляхом підшкірного введення 0,5 мл 30% суспензії ракових клітин в ізотонічному розчині натрію хлориду. Тривалість експерименту становила 21 добу. Евтаназію проводили на 7

(латентна стадія пухлинного росту), 14 (логарифмічна стадія пухлинного росту), 21 (термінальна стадія пухлинного росту) добу після імплантації пухлини під легким ефірним наркозом. Мітохондріальну фракцію з гомогенату печінки отримували методом диференційного центрифугування (Шабалина и др., 1995). Всі операції проводили при 0-3°C. Чистоту мітохондріальної фракції контролювали за співвідношенням ДНК/білок та шляхом порівняльного визначення глюкозо-6-фосфатазної активності у фракціях мікросом та мітохондрій (Kagan et al., 2005). Вміст білка визначали за Лоурі (Lowry et al., 1951). Генерацію гідроксильного радикалу визначали за (Ткаченко та ін., 2005). Убіхінон з мітохондріальної фракції виділяли шляхом швидкої екстракції сумішшю реактивів гептан:етанол у співвідношенні 1:1 (Чернухіна та ін., 1974). Вміст загального, окисленого та відновленого убіхінону визначали спектофотометрично при $\lambda=275$ нм і розраховували, враховуючи коефіцієнт молярної екстинції убіхінону $12,25 \text{ Мм}^{-1} \times \text{см}^{-1}$. Вміст убіхінону виражали в мкмоль/мг білка мітохондрій. Співвідношення убіхінон/убіхінол виражали у %. Статистичну обробку даних проводили з використанням критерію Стьюдента.

Результати та їх обговорення. Результати проведених досліджень показали, що в динаміці росту карциноми Герена спостерігається посилення продукування гідроксильного радикалу в мітохондріальній фракції печінки протягом усього експериментального періоду з максимумом на 21 добу онкогенезу (рис. 1).

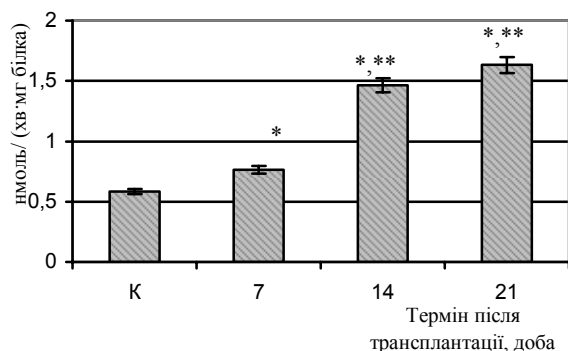


Рис. 1. Інтенсивність генерації гідроксильного радикалу в мітохондріальній фракції печінки пухлиноносців у динаміці росту карциноми Герена
Примітка (тут і надалі): * - вірогідна різниця порівняно з контролем; ** - вірогідна різниця порівняно з попередньою стадією пухлинного росту

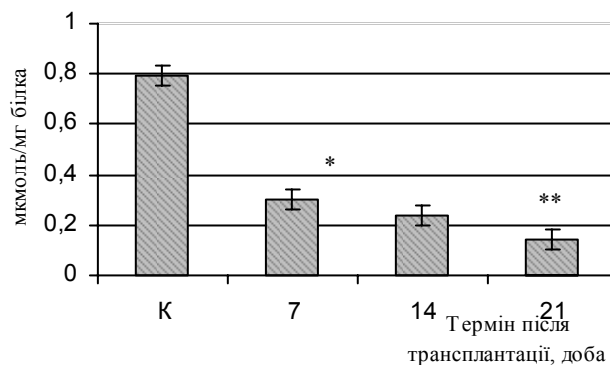


Рис. 2. Вміст загального убіхінону в мітохондріальній фракції печінки щурів із трансплантованою карциномою Герена

Попередніми нашими даними було показано, що максимальна інтенсивність генерації супероксид аніон-радикалу спостерігається на стадії активного росту карциноми Герена (Марченко та ін., 2009). Як відомо з літератури (Трубицын, 2006), зниження інтенсивності продукування супероксид аніон-радикалу, що і встановлено нами на термінальних етапах росту пухлини, супроводжується зниженням активності глутатіонпероксидази, що може призводити до збільшення концентрації її субстрату – перексиду водню. Це в свою чергу посилить потоки перексиду водню через реакцію Фентона з інтенсифікацією утворення реакційно здатного гідроксильного радикалу, що, ймовірно, і пояснює встановлений нами факт посилення генерації гідроксильного радикалу на фоні гальмування продукування супероксиду.

Посилення продукування в динаміці онкогенезу активних форм кисню в мітохондріях буде призводити до окислювального пошкодження біомолекул самих мітохондрій і, як наслідок, зумовлювати порушення функціонування основних органел енергетичного обміну (Лю, 2006). Основним із механізмів зниження вмісту вільних радикалів у мітохондріях є підвищення ефективності та надійності функціонування дихального ланцюга, в якому активну участь бере убіхінон – кофермент Q (КоQ) (Crane, 2001). З іншого боку, убіхінон є одним із найбільш важливих ендогенних антиоксидантів, оскільки він синтезується в самому організмі та, більше того, завдяки властивостям метаболізації постійно і самостійно відновлює свою антиоксидантну активність: із окисленої форми (убіхінон) здатний переходити у відновлену форму (убіхінол) (Аронов, 2004, Ключников, Гнетнева, 2008). Активним антиок-

сидантом насамперед є відновлена форма убіхінону – убіхінол (QH₂).

Результати проведених досліджень показали, що у динаміці росту карциноми Герена у мітохондріальній фракції печінки спостерігається тенденція до зниження вмісту загального убіхінону. Так, на 7 добу онкогенезу вміст загального убіхінону нижчий у порівнянні із показниками контрольної групи тварин у 2,7 рази, а вже на 21 добу росту неоплазми – нижчий у 5,7 рази порівняно з контролем, та у 2,2 рази нижчий порівняно з латентною фазою (рис. 2). Зниження вмісту загального убіхінону супроводжується перерозподілом вмісту окисленої та відновленої форми убіхінону.

Уже на латентній стадії росту карциноми Герена спостерігається зниження вмісту відновленого убіхінону: досліджуваний показник у 2,7 рази нижчий у порівнянні з показниками контрольної групи тварин, тоді як у стаціонарну фазу онкогенезу спостерігається зниження вмісту відновленої форми убіхінону в 6 разів (рис. 3). Зниження вмісту відновленої форми свідчить про порушення антиоксидантної функції убіхінону.

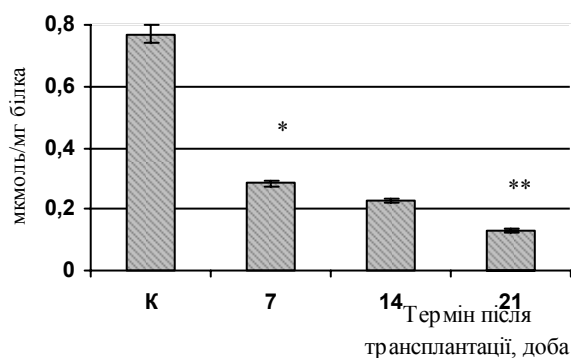


Рис. 3. Вміст відновленого убіхінону в мітохондріальній фракції печінки щурів із трансплантованою карциномою Герена

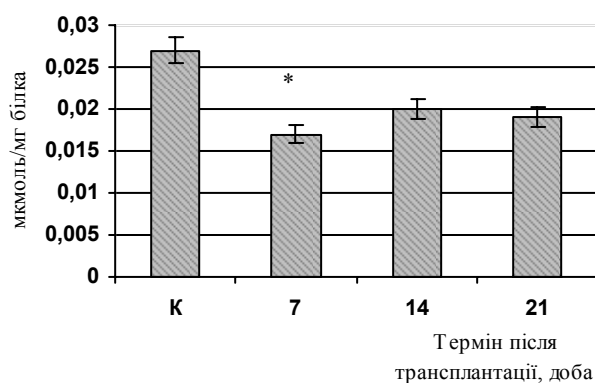


Рис. 4. Вміст окисленого убіхінону в мітохондріальній фракції печінки щурів із трансплантованою карциномою Герена

Саме відновлена форма убіхінону здатна взаємодіяти з АФК із проміжним утворенням напіввідновленої форми убіхінону – убісеміхінонного радикала ($\cdot QH$), відновлення якого відбувається або в мітохондріальному ланцюгу транспорту електронів, або за участю вітаміну С (Донченко та ін., 2005).

Зниження вмісту відновленого убіхінону в період активного та кінцевого росту пухлини в організмі може бути наслідком зниження вмісту загального убіхінону і буде призводити до зниження ймовірності передачі ним електронів на цитохром *b* дихального ланцюга.

Водночас на фоні зниження вмісту окисленого убіхінону на латентній фазі пухлинного росту в порівнянні з інтактними тваринами у 1,6 рази, у динаміці росту карциноми Герена рівень окисленого убіхінону достовірно не змінюється (рис. 4).

Як один із важливих показників стану антиоксидантної системи організму розглядається співвідношення убіхінон/убіхінол (Ключников, Гнетнева, 2007). Результати проведених досліджень показали, що за умов встановленого нами посиленого продукування АФК, в динаміці онкогенезу відбувається зміна співвідношення убіхінон/убіхінол (рис. 5). Встановлено, що уже на латентній стадії спостерігається підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол у 1,7 рази, що, ймовірно, пов'язано із порушенням здатності убіхінолу до самостійного відновлення своєї антиоксидантної активності. В динаміці росту карциноми Герена відбувається подальше підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол, і на 21 добу росту трансформованої тканини досліджуваний показник у 2,3 рази вищий у порівнянні з початковими етапами онкогенезу. Встановлене нами підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол в динаміці росту карциноми Герена свідчить про порушення антиоксидантної функції убіхінону в умовах посиленої генерації кисневих метаболітів.

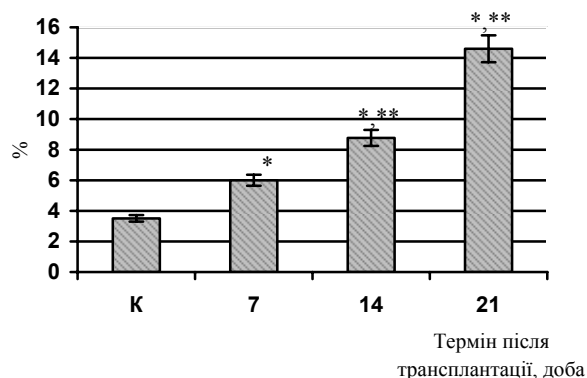


Рис. 5. Співвідношення убіхінон/убіхінол в мітохондріальній фракції печінки щурів із трансплантованою карциномою Герена

Висновки. Отже, у динаміці росту карциноми Герена на фоні посиленої генерації гідроксильного радикалу спостерігається тенденція до зниження вмісту загального убіхінону на фоні перерозподілу його окисленої та відновленої форми з тенденцією до підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол.

Список літератури:

1. Андреев А.Ю. Метаболизм активных форм кислорода в митохондриях / А.Ю. Андреев, Ю.Е. Кушнарєва, А.А. Старков // Биохимия. – 2005. – Т. 70, вып. 2. – С. 246–260.
2. Аронов Д.М. Применение Коэнзима Q_{10} в кардиологической практике / Д.М. Аронов // Русс. мед. журн. – 2004. – Т. 12, № 15. – С. 905–909.
3. Донченко Г.В. Біохімічні властивості і функціональна роль убіхінону (CoQ). Практичні аспекти застосування / Г.В. Донченко, О.Б. Кучменко, Д.М. Петухов // Укр. біохім. журн. – 2005. – Т. 77, № 5. – С. 24–36.
4. Зоров Д.Б. Друзья или враги. Активные формы кислорода и азота / Д.Б. Зоров, С.Ю. Банникова, В.В. Белоусов и др. // Биохимия. – 2005. – Т. 70, вып. 2. – С. 265–276.
5. Ключников С.О. Убихинон (коэнзим Q_{10}). Клинические аспекты / С.О. Ключников, Е.С. Гнетнева // Лечащий врач. – 2007. – № 6. – С. 86–87.
6. Ключников С.О. Убихинон (коэнзим Q_{10}): теория и клиническая практика / С.О. Ключников, Е.С. Гнетнева // Педиатрия. – 2008. – Т. 87, № 3. – С. 103–110.
7. Лю Б.Н. Роль митохондрий в развитии и регуляции уровня окислительного стресса в норме, при клеточных патологиях и реверсии опухолевых клеток / Б.Н. Лю // Успехи совр. биол. – 2006. – Т. 126, № 4. – С. 388–397.
8. Марченко М.М. Фракційний склад ДНК та білків мітохондрій печінки щурів з трансплантованою карциномою Герена / М.М. Марченко, Г.П. Копильчук, О.М. Волощук // Біологічні системи. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 3–6.
9. Ткаченко М.М. Вікові особливості змін скорочувальних судинних реакцій і вміст вільних ради-

- калів кисню та метаболітів оксиду азоту у мишей лінії BALB/c за умов перебування у зоні відчуження / М.М. Ткаченко, В.Ф. Сагач, О.В. Базілюк та ін. // Фізіол. журн. – 2005. – Т. 51, № 3. – С. 32–40.
10. Трубицын А.Г. Модифицированный вариант митохондриальной теории старения / А.Г. Трубицын // Успехи геронтологии. – 2006. – Вып.18. – С. 21–28.
 11. Чернухіна Л.О. Вміст і розподіл убіхінону та убіхроменолу в неомілюваній фракції субклітинних структур печінки нормальних і авітамінозних щурів / Л.О. Чернухіна, Г.В. Донченко, В.М. Коваленко // Укр. біохім. журн. – 1974. – Т. 46, № 4. – С. 514-518.
 12. Шабалина И.Г. Активность окислительного фосфорилирования F^0F^1 -АТФ-азы и содержание цитохромов митохондрий печени крыс с врожденным повышением способности радикалообразования / И.Г. Шабалина, Н.Г. Колосова, А.Ю. Гришкова // Биохимия. – 1995. – Т. 60, вып. 12. – С. 2045 – 2052.
 13. Battino M.D. Coenzyme Q₁₀, antioxidant status and ApoE isoforms / M.D. Battino, S.N. Giunta, L.V. Galezzi // Biofactors. – 2003. – Vol. 18, № 1-4. – P. 299-305.
 14. Crane F.L. Biochemical Functions of Coenzyme Q₁₀ / F.L. Crane // J. Amer. College of Nutrition. – 2001. – Vol. 20, № 6. – P. 591-598.
 15. Kagan J. Mitochondria as a target for early detection and diagnosis of cancer / J. Kagan, S. Srivastava // Crit. Rev. Clin. Lab. Sci. – 2005. – Vol. 42 (5-6). – P. 453 – 472.
 16. Lowri O.H. Protein measurment With Folin phenol reagent / O.H. Lowri, N.J. Rosenbrough, A.L. Farr // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 123, № 1. – P. 265 – 273.

THE DYNAMICS OF THE UBIQUINONE / UBIQUINOL RELATIONSHIP IN MITOCHONDRIAL FRACTION OF A TUMOR UNDER CONDITIONS OF ENHANCED ROS GENERATION

O. M. Voloshchuk, M.M. Marchenko, G.I. Alunhules

The intensity of the hydroxyl radical generation, the dynamics of total, oxidized and reduced ubiquinone content and ratio of ubiquinone/ ubiquinol in liver mitochondrial fraction of tumor-bearing rats were studied. It is set that in the dynamics of Guerin's carcinoma growth, at the background of enhanced generation of hydroxyl radical, the tendency to decrease in the total content of ubiquinone and redistribution of its oxidized and reduced form with a tendency to increase of the ratio of ubiquinone/ ubiquinol with a maximum of 21 day of oncogenesis.

Keywords: hydroxyl radical, ubiquinone/ ubiquinol, liver, Guerin's carcinoma

Одержано редколегією 15.05.2011 р.

IFN-INDUCING AND IMMUNOLOGICAL EFFECTS OF TWO 6H-INDOLO[2,3-B]QUINOXALINE DERIVATIVES – POTENTIAL ANTIVIRAL AGENTS

G.V. ANTONOVYCH ^{1*}, N.M. ZHOLOBAK ¹, M.O. SHIBINSKA ²,
S.A. LYAKHOV ², M.YA. SPIVAK ¹

¹ D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology NAS of Ukraine, Zabolotnogo str., 154, Kyiv, 03143, Ukraine.

² O.V. Bogatsky Physicochemical institute of NAS of Ukraine, Lyustdorska doroga, 86, Odessa, 65080, Ukraine

*e-mail for correspondence: g.antonovych@gmail.com

Ability of indoloquinoline derivatives – perspective antiviral substances, to induce interferon production and modulate activity of cellular link of immunity was demonstrated. The studied substances' mode of action upon balance of major cytokines in more preferable than that of reference substance – amixin, which, in the whole, determines a more expressed immunomodulating effect. Differences between two indoloquinolines and there most distinguishable characteristics are also underlined.

Key words: tylorone hydrochloride, indoloquinoline derivatives, interferon, cytokine pattern, functional activity

Introduction. One of the main strategies for therapy and prophylaxis of viral infections is application of synthetic low-molecular compounds that possess direct antiviral properties and/or are able to induce production of antiviral cytokines. Although modern medicine is already armed with amizon, amixin, cyclopheron, arbidol, neovir and other drugs, constant viral mutability leads to formation of new strains, resistant to traditional medications. Recent outbreak of swine influenza A/H1N1 demonstrated insufficiency of current antiviral arsenal. Occurrence of the strain, resistant not only to adamantadine and remantadine, but also to oseltamivir (Wang et al., 2010) has put global community on alert. Zanamivir – the last of four medications, officially prescribed in case of flu, remained effective against A/H1N1 strain, however it is characterized by a range of side effects and restrictions for application (CDC...). Therefore, development of new antiviral agents, effectiveness of which would be based upon more diversified mechanisms of action and spectra of biological properties – is highly essential.

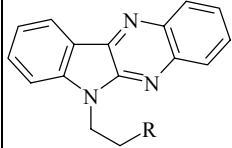
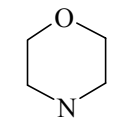
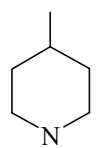
Earlier antiviral and interferon (IFN) inducing activities have been demonstrated for several derivatives of 6H-indolo[2,3-b]quinoxaline *in vitro* (Antonovych et al., 2009). The most promising substances proved to be low toxic *in vivo* (Zholobak et al., 2009), which permits a detailed study of their immunomodulating properties in conditions of integral organism.

Materials and methods. Two substances, selected for the current research, are 6-[3-(4-morpho-line)ethyl]-6H-indolo[2,3-b]-quinoxaline and 6-[3-(4-methyl-1-piperidiny)-ethyl]-6H-indolo[2,3-b]-quinoxaline, which are henceforward referred to as **1** and **2**, respectively. Their structure is given in Table 1.

Amixin (tilorone hydrochloride, 2,7-bis[2-(diethylamino)ethoxy]fluoren-9-one), official antiviral drug in Ukrainian, was used as reference substance. All mentioned compounds were synthesized in O.V. Bogatsky Physico-Chemical Institute of NASU under supervision of S.A Lyakhov. Experiments were carried out on young Balb/c mice of both sexes, weighting 18-24 g. Animals were kept at normal room temperature with *ad libidum* provision of adequate diet. Substances were initially dissolved in distilled water with subsequent addition of PBS. Solutions were injected intraperitoneally to achieve 5 mg/kg dosage per mouse for both reference and tested substances. This dose is at least 40 times less than MPC, estimated *in vivo* (Zholobak et al., 2009). Control mice received analogous volume of physiological solution. Each group comprised 5 animals. Blood, peritoneal and splenic cells were taken in 24, 72 and 120 hours after injection. These were transformed into serum and cell cultures according to (Kondrat'eva et al., 2004). After 24 h incubation of *ex vivo* cells supernatants were sampled. Interferon levels in all biological fluids were determined by their ability to protect test cell culture L929 from vesicular stomatitis virus (Spivak et al., 2002).

Table 1.

Structure of tested 6H-indolo[2,3-b]quinoxaline derivatives

	1	2
	 <i>R = morpholine</i>	 <i>R = 4-methylpiperidin</i>

In serum pool, obtained 72 h after injections, quantitative ELISA evaluation of IL-4, IL-10, IL-12 and IFN- γ was performed, as main representatives of pro- and anti-inflammatory cytokines. Reactants of Bender MedSystems (Austria) were applied, according to manufacturer's instructions.

Effect of indoloquinoxalines upon functional activity of peritoneal cells was assessed through spontaneous and stimulated MTT-test. Diphenyltetrazolium bromide intake from media and its intracellular reduction to insoluble colored dipformazan depends directly on transmembrane transport rate and intensity of oxidative metabolism (Gordienko et al., 2003). This serves as a background for a simple spectrophotonic detection of phagocytes functional status. Stimulation with latex particles (1,5 μ m) forces cells to operate at their maximum potential, which allows to uncover some peculiarities that might not be obvious in spontaneous scheme.

Results and discussion. Obtained data were processed using non-parametric statistical methods. Median was calculated for a range of analogous values of one sample. To check whether differences between samples are significant, Mann-Whitney test was applied at significance coefficient $P < 0,05$ (Gubler, Genkin, 1973).

Slight increase in IFN production was observed already in 24 h after introduction of test substances (Fig.1). Cellular response was more expressed, which can be explained by the route of substance administration that provides macrophages and splenic cells conditions for effective contact with injected

solutions. IFN levels, secreted by indoloquinoxaline-stimulated splenic and peritoneal cells, were significantly higher than corresponding indices of reference drug ($P < 0,05$) and comparable with each other, while slight increase in serum IFN on day 1 post injections was not statistically reliable. This parameter reached its maximum only in 72 h after injection.

Taking into account low doses of injected indoloquinoxalines, serum was tested in dilution up to 1:40 only. **1** surpassed this limit, turning to be a more effective IFN inducer than amixin ($P < 0,01$) and **2** ($P < 0,05$) in analogous concentration. Serum IFN, stimulated by **2**, was not statistically distinguishable from corresponding parameter of amixin.

In 120 h post injections IFN levels in serum decrease dramatically. Therefore, in order to achieve a more prolonged effect the dose of indoloquinoxalines should be increased or their introduction into the organism has to be multiple. Yet activation, caused by **2**, is more prolonged. Serum IFN titers for this substance are 156 % above that of amixin and two times higher than control parameter ($P < 0,05$).

Of particular interest are changes in IFN production by cellular link of immunity. Indoloquinoxalines determined elevated IFN production by peritoneal and splenic cells in 24 h and 120 h post stimulation. It was higher than that, caused by reference substance on day I (statistical significance $P < 0,05$), but comparable on later stages of immune response. Except that **2** provided more effective activation of splenic cells than **1** and amixin in 120 h after injections.

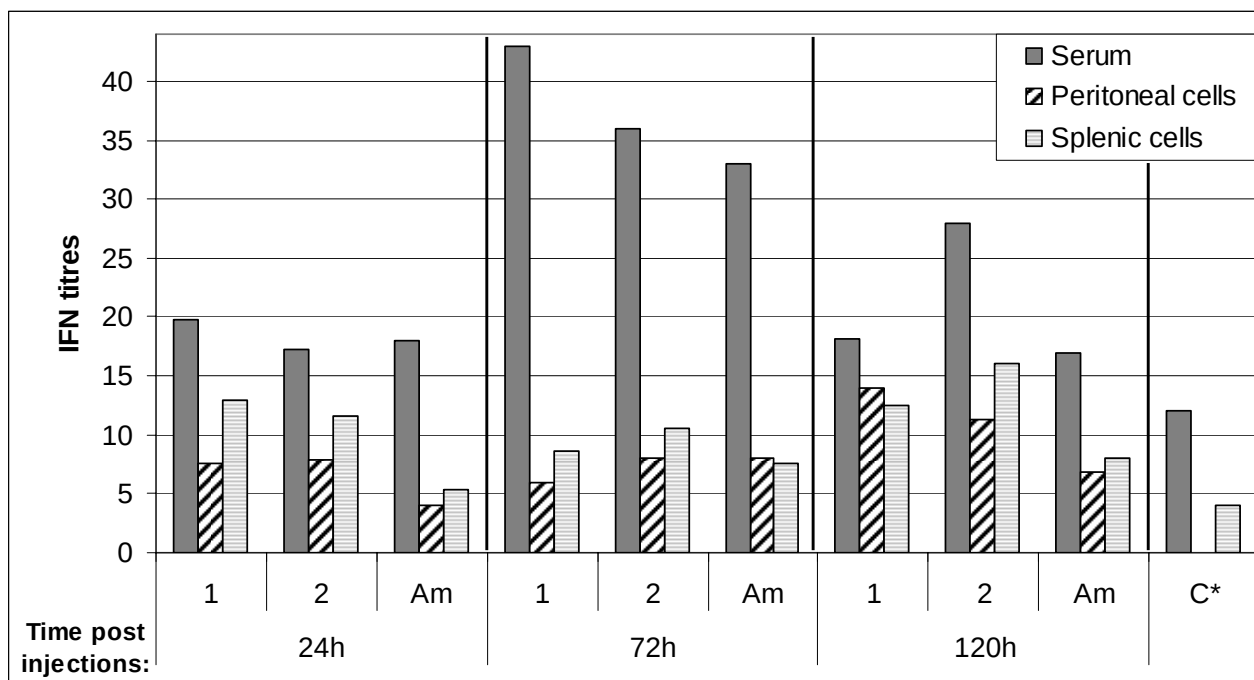


Fig. 1. IFN levels, detected in serum, supernatants from peritoneal and splenic cells, taken after animal stimulation with 6H-indoloquinoxalines.

Note: "C" stands for control group of animals; "Am" is an abbreviation for reference substance amixin.

Surprisingly, on day III, when integral parameter – serum IFN, reached its maximum, cellular response was rather restrained. In fact, for **1** IFN production by splenic cells is significantly ($P<0,05$) lower on day III than on day I or V. This effect correlates with cytokine profile in blood sera, taken 72 h post substance administration (Table 2).

Table 2.

Cytokine levels in blood sera of mice

	IL-4		IL-10		IL-12		IFN-γ	
1	35,3		12		3383,3		9,1	
2	15,3		107,1		4443,8		8,7	
Amix-in	27,9		27,6		5412,1		4,3	
Control	16,7	-0,3	12	-0,4	5060,5	-221,5	18,3	-2,3
		+3,3		+4,4		+1204,6		+0,6

Note: data are presented in pcg. Test samples were measured in pull. Sera of control mice were measured separately. Median data are given with minimal and maximal range of control parameter.

Both indoloquinoline derivatives increase the level of either anti-inflammatory cytokine while decreasing levels of proinflammatory IL-12 and especially IFN- γ (by more than 50%). Substance **1** doubles IL-4 content, however level of its synergist – IL-10, remains unchanged. **2** dramatically elevates IL-10 content without any significant effect upon IL-4. Reference drug acts in a different way: both IL-4 and IL-10 levels are increased, but in case of proinflammatory cytokines accent is placed only upon IFN- γ inhibition. This can be considered as an undesirable side effect of amixine, for of all other pro-inflammatory cytokines, IFN- γ plays the most important part in antiviral immunity. Since test substances downregulate both IL-12 and IFN- γ , the level of the latter drops to a lesser extent, which makes indoloquinolines more advantages as antiviral agents.

Anti-inflammatory cytokine prevalence in blood sera in 72 h post injections determines lowered IFN production by immune cells and affects their functional activity in the whole. According to MTT assay results (Fig. 2), indoloquinolines manage to increase spontaneous macrophage activity, however their considerably enhanced functional reserve remains unengaged.

Presented data demonstrates the ability of test substances to increase macrophage activity. Spontaneous indices are comparable for **1** and **2**, but they significantly exceed corresponding parameter of control animal group and amixin ($P<0,05$ in 72 and 120 h). Activating effect of indoloquinolines is even more evident if to compare indices from latex-stimulated MTT assay. When latex particles appear in cell environment, peritoneal cells phagocytize them and there-

fore cells “switch” their metabolism into more intensified mode. This engages a so called functional reserve of the cells. Indoloquinolines increase it by 35-40% comparable to control and by 12-30% more than reference substance. This finding serves as evidence for immunomodulating potential of **1** and **2**. However, spontaneous indices of indoloquinolines do not look so preferable over amixin and control. As was mentioned above, a gap between them and stimulated indices gets widened, especially on day III post stimulation, resembling the picture with maximal IFN in serum and minimal IFN in macrophage supernatants of the same period on Fig. 1.

It is hard to say whether anti-inflammatory cytokine elevation is a compensatory mechanism or a direct property of test substances. Since amixin and indoloquinoline are IFN-inducers, certain anti-inflammatory cytokine increase should be expected a priori, because type I IFNs are known for their anti-inflammatory properties (Tilg & Pesche, 1996; Tilg, 1997). At the same time, work (Hiyama & Kuriyama, 1991) demonstrated that amixin possesses direct anti-inflammatory action, dissociated from IFN production. In a trial against carrageenin oedema and passive Arthus on rats, anti-inflammatory effectiveness of the drug highly correlated with serum IFN levels. But almost complete IFN removal from sera did not lessen effectiveness of disease suppression by amixin.

In our case, **1** and **2** are characterized by similar IFN-inducing potential, dynamics of IFN production (Fig. 1) and common 6H-indolo[2,3-b]quinoxaline core. Yet a change of a single radical is enough to make their interleukin profiles differ. This suggests that alterations in cytokine levels, described in table 2, are not exclusively compensatory and indirect, but rather specific. If so, IL-10 burst, determined by substance **2**, makes this indoloquinoline interesting for immunotherapeutic studies against autoimmune, degenerative and allergic diseases (Kingsley et al., 2002).

Substance **1** was most distinguishable for its ability to effect functional activity of immune cells. Intensification of oxidative metabolism and increase of phagocytic potential was manifested not only by the highest indices of spontaneous and latex-stimulated MTT, but also by the speed of the reaction (data not presented). While peritoneal cells from animals, stimulated with amixin and **2**, required approximately three hours for maximal intracellular diphormazan absorption, **1** fastened the process by more than 3 times, requiring 45-60 minutes to end the reaction. This effect was observed in case of both latex stimulated and spontaneous assays, which points out a very important feature of this indoloquinoline that might determine its future medical application against cancer and carcinogenic viruses.

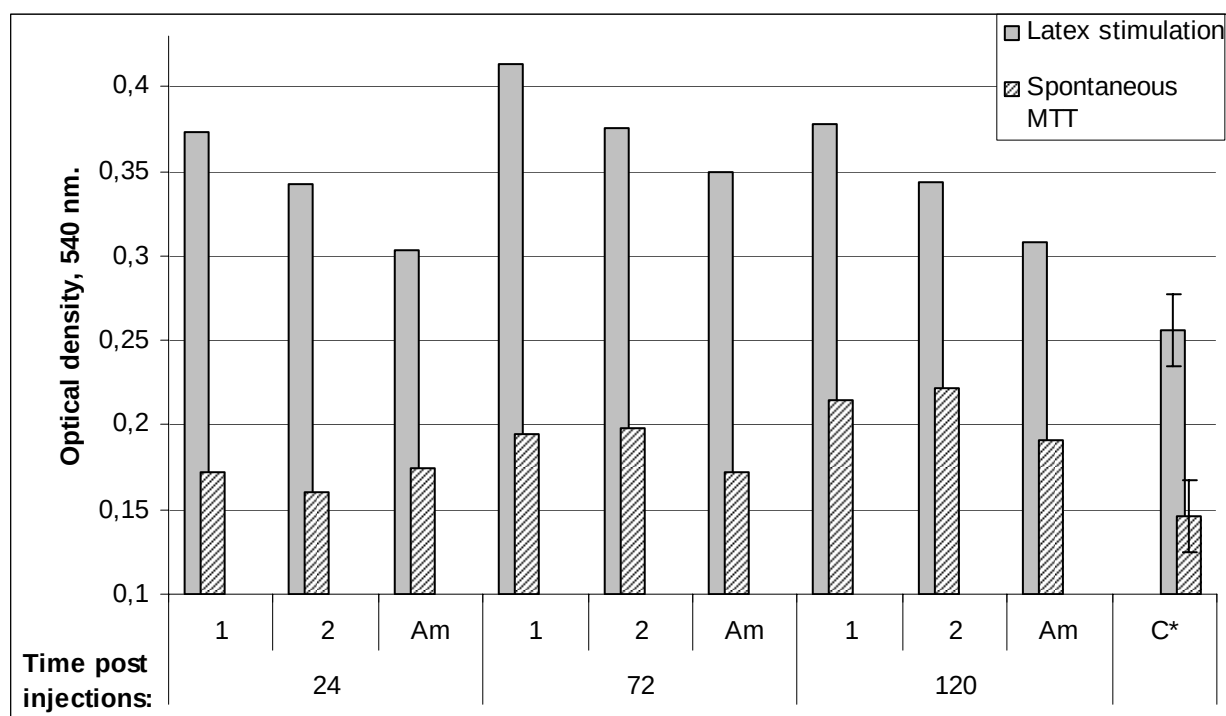


Fig. 2. MTT assay results of murine macrophages after substance administration.

Note: "C" stands for control group of animals; "Am" is an abbreviation for reference substance amixin. Data were obtained in several experiments with different controls.

Summary. Obtained data prove that the studied indoloquinoline derivatives possess IFN-inducing potential higher than that of reference substance in analogous concentrations. In comparison to amixin, **1** and **2** were more effective in activating cellular link of immunity, both functional activity and IFN-production. Response of the organism to indoloquinoline stimulation includes increase in anti-inflammatory- and decrease in pro-inflammatory cytokine levels. **1** more than doubled IL-4 content, while **2** induced a dramatic burst of IL-10. Amixin was not able to selectively effect level of a separate anti-inflammatory interleukin, causing a less pronounced increase of both IL-4 and IL-10. Reference substance was characterized by a fourfold decrease in IFN- γ , disadvantageous for immune system. Similar tendency was observed for indoloquinoline derivatives, but in a much lesser extent. Although activity of induced cells in normal conditions of healthy organism is being limited by cytokines, latex-stimulated MTT revealed that in case of exogenous stimulus phagocytes will react with extra potential, granted by **1** and **2**. All the above facts suggest that tested indoloquinolines can be effective against viruses, virus-infected and transformed cells. Such assumption should be challenged by subsequent *in vivo* experiments.

References:

1. Antonovych G.V., Zholobak N.M., Olevinska Z.M., Shibinska M.O., Kutuzova N.A., Lyakhov S.A., Andronati S.A., Spivak M.Ya. The study of interferonogenic and antiviral action of indoloquinoline derivatives *in vitro* // XII meeting of Vinogradski Ukrainian Microbiological society. Abstracts. Uzhgorod : Patent. – 2009. – P. 421.
2. CDC – Antiviral Agents for Seasonal Influenza: Side Effects and Adverse Reactions – <http://www.cdc.gov/flu/professionals/antivirals/side-effects.htm>.
3. CDC Swine flu. Interim Guidance on Antiviral Recommendations for Patients with Confirmed or Suspected Swine Influenza A (H1N1) Virus Infection and Close Contacts – <http://www.cdc.gov/swineflu/recommendations.htm>.
4. Gordienko G.I., Borodina T.M., Dudina T.A., Samsyga G.A. The study of absorbing and metabolic activity of peripheral blood neutrophils from preschool-age children // *Pediatrics*. – 2003. – V. 5. – P. 1-3.
5. Gubler E.V., Genkin A.A., Application of Non-parametric Statistic Criteria in Medical-biological Research. – Moscow :Medicine. – 1973. – 142 p.
6. Hiyama Y, K Kuriyama. Dissociation between antiinflammatory action of tilorone and its interferon inducing activity // *Agents & actions*. – 1991. Vol. 33, No 3-4. – P. 229-232.
7. Kingsley CI, Karim M, Bushell AR, Wood KJ. CD25+CD4+ regulatory T cells prevent graft rejection: CTLA-4- and IL-10-dependent immunoregulation of alloresponses// *J Immunol*. – 2002. – Vol. 168. – P.1080-1086.
8. Kondrat'eva I.A. Yarilin A.A. Yegorova S.G. et al. Immunological manual: laboratory tutorial for university students. – Moscow: Academia. – 2004. – 272 p.
9. Quattrocchi E, Dallman MJ, Dhillon AP, Quaglia A, Bagnato G, Feldmann M. Murine IL-10 gene transfer inhibits established collageninduced arthritis and re-

- duces adenovirus-mediated inflammatory responses in mouse liver // J Immunol. – 2001. – Vol 166. – P. 5970-5978.
10. Spivak N.Ya., Lazarenko L.N., Myhailenko O.N. Interferon and the system of mononuclear phagocytes. – Kyiv: Phytosociocenter. – 2002. – 164 p.
 11. Tilg H. New insights into the mechanisms of interferon alfa: an immunoregulatory and anti-inflammatory cytokine// Gastroenterology. – 1997. – Vol. 112, No.3. – P. 1017-1021.
 12. Tilg H., Pesche C. Interferon-Alpha and its Effects on the Cytokine Cascade: A Pro- and Anti-Inflammatory Cytokine// Leukemia & Lymphoma. – 1996. – Vol. 23, No. 1-2. – P. 55-60.
 13. Wang B, Dwyer DE, Blyth CC, Soedjono M, Shi H, Kesson A, Ratnamohan M, McPhie K, Cunningham AL, Saksena NK. Detection of the rapid emergence of the H275Y mutation associated with oseltamivir resistance in severe pandemic influenza virus A/H1N1 09 infections // Antiviral Research. – 2010. Vol. 87. – P.16-21.
 14. Zholobak N.M. Antonovych G.V. Olevinska Z.M. Shibinska M.O. Kutuzova N.A. Lyakhov S.A. Andronati S.A. Spivak N.Ya. Acute toxicity of several 6-aminoethyl-6H-indolo[2,3-b]quinoxaline derivatives // Modern problems of toxicology. – 2009. – Vol. 3, No. 4. – P. 56-59.

ІФН-ІНДУКУЮЧІ ТА ІМУНОМОДУЛЮЮЧІ ЕФЕКТИ ДВОХ ПОХІДНИХ 6Н-ІНДОЛО[2,3-В]ХІНОКСАЛІНУ – ПОТЕНЦІЙНИХ АНТИВІРУСНИХ ПРЕПАРАТІВ

Г.В. Антонович, Н.М. Жолобак, М.О. Шибінська, С.А. Ляхов, М.Я. Співак

Доведено здатність перспективних антивірусних сполук – похідних індолохіноксалину – індукувати продукцію інтерферону та модулювати активність клітинної ланки імунної системи. Для досліджених сполук показано виражений вплив на продукцію протизапальних цитокінів. Характер дії похідних індолохіноксалину на баланс основних цитокінів вигідно відрізняється від такого препарату порівняння – аміксіну. Отримані результати свідчать про виражений імуномодулюючий ефект досліджених сполук.

Ключові слова: тилорон гідрохлорид, похідні індолохіноксалину, інтерферон, цитокіновий профіль, функціональна активність

Одержано редколегією 15.04.2011 р.

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ МЕТИЛЮВАННЯ 5'ЗТС 35S рДНК У МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ РОДУ *SOLANUM*

Ю.М. ДАВИДЮК, В.В. ПОЧТАРЬОВА, Р.А. ВОЛКОВ

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

Ядерцеве домінування – характерне епігенетичне явище, початково відкрите Навашиним у гібридів *Crepis*, – було пізніше виявлено в багатьох видах рослин і тварин. На молекулярному рівні ядерцеве домінування проявляється як диференційна інактивація (мовчання – сайленсінг) в геномі гібрида генів рибосомальної РНК, успадкованих від одного з батьків. Цей процес регулюється змінами у структурі хроматину та пов'язаний з диференційованим метилюванням цитозину в 35S рДНК. У нашій статті наведено результати застосування чутливих до метилювання ендонуклеаз рестрикції у поєднанні з ПЛР для оцінки рівня метилювання цитозину в різних частинах 5' зовнішнього транскрибованого спейсера (ЗТС) 35S рДНК у гібридів картоплі та томату. Виявлено, що диференційний сайленсінг рДНК картоплі корелює з метилюванням субповторів, розташованих після сайту ініціації транскрипції у 5'ЗТС, водночас рівень метилювання інших частин спейсера видається несуттєвим для диференційної транскрипції/сайленсінгу батьківської ДНК в гібридах.

Ключові слова: зовнішній транскрибований спейсер, 5' ЗТС, 35S рДНК, метилювання цитозину, міжвидові гібриди *Solanum*.

Вступ. Сутність явища ядерцевого домінування (ЯД), виявленого у 1927 році Навашиним, полягає у тому, що у міжвидових гібридів експресуються гени 35S рРНК (35S рДНК) лише одного із батьків. Для пояснення цього явища було запропоновано кілька гіпотез, зокрема гіпотеза видоспецифічних транскрипційних факторів (Dover and Flavell, 1984). Проте результати подальших досліджень дану гіпотезу не підтвердили, і до нашого часу молекулярні механізми ЯД остаточно не з'ясовані (Volkov *et al*, 2004). Дані деяких досліджень, наявні в літературі, засвідчують, що диференційна експресія батьківських генів пов'язана з особливостями структури міжгенного спейсера (МГС), який розділяє кодуючі ділянки 35S рДНК. Висунуто припущення, що важливе значення має насамперед довжина МГС, що залежить від кількості субповторів, розташованих перед точкою ініціації транскрипції (ТІТ). Дані субповтори відіграють роль енхансерів транскрипції, повтори батьківської форми з більшою кількістю субповторів ефективніше зв'язуються з факторами транскрипції, тому експресуються більшою мірою (Reeder, 1985; Flavell, 1986; Chen and Pikaard, 1997; Akhunov *et al*, 2001). Існують також експериментальні докази того, що рівень експресії генів 35S рРНК у гібридів *Solanum* найімовірніше пов'язаний з кількістю повторюваних послідовностей, розташованих після ТІТ (Komarova *et al*, 2004).

Окрім вказаних чинників, на транскрипційну активність 35S рДНК можуть впливати інші фактори, такі як метилювання залишків цитозину в міжгенному спейсері. Зокрема встановлено, що у

гібридів *Solanum* неактивні повтори 35S рДНК характеризуються вищим рівнем метилювання цитозину як на ділянці субповторів, розташованих перед ТІТ, так і на ділянці субповторів після ТІТ (Komarova *et al*, 2004). Проте, експериментальне визначення рівня метилювання послідовностей МГС пов'язане з рядом методичних труднощів. Зазвичай для цієї мети використовується розщеплення геномної ДНК ендонуклеазами рестрикції, чутливими та нечутливими до метилювання, з подальшою блот-гібридизацією утворених фрагментів рестрикції зі специфічними зондами (Komarova *et al*, 2004), що потребує значних витрат часу. Метою нашої роботи було визначення рівня метилювання різних ділянок частини МГС, що знаходиться між ТІТ і 5'-кінцем гена 18S рРНК, – 5' зовнішнього транскрибованого спейсера (5'ЗТС) – у гібридів *Solanum* з використанням простішого та швидшого методу, який базується на використанні полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Це дозволило нам отримати інформацію щодо стану метилювання залишків цитозину, що входять до сайтів упізнання ендонуклеаз рестрикції *Sal* I, *Mlu* I і *Eco*52 I.

Об'єкт і методи. Матеріалом досліджень були представники роду *Solanum*: гібридні рослини *S. lycopersicum* × *S. tuberosum* – BC1A і BC2 – отримані шляхом соматичної гібридизації (рис. 1, табл. 1). Рослини вирощувались у стерильній культурі за 16-годинного світлового дня. Виділення загальної ДНК проводили із листків 6-8-тижневих рослин цетавлоновим методом (Rogers and Bendich, 1994).

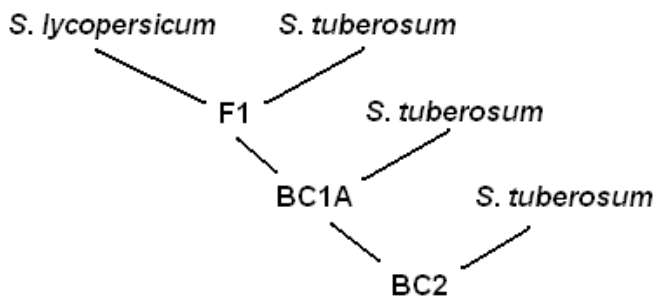


Рис. 1. Схема отримання досліджуваних гібридів між *S. lycopersicum* і *S. tuberosum*.

Отримані препарати ДНК піддавали розщепленню ферментами *Eco52* I, *Sal* I, *Mlu* I (“Fermentas”, Литва) відповідно до рекомендацій виробника. Суміш фрагментів ДНК, що утворилися після розщеплення, використовували як матриці для ампліфікації послідовності 5’3ТС методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) з використанням пари праймерів 20RV-Not + 18S-Not (виробництва “MWG Oligo Synthese”, Німеччина), послідовності яких розраховувались, виходячи з наявної інформації про послідовності кодуючих ділянок 18S рДНК та ділянки міжгенного спейсеру 35S рДНК різних видів *Solanaceae* (табл. 2).

Ампліфікацію проводили з використанням ДНК-полімерази HotStartTaq (“Qiagen”, США) у відповідності до рекомендацій виробника. Кількість ДНК для ампліфікації складала 50 нг на реакцію. Для ампліфікації 5’3ТС використовували середовище такого складу: 1× буфер для ПЛР (PCR-buffer, “Qiagen”), 0.75 мМ MgCl₂, суміш dNTP (“Fermentas”, Литва) – 0.2 мМ кожного, праймери – 1 мМ 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) 40 циклів ампліфікації: денатурація ДНК – 94°C, 45 с; посадка праймерів – 57°C, 1 хв.; синтез ДНК – 72°C, 3 хв.; (3) закінчення ампліфікації – 72°C, 10 хв.; (4) припинення реакції – 4°C.

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”). Кількість отриманих продуктів ПЛР-ампліфікації оцінювали за інтенсивністю відповідних смуг на електрофореграмі з використанням програмного забезпечення системи “Gel Doc 2000” (“Bio-Rad”, Hercules, США).

Результати та їх обговорення. Проведений попередньо аналіз наявних в літературі первинних нуклеотидних послідовностей МГС 35S рДНК *S. lycopersicum* (Perry and Palukaitis, 1990; Borisjuk and Hemleben, 1993) і *S. tuberosum* (Komarova *et al*, 2004) дозволив встановити локалізацію у 5’3ТС сайтів упізнання чутливих до метилювання ендонуклеаз рестрикції *Sal* I, *Mlu* I і *Eco52* I (рис. 2).

Виділена з рослинного матеріалу на початковому етапі загальна геномна ДНК досліджуваних гібридів була оброблена ендонуклеазами *Eco52* I, *Mlu* I та *Sal* I, і продукти розщеплення використовувались як матриці при проведенні ПЛР-ампліфікації послідовностей 5’3ТС 35S рДНК. Оскільки дані ферменти здатні розщеплювати послідовності ДНК лише в сайтах упізнання, які не містять 5-метилцитозину, то повторювані одиниці 35S рДНК з неметильованими сайтами впізнання у 5’3ТС повністю розрізаються ферментами і не ампліфікуються при проведенні ПЛР. Таким чином, ампліфікуються лише метильовані копії 5’3ТС, і відносна кількість утворених ПЛР-продуктів прямо пропорційна ступеню метилювання даної ділянки.

Таблиця 1.

Умовні позначення досліджуваних форм *Solanum* та їх геномів ($x = 12$)

Види/гібриди	Умовне позначення	Рівень плоідності	Склад геному
<i>S. lycopersicum</i> (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	LYC	2x	2LYC
<i>S. tuberosum</i>	TUB1	2x	2TUB
LYC × TUB1	F1	6x	2LYC+4TUB
F1 × TUB2	BC1A	5x	1LYC+4TUB
BC1B × TUB3	BC2	4x + 1	LChr2+4TUB *

Таблиця 2.

Праймери, використані для ПЛР-ампліфікації 5’ 3ТС 35S рДНК досліджуваних форм *Solanum*

Позначення праймера	Послідовність
20RV-Not	5'-CATAGCGGCCGCGTTGTACATTTTCATTATGATTCTCTG -3'
18S-Not	5'-CATAGCGGCCGCGATATGACTACTGGCAGGATCAACC -3'

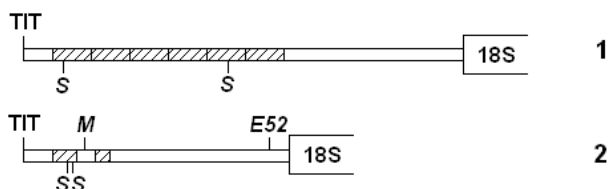


Рис. 2. Рестрикційні карти 5'3ТС 35S рДНК *S. lycopersicum* (1) і *S. tuberosum* (2). Заштриховано область субповторів у *S. lycopersicum* і ділянку консервативного елемента у *S. tuberosum*. Скорочення: S – *Sal I*, M – *Mlu I*, E52 – *Eco52 I*.

Аналіз результатів електрофоретичного розділення ПЛР-продуктів виявив, що у гібридів BC1A і BC2 утворилося два продукти ампліфікації, довжини яких узгоджуються з довжинами 5'3ТС відповідних видів *Solanum*, встановленими раніше (Volkov *et al*, 2003): один, завдовжки близько 1100 пн, відповідає варіанту 5'3ТС 35S рДНК *S. tuberosum*; другий – з довжиною приблизно 1800 пн – відповідає варіанту 5'3ТС 35S рДНК, успадкованому від *S. lycopersicum* (Рис. 3).

Відомо, що в геномі BC1A наявні чотири хромосомні набори *S. tuberosum* і один – *S. lycopersicum* (див. табл. 1), а загальний вміст повторів 35S рДНК в наборах кожного виду складає близько 30000 і 13000 копій відповідно (Komarova *et al*, 2004), тому кількість першого ПЛР-продукту значно перевищує кількість другого (див. рис. 3А, трек 5). Ампліфікація 5'3ТС, проведена після обробки геномної ДНК ендонуклеазою *Sal I*, не приводить до утворення

ПЛР-продукту, який відповідає 5'3ТС *S. lycopersicum*, що свідчить про практично повне його розщеплення (див. рис. 3А, трек 4), і, отже, про відносно низький вміст 5-метилцитозину в сайтах впізнавання даного ферментна. Натомість ПЛР-продукт, який відповідає 5'3ТС *S. tuberosum*, утворюється у кількостях, порівняних з кількостями продуктів ампліфікації нерозщепленого 5'3ТС, що свідчить про низький рівень розщеплення ендонуклеазою *Sal I*, а, отже, про значну кількість метильованих сайтів впізнавання (див. рис. 3 – BC1A, треки 4 і 5). Отримані результати збігаються з результатами попередніх досліджень (Komarova *et al*, 2004) щодо високого рівня метилювання *Sal I*-сайтів 5'3ТС *S. tuberosum* у гібридах BC1A. Проте, для сайтів *Sal I* у 5'3ТС *S. lycopersicum* нами виявлено нижчий рівень метилювання порівняно з результатами вказаних авторів. Видається імовірним, що виявлена відмінність пов'язана з можливим метилюванням не більше як одного із двох *Sal I*-сайтів в кожній копії повтору. При цьому наявність одного неметильованого сайту достатня для розщеплення 5'3ТС *S. lycopersicum* і, як наслідок, призводить до неможливості утворення ПЛР-продукту. Таким чином, можна стверджувати, що загальний рівень метилювання сайтів *Sal I* є меншим за 50%, а точніша оцінка цього рівня потребує подальших досліджень.

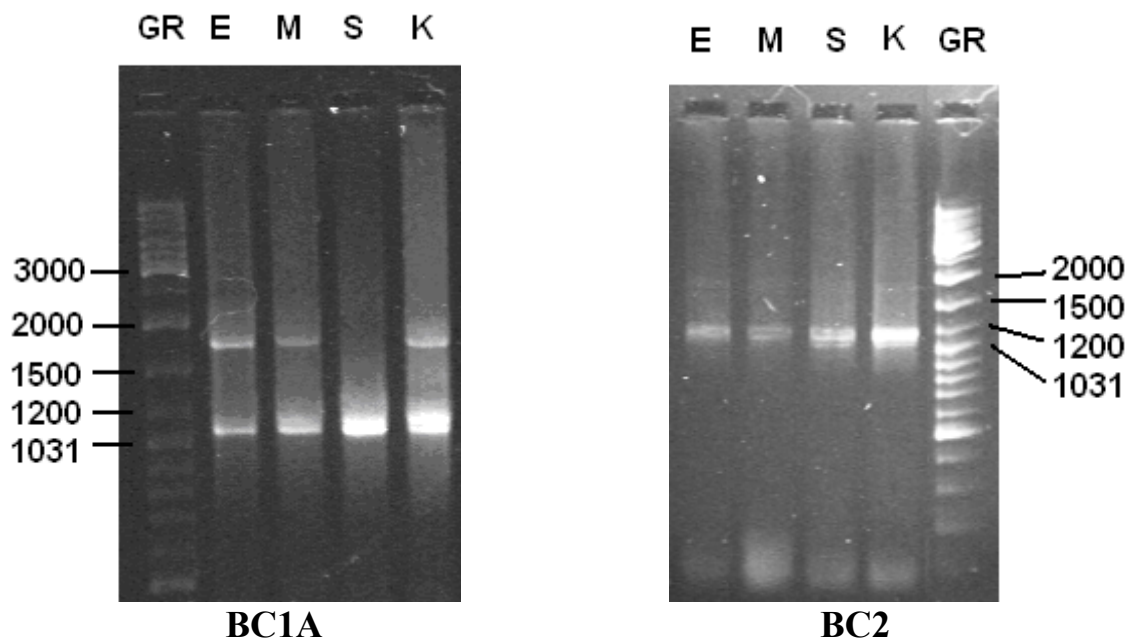


Рис. 3. Результати електрофоретичного розділення продуктів ПЛР-ампліфікації 5'3ТС 35S рДНК гібридів BC1A і BC2, попередньо оброблених ендонуклеазами *Eco52 I* (E), *Mlu I* (M) і *Sal I* (S). Примітка: GR – маркер GeneRuler™ Ladder Mix; K – контроль (нативна ДНК).

Таблиця 3.
Орієнтовний рівень метилювання (%) 5'3TC 35S
рДНК досліджених гібридів *Solanum*

	Складові геному	<i>Eco52 I</i>	<i>Mlu I</i>	<i>Sal I</i>
BC1A	LUC TUB	– 10-20	– 20-30	< 50 > 80
BC2	LUC TUB	– 20-25	– 30-35	< 50 60-80

Практично повне розщеплення 5'3TC *S. lycopersicum* і низький рівень розщеплення 5'3TC *S. tuberosum* ендонуклеазою *Sal I* дозволяє використати спектр цих продуктів ампліфікації як внутрішній стандарт для оцінки рівня метилювання сайтів упізнавання ендонуклеаз *Eco52 I* і *Mlu I* у 5'3TC *S. tuberosum*. Оскільки у 5'3TC *S. lycopersicum* сайти впізнавання цих ендонуклеаз відсутні (див. рис. 2), то кількість утвореного ПЛР-продукту буде дорівнювати кількості такого продукту для нативної ДНК, а очікувана кількість ПЛР-продукту, що відповідає 5'3TC *S. tuberosum*, буде прямо пропорційна до рівня метилювання *Eco52 I*- і *Mlu I*-сайтів. Порівняння кількостей утворених після обробки геномної ДНК цими ендонуклеазами ПЛР-продуктів виявило, що їх кількість приблизно у чотири-п'ять разів менша, ніж у випадку обробки ендонуклеазою *Sal I*, що засвідчує набагато нижчий рівень метилювання сайтів *Eco52 I* і *Mlu I* порівняно з *Sal I* (див. рис. 3-BCA1, треки 2 і 3).

Аналогічна картина спостерігається і у випадку гібрида BC2 (див. рис. 3-BC2). ПЛР-продукт завдовжки близько 1800 пн утворюється у малій кількості порівняно з продуктом завдовжки приблизно 1100 пн. Це можна пояснити тим, що в геномі гібрида міститься лише одна хромосома *S. lycopersicum* і чотири хромосомні набори *S. tuberosum* (див. табл. 1). Відповідно, кількість копій 5'3TC *S. lycopersicum* приблизно у п'ять разів менша, ніж *S. tuberosum*. Як і у випадку BC1A, спектр та кількість утворених ПЛР-продуктів свідчить про майже повну відсутність метилювання у *Sal I*-сайтах 5'3TC *S. lycopersicum*, високий рівень метилювання *Sal I*-сайтів і середній рівень метилювання сайтів *Eco52 I* і *Mlu I* у 5'3TC *S. tuberosum*.

Порівняння кількостей утворених ПЛР-продуктів дозволило дати орієнтовну оцінку рівня метилювання послідовностей 5'3TC у досліджених гібридів *Solanum* (табл. 3).

Як було встановлено раніше, в гібридах *Solanum* 35S рДНК *S. lycopersicum* домінує над *S. tuberosum*, і повтори 35S рДНК *S. tuberosum* в цілому характеризуються вищим рівнем метилювання у сайтах використаних ендонуклеаз порівняно з *S. lycopersicum* (Komarova *et al*, 2004).

Наші дані підтверджують вищий рівень метилювання *Sal I*-сайтів *S. tuberosum* у досліджених гібридів. Водночас отримані нами результати демонструють, що рівень метилювання сайтів застосованих ендонуклеаз пов'язаний з їх локалізацією. Так, в 5'3TC *S. tuberosum* сайти *Eco52 I* і *Mlu I* характеризуються нижчим рівнем метилювання порівняно з сайтами *Sal I*. При цьому *Sal I*-сайти у *S. lycopersicum* локалізовані в області субповторів, а аналогічні *Sal I*-сайти у *S. tuberosum* – в межах подібної за послідовністю нуклеотидів ділянки так званого консервативного елементу. Натомість *Mlu I*-сайт розміщується поза межами консервативного елементу, а сайт *Eco52 I* – наприкінці 5'3TC, поблизу 5'-кінця гену 18S рРНК (див. рис. 2). Це наводить на думку, що рівень експресії батьківської 35S рДНК у гібридів *Solanum* визначається рівнем метилювання субповторів і подібних до них за послідовністю консервативних елементів, водночас рівень метилювання інших ділянок 5'3TC має другорядне значення.

Висновки. Ампліфікація 5'3TC 35S рДНК у гібридів *Solanum* з використанням як матриці геномної ДНК, обробленої ендонуклеазами рестрикції *Eco52 I*, *Mlu I* і *Sal I*, приводить до утворення ПЛР-продуктів 5'3TC кожної з батьківських форм у кількостях, пропорційних до частки її повторів в геномі та зворотно пропорційних до рівня метилювання сайтів упізнавання цих ферментів, що робить дану методику придатною для швидкої попередньої оцінки рівня метилювання у міжвидових гібридів *Solanum*. Рівень експресії 35S рДНК у гібридів *Solanum* визначається рівнем метилювання субповторів в 5'3TC, а рівень метилювання інших ділянок 5'3TC не має суттєвого значення.

Список літератури:

1. Akhunov E.D., Chemeris A.V., Kulikov A.M., Vakhitov V.A. Functional analysis of diploid wheat rRNA promoter by transient expression. // Biochem. Biophys. Acta. – 2001. – Vol. 1522. – P. 226-229.
2. Borisjuk N., Hemleben V. Nukleotide sequence of the potato rDNA intragenic spacer // Plant Mol. Biol. – 1993. – Vol. 21. – P. 381-384.
3. Chen Z.J., Pikaard C.S. Transcriptional analysis of nucleolar dominance in polyploid plants: biased expression/silencing of progenitor rRNA genes is developmentally regulated in *Brassica*. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1997. – Vol. 94. – P. 3442-3447.
4. Dover, G.A. and Flavell, R.V. Molecular coevolution: rDNA divergence and the maintenance of function. // Cell. – 1984. – Vol. 38. – P. 622-623.
5. Flavell R.B. The structure and control of expression of ribosomal RNA genes. // Ox. Surv. Plant Mol. Cell Biol. – 1986. – Vol. 3. – P. 252-274.
6. Komarova N. Y., Grabe T., Huigen D. J., Hemleben V., Volkov R. A. Organization, differential expression and methylation of rDNA in artificial *Solanum*

- allopolyploids // Plant Mol. Biol. – 2004. – Vol. 56. – P. 439-463.
7. Perry K.L., Palukaitis P. Transcription of tomato ribosomal DNA and the organization of the intergenic spacer. // Mol. Gen. Genet. – 1990. – Vol. 221. – P. 102–112.
 8. Reeder R.H. Mechanisms of nucleolar dominance in animals and plants. // J. Cell Biol. – 1985. – Vol. 101. – P. 2013–2016.
 9. 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.
 10. Sambrook J., Fritsch E., Maniatis T. Molecular cloning. – New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1989. – Vol. 1-3.
 11. Volkov R., Komarova N.Y., Panchuk I.I., Hemleben V. Molecular evolution of rDNA external transcribed spacer and phylogeny of sect. *Petota* (genus *Solanum*) // Mol. Phyl. Evol. – 2003. – Vol. 29. – P. 187-202.
 12. Volkov R.A., Medina F.J., Zentgraf, U., Hemleben V. Molecular cell biology: Organization and molecular evolution of rDNA, nucleolar dominance, and nucleolus structure. // Progress in Botany. – 2004. – Vol. 65. – Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag. – P. 106–146.

CYTOSINE METHYLATION IN THE 5' ETS OF 35S RDNA IN INTERSPECIFIC HYBRIDS OF GENUS *SOLANUM*

Y.M. Davidjuk, V.V. Pochtar'ova, R.A. Volkov

Nucleolar dominance, a fascinating epigenetic phenomenon originally described by Navashin for hybrids of Crepis, was later found in many species of plants and animals. At the molecular level nucleolar dominance represents a differential inactivation (silencing) in the hybrid genome of ribosomal RNA genes inherited from one of parental species. This process is regulated via chromatin remodeling and is connected with differential methylation of cytosine of 35S rDNA. In our article, methylation sensitive restriction endonucleases were used in combination with PCR in order to evaluate the level of cytosine methylation in different parts of the 5' external transcribed spacer (ETS) of 35S rDNA in potato-tomato hybrids. It was found that differential silencing of potato rDNA correlates with methylation of downstream subrepeats in the 5' ETS whereas the methylation level of other parts of the spacer appeared to be non-essential for the differential transcription/silencing of the parental rDNA in the hybrids.

Key words: external transcribed spacer, 5'ETS, 35S rDNA, cytosine methylation, interspecies hybrids of Solanum.

Одержано редколегією 25.06.2011 р.

ВУГЛЕВОДНИЙ ТА ЛІПІДНИЙ ОБМІН В ОРГАНІЗМІ ЩУРІВ ЗА ДІЇ НАНОАКВАЦИТРАТУ ХРОМУ

Р.Я. ІСКРА

Інститут біології тварин НААН, вул. В.Стуса, 38, м. Львів 79034
e-mail: ruslana_iskra@inenbiol.com.ua

Досліджували вплив наночастинок цитрату хрому (III) на вуглеводний і ліпідний обмін в організмі щурів. Встановлено зменшення вмісту глюкози в плазмі та збільшення активності ферментів гексокінази і лактатдегідрогенази в еритроцитах крові щурів. У тварин дослідної групи зростає вміст глікогену в тканинах печінки і скелетних м'язів. В плазмі крові тварин при дії цитрату хрому зменшувався вміст триацилгліцеролів та збільшувався інсулін. Одержані дані свідчать про виражений фізіолого-біохімічний вплив наноаквацитрату хрому на інтенсивність вуглеводного і ліпідного обміну в організмі щурів.

Ключові слова: наноаквацитрат хрому, щури, глюкоза, гексокіназа, лактатдегідрогеназа, триацилгліцероли, інсулін.

Вступ. Фізіолого-біохімічні процеси в організмі людини і тварин не можуть бути забезпечені без достатньої кількості мінеральних елементів. Вони входять до тканин організму і складних біологічно-активних речовин, приймають участь в обміні речовин (Смоляр, 1989). Реальні перспективи кардинального вирішення проблеми ліквідації дефіциту мікроелементів з'явилися в результаті інтенсивного розвитку за останні роки нанотехнологій. Майбутнє значення нанобіотехнологій полягає за використанням функціональних нанобіоматеріалів, в яких присутність мікроелементів зведена до мінімуму із збереженням високої їх біологічної активності. Найбільш адаптованими для використання у біології є наноматеріали, отримані за допомогою методу ерозійно-вибухової нанотехнології, що базується на фізичному ефекті в галузі концентрації високих енергій (Косінов, Каплуненко, 2008). Такі первинні наноматеріали виступають в якості вихідних речовин для отримання наноаквахелатів – карбоксильованих наночастинок. Енергонасичені наноаквахелати макро- і мікроелементів є перспективними продуктами нанобіотехнологій у зв'язку з проблемою екологічності та токсичності металевих наночастинок і їх колоїдних розчинів. За оцінками провідних науковців перспективним є використання у біології наночастинок біогенних металів, зокрема, хрому (Борисевич та ін., 2009). Застосування хрому у вищезгаданій формі може мати неабиякі перспективи, оскільки відомо, що тривалентний хром – мінеральний елемент, який має важливе значення для життєдіяльності людини і тварин (Сологуб та ін., 2007, Vincent, 2007). Хром виявляє регуляторний вплив при інсулінорезистентності і цукровому діабеті (Wiernsperger, 1999). Основна роль хрому (III) в обміні речовин полягає у зниженні рівня глюко-

зи в крові (Сологуб та ін., 2007). Загальновизнаною біологічно-активною формою хрому є хромодулін, який здатний підсилювати стимулювальний вплив інсуліну на метаболізм глюкози, оскільки бере участь у трансдукції гормонального сигналу від плазматичної мембрани до внутрішньоклітинних ефекторів (Vincent, 2007).

Дослідження показують, що хром відіграє непряму роль у зниженні рівня ліпідів у крові та приймає участь у регуляції діяльності серцево-судинної системи (Brown, Goldstein, 1997). Деякі дослідники ставлять хром поряд із селеном, вітамінами С та Е як такими, які здатні пригнічувати окиснювальний стрес і знижувати ризик розвитку хронічних захворювань (Vincent, 2007).

У зв'язку із цим дослідження впливу наноаквацитрату хрому на вуглеводний і ліпідний обмін в організмі щурів мають важливе значення, а одержані результати можуть бути теоретичною основою для фізіолого-біохімічного обґрунтування можливого його використання як біогенної добавки.

Об'єкт і методи. Для проведення досліджень було підібрано 2 групи білих щурів-самців лінії Вістар, по 5 тварин в кожній. Було проведено два повтори досліджень, у яких задіяно 20 щурів. Тваринам згодовували стандартний комбікорм для лабораторних щурів. Щурі контрольної групи отримували дистильовану воду, а дослідної – водний розчин наночастинок цитрату хрому в дозі 50 мкг Cr^{3+} /л (3,7–4,0 мкг Cr^{3+} /кг маси тіла), отриманого за методом (Косінов і Каплуненко, 2008 р.). Тривалість дослідного періоду 1 місяць. Після закінчення досліду тварин обох груп декапітували під легким ефірним наркозом. Матеріалом для дослідження служили кров та тканини печінки і м'язів щурів, які відбирали при забої. В плазмі крові за допомогою біохімічного аналіза-

тора «Humalizer-2000» визначали вміст глюкози, триацилгліцеролів і холестеролу. В лізатах еритроцитів визначали активність вуглеводних ферментів (гексокінази (КФ 2.7.1.1), лактатдегідрогенази (КФ 1.1.1.27) і глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (КФ 1.1.1.49) за методами, що базуються на використанні спряжених систем окиснення або відновлення нікотинамідних коферментів (Снитинский, Янович, 1984). В гомогенатах тканин печінки і скелетних м'язів визначали вміст глікогену (Влізло та ін., 2004). Одержані цифрові дані опрацьовували статистично за допомогою програми Microsoft EXCEL. Для визначення вірогідних різниць між середніми величинами використовували критерій Стюдента.

Результати та їх обговорення. Проведеними експериментальними дослідженнями встановлено, що вживання щуром наноаквацитрату хрому приводило до зниження концентрації глюкози в плазмі крові тварин дослідної групи, порівняно з її вмістом у плазмі крові тварин контрольної групи (рис.1). Встановлене зниження підтверджує той факт, що хром позитивно впливає на засвоєння глюкози з крові клітинами інсулін-залежних тканин різних органів шляхом покращення зв'язування інсуліну з відповідним рецептором (Vincent J. B., 2007). Проте, в клітинах крові, де інсулін не регулює транспорт глюкози, відбувається інтенсивне надходження її за рахунок регуляторного впливу хрому на експресію білків транспортних систем клітини (Van den Berghe G., 2004). Глюкоза проникаючи в клітини крові, як енергетичний субстрат перетворюється по гліколітичному шляху у лактат. Про це свід-

чить зростання активності ферментів вуглеводного обміну – гексокінази ($P < 0,001$) та лактатдегідрогенази ($P < 0,05$) в гемолізатах щурів дослідної групи, порівняно з їх рівнем у гемолізатах тварин контрольної групи (рис.2). А глюкозо-6-фосфат, який утворюється у гексокіназній реакції є проміжним продуктом не лише гліколітичного шляху, він може перетворюватися в глікоген, або окиснюватися по пентозофосфатному шляху. Проте, встановлено, що активність глюкозо-6-фосфатдегідрогенази вірогідно не відрізняється у крові тварин дослідної та контрольної груп (рис.2), що свідчить про те, що за дії цитрату хрому, очевидно, не активується пентозофосфатний шлях окиснення вуглеводів.

Дослідженнями тканин встановлено вірогідне підвищення вмісту глікогену в печінці та м'язах тварин дослідної групи порівняно до його вмісту в тканинах тварин контрольної групи (рис.3). Це свідчить про те, що наноаквацитрат хрому за допомогою інсуліну активує синтез глікогену в тканинах. Проте, печінка, на відміну від м'язів, не є інсулін залежною тканиною, тому інсулін в печінці діючи на глюкокіназу, регулює проникнення глюкози в гепатоцити та стимулює дію внутрішньоклітинних ферментів. У клітинах гормон активує фосфатазу, яка дефосфорилує ферменти фосфорилазу і глікогенсинтазу, таким чином полегшуючи синтез глікогену і пригнічуючи його розпад (Vincent, 2007). Необхідно відмітити, що глікоген печінки використовується головним чином для підтримки фізіологічної концентрації глюкози в крові, в той же час м'язовий глікоген є джерелом глюкози для самих м'язів.

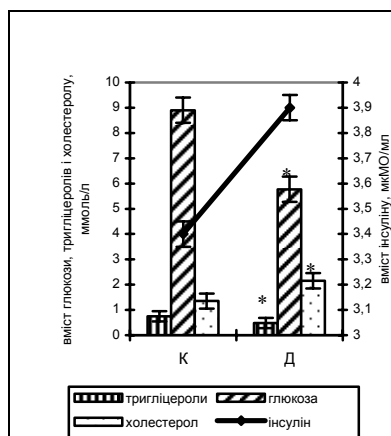


Рис.1 Вміст глюкози, триацилгліцеролів, холестеролу та інсуліну в плазмі крові щурів за дії наноаквацитрату хрому

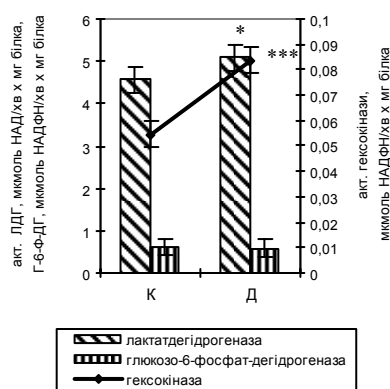


Рис.2 Активність вуглеводних ферментів в еритроцитах крові щурів за дії наноаквацитрату хрому.

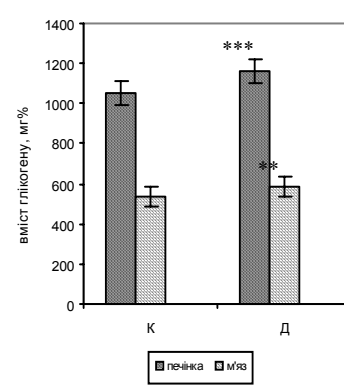


Рис.3 Вміст глікогену в тканинах щурів за дії наноаквацитрату хрому.

Примітка: у всіх рисунках * - відображена статистична достовірність різниць між показниками в тварин дослідної групи порівняно до контрольної: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.

Відмінності обумовлені тим, що в клітинах печінки є фермент глюкозо-6-фосфатаза, а в м'язах немає цього ферменту, і розпад глікогену йде

тільки до утворення глюкозо-6-фосфату, який потім використовується в клітині.

Відомо, що хром впливає і на метаболізм ліпідів (Brown, Goldstein, 1997, Namara, Valdez, 2003). Встановлено, що цитрат хрому вірогідно зменшує концентрацію триацилгліцеролів у плазмі крові щурів дослідної групи, порівняно з вмістом їх у плазмі крові тварин контрольної групи (рис.1). Відзначені нами зміни підтверджуються дослідженнями інших авторів, які вказують на здатність Cr^{3+} інгібувати гени синтезу жирних кислот та триацилгліцеролів, а також зумовлювати пригнічення синтезу нікотинамідаденіндинуклеотид-фосфату, який необхідний для цього процесу (Brown, Goldstein, 1997).

У результаті проведених досліджень встановлено збільшення концентрації холестеролу в плазмі тварин дослідної групи, порівняно до його вмісту у плазмі тварин контрольної групи (рис.1). Проте, в літературі є дані, що хром є одним із активних гіпохолестеринемічних мікроелементів, оскільки сприяє зниженню концентрації в крові триацилгліцеролів, холестеролу та ліпопротеїдів низької щільності, тоді як вміст ліпопротеїдів високої щільності, навпаки, збільшується (Namara, Valdez, 2003). Проте, також є повідомлення, що хлорид хрому, який додавали до раціону ягнят знижував вміст триацилгліцеролів у крові тварин, а вміст ліпопротеїдів високої щільності і холестеролу – зростав (Uyanik, 2001). Тому отримані результати скеровують на подальші дослідження впливу хрому на регуляцію ліпідного обміну.

Експериментальними дослідженнями регуляторного впливу Cr^{3+} на функцію підшлункової залози встановлено тенденцію до зростання вмісту інсуліну в крові щурів дослідної групи, порівняно з його вмістом у крові тварин контрольної групи (рис.1). Це підтверджують дані літератури, що хром бере участь не лише в активації дії інсуліну, але і в регуляції процесів екскреції гормону β -клітинами підшлункової залози (Striffler et al, 1993). А інсулін, в свою чергу, стимулює не лише анаболічні процеси, але й збільшує величину співвідношення вуглеводи/жири в сукупності енергетичних речовин, які поступають у тканини, особливо м'язову і жирову.

Таким чином, наноаквацитрат хрому, який додавали до раціону щурів стимулював вуглеводний обмін з активізацією його ключових ферментів і нагромадженням глікогену у тканинах печінки і м'язів та знижував вміст триацилгліцеролів у плазмі крові тварин.

Висновки. Проведені дослідження свідчать про виражений біохімічний вплив наноаквацитрату хрому на інтенсивність вуглеводного і ліпідного обміну в організмі щурів. За дії наноаквацитра-

ту хрому встановлено зменшення вмісту глюкози в плазмі та збільшення активності ферментів гексокінази і лактатдегідрогенази в еритроцитах крові щурів. У тварин дослідної групи зростав вміст глікогену в тканинах печінки та скелетних м'язів. В плазмі крові тварин при дії цитрату хрому зменшувався вміст триацилгліцеролів та збільшувався інсуліну. Застосування есенціальних мікроелементів, зокрема хрому, у вигляді наноаквацитратів є актуальним, у зв'язку із проблемою токсичності і непередбачуваності дії останніх та відкриває нові можливості щодо застосування їх у біології та ветеринарній медицині.

Список літератури:

1. Борисевич В. Б. Здобутки нанотехнології в лікуванні та профілактиці хвороб тварин. Нановетеринарія (впровадження інноваційних технологій) / В. Б. Борисевич, Б. В. Борисевич, Н. М. Хомин, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов – К.: ДІА, 2009. – 184 с.
2. Влізло В. В. Довідник: Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. / Влізло В. В., Федорук Р. С., Макар І. А. та ін. – Львів, 2004. – 399 с.
3. Косінов М. В., Каплуненко В. Г. Патент України на корисну модель № 29856. Спосіб отримання аквахелатів нанометалів «Ерозійно-вибухова нанотехнологія отримання аквахелатів нанометалів» / МПК (2006): B01J 13/00, B82B 3/00. Опубл. 25.01.2008, бюл. № 2/2008.
4. Смоляр В.И. Гипо- и гипермикрорезультаты / В.И. Смоляр. – К.: Здоров'я, 1989. – 150 с.
5. Снитинский В.В., Янович В.Г. Исследование углеводно-энергетического обмена у сельскохозяйственных животных (методические рекомендации). Львов, 1984. 28 с.
6. Сологуб Л. І. Хром в організмі людини і тварин. Біохімічні, імунологічні та екологічні аспекти. / Сологуб Л. І., Антоняк Г. Л., Бабич Н. О. – Львів: Євросвіт, 2007. – 28 с.
7. Brown M. S., Goldstein J. L. The SREBP pathway: regulation of cholesterol metabolism by proteolysis of a membrane-bound transcription factor. // Cell., 1997. – V. 89. – P. 331-340.
8. Namara J. P., Valdez F. N. Adipose tissue metabolism and production responses to calcium propionate and chromium propionate. // J. Dairy Science. – 2003. – Vol. 88, N. 7. – P. 2005.
9. Striffler J. S., Polansky M. M., Anderson R. A. Dietary chromium enhances insulin secretion in perfused rat pancreas // J.Trace Elem. Exp. Med. – 1993. – V.6. – P.75-81
10. Uyanik F. The effects of dietary chromium supplementation on some blood parameters in sheep // Biol. Trace Elem. Res. – 2001. – Vol. 84, N 1-3. – P. 93-101.
11. Van den Berghe G. How does blood glucose control with insulin save lives in intensive care? // J. Clin. Invest. – 2004. – V.114. – P.1187-1195.
12. Vincent J. B. The Nutritional Biochemistry of Chromium(III) / Vincent J.B. – Department of Chemistry

The University of Alabama Tuscaloosa, USA – 2007.
– 277 p.

13. Wiernsperger N. F. Membrane physiology as a basis
for the cellular effects of metformin in insulin resis-

tance and diabetes.// Diabetes Metab. – 1999. –V. 25.
–P.110–127.

CARBONHYDRATE AND LIPID METABOLISM IN RATS ORGANISM AT CHROMIUM NANOACETATE ACTION

R.Ja. Iskra

Influence of chromium citrate (III) on carbohydrate and lipid metabolism in rats' organism was researched. Decrease of glucose content in blood plasma and increase of hexokinase and lactate dehydrogenase enzymes in blood erythrocytes of rats was established. Content of glycogen in liver tissues and skeletal muscles increased in animals of experimental group. Content of triacylglycerols decreased, and insulin level increased in blood plasma of animals at chromium citrate action. Obtained data witness about expressed chemical influence of chromium nanoacetate on the intensity of carbohydrate and lipid metabolism.

Keywords: chromium nanoacetate, rat, glucose, hexokinase, lactatedehydrogenase, triglycerols, insulin.

Одержано редколегією 23.06.2011 р.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГИПЕРХОЛЕСТЕРИНЕМИИ У МЫШЕЙ

С.А. СТАРОВОЙТОВА^{1,2}, Л.П. БАБЕНКО¹, Л.Н. ШИНКАРЕНКО¹,
Л.Н. ЛАЗАРЕНКО¹, Н.Я. СПИВАК¹

¹Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, ул. Академика Заболотного, 154, Киев, 03143, Украина

²Национальный университет пищевых технологий, ул. Владимирская, 68, Киев, 01033, Украина
e-mail: svetik_2004@mail.ru

Разработано модель экспериментальной гиперхолестеринемии (повышенный уровень сывороточного холестерина) у мышей, которая независимо от: породы, возраста, пола и массы тела животных позволяет в среднем на 46,54% повысить уровень сывороточного холестерина у мышей. Данную модель предполагается использовать в практической медицине и биологии для оценки терапевтической эффективности гипохолестеринемических лекарственных средств.

Ключевые слова: гиперхолестеринемия, холестериноз, гипохолестеринемия, уровень холестерина.

Введение. Термин гиперхолестеринемия или холестериноз (Лопухин и др., 1983) определяет патологическое состояние, характеризующееся повышенным уровнем холестерина в организме (Мосійчук та ін., 2006).

В основе возникновения гиперхолестеринемии могут быть причины и/или набор следующих факторов:

- накопление экзогенного холестерина, вследствие повышенного употребления пищи с высоким его содержанием, превышающее компенсаторные возможности регуляторных механизмов гомеостаза этого стерина в организме;
- увеличенный синтез холестерина клетками органов и тканей хозяина;
- нарушение физиологической границы скорости перехода экзогенного и эндогенного холестерина через пищеварительный тракт;
- изменение скорости и степени абсорбции холестерина и его производных из кишечника;
- нарушение процесса трансформации холестерина в желчные кислоты и стероидные гормоны;
- нарушение процесса трансформации холестерина и его производных в неадсорбированные формы нейтральных стероидов или разложение стероидов в конечные формы (Мосійчук та ін., 2006).

В настоящее время для лечения пациентов с гиперхолестеринемией широко используются различные препараты снижающие концентрацию холестерина по средствам различных механизмов (Suckling et al., 1991), но побочные действия при использовании таких препаратов ограничивают их терапевтическое использование (Erkelens et al., 1988). Таким образом, вопрос создания и оценки эффективности препаратов способных

снижать уровень холестерина в организме хозяина остается актуальным и сегодня. Поэтому целью исследования было создание модели экспериментальной гиперхолестеринемии у мышей для дальнейшего ее использования при оценке эффективности препаратов с гипохолестеринемическим эффектом.

Ближайшим аналогом предлагаемой модели является модель гиперхолестеринемии у свиней (Gilliland et al., 1985). К недостаткам этой модели следует отнести следующее:

- невозможность воспроизведения в лабораторных условиях, поскольку свиньи являются достаточно крупными животными и требуют соответствующих условий для их жизнедеятельности;
- необходимы огромные объемы питательного субстрата.

Перечисленные выше недостатки полностью нивелируются при использовании в качестве объектов исследований лабораторных мышей. Данная модель легко воспроизводится в лабораторных условиях и является более эффективной.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использовали: белых беспородных лабораторных мышей массой 16-18 г и 18-20 г, самцов мышей линии *Balb/c* возрастом 2,5 месяца, а также самок мышей линии *Balb/c* возрастом 3 месяца. Забор крови для анализа на уровень холестерина проводили из хвостовой вены животных. Определение общего и свободного холестерина в сыворотке крови мышей проводили микрометодом прямого определения по Н. Станкевичене (Колб и др., 1976).

Все исследования проводили не менее чем в трех повторах с использованием соответствующих контролей. Статистическую обработку дан-

ных проводили общепринятыми методами (Бондарь, Статюха, 1976, Бейли, 1962).

Результаты и их обсуждение. Для моделирования гиперхолестеринемии мышей кормили высококалорийной диетой по схеме описанной ниже. В течении первой недели лабораторных мышей кормили диетой на основе кукурузной муки ГОСТ 14176-69 (табл.1).

Таблица 1.

Состав диеты на основе кукурузной муки для вскармливания мышей

Компоненты	Количество, г
Кукурузная мука	153,5
Масло сливочное	27,2
Отруби пшеничные	72,6
Соевая мука	98,0
Соль поваренная пищевая	0,9
CaHPO ₄	5,4
CaCO ₃	3,3
Витамины, макро- и микроэлементы*	1,5

Примечание: В состав диеты входят следующие витамины, макро и микроэлементы: рибофлавин – 1,76 мкг; пантотеновая кислота – 8,80 мкг; ниацин – 8,80 мкг; витамин B₁₂ – 8,80 мкг; холин хлорид – 176,00 мкг; витамин А – 1760 IU; витамин D₃ – 176 IU; витамин Е – 4,4 IU; а также комплекс макро- и микроэлементов: селен – 39,6 мкг, йод – 300 мкг; железо – 19,8 мг; марганец – 11 мг, медь – 2,2 мг, цинк 39,6 мг из расчета на 1 кг корма.

Экспериментально доказано, что дальнейшее кормление мышей данной диетой не приводит к увеличению концентрации как свободного, так и связанного холестерина в сыворотке крови мышей.

Начиная со второй недели мышей кормили высококалорийной диетой на основе кукурузной муки (табл.1) с добавлением кристаллического холестерина химической чистоты >99% (Sigma-Aldrich, США) из расчета 1,775 мг/кг. Экспериментально доказано, что добавление большей концентрации кристаллического холестерина в состав корма приводит к гибели животных, начиная с третьих суток кормления, в тоже время, добавление меньших концентраций холестерина – не приводит к значительному увеличению уровня сывороточного холестерина у животных (табл.2).

Установлено, что добавление к корму кристаллического холестерина в концентрациях 1,50 и 1,65 мг/кг приводит к увеличению сывороточного холестерина у белых лабораторных мышей в пределах 103 – 112,4% на седьмые сутки наблюдения, что является не существенным. В тоже время 1,85 мг/кг кристаллического холестерина в корме приводит к гибели животных на четвертые – шестые сутки наблюдения, в то время как на третьи сутки - кровь животных становится непригодной для анализа, поскольку она становится очень вязкой консистенции. Также изменяется поведение мышей, животные становятся вялыми, малоподвижными, отказываются

от пищи, шерсть слипается и теряет блеск.

Таблица 2

Зависимость уровня сывороточного холестерина у мышей от концентрации кристаллического холестерина в составе диеты

Концентрация холестерина в корме, мг/кг	Концентрация сывороточного холестерина, %					
	свободного			общего		
	1-е сутки	3-и сутки	7-е сутки	1-е сутки	3-и сутки	7-е сутки
0,00	100	100	100	100	100	100
1,50	100,9	104,5	108,7	103,4	106,3	111,5
1,65	101,4	106,1	108,8	104,5	109,7	112,4
1,75	114,43	125,77	132,87	120,39	139,41	157,08
1,85	122,4	*	**	157,1	*	**

Примечание: * - кровь животных очень вязкая непригодна для анализа, животные вялые, малоподвижные, шерсть животных слипшаяся; ** - животные погибли (P < 0,05).

Наилучшие результаты по увеличению уровня сывороточного холестерина у мышей наблюдались для концентрации 1,75 мг/кг кристаллического холестерина в корме. Данная концентрация холестерина позволила повысить уровень холестерина в сыворотке крови животных на седьмые сутки наблюдения до 157% по сравнению с контрольной группой мышей. Поэтому в последующих опытах была использована именно эта концентрация кристаллического холестерина.

Далее изучали зависимость накопления сывороточного холестерина у мышей под действием диеты с добавлением кристаллического холестерина от породы, пола, массы тела и возраста животных (табл.3). Наиболее чувствительными к повышенным концентрациям холестерина в диете оказались белые беспородные лабораторные мыши массой 16-18 г, на седьмые сутки наблюдения концентрация общего холестерина в их сыворотке крови составила 157,08% по сравнению с контрольной группой.

В тоже время было показано, что для линии мышей *Balb/c* не зависимо от массы тела, возраста и пола уровень сывороточного холестерина на седьмые сутки наблюдения колебался в пределах 144,72 – 147,68% по сравнению с интактными мышами. Менее чувствительными из исследованных к повышенному уровню холестерина оказались белые лабораторные мыши массой 18-20 г, для них уровень общего холестерина в сыворотке составил 136,68% на седьмые сутки наблюдения.

Выводы. Таким образом, предложенный способ дает стабильное увеличение сывороточного холестерина у мышей на 7-ые сутки наблюдения в среднем на 46,54% по сравнению с интактными мышами, что на 11,54% выше по сравнению с

моделью гиперхолестеринемии у свиней, которая позволяет повысить уровень сывороточного холестерина до 35% (Gilliland et al., 1985). Полученные экспериментальные данные позволяют рекомендовать разработанную модель гиперхо-

лестеринемии у мышей для широкого внедрения в практическую медицину и биологию для оценки терапевтической эффективности гипохолестеринемических лекарственных средств.

Таблица 3.

Зависимость уровня сывороточного холестерина от породы, пола, массы тела и возраста мышей

Объект исследования	Концентрация сывороточного холестерина, %					
	свободного			общего		
	1-е сутки	3-и сутки	7-е сутки	1-е сутки	3-и сутки	7-е сутки
Диета без добавления кристаллического холестерина						
Контрольная группа мышей*	100	100	100	100	100	100
Белые лабораторные мыши массой 18-20 г	103,75	111,82	119,16	106,11	113,78	122,18
Белые лабораторные мыши массой 16-18 г	102,63	108,39	120,27	104,88	112,42	128,45
Мыши линии <i>Balb/c</i> самцы возрастом 2,5 месяца	105,69	114,73	118,95	109,52	118,34	120,79
Мыши линии <i>Balb/c</i> самки возрастом 3 месяца	103,91	111,13	116,28	108,15	118,11	121,31
Диета с добавлением кристаллического холестерина						
Контрольная группа мышей	100	100	100	100	100	100
Белые лабораторные мыши массой 18-20 г	117,11	126,85	131,96	122,41	130,20	136,68
Белые лабораторные мыши массой 16-18 г	114,43	125,77	132,87	120,39	139,41	157,08
Мыши линии <i>Balb/c</i> самцы возрастом 2,5 месяца	120,88	127,49	133,72	127,81	138,76	147,68
Мыши линии <i>Balb/c</i> самки возрастом 3 месяца	122,54	126,17	130,95	126,18	135,98	144,72

Примечание: * - в качестве контрольной группы мышей, выступали интактные мыши тех же линий, что и в опыте, но которые вместо диеты получали стандартный комбикорм, используемый в виварии для вскармливания мышей ($P < 0,05$).

Список литературы:

1. Колб В.Г., Камышников В.С. Клиническая биохимия (Пособие для врачей-лаборантов).-Минск: Беларусь, 1976.-311с.
2. Лопухин Ю.М., Арчаков А.И., Владимиров Ю.А., Коган Э.М. Холестериноз (Холестерин биомембран. Теоретические и клинические аспекты). Москва: Медицина, 1983.-352с.
3. Мосійчук С.М., Хоменко М.Б., Михайлова Т.С., Кігель Н.Ф., Карпов О.В. Пробиотики: можливість застосування при гіперхолестеринемії // Український медичний часопис.-2006.-№2 (52).-С.10-23.
4. Erkelens D.W., Baggen M.G., Van Doormaal J.J., Kettner M., Koningsberger J.C., Mol M.J. Clinical experience with simvastatin compared with cholestyramine //Drugs.-1988.-Vol.39, Suppl.3.-P.87-92.
5. Gilliland S.E., Nelson C.R., Maxwell C. Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus* //Applied and Environmental Microbiology.-1985.-Vol.49, №2.-P.377-381.
6. Suckling K.E., Benson G.M., Bond B. et al. Cholesterol lowering and bile acid excretion in the hamster with cholestyramine treatment //Atherosclerosis.-1991.-Vol.89, №2-3.-P.183-190.

DEVELOPMENT OF THE MODEL OF EXPERIMENTAL HYPERCHOLESTERONEMIA IN MICE

S.A. Starovoitova, L.P. Babenko, L.N. Shynkarenko, L.N. Lazarenko, N.Ya. Spivak

The model of experimental hypercholesterolemia (increasing level of serum cholesterol) in mice was developed, that did not depend of : breed, age, sex and weight and let to increase the level of serum cholesterol in mice on 46,54%. The model can be used in practice medicine and biology for value of therapeutic effectiveness drugs that decrease the level of serum cholesterol.

Key words: hypercholesterolemia, cholesterinoze, hypocholesterolemia, the level of cholesterol.

Одержано редколлегією 04.07.2011 р.

ПОРІВНЯННЯ ПІДХОДІВ ЩОДО ІНТЕГРАЛЬНОЇ ОЦІНКИ
ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ

О.В. БАГЛЕЙ, С.С. РУДЕНКО

Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012
e-mail: bagley_oks@ukr.net

*Розглянуто різні підходи щодо комплексної оцінки стану популяцій на прикладі рідкісного виду *Saussurea porcii* Degen. Показано, що найбільш адекватним способом оцінки життєздатності популяцій є метод визначення індексу віталітету популяції (IVC) оскільки в його основі покладений принцип нормування морфологічних параметрів рослин та їх порівняльний аналіз між усіма дослідженими популяціями.*

Ключові слова: життєздатність, популяція, оптимум, морфометричні параметри, віталітетний аналіз, індекс віталітету популяції.

Вступ. Питання розробки підходів щодо комплексної оцінки стану популяцій давно обговорюється у науковій літературі (Гатцук, 1987; Злобин, 1989; Заугольнова, 1991; Жилиєв, 2001). Так, в одній із перших робіт з цього напрямку (Braun-Blanquet, 1925) для оцінки стану популяції було запропоновано вживати термін "життєвість". Визначення життєвості проводилось шляхом оцінки за чотирьохбальною шкалою життєвого стану особин у популяції, який оцінювали на основі аналізу ознак життєвого циклу (габітусу, репродуктивної сфери, тощо). На сьогодні широке розповсюдження набули різні методи оцінки життєвості (Злобин, 1980; Сулей, 1989; Заугольнова та ін., 1993; Жилиєв, 2005) в основу яких покладені різні концептуальні положення, тому результати досліджень іноді важко порівняти. Проте найбільш послідовними та обґрунтованими підходами щодо оцінки життєздатності популяцій є методи комплексного та віталітетного аналізу.

Мета нашої роботи – провести порівняльний аналіз різних підходів щодо оцінки життєздатності популяцій на прикладі рідкісного виду, що занесений до Червоної книги України (Червона..., 2009), Європейського Червоного списку (Європейський..., 1992), ендеміка Східних Карпат – *Saussurea porcii* Degen.

Матеріали та методи дослідження. Оцінку життєздатності популяцій проводили за методикою організмovo-популяційного оптимуму Л.Б. Заугольнovoї (Заугольнова, 1985), віталітетного аналізу Ю.А. Злобіна (Злобин, 1989) та популяційного індексу А.Р. Ішбірдіна (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004). З'ясування умов, за яких досягається оптимум на організмovoму та популяційному рівнях важливо як з теоретичної, так і з прак-

тичної точки зору. Виявлення оптимуму дозволяє розкрити механізми стійкості та продуктивності ценопопуляцій, обґрунтувати методи та заходи щодо охорони видів, умов їх інтродукції тощо.

Згідно методики Л.Б. Заугольнovoї, оптимум організму у рослин асоціюється з їх максимальною потужністю, тому в якості диференційних характеристик використовують фітомасу надземної частини, висоту пагону, репродуктивне зусилля тощо. В якості демографічних параметрів беруть такі показники як щільність, просторовий розподіл, урожайність насіння та ін. Порівняльну оцінку між особинами популяцій та між різними популяціями проводять шляхом ранжування обраних параметрів та переведення їх у бали.

Співставлення бальних оцінок дозволяє не лише діагностувати стан ценопопуляції, але й дає можливість виявити характер організмoвих та популяційних адаптацій в різних умовах існування.

Результати та їх обговорення. Результати досліджень організмoвого та популяційного оптимумів *S. porcii* проведених на 5-ти популяціях та представлених у таблиці 1 показують, що найкращий розвиток особин за більшістю досліджених параметрів, тобто реальний оптимум організму характерний для популяції 2, мінімальні значення показників (песимум організму) – для популяції 5.

Організми інших ценопопуляцій займають проміжне положення. На основі урахування популяційних показників найкращим слід визнати стан популяції 1, оскільки для неї характерні найвищі значення щільності, фітомаси, кількості генеративних пагонів та врожаю насіння (табл.1). Водночас особини цієї популяції характеризуються не максимальними, а близькими до середніх показниками, тобто оптимальний стан ценопопуляції

досягається при певному пригніченні росту окремих особин, і в даному випадку оптимум організму і популяції не збігаються. Подібні результати, які описані і в інших роботах (Строкова, 1982; Крылова, 1983), можна пояснити з одного боку – пластичністю організму у рослин, а з іншого – неоднозначністю екоотічних біоценотичних впливів на різні параметри організму і популяції.

У найгіршому стані знаходиться ценопопуляція 5, де кількість балів як за організовими, так і популяційними параметрами є найменшою. Оскільки дана популяція характеризується мінімальною величиною більшості показників як на організовому, так і на популяційному рівнях, її стан можна розглядати не лише як песимальний, а й критичний (Заугольнова, 1985). Таким чином, оцінка життєвості за допомогою обрахунків оптимуму умов зростання є наближеним оціночним методом, оскільки умови оптимуму часто не збігаються не лише для організму та ценопопуляції (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004; Строкова, 1982; Крылова, 1983), але й для різних параметрів в межах досліджуваної сукупності організмів або ценопопуляцій. Цей ефект пов'язаний з тим, що одне й те саме поєднання абіотичних і біотичних умов, не однаково впливає на окремий організм та популяцію. Проте, оптимум відповідає такому

поєднанню усіх взаємодіючих факторів, за яких досягається найкраще здійснення функцій організму або популяції, тобто максимальна життєвість реалізується в оптимальних умовах.

На думку прихильників віталітетного підходу, діагностичною характеристикою популяційного рівня при оцінці загального стану популяцій є її життєздатність, яка зумовлена віталітетною диференціацією особин. Термін "віталітет" був запропонований Ю.А. Злобиным (Злобин, 1989). Під цим поняттям слід розуміти комплекс кількісних ознак, які відображають ріст, рівень продуктивності та формоутворення особин, тобто оцінка віталітету особини дозволяє характеризувати її життєвий стан.

Співвідношення в популяції особин різного рівня віталітету є важливою самостійною характеристикою, що дає змогу оцінити рівень життєздатності популяцій в конкретних умовах існування (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004). Висока інформативність аналізу віталітетного складу популяцій дозволяє не лише ефективно порівнювати стан різних популяцій між собою, але й проводити ценопопуляційну діагностику екоотіпів, оскільки віталітетний склад чутливо реагує на ценотичні, екологічні та антропогенні впливи (Злобин, 1980; Гатцук, 1987; Злобин, 1989).

Таблиця 1

Оцінка життєздатності популяцій *Saussurea porcii* за методикою організово-популяційного оптимуму Л.Б. Заугольнкової (1985)

№ п/п	Ознаки	Популяції									
		1-п.Глистувата		2-п.Гнетеса		3-п.Шия		4-п.Шия-Глистувата		5-ур.Примаратик	
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
	Генеративної особини										
1	висота рослини, см	61,4±5,2	2	83,7±6,4	4	64,2±2,5	3	58,8±2,6	2	46,8±2,5	1
2	кількість листків, шт	27±2,3	2	30,5±2,4	3	29±1,3	3	28,7±1,5	3	27,3±1,5	3
3	фітомаса пагону, г	5,2±0,4	2	6,6±0,5	3	4,1±0,2	2	4,5±0,3	2	3,7±0,2	1
4	фітомаса генеративних органів, г	1,1±0,06	3	1,1±0,05	3	0,5±0,02	2	0,6±0,02	2	0,4±0,01	1
5	кількість кошиків у суцвітті, шт	27,2±3,2	2	26,4±2,8	2	24±1,5	2	28,8±1,5	2	16,8±0,8	1
	Сума балів		11		15		12		11		7
	Популяції										
1	щільність, особ./м ²	157,5±12	4	61±4	2	55±2,3	2	76,3±2,6	2	23±1,2	1
2	фітомаса рослин, г/м ²	819±19	3	402,6±12	2	227±10	1	343±15	1	85±3	1
3	к-ть прегенеративних особин, шт/м ²	72±3,5	3	29±1,2	2	32±1,4	2	40±2	2	17±0,5	1
4	к-ть генеративних особин, шт/м ²	46±2	4	32±1,7	3	23±1,2	2	36±2	3	5±0,2	1
5	врожай насіння, шт/м ²	13018±97	2	8397±72	1	5260±47	1	10044±82	1	832±15	1
	Сума балів		16		10		8		9		5
	Загальна сума балів		27		25		20		20		12

Примітка: а – фактичне значення параметру, б – оцінка в балах

При ранжуванні особин за віталітетом їх поділяють на три класи якості: **а** – високої, **б** –

проміжної, **с** – низької. Такий розподіл здійснюють опираючись на певні ключові (Злобин, 1989)

або індикаторні ознаки, які адекватно відображають життєвий стан особин в популяції. Слід зазначити, що комплекс ключових ознак віталітету не однаковий для різних видів рослин і різних екологічних умов. Але найчастіше детермінуючими віталітетними ознаками є: фітомаса, розмір листової поверхні, деякі ознаки генеративної сфери (Гатцук, 1987; Злобин, 1989; Жилияев, 2001). Узагальнюючою оцінкою якості популяцій є обчислення індексу $Q = (a + b)$, де a і b - частоти особин вищого і проміжного класів. Порівнюючи індекс якості Q з депресивним (низьким) класом особин популяції (клас c), визначали їх віталітетний статус: $c < Q$ - процвітаючі, $c > Q$ - депресивні, $c = Q$ - рівноважні.

У наших дослідженнях віталітетний аналіз популяцій виконувався у відповідності з методикою, запропонованою Ю.А. Злобиным (Злобин, 1989), враховуючи рекомендації щодо неущкоджуючих методів проведення популяційних досліджень рідкісних видів (Голубев, 1982).

Результати аналізу віталітетної структури популяцій *S. porcii* за методикою Ю.А. Злобіна наведені в таблиці 2, віталітетні спектри - на рис. 1. Проведені дослідження показують, що згідно такого підходу, із п'яти популяцій лише одна є процвітаючою та одна рівноважною, усі решта - відносяться до депресивних, оскільки індекс якості (Q) є меншим за частку особин низького класу віталітету. Слід зазначити, що особини різних класів віталітету виконують у популяції різну роль (Злобин, 1989; Жилияев, 2005). Зокрема, особини a - класу, тобто високої життєздатності, складають функціональну групу розмноження. Вони

забезпечують відтворення популяцій, а отже, у найбільшій мірі трансформують навколишнє середовище. Особини b - класу, або середнього рівня життєвості виконують роль формування фітомаси популяції, тоді як c - клас створює резервну функцію, що забезпечує стійкість популяції та контроль за розмірами реалізованої екологічної ніші. Як показали численні дослідження (Гатцук, 1987; Жилияев, 2001; Жилияев, 2005; Ишбирдин, Ишмуратова, 2004) на багатьох видах рослин, чим сприятливіший екологічний режим для популяції, тим більше виражена правостороння асиметрія їх віталітетних гістограм, що обумовлена підвищеною часткою в них особин високого рівня життєвості.

Таблиця 2.
Оцінка життєздатності популяцій *S. porcii* за індексом якості (Q) Ю.А. Злобіна (1989)

Місце локалізації популяції	Частка особин за класами віталітету			Індекс якості, Q	Тип віталітетної структури популяції
	a	b	c		
1-п. Глистувата	0,33	0,34	0,33	0,33	рівноважна
2-п. Гнетеса	0,30	0,23	0,47	0,25	депресивна
3-п. Шия	0,33	0,37	0,30	0,35	процвітаюча
4-п. Шия-Глистувата	0,30	0,30	0,40	0,30	депресивна
ур. Примаратик	0,27	0,13	0,60	0,20	депресивна

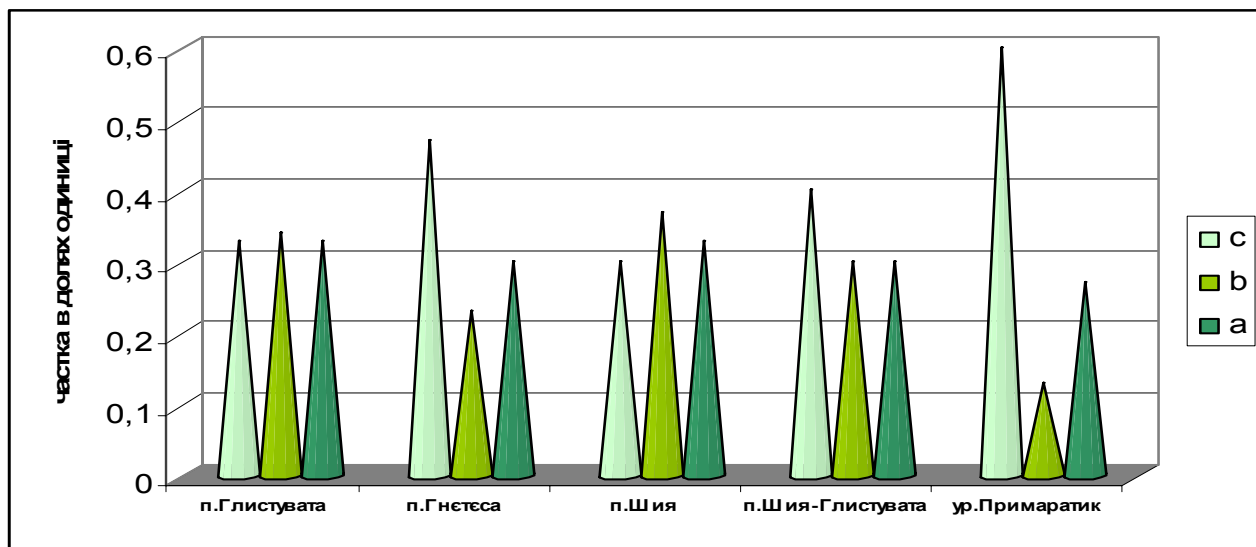


Рис. 1. Віталітетні спектри популяцій *Saussurea porcii*

Примітка: c - низький клас віталітету, b - проміжний, a - високий

Еколого-ценотичні стреси навпаки, ведуть до зростання лівосторонньої асиметрії і депресивності популяцій, а в умовах, наближених до оп-

тимальних, віталітетний тип популяції, як правило, рівноважний. З огляду на це, можна констатувати, що в найбільш сприятливих еколого-

ценотичних умовах знаходяться популяції 1 - п. Глистувата та 3 - п. Шия, де частка особин низького класу віталітету є меншою у порівнянні з іншими популяціями, а індекс якості Q відповідно, є вищим (табл. 1). Це збігається з комплексною оцінкою стану популяцій (табл. 1) у випадку популяції 1, та не збігається з результатами у випадку з популяцією 3. Переважання особин низького класу віталітету у популяціях 2 - п. Гнетеса, 4 - п. Шия-Глистувата та особливо у популяції 5 - ур. Примаратик свідчить про вплив певних ендегенних або екзогенних факторів, що створюють несприятливі умови існування цих популяцій, перетворюючи їх таким чином у депресивні. Такі результати, знову ж таки, певною мірою збігаються з комплексною оцінкою (у популяції 5 - найменша кількість балів), а частково - ні (популяції 2 та 4).

Іншим методом оцінки життєздатності популяцій є визначення популяційного індексу - індексу віталітету популяцій (IVC), що був запропонований А.Р. Ішбірдіним (Ішбирдин, 2004) і розраховується згідно розмірних спектрів особин генеративного вікового стану за формулою:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N X_i / \bar{X}_i}{N},$$

де X_i – середнє значення i -ої ознаки в ценопопуляції, $\bar{X}_i$ – середнє значення i -ої ознаки для всіх ценопопуляцій, N – кількість ознак.

На думку авторів (Ішбирдин та ін., 2005), встановлення меж класу b за рекомендаціями Ю.А. Злобіна в межах довірчого інтервалу середнього значення $\bar{X} \pm 1,96s_x$ (для рівня значимості 0,05, де s_x – похибка середнього) сильно звужує об'єм середнього класу вибірки. Тому, пропонується встановлювати класи віталітету шляхом пропорційного поділу інтервалу $\bar{X} \pm 1,96\delta$ (для рівня значимості 0,05, де δ – дисперсія). Для оцінки ступеню процвітання або депресивності популяції розраховують показник $I_Q = (a+b)/2c$. Міра відхилення даного показника від 1 свідчить про ступінь процвітання, або навпаки, депресивності.

Аналіз життєздатності популяцій та ранжування особин за класами віталітету згідно методики А.Р. Ішбірдіна виявив ряд відмінностей у порівнянні із результатами розрахунків за методом Ю.А. Злобіна (табл. 3). Так, значно збільшується частка особин b -класу, що відповідно, привносить зміни і у показники частки особин низького та високого класу віталітету. Також, значення індексів I_Q та IVC по-іншому відображають статус популяцій (табл. 3). Зокрема, за індексом віталітету IVC , який відображає градієнт погіршення умов (Ішбирдин, 2004; Ішбирдин

та ін., 2005) місцезростання популяцій, в найгірших умовах знаходиться популяція 5 – ($IVC = 0,86$), незначний стрес, або порушення переживають популяції 3 та 4, оскільки їх індекси віталітету несуттєво менші за одиницю. В умовах, які можна охарактеризувати як оптимальні, або сприятливі, знаходяться популяції 1 та 2, IVC яких дещо більший за одиницю.

Таблиця 3.

Оцінка життєздатності популяцій *S. porcii* за індексом віталітету (IVC)
А. Р. Ішбірдіна (2004)

Місце локалітету популяції	Частка особин за класами віталітету			I_Q	IVC
	a	b	c		
1-п.Глистувата	0,31	0,43	0,26	1,42	1,13
2-п.Гнетеса	0,30	0,35	0,35	0,93	1,10
3-п.Шия	0,16	0,57	0,27	1,35	0,96
4-п.Шия-Глистувата	0,20	0,57	0,23	1,67	0,99
5-ур.Примаратик	0,27	0,13	0,60	0,33	0,86

Висновки. Підсумовуючи порівняльний аналіз оцінки життєздатності популяцій *S. porcii*, здійснений за методиками різних авторів, можна зробити наступні висновки. Методики організовано-популяційного оптимуму Л.Б. Заугольнкової та індексу IVC А.Р. Ішбірдіна подібні в тій частині, яка стосується принципу нормування ознак. Адже в обох випадках "зважування" ознак відбувається в проекції на весь вид, тобто обіймає міжпопуляційний аналіз. В основу нормування ознак у методиці визначення життєздатності за індексом якості популяцій (Q) Ю.А. Злобіна покладений інший принцип - внутрішньопопуляційного нормування. У даному випадку градація ознак здійснюється шляхом порівняння їх між особинами всередині кожної популяції даного виду окремо. Недолік такого підходу полягає в тому, що ознака, яка має найбільше значення в межах даної популяції може мати найменше значення в межах виду. Звідси і невірні висновки стосовно життєздатності популяцій, адже насправді популяції порівнюються самі з собою. Не уникнув цього недоліку і індекс I_Q А.Р. Ішбірдіна. Розрахунок останнього ґрунтується на порівнянні ознак однієї популяції.

Отже, найбільш оптимальними для порівняльного аналізу життєздатності популяцій одного виду виявились індекс IVC А.Р. Ішбірдіна. Суттєвою перевагою розрахунку індексу IVC є менша працездатність досліджень, адже для його визначення достатньо виміряти лише морфометричні ознаки генеративних особин. Натомість методика Л.Б. Заугольнкової передбачає оцінку як організованих, так і демографічних показників.

Список літератури:

1. Гатцук Л.Е., Общие представления о жизненном состоянии особей и ценопопуляций / Л.Е. Гатцук, И.М. Ермакова // Подходы к изучению ценопопуляций и консорциев – М.: МГПИ, 1987. – С. 3 – 7.
2. Голубев В.Н. К методике эколого-биологических исследований редких и исчезающих растений в естественных растительных сообществах / В.Н. Голубев // Бюллетень Никитск. бот. сада, 1982. – В. 47. – С.11 – 16.
3. Европейский Красный список растений, находящихся под угрозой исчезновения в мировом масштабе. – Нью-Йорк, 1992. – 185 с.
4. Жизнеспособность популяций: Природоохранные аспекты / [под ред. М.Сулея]. – Москва: Мир, 1989. – 158 с.
5. Жилиев Г.Г. Виталитетный анализ популяций травянистых растений Карпат / Г.Г. Жилиев // Матер. VI Междунар. конф. «Проблемы фитоценологии и систематики высших растений». – М.: Б.и., 2001. – С. 63 – 64.
6. Жилиев Г.Г. Жизнеспособность популяций / Г.Г. Жилиев – Львів: Б.и., 2005. – 303 с.
7. Заугольнова Л.Б. Жизненные формы и популяционное поведение многолетних травянистых растений / Л.Б. Заугольнова, Н.С. Сугоркина, Е.Г. Щербакова // Экология популяций: Сб. науч. ст. М.: Наука, 1991. – С. 5 – 21.
8. Заугольнова Л.Б. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений / Л.Б. Заугольнова, Л.В. Денисова, С.В. Никитина // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Биол. – 1993. – Т. 98. – Вып. 5. – С. 100 – 108.
9. Заугольнова Л.Б. Понятие оптимумов у растений / Л.Б. Заугольнова // Журнал общей биологии. – 1985. – Т. 46. - №4. – С.444 – 452.
10. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценопопуляций растений / Злобин Ю.А. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1989. – 146 с.
11. Злобин Ю.А. Ценопопуляционная диагностика экотопов / Ю.А. Злобин // Экология. – 1980. - №2. – С. 22 – 30.
12. Ишбирдин А.Р. К оценке виталитета ценопопуляций *Rhodiola iredica* Boriss. по размерному спектру / А.Р. Ишбирдин, М.М. Ишмуратова // Ученые записки НТГСПА. Нижний Тагил, 2004. – С. 80 – 85.
13. Ишбирдин А.Р. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского государственного заповедника / А.Р. Ишбирдин, М.М. Ишмуратова, Т.В. Жирнова // Вестник Нижегородского ун-та. Серия Биология. – 2005. - №1. – С. 85 – 98.
14. Крылова И.Л. О фитоценологическом оптимуме некоторых видов растений / И.Л. Крылова // Эколого-ценологические и географические особенности растений. – М.: Наука, 1983. – С.121 – 136.
15. Кучер Е.Н. Оценка состояния популяций некоторых видов орхидных горного Крыма / Е.Н. Кучер // Экология моря. – 2002 – Вып. 52. – С. 26 – 30.
16. Строкова Н.П. Возрастные спектры, численность и уровень жизнеспособности ценопопуляций *Sanguisorba officinalis* L. в условиях горно-лесной зоны Южного Урала / Н.П. Строкова // Биология, экология и взаимоотношения ценопопуляций растений. – М.: Наука, 1982 – С. 108 – 111.
17. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха - К: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 335
18. Braun-Blanquet J., Pavillard J. Vocabulaire de Sociologie vegetale. – Montpellier, 1925. – 22 p.
19. Hutchings M.J. Same statistical problems associated with determinations of population parameters for herbaceous plants in the field // New Phytologist, 2004 – V. 74. - №2. – P. 349 – 363.

COMPARISON OF APPROACHES IN INTEGRATED ESTIMATION OF CENOPOPULATIONS VIABILITY

O.V. Bagley, S.S. Rudenko

The article discusses different approaches to integrated assessment of the populations on the example of rare species *Saussurea porcii* Degen. Shown that the most appropriate methods to assess the viability of populations is a method of determining the population index of viability (IVC) because it is based on the principle of normalization of morphological parameters of plants and their comparative analysis between all studied populations.

Key words: viability, population, optimum, morphometric parameters, vitality analysis, index viability of population.

Одержано редколегією 15.05.2011 р.

ДИНАМІКА ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У СКЛАДОВИХ ЕКОСИСТЕМИ Р. ЗБРУЧ У ВЕСНЯНО-ЛІТНІЙ ПЕРІОД

Т.В. СОРОКА

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

Наведені дані про вміст важких металів у воді, донних відкладах і прибережних ґрунтах гідроекосистеми р. Збруч. Динаміка вмісту металів має сезонний характер, пов'язана з розвитком біотичних компонентів водойми, які беруть активну участь у міграції металів з донних відкладів у воду за значного розвитку (травень-липень) та поверненні металів у донні відклади при їх відмиранні (серпень-вересень).

Ключові слова: важкі метали, вода, донні відклади, прибережний ґрунт, р. Збруч.

Вступ. Абіотичні складові гідросфери – вода, донні відклади та прибережні ґрунти – у результаті антропогенного навантаження постійно зазнають змін структури та функціонування, завдяки чому порушується цілісність гідроекосистем (Мур, Рамамурти, 1987, Романенко, 2001). Серед хімічних речовин, що надходять у водойми з токсикогенним стоком, біологічно небезпечними є сполуки важких металів (ВМ), іони яких практично не зазнають деструкції і тому поступово накопичуючись в різних компонентах екосистем, беруть участь у біологічному колообігу елементів, викликаючи пролонговані екоотоксикологічні ефекти (Линник, Набиванец, 1986, Мур, Рамамурти, 1987, Романенко, 2001). Тому моніторинг забруднення водних екосистем ВМ є актуальним як із загальноекологічної, так і з практичної (водо- та ресурсо- використання водойм) точок зору.

Метою роботи є визначення вмісту ВМ (Zn, Mn, Fe, Cu, Pb, Co, Ni, Cd) у воді, донних відкладах та прибережних ґрунтах р. Збруч.

Об'єкт і методи. Дослідження проведені в квітні-серпні 2009 р. на ділянці р. Збруч, що протікає у південно-західній частині Поділля на межі Волочиського р-ну Хмельницької обл. та Підволочиського р-ну Тернопільської області. Для визначення вмісту Zn, Mn, Fe, Cu, Pb, Co, Ni та Cd у воді, донних відкладах річки та прибережних ґрунтах відбирали їх зразки. Проби води відбирали з поверхневого горизонту водойм, а зразки прибережних ґрунтів та донних відкладів – на глибині близько 50 см. Воду фільтрували через мембранний фільтр з розміром пор 0,45 мкм, концентрували у 10 разів випаровуванням на водяній бані у колбах з інертного скла і визначали вміст ВМ. Спалювання та підготовку для аналізу зразків прибережних ґрунтів та донних відкладів здійснювали за рекомендаціями Дж. Мур, С. Рамамурти (Мур, Рамамурти, 1987, Тяжелые металлы ..., 2003). Зразки матеріалу висушували в

термостаті при температурі 105°C та розтирали в фарфоровій ступці до порошкоподібного стану. Валовий вміст важких металів визначали так: абсолютно сухий ґрунт/мул масою 0,25 г поміщали в платиновий тигель, додавали суміш концентрованих HF і HClO₄ (ч.д.а, по 2,5 мл кожної кислоти) та випаровували до сухого залишку, додавали 2,5 мл HF і 0,25 мл HClO₄ і нагрівали до виділення білої пари, знову додавали 0,25 мл HClO₄, залишок розчиняли в 2,5 мл концентрованої HNO₃ (ч.д.а). Незв'язану (рухоми) частину ВМ визначали так: абсолютно сухий ґрунт/мул масою 0,5 г змочували водою об'ємом 0,5 мл, додавали 10 мл HNO₃ і нагрівали при температурі 105°C протягом 2-х год. Після охолодження до суміші додавали 3 мл 30% H₂O₂ і нагрівали протягом 1 год, згодом фільтрували і розводили водою до об'єму 50 мл. В отриманих нітратних розчинах визначали вміст ВМ методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі С-115 при відповідних довжинах хвиль, які відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних металів. Вміст металів виражали в мг на 1 кг сухої маси досліджуваних зразків. Статистичне опрацювання одержаних даних здійснювали за (Лакин, 1980).

Результати та їх обговорення. Коротка гідрологічна характеристика річки Збруч. Річка Збруч є лівою притокою Дністра, її довжина становить 244 км, площа водозбору 3400 км²; середній нахил його русла 0,9 м/км. Річка спочатку тече в неглибокій заболоченій долині, але поблизу Волочиська долина глибшає, схили її стають крутими та скелястими. Середня витрата води в річці 7,9 м³/с, швидкість течії в межень 0,2-0,6 м/с. Діапазон екстремальних витрат води за багаторічний період від 2 м³/с у зимову межень до 128 м³/с під час весняного водопілля (Природа Хмельницької області, 1979).

Хімічний склад води у річках Волочиського району гідрокарбонатно-кальцієвого типу серед-

ньої мінералізації – до 500 мг/дм³, оскільки долину річки прорізають карбонатні породи — мергелі, вапняки, леси тощо. Мінералізація води змінюється протягом року залежно від переважання у річковому стоці вод різних типів: атмосферних, ґрунтових чи підземних. Під час весняного водопілля стік формується сніговими (атмосферними) водами, внаслідок чого мінералізація знижується до 170-300 мг/дм³, а в період літньої і зимової межени, коли в живленні річок велику роль відіграють підземні води, мінералізація підвищується до 700-860 мг/дм³ (Природа Хмельницької області, 1979, Бражник, 2003). Отже, річка характеризується швидким стоком, вимиванням осадів та переходом ВМ у рухомі форми унаслідок високої мінералізації за іонами кальцію та магнію (Линник, Набиванец, 1986, Мур, Рамамурти, 1987). Разом з тим, досліджена ділянка річки зазнає досить значного рекреаційного, водогосподарського навантаження та забруднення з побутових, сільськогосподарських і промислових джерел (Природа Хмельницької області, 1979).

Вода. В досліджуваній воді нами виявлено такий вміст ВМ (рис. 1). Встановлено, що вміст марганцю, заліза, кобальту та цинку у воді р. Збруч не перевищує фонових значень (табл.). Протягом усього досліджуваного періоду перевищення є характерним для міді та свинцю, нікелю – у квітні, травні та червні, а кадмію – у червні. Відомо, що іони Pb, Ni та Cd є токсичними, тому перевищення фону у воді є небезпечним для біоти та водовикористання людиною.

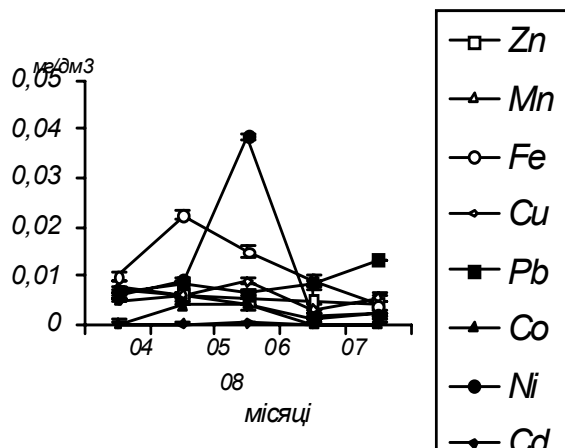


Рис. 1. Динаміка валового вмісту ВМ у воді р. Збруч

Проаналізувавши динаміку вмісту ВМ у весняний період, варто відзначити збільшення вмісту всіх металів за винятком міді, цинку та кадмію, якого у квітні-травні не виявлено. Навесні відбувається вертикальне перемішування водних мас, що могло стати причиною зростання концентрацій ВМ у воді за рахунок її надходження з донних відкладів. Від травня до серпня включно спостерігається стійка тенденція до зменшення вмісту в воді цинку та заліза. Відомо, що з настанням вегетаційного періоду цинк як фізіологічно необхідний мікроелемент, значно акумулюється гідробіонтами, які у процесі життєдіяльності виділяють у воду органічні речовини, що утворюють з металами комплексні сполуки (Линник, Набиванец, 1986, Мур, Рамамурти, 1987).

В червні вміст нікелю у воді найвищий, вміст кобальту зростає порівняно з травнем, відмічається кадмій. Це свідчить про посилення забруднення річки ВМ з антропогенних джерел, що потрапляють у водойму внаслідок великої кількості опадів у червні (Природа Хмельницької області, 1979) і надходженням металів з поверхневим стоком. Це ж стосується і свинцю, вміст якого збільшується кожного наступного місяця, за винятком червня. У липні у воді знижується концентрація міді, марганцю та нікелю, бо, ймовірно, відбувається їх накопичення планктоном, який активно розвивається саме тоді, а в серпні вміст Cu і Mn знову зростає майже вдвічі за рахунок поступового відмирання останнього.

Донні відклади. В донних відкладах р. Збруч нами виявлено такий вміст ВМ (рис. 2). Вміст ВМ у донних відкладах є показником їх забруднення, оскільки вони є своєрідним депо для ВМ (Альохіна і ін., 2008, Бреховских и др., 2001). У донних відкладах р. Збруч перевищення фонових значень характерне для заліза, кобальту, кадмію та цинку. Як зазначалося вище, негативним явищем є саме перевищення фонових значень вмісту металів, а особливо, токсичними елементами – кобальтом та кадмієм.

Ситуація з перевищенням фону свідчить про наявність джерела забруднення. Високий вміст кадмію у воді та донних відкладах свідчить про постійне його надходження у р. Збруч.

Таблиця
Стандартні фонові значення концентрацій металів для складових водного середовища (Тяжелые металлы ..., 2003)

Складові гідроценозу	Метали							
	Cu	Co	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn	Zn
Вода, мг/дм ³	0,002	0,008	0,0001	0,003	0,003	0,1	0,1	0,015
Мул, мг/кг	20	1,8	0,1	50	50	1700	1500	50

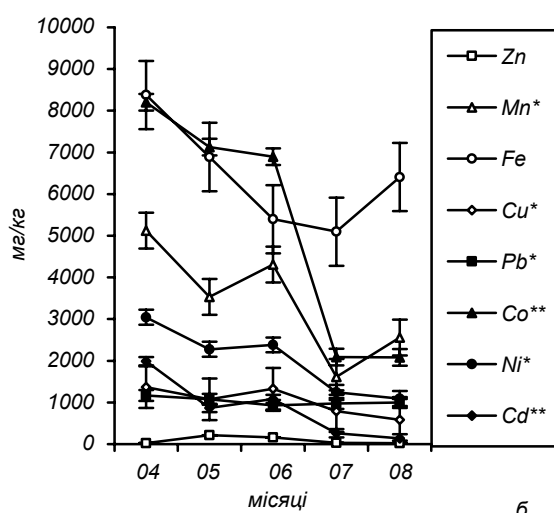
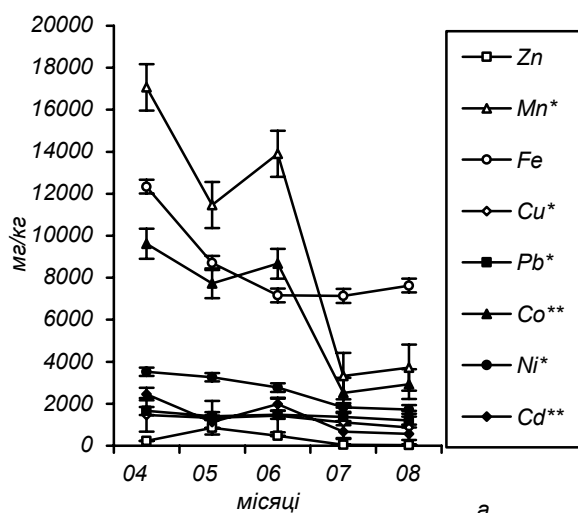


Рис.2. Динаміка вмісту ВМ у донних відкладах р. Збруч: а) валовий вміст; б) незв'язана частина.
Примітка: * – $\times 10^2$, ** – $\times 10^3$, ($M \pm m$, $n=9$)

Донні відклади відіграють важливу роль у колообігу хімічних сполук, який визначається як гідрологічними і гідрохімічними, так і біотичними факторами. Щодо календарної динаміки вмісту ВМ у донних відкладах, то їх вміст знижується у травні відносно квітня для переважної більшості металів за винятком цинку. Простежується синхронність змін як валової кількості, так і незв'язаної частини ВМ. На початку літа концентрація більшості металів дещо підвищується, що може бути пов'язано з їх надходженням з суші за рахунок вододільного змиву. Можна також припустити, що відбувається міграція Fe та Ni у воду з донних відкладів, оскільки в червні там їх концентрація є високою. Липень характеризується зменшенням вмісту всіх металів у донних відкладах порівняно із попереднім місяцем, бо влітку метали з донних відкладів надходять у воду, акумулюються гідробіонтами та зв'язуються у комплекси з органічними речовинами, розчиненими в воді (Романенко, 2001). У серпні в донних відкладах далі знижується вміст Cu, Pb, Ni, Cd та Zn, але зростає вміст Mn, Fe і Co. За кількістю зв'язаного металу марганець займає останнє місце серед найбільш поширених у природних водах мікроелементів (Романенко, 2001). Це може бути причиною збільшення його вмісту у донних відкладах внаслідок седиментації. Велика кількість заліза надходить у водойми із заболочених місцевостей (Романенко, 2001). Як зазначалося, р. Збруч бере початок з джерел, що витікають з болота, що може свідчити про такий шлях надходження металу у водойму. Крім того, накопичення у донних відкладах відбувається внаслідок осідання заліза з води.

Деяке пояснення динаміки накопичення ВМ у донних відкладах дає зміна співвідношення відношення кількості їх валової і незв'язаної форм (рис.3). Як видно з отриманих даних, основна кількість металів знаходиться у зв'язаному стані. Однак, протягом весняно-літнього сезону значно збільшується вміст незв'язаної частини цинку (у 5 разів з квітня до серпня) та марганцю (у 2,5 рази), що пов'язуємо з їх активним розчиненням за рахунок переходу в розчинні комплексні сполуки. Незначно також збільшується вміст вільного заліза, що може розчинятися за рахунок закислення води внаслідок виділення кислих сполук, що виділяються гідробіонтами (Линник, Набиванец, 1986, Мур, Рамамурти, 1987). Натомість, незв'язана частка кадмію з квітня до серпня, у 3,5 рази зменшується.

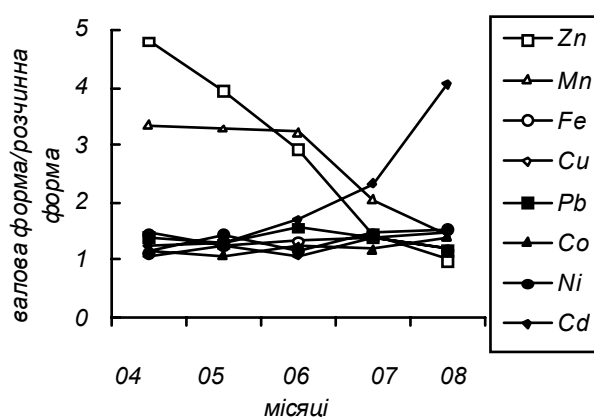


Рис. 3. Динаміка відношення валової кількості і незв'язаної частини металів у донних відкладах р. Збруч у весняно-літній період

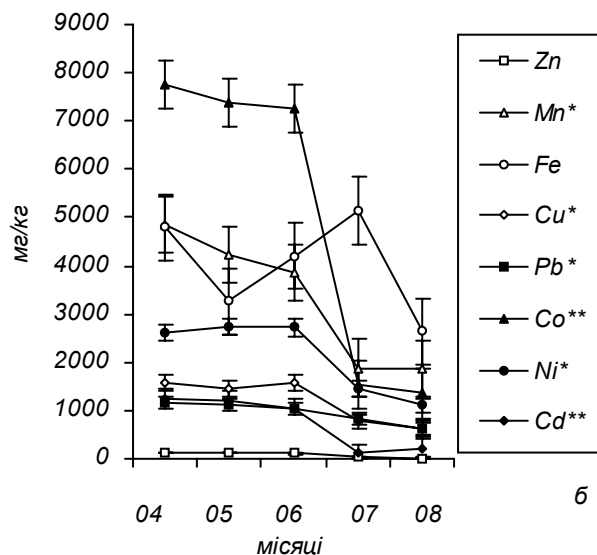
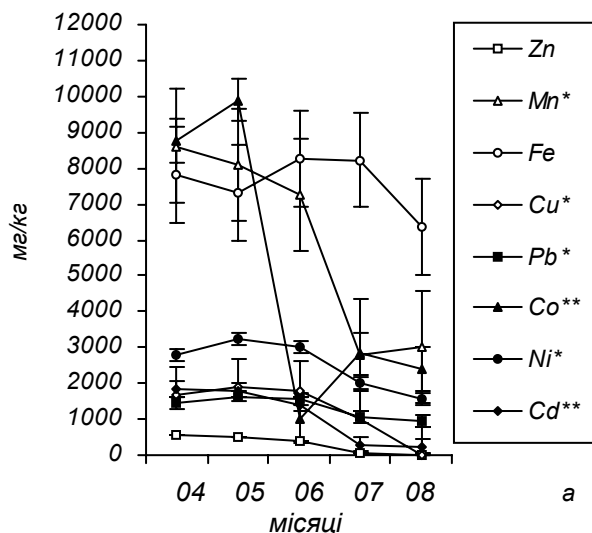


Рис. 4. Динаміка вмісту ВМ у прибережних ґрунтах р. Збруч: а) валова форма; б) рухома форма.
* – $\times 10^{-2}$, ** – $\times 10^{-3}$, ($M \pm m$, $n=9$)

Донні Аналогічна тенденція, проте слабше виражена, характерна для міді, кобальту і нікелю. Для цих металів як сильних комплексоутворювачів, можливе зменшення розчинності за рахунок утворення міцних комплексів з органічними сполуками, вміст яких за рахунок розвитку біоти і виділення їх нею у воду влітку зростає (Линник, Набиванец, 1986, Мур, Рамамурти, 1987, Романенко, 2001). Динаміка вмісту незв'язаного свинцю флюктуційна, що пов'язуємо з його низькою хімічною активністю та дією випадкових факторів.

Прибережні ґрунти. У прибережних ґрунтах р. Збруч виявлено такий вміст ВМ (рис.4).

Отже, співвідношення зв'язаної і незв'язаної частки металів у донних відкладах залежить від їх хімічної активності, насамперед здатності до комплексоутворення, характеру взаємодії з біотичними компонентами водойми, та, насамперед, активності захоплення їх організмами як фізіологічно необхідних мікроелементів (Романенко, 2001, Тяжелые металлы ... , 2003).

Ґрунт є відкритою підсистемою геохімічного ландшафту, яка пов'язана потоками речовин і енергії з приземною атмосферою, з сукупністю нижчих і вищих рослин і тварин та поверхневими і підземними водами. З іншого боку, він є найбільш інформаційною системою про техногенні аномалії, внаслідок дії токсикантів. Ґрунт безпосередньо впливає на надходження металів до трофічного ланцюга екосистем (Козуля, 1999). Тому перевищення фонових значень вмісту ВМ у прибережних ґрунтах р. Збруч відображає перевищення норми тих самих металів, що й у донних відкладах річки – Fe, Co, Cd і Zn. Зіставивши дані щодо вмісту ВМ у донних відкладах та прибережному ґрунті можна пояснити динаміку вмісту металів у компонентах гідроекосистеми. Так,

у травні порівняно з квітнем в прибережному ґрунті спостерігається збільшення вмісту Cu, Pb, Co і Ni. Разом з тим зменшується вміст цих металів у донних відкладах, а щодо Zn спостерігається зворотна залежність. В червні розпочинається поступове зниження концентрації ВМ у прибережних ґрунтах аж до серпня включно, за винятком Fe і Co, вміст яких дещо зростає від травня і зменшується у липні-серпні. Це явище може бути зумовлене низхідною міграцією металів у ґрунті, внаслідок чого вони можуть акумулюватися у глибших шарах ґрунтового профілю. Разом з тим, суттєве значення для перерозподілу ВМ має характер їх зв'язування з розчиненими речовинами води (рис. 5).

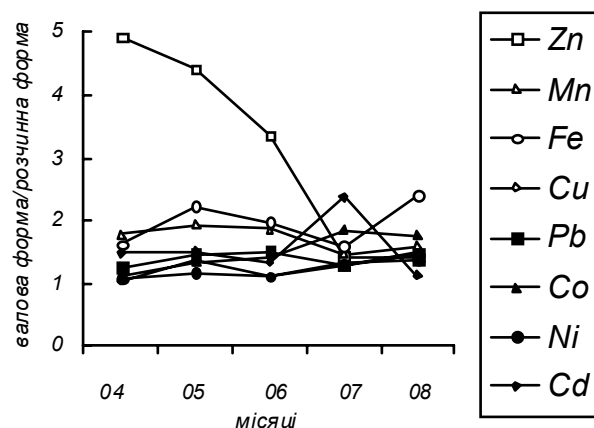


Рис. 5. Динаміка відношення валового вмісту і незв'язаної частини металів у прибережних ґрунтах р. Збруч у весняно-літній період

Як видно з отриманих даних основна кількість металів, як і в донних відкладах, знаходиться у незв'язаному стані. Аналогічно з дон-

ними відкладами у ґрунтах протягом весняно-літнього періоду значно збільшується вміст незв'язаного цинку (у 4,5 раза з квітня до серпня), менше – марганцю, що пов'язуємо з їх активним переходом у розчинні комплекси з органічними сполуками–прижиттєвими виділеннями ґрунтових мікроорганізмів та коренів рослин. Вміст незв'язаного кадмію має флуктуаційні зміни, але до серпня також зростає. Вміст незв'язаних Cu, Fe, Co, Ni має загальну тенденцію до зменшення, можливо у зв'язку з їх переходом у малорозчинні комплексні сполуки.

Отже, відношення зв'язаної і незв'язаної частини металів у прибережних ґрунтах в цілому повторює динаміку їх вмісту у донних відкладах, яка проте не так яскраво виражена, що пов'язуємо з більшою розчинністю та рухливістю сполук у постійно зводнених донних відкладах, та незначною кількістю води у ґрунті. Взаємодія металів з біотичними компонентами, насамперед активне комплексоутворення з біогенними речовинами ґрунту, також визначає стан металу (розчинений чи зв'язаний) залежно від ступеня розчинності комплексних сполук металів з органічними лігандами.

Висновки. Дослідженням вмісту ВМ у воді, донних відкладах та прибережних ґрунтах р. Збруч встановлено, що середні фонові значення у воді постійно перевищує Cu та Pb, у квітні, травні та липні – Ni, а також Cd – у червні. У донних відкладах та у прибережних ґрунтах спостерігається перевищення середніх фонових значень Fe, Co, Cd та Zn. Особливо насторожує багаторазове перевищення середніх фонових значень кадмієм в усіх абіотичних компонентах гідроєкосистеми, оскільки він навіть в дуже малих концентраціях є сильним токсикантом.

Динаміка вмісту ВМ у воді, донних відкладах та прибережних ґрунтах р. Збруч носить сезонний характер, пов'язана з розвитком біотичних компонентів водойми, які беруть активну участь

у міграції металів з донних відкладів у воду за значного розвитку (травень-липень) та сприяють зворотному поверненню металів у донні відклади при відмиранні (серпень). Іншим вирішальним фактором підвищення вмісту ВМ у воді та донних відкладах є вимивання металів з прибережних ґрунтів. Разом з тим тимчасові флуктуації вмісту ВМ у компонентах річки можуть виникати внаслідок дії інших випадкових факторів.

Список літератури:

1. Альохіна Т. М. Вміст важких металів у воді та донних відкладах річки Інгулець / Т. М. Альохіна, А. О. Бобко, І. М. Малахов // Гидробиол. журн. – 2008. – Т. 44, № 3. – С. 114–120.
2. Бражник О. Характеристика стану водних об'єктів Тернополя та Хмельницького / О. Бражник // Екологічний вісник. – 2003. – № 3-4. – С. 31–32.
3. Бреховских В. Ф. Тяжелые металлы в донных отложениях Иваньковского водохранилища / В. Ф. Бреховских, З. В. Волкова, А. Г. Кочерян // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28, № 3. – С. 310–319.
4. Козуля Т. В. Особливості поведінки техногенних елементів у ґрунтах різних фацій долинних ландшафтів середньої течії р. Сів. Донець : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. географ. наук. / Т. В. Козуля. – Харків, 1999. – С. 1–19.
5. Лакин В. Ф. Биометрия / В. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1980. – 343 с.
6. Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец. – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – С. 186–196.
7. Мур Дж. Тяжёлые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния / Дж. В. Мур, С. Раммурти. – М. : Мир, 1987. – С. 117–133.
8. Природа Хмельницької області / [за ред. К.І. Геренчука]. – Львів : Вища школа, 1979. – С. 68–92.
9. Романенко В. Д. Основи гідроєкології: Підручник / В. Д. Романенко. – Київ : Обереги, 2001. – 728 с.
10. Тяжелые металлы как фактор экологической опасности: Метод. указ. / Сост. Ю. А. Холопов. – Самара: СамГАПС, 2003. – 16 с.

INVESTIGATION OF HEAVY METAL CONTENT AND ITS DYNAMICS IN WATER, BOTTOM SEDIMENTS AND COASTAL SOIL IN ZBRUCH RIVER

T.V. Soroka

The data on heavy metals in water, sediment and coastal soils hydroekosystems Zbruch river. Dynamics of the metal content is seasonal, related to the development of the biotic components of the reservoir, which are actively involved in the migration of metals from sediments into the water when they are a significant development (May-July) and return the metals in the sediments under the withering away (August-September).

Keywords: heavy metals, sediments, water, coastal soil

Одержано редколегією 10.06.2011 р.

УДК 582.675.1: 582(234.421.1)

РІД *ACONITUM* L. (*RANUNCULACEAE* JUSS.) У ФЛОРИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ: ПОРІВНЯЛЬНО-МОРФОЛОГІЧНІ ТА ТАКСОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

С.М. ЗИМАН, О.В. БУЛАХ

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, МСП-1, 01001

За результатами власних багаторічних порівняльно-морфологічних досліджень та критичного опрацювання гербарних колекцій й літератури здійснено перегляд таксономії частини роду *Aconitum* в межах флори Українських Карпат. В результаті детального аналізу близько 40 якісних та кількісних ознак елементів квітки та понад 20 ознак вегетативних органів нами було виділено чи підтверджено таксономічну значущість близько 30 ознак. Порівняльний аналіз рослин роду *Aconitum* за цими ознаками був підставою для визнання у флорі Українських Карпат 12 видів, обговорення їх можливих взаємин та розробки дихотомічного ключа для визначення видів частини роду.

Ключові слова: порівняльна морфологія, таксономія, рід *Aconitum*, флора Українських Карпат

Вступ. Рід *Aconitum* L. є одним з найскладніших й відповідно дискусійних у межах родини *Ranunculaceae* Juss., й С.М. Зиман займалася дослідженнями родини й роду на протязі багатьох років, про що свідчать її публікації, у тому числі обробка родини й даного роду в світовому обсязі (Зиман, 1985; Зиман, 1983). Протягом останніх 10 років С.М. Зиман разом з О.В. Булах було здійснено критичний перегляд найбільш дискусійних таксонів *Aconitum* у флорі Українських Карпат для останнього видання «Червоної книги України» (2009) та комплексну обробку частини роду для нового видання «Флори України», також для «Визначника України» й «Визначника Українських Карпат». Оскільки, крім «Червоної книги України» (Червона книга..., 2009), друкування інших видань значно затримується, ми вважали за доцільне опублікувати частину наших результатів у даній статті.

Об'єкт і методи дослідження. Наша публікація базується на підставі критичного перегляду гербарних колекцій (*KW*, *LW*, *LWS*, *LWKS*, *CHER*, *LE*) по таксонах роду, наявних у флорі Українських Карпат, а також матеріалів, отриманих під час експедиційних виїздів по їх території, переважно у 1973-1983 та 1990-2007 рр. С.М. Зиман працювала з популяційними матеріалами по вікових групах більшості таксонів, О.В. Булах було детально проаналізовано понад 100 зразків квіток *Aconitum* з використанням стандартної мікроскопічної техніки, крім того, були використані усі доступні літературні джерела.

Результати досліджень та їх обговорення. Рід *Aconitum* включає близько 300 видів, поширених у флорах помірного клімату Євразії, Пів-

нічної Африки та Північної Америки. У флорі Українських Карпат (на території Львівської, Івано-Франківської, Закарпатської та Чернівецької областей) цей рід охоплює: за даними Tutin (Tutin, 1964) 5 видів (*A. anthora* L., *A. firmum* Rechb., *A. moldavicum* Hacq., *A. tauricum* Wulfen, *A. variegatum* L.), В.Н. Ворошилова (Ворошилов, 1990) – 7 видів (*A. anthora*, *A. bucovinense* Zapal., *A. gracile* (Reichb.) Gayer, *A. moldavicum*, *A. paniculatum* Lam., *A. tauricum*, *A. variegatum*), М.М. Цвельова (Цвелев, 1996; Цвелев, 2001) – 12 видів (*A. anthora*, *A. besserianum* Andr., *A. bucovinense*, *A. degenii* Gayer, *A. firmum*, *A. gracile*, *A. hosteanum* Schur, *A. jacquinii* Rechb., *A. moldavicum*, *A. prutense* (Zapal.) Tzvel., *A. tauricum*, *A. variegatum*), Mitka (Mitka, 2003) – 5 видів (*A. bucovinense*, *A. degenii*, *A. firmum*, *A. moldavicum*, *A. nanum* Baumg.). За результатами нашого дослідження, даний рід у флорі України складається з 12 видів (вищезазначені М.М. Цвельовим види, з яких *A. tauricum* ми розглядаємо як *A. nanum*).

Перша система роду *Aconitum* була запропонована DeCandolle (DeCandolle, 1824)], й у трактовці даного автора рід складався з чотирьох секцій (*Napellus* DC., *Cammarum* DC., *Anthora* DC., *Lycostonum* DC.). Згодом саме ця система була покладена в основу більшості наступних обробок, у тому числі для флор СРСР (Штейнберг, 1937) та України (Вісюліна, 1953), при тому що секція *Cammarum* як підсекція була включена до складу *Napellus* (= *Aconitum*). Серед інших систем даного роду слід згадати розробки Stapf (Stapf, 1905), Rapaics (Rapaics, 1907) й особливо Tamura й ін. (Tamura, 1966; Tamura, 1990; Tamura,

Lauener, 1979), які запропонували розглядати вищезазначені секції роду як підроди, з чим ми погодилися (Зиман, 1985).

Слід зазначити, що більшість авторів надавала в своїх обробках перевагу деталям будови квітки, й лише Rapaics (Rapaics, 1907) звернув увагу на морфологічні особливості вегетативних органів, а ми (Зиман, 1985; Зиман, 1983) вперше здійснили порівняльно-морфологічний аналіз видів роду шляхом перегляду й співставлення ознак квіток, плодів, пилкових зерен, листків, пагонів, кореневих систем, каріологічних і анатомічних особливостей рослин.

Згідно з даними літератури (Вісюліна, 1953; Brink, 1997; Kosuge, Tamura, 1988; Li, Kadota, 2001; Tamura, 1966; Tamura, 1990; Tamura, Lauener, 1979) й даними наших досліджень, у видів роду зигоморфна подвійна оцвітина, 5 вільних пелюсткоподібних чашолистків (верхній чашолисток найбільший, випнутий, шоломоподібний та дві пари бічних чашолистків, різних за формою й розмірами). Віночок представлений двома дрібнішими за чашолистки пелюстками-нектарниками (зрослі, мають відгин з шпоркою і нігтик) та 3-8 дуже дрібними лускоподібними стамінодіями (іноді відсутні). Тичинки численні (25-50), з стрічкоподібно розширеними при основі нитками (іноді при переході розширеної частини нитки у вузьку наявні зубчики), та еліпсоїдними чи кулястими пиляками. Маточок 3-5 (рідше 10-12), вільних чи зрослих при основі (з 10-20 насінними зачатками) й короткими стовпчиками.

Більшість вищезазначених морфологічних ознак квітки традиційно використовувались для діагностики таксонів роду *Aconitum*. Зокрема, види секції *Aconitum* характеризуються швидко опадаючою оцвітиною та гінцеєм з трьох плодолистків, у той час як для видів секції *Anthora* притаманні неопадна оцвітина й гінцей переважно з п'яти плодолистків (шолом верхнього чашолистка в обох секціях куполоподібний), а види секції *Lycostonum* відрізняються від видів попередніх секцій високим шоломом верхнього чашолистка циліндричної чи конічно-циліндричної форми. Згідно з літературними даними, є відмінності між формою пелюсток-нектарників між видами підсекцій *Aconitum* й *Cammarum*: для першої групи видів характерні головчасті, розширені, трохи зігнуті шпорки пелюсток-нектарників, коротші за відгин, у той час як в другій групі шпорки вузькі, гачкоподібно зігнуті чи спіралью закручені й довші за відгин.

Ми вважаємо для роду *Aconitum* діагностичними ознаками на видовому рівні колір оцвітини, форму шолома верхнього чашолистка та його носика, форму та розміри шпорки пелюсток-нектарників, опушеність бічних чашолистків та

тичинкових ниток й наявність чи відсутність на останніх зубчиків, також форму плодолистків. З ознак вегетативних органів видовими діагностичними ознаками є, на нашу думку, висота стебел, форма, розміри та опушеність листків, характер суцвіть, форма і розміри бульб.

Критичний перегляд численної літератури з палінології та анатомії дав нам підставу вважати малу доцільність використання в таксономії *Aconitum* даних таких досліджень, тому що для його видів характерні мономорфність пилкових зерен (Савицкий, 1982; Kumazawa, 1936) та однотипність провідних пучків у черешках листків, також розташування на них продохів (Desamps, 1976; Tamura, 1966). Зокрема, пилкові зерна триборозні, з крупногорбкуватою поверхнею апертур і шипуватим мезокольпійом, провідні пучки радіального типу з трилакунною структурою.

Тим часом пагонові системи й загалом життєві форми представників *Aconitum* вражають константністю ознак на високому таксономічному рівні. Підставою для такого твердження є наявні в літературі результати детальних досліджень проростання насіння й формування пагонів на протязі великого життєвого циклу у декількох видів роду (Серебрякова, Полинцева, 1974; Csapody, 1968; Lascombes, 1957), також власні дані.

В результаті здійсненого нами аналізу життєвих форм роду *Aconitum* в повному обсязі, включаючи близько 10 видів з флори України (Зиман, 1985; Зиман, 1983), слід вважати, що його таксони у флорі Українських Карпат відносяться до двох груп трав'янистих полікарпиків, суттєві біоморфологічні ознаки яких діагностичні на високому таксономічному рівні. Так усі види секції *Lycostonum* являють собою каудексові рослини з стрижневою чи стрижнево-мичкуватою кореневою системою й напіврозетковими надземними пагонами, у той час як у видів секцій *Aconitum* та *Anthora* коренева система мичкувата, надземні пагони безрозеткові, а підземні пагони – дворічні бульби.

Згідно з нашими даними, проростки видів усіх трьох секцій, наявних у флорі Українських Карпат, близькі за своїми морфологічними особливостями, зокрема, мають видовжені пластинки та майже вільні черешки сім'ядольних листків, нерозвинутий епикотиль, короткий гіпокотиль, ниткоподібний головний корінь (рис. 1).

Дещо близькі ознаки річних пагонів ювенільних рослин: однолишкові, з трилопатевою пластинкою, вкорочен, наявний головний корінь. Проте, на наступних стадіях онтоморфогенезу відмінності між видами обох біоморфогруп стають значними. Зокрема, надземні пагони у *A. moldavicum* й *A. hosteanum* з секції *Lycostonum* розвиваються як розеткові (у дорослих рослин як напіврозеткові) поліциклічні, підземні пагони – гілки каудекса,

головний корінь зберігається переважно протягом усього життя рослини. Тим часом у *A. firmum*, *A. gracile* й інших видів з секцій *Aconitum* та *Anthora* надземні пагони, починаючи з віргінільного стану, є безрозетковими й моноциклічними. Головний корінь замінюється мичкуватими коре-

нями в кінці ювенільного стану, а нижня частина надземного пагону занурюється в ґрунт й бульбоподібно потовщується, так що дорослі рослини мають поодинокі надземні пагони й подвійні підземні дворічні бульби (рис. 2).

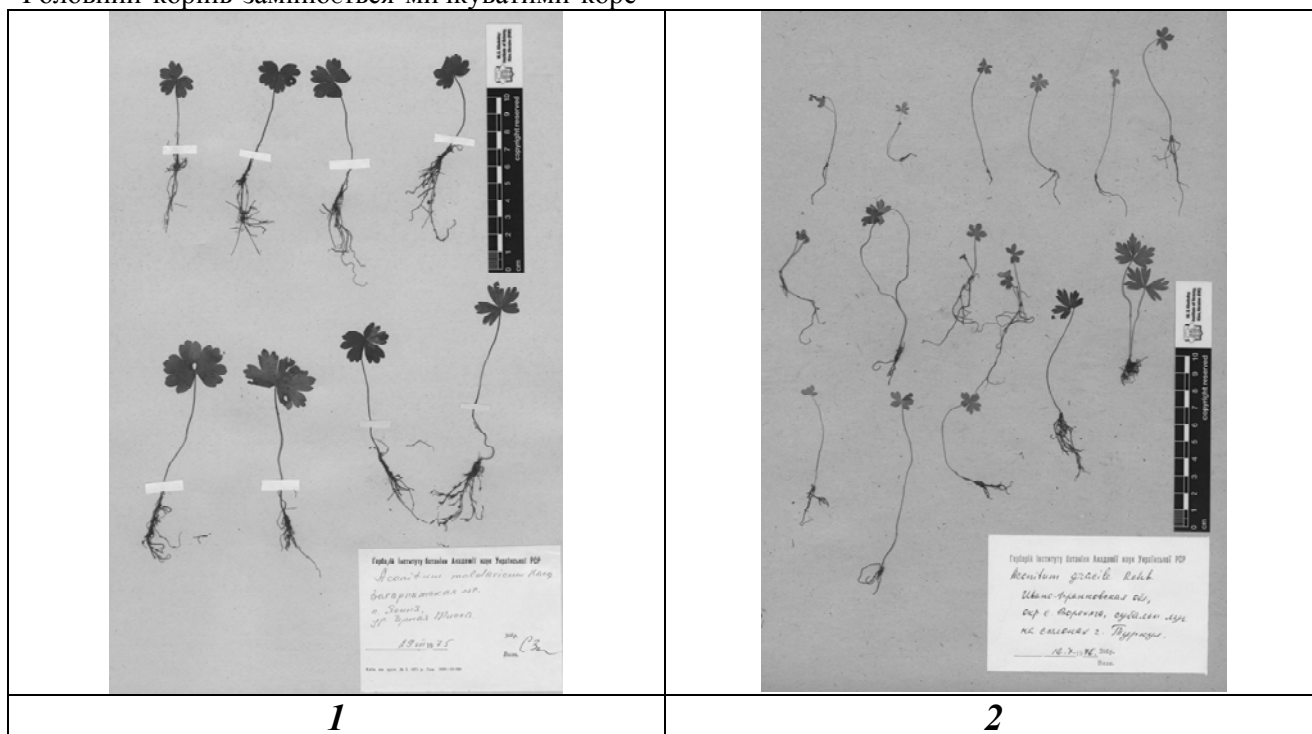


Рис. 1. Проростки: 1 – *Aconitum moldavicum*; 2 – *Aconitum gracile*

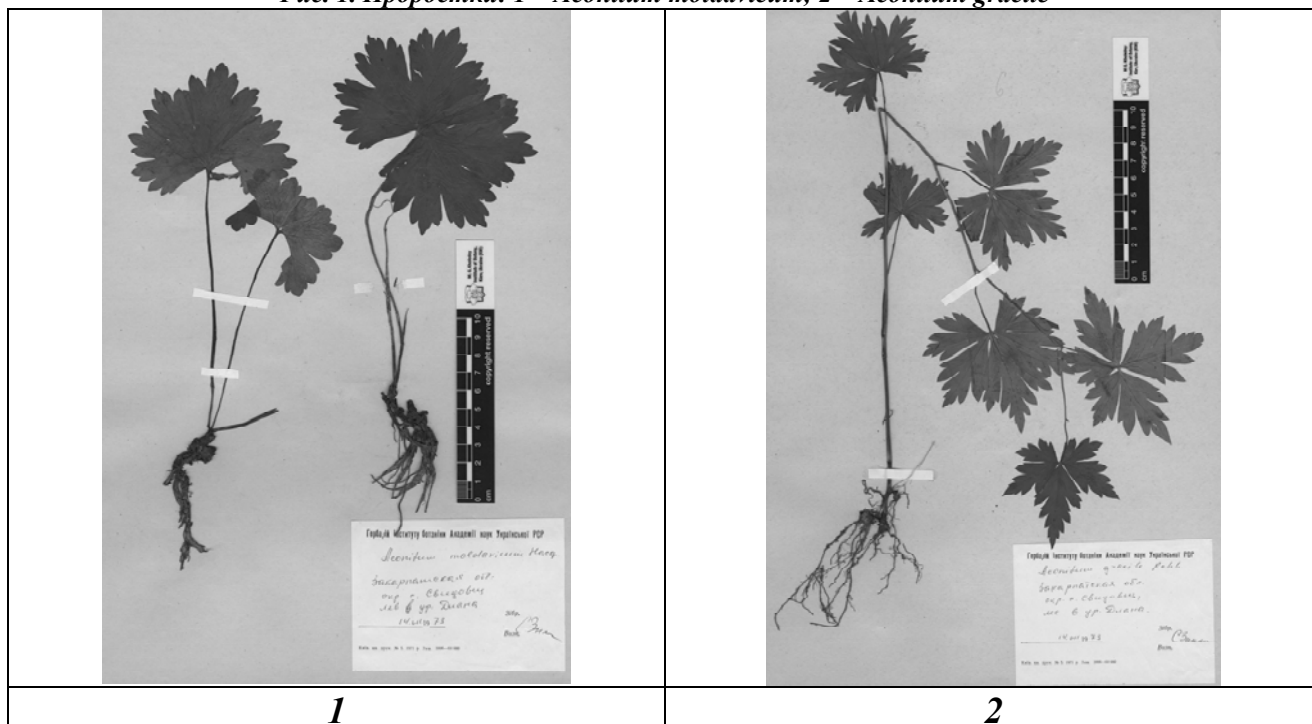


Рис. 2. Вегетативні рослини: 1 – *Aconitum moldavicum*; 2 – *Aconitum gracile*

Згідно з нашими даними, у видів секції *Anthora* й підсекції *Aconitum* секції *Aconitum* бульби веретеноподібні, міжвузля між підземними бульбами дуже короткі (лише 1-3 мм завдовжки), в той час як у більшості видів підсекції

Cammarum бульби кулясто-циліндричні, довжина міжвузлів між бульбами становить 10-30 мм чи іноді більше (мають вигляд горизонтальних стонів), й ми спостерігали у *A. variegatum* з цієї підсекції розвиток додаткових опадних бульб у

нижній частині надземних пагонів. Близьке явище для даного виду спостерігав у флорі Польщі Markowski (1972).

Ключ для визначення видів *Aconitum* у флорі Українських Карпат

1. Коренева система стрижнева чи стрижнево-мичкувата; підземні пагони – гілки каудекса; надземні пагони напіврозеткові багаторічні; шолом верхнього чашолистка циліндричний чи конічно-циліндричний (секція *Lycocotnum*) 2
– Коренева система мичкувата; наявні підземні дворічні бульби; надземні пагони безрозеткові однорічні; шолом верхнього чашолистка куполоподібний 4

2. Оцвітина бруднувата-біла з блакитними плямами; шолом конічний; пелюстки-нектарники з гачкоподібно зігнутою шпоркою; нитки тичинок не хвилясті 1. **А. Бессера – *A. besserianum***

– Оцвітина переважно синя чи фіолетова; шолом циліндричний чи конічно-циліндричний; пелюстки-нектарники з кільцеподібно закрученою шпоркою; тичинки з розширеними хвилястими нитками 3

3. Стебла 50-150 см заввишки; прикореневі листки з пальчасто-п'ятироздільними пластинками, опушеними по жилках; суцвіття розгалужені; оцвітина темnobруднофіолетова; шолом конічно-циліндричний, бічні чашолистки з пучком волосків на верхівці; плодолистки й листянки розсіяно опушені 2. **А. молдавський – *A. moldavicum***

– Стебла 40-60 см заввишки; прикореневі листки з пальчасто-п'яти-семироздільними пластинками, опушеними по жилках та краях; суцвіття нерозгалужені, оцвітина блідофіолетова чи блакитна (іноді з рожевим відтінком); шолом циліндричний; бічні чашолистки розсіяно опушені по всій поверхні; плодолистки й листянки густо опушені 3. **А. Хоста – *A. hosteanum***

4. Оцвітина неопадна, переважно жовта; шолом верхнього чашолистка переважно напівкулястий; плодолистки 5 (секція *Anthora*) 5

– Оцвітина швидко опадає, переважно синя чи фіолетова; шолом верхнього чашолистка куполоподібний; плодолистки 3 (секція *Aconitum*) 6

5. Надземні пагони 50-100 см заввишки; суцвіття розгалужені, багатоквіткові, опушені простими волосками, коротшими 0.3 мм; нитки тичинок більш чи менш розсіяно опушені, без зубчиків при переході від широкої до вузької частини 4. **А. протиотруйний – *A. anthora***

– Надземні пагони 15-40 см заввишки; суцвіття

нерозгалужені, малоквіткові, опушені, принаймні в суцвітті, кучерявими волосками, довгими 0.3 мм; нитки тичинок голі, переважно з зубчиками 5. **А. Жакена – *A. jacquinii***

6. Бульби веретеноподібні, міжвузля між ними переважно 1-3 мм завдовжки; стебла переважно 25-70 см заввишки; шолом верхнього чашолистка куполоподібний, не перевищує 20 мм, з носиком 1-2 мм завдовжки; шпорки пелюстки-нектарника коротші за відгин, головчасті, прямі чи трохи зігнені; носик шпорки 0,5-2 мм завдовжки; тичинкові нитки з зубчиками чи без них (підсекція *Aconitum*) 7

– Бульби кулясто- чи циліндрично-конічні, міжвузля між ними переважно 10-30 мм завдовжки; стебла 60-150 см заввишки; шолом верхнього чашолистка дзвоникуватий, похилений наперед, 25-35 мм заввишки, з носиком 4-7 мм завдовжки; шпорки пелюстки-нектарника довші за відгин, вузькі, переважно гачкоподібно зігнені чи спіралью скручені; тичинкові нитки без зубчиків (підсекція *Cammarum*) 9

7. Пластинки стеблових листків трироздільні; оцвітина світлофіолетова; шолом верхнього чашолистка з носиком менше 1 мм завдовжки, голий; тичинкові нитки з зубчиками; майже всі частини рослин, включаючи нектарники, тичинки й плодолистки, опушені, причому квітконіжки та осі суцвіть кучерявими волосками 6. **А. буковинський – *A. bukovinense***

– Пластинки стеблових листків трійчато-пальчасто-розсічені; оцвітина темнофіолетова чи темноблакитна; шолом верхнього чашолистка з носиком більше 1 мм завдовжки, опушений; тичинкові нитки з зубчиками чи без них; листки, стебла й частини оцвітини опушені чи голі, нектарники, тичинки і плодолистки голі чи майже голі 8

8. Стебла 60-100 см заввишки; листові пластинки 8-10 см завширшки; шолом верхнього чашолистка 18-20 мм заввишки, з носиком 1-2 мм завдовжки; тичинкові нитки з зубчиками; плодолистки видовжено-яйцеподібні; нектарники, тичинкові нитки й плодолистки голі 7. **А. міцний – *A. firmum***

– Стебла 25-40 см заввишки, листові пластинки 5-7 см завширшки; шолом верхнього чашолистка 12-15 мм заввишки, з носиком менше 1 мм заввишки; тичинкові нитки без зубчиків; плодолистки веретеноподібні; відгин нектарників і верхня частина тичинкових ниток розсіяно опушені 8. **А. низький – *A. napum***

9. Рослини опушені у верхній частині, включаючи квітконіжки, залозистими волосками; стебла 30-70 см заввишки; шолом верхнього чашолистка косо-напівкулястий; бічні чашолистки асиметричні

- тричні **9. А Дегена – A. degenii**
 – Опушення рослин без залозистих волосків; стебла 60-150 см заввишки; шолом верхнього чашолистка куполоподібний чи дзвоникуватий; бічні чашолистки симетричні 10
 10. Бульби циліндрично-конічні; оцвітина тем-ноблакитна; шолом верхнього чашолистка куполоподібний, 20-25 мм заввишки; шпорки на пелюстках-нектарниках ледве зігнені; тичинки, плодолистки й листянки голі **10. А. прутський – A. prutense**
 – Бульби кулясто-конічні; оцвітина переважно синя; шолом верхнього чашолистка дзвоникуватий, 25-35 мм заввишки; шпорки на пелюстках-нектарниках спірально закручені; тичинки голі чи опушені, плодолистки й листянки розсіяно опушені 11
 11. Голі рослини; надземні пагони 70-150 см заввишки; суцвіття з розчепіреними гілочками; стеблові листки з серпоподібно зігнутими загостреними кінцевими частками; оцвітина синя чи світлофіолетова; шолом верхнього чашолистка дзвоникуватий, 25-35 мм заввишки; тичинки голі **11. А. стрункий – A. gracile**
 – Переважно розсіяно опушені рослини; надземні пагони 60-150 см заввишки; суцвіття з висхідними гілочками; стеблові листки з ромбічно-клиноподібними кінцевими частками; оцвітина синювата чи блакитна; шолом верхнього чашолистка вузькодзвоникуватий, 20-30 мм заввишки **12. А. строкатий – A. variegatum**

Секція *Lycotomum* представлена у флорі Українських Карпат трьома видами, з яких *A. moldavicum* (Рис. 3, 2) й *A. hosteanum* (Рис. 3, 3) є дуже близькими, причому другий вид виділений з складу першого й у «Flora Slovenska» (Aconitum..., 1982) та «Flora Europaea» (Tutin, 1964) розглядається як підвид чи різновид першого. Ми слідом за автором цього виду Schur (Schur, 1866) вважаємо *A. hosteanum* високогірним вікаріантом *A. moldavicum*, причому він є рідкісним петрофітом, у той час як вихідний вид є гірсько-лісовим видом, спорадично поширеним по всіх районах Карпат. Відмінності між цими рослинами полягають у розмірах стебел (50-150 см проти 40-60 см), характері суцвіть (розгалужені чи нерозгалужені), забарвленні оцвітини (темна чи світла) та опушеності бічних чашолистків (з пучком волосків лише на верхівці чи по всій поверхні), плодолистків та плодів (густо чи розсіяно опушені). Третій вид *A. besserianum* (Рис. 3, 1) відрізняється від перших двох особливостями квітки, а саме формою шолома, гачкоподібно загнутою шпоркою пелюсток-нектарників, не хвилястими нитками тичинок.

Секція *Anthora* включає у флорі Українських Карпат два близькі види, *A. anthora* (Рис. 3, 4) й *A. jacquinii* (Рис. 3, 5), з яких другий є високогірним вікаріантом першого, причому дуже рідкісним (внесений до «Червоної книги України», 2009).

Як і у першій парі вікаріантів, відмінності між видами секції стосуються переважно розмірів стебел (50-100 см проти 20-40 см) й характеру суцвіть (розгалужені чи нерозгалужені), але також опушеності суцвіть (прості волоски чи принаймні частково кучеряві волоски) та тичинок (розсіяно опушені й без зубчиків при переході від широкої до вузької частини чи голі, переважно з зубчиками).

В секції *Aconitum* до складу підсекції *Aconitum* входить три види, з яких *A. firmum* й *A. nanum*, як і дві попередні пари видів, є екологічними вікаріантами: *A. firmum* (Рис. 3, 7) спорадично зростає переважно у верхньому лісовому поясі, *A. nanum* (Рис. 3, 8) зрідка зустрічається в субальпійському поясі (хребти Чорногора, Горгани, Свидовець). Види близькі за низкою ознак більшості органів й розрізняються за висотою шолома й формою (зігнутий чи майже прямий) та розмірами (1-2 мм чи менше 1 мм) його носика, формою бічних чашолистків (округло-трикутні та асиметричні чи округлі), особливостями форми та опушення тичинок (наявність у *A. firmum* дрібних зубчиків на голих нитках та відсутність зубчиків на опушених нитках у *A. nanum*), формою плодолистків (видовжено-яйцеподібні та ребристі чи веретеноподібні).

Aconitum bukovinense (Рис. 3, 6) відрізняється від щойно розглянутих видів підсекції трироздільними стебловими листками (проти трійчато-пальчато-розсічених), світлим кольором оцвітини й завжди опушеними тичинками та плодолисками.

Крім того, шолом верхнього чашолистка рослин *A. bukovinense* голий й з коротким (менше 1 мм завдовжки) невивнутим носиком (у *A. firmum* шолом з носиком, загнутим донизу, 1-2 мм завдовжки), нектарники з дугоподібними нігтиками, розсіяно опушеними довгими волосками (у *A. firmum* з прямими голими нігтиками). До цього ще слід додати, що у флорі України це дуже рідка гірська рослина, відома з Буковинських Карпат (Чернівецька область, Чивчини), яку ми вивчали лише в гербарії, у той час як переважна більшість гербарних зразків цього виду з Чорногори, Свидівця й Мармароша має майже голі стебла й листки та голі тичинки й плодолистки, тому має відноситися до *A. firmum*.

Ми не включили до списку видів й відповідно до ключа *A. romanicum* Woloszcz., описаний з високогір'я Карпат на території Румунії й наведений для української частини Карпат

О.Д. Віслюкіною (Віслюкіна, 1953), у зв'язку з обмеженими гербарними матеріалами й дискусійним статусом цього таксону. Зокрема, автори сучасних обробок роду (Ворошилов, 1990; Цвелев, 1996; Цвелев, 2001) вважають його синонімом

A. nanum (= *A. tauricum*), й М.М. Цвельов (Цвелев, 1996; Цвелев, 2001) аргументує свою думку тим, що суттєві ознаки типових зразків цих видів майже тотожні.

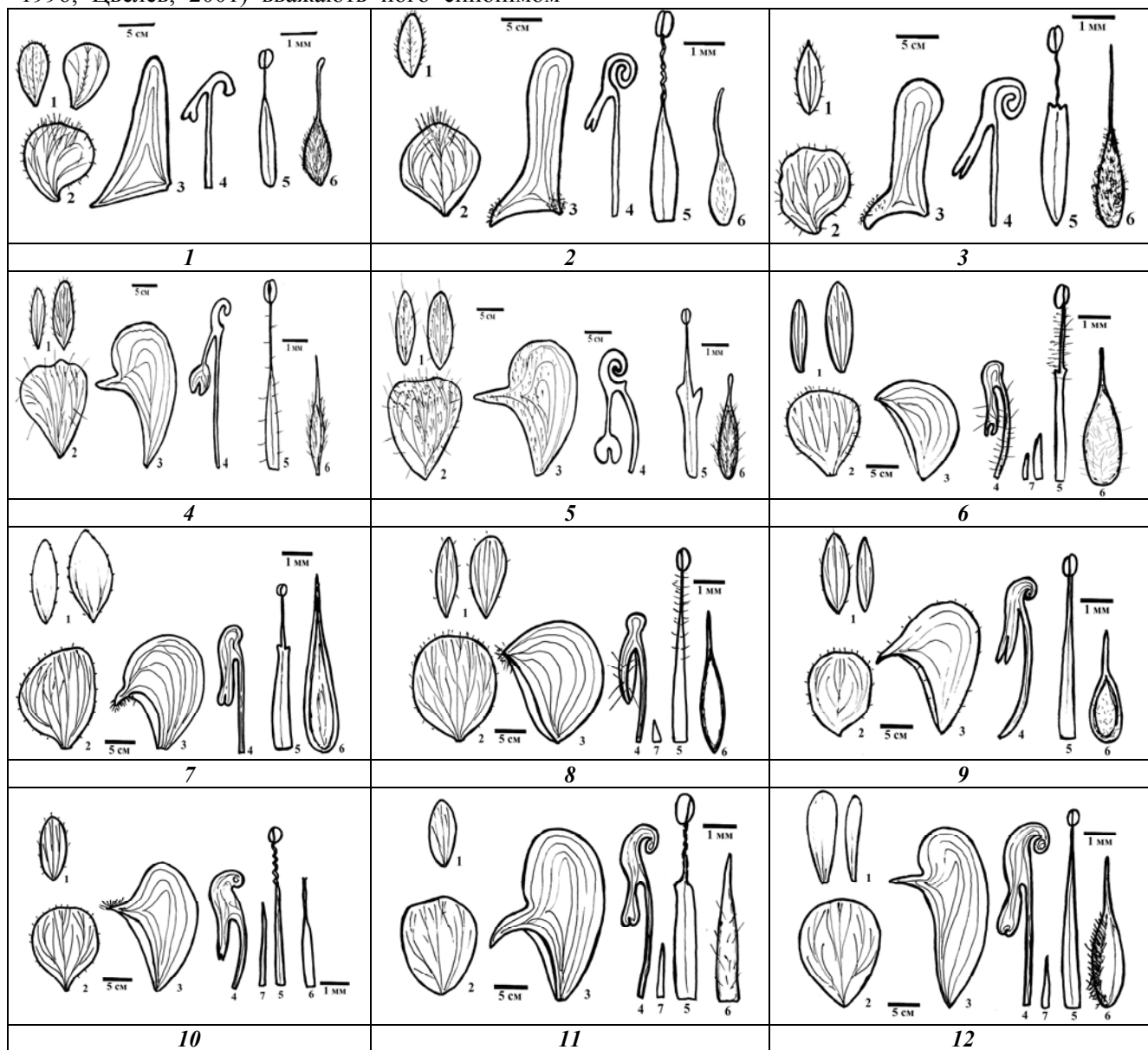


Рис. 3. Елементи квітки видів роду *Aconitum* Українських Карпат:

1 – *A. besserianum* (Івано-Франківська обл., Рогатинський р-н, между с. Липовкой и г. Рогатином, дубово-грабовый лес, 27 VII 1974, Заверуха); 2 – *A. moldavicum* (Закарпатская обл., с. Ясиня, ур. Черная Тиса, лес, 29 VIII 1975, С. Зиман); 3 – *A. hosteanum* (Закарпатська обл., Волівецький р-н, г. Пікуй, кам'янистий схил, 21 VII 1955, Чопик); 4 – *A. anthora* (Івано-Франківська обл., Тлумачський р-н, с. Хотимир, г. Зелена, карстовые воронки, 28 VII 1977, Шеляг-Сосонко, Дидух); 5 – *A. jaguinii* (Івано-Франківська обл., Верховинський р-н, г. Товста, на луках, 12 VIII 2004, Коротченко, Чорней та ін.); 6 – *A. bicorninense* (*A. firmum* Reichenb. Закарпатська обл., Воловецький р-н, с. Щербовець, г. Пікуй, півд. скелястий схил, під вершиною, 23 VII 1956, В. Чопик, N. cr.: *A. bicorninense* – С. Морозюк, 27 VIII 1975; N. cr.: *A. bicorninense* – Mitka, 22.05.2006); 7 – *A. firmum* (*A. firmum* Закарпатська обл., хр. Черногора, г. Петрос, скелі, 10 VII 1953, Комендар; N. cr.: *A. firmum* – Заверуха, 17 IX 1979; *A. firmum* – S. Ziman, 10 XI 2004; *A. chornohorensse* (Zapal.) Mitka – Новиков, 17.02.2010); 8 – *A. tauricum* (*A. nanum* Івано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, окр. г. Ворохта, под вершиною г. Туркул, 1900 м.н.р.м., скелі, 27 VII 1978, Зиман); 9 – *A. degenii* (*A. rapiculatum* Lam. Черновицька обл., Чивчино-Гринявські гори, хр. Чорний Діл, г. Великий Камінь, в ялиновому лісі, 1400 м.н.р.м., 27 VII 1968, Сб. Чопик, Орнст. Опр. С. Морозюк, N. cr.: *A. degenii* – S. Ziman, 15 II 2004; *A. degenii* subsp. *degenii* – Mitka, 22.05.2006); 10 – *A. prutense* (*A. rapiculatum* Lam. Львівська обл., Турківський р-н, верхів'я р. Стрий, долина річки Гуснівка, в чагарнику, 24 VII 1986, Вайнагіт. N. cr.: *A. prutense* – Зиман, II 2004 (голі суцвіття); 11 – *A. gracile* (*A. gracile* Закарпатська обл., с. Ясиня, у хвойному лісі, 25 X 1974, Зиман); 12 – *A. variegatum* (*A. variegatum* Івано-Франківська обл., Яремчанський р-н, с. Ворохта, схили г. Пожижевська, берег струмка, на галявині хвойного лісу, 29 VII 1978, Зиман); (1 – нижнє чашолистки; 2 – бокові чашолистки; 3 – шолом; 4 – пелюстка-нектарник; 5 – тичинка; 6 – плодolistик; 7 – стамінодій).

Згідно з результатами нашого критичного перегляду гербарних матеріалів рослин цієї групи, *A. romanicum* відрізняється від *A. nanum* більшою висотою шолома (20-25 мм проти 18-20 мм), його випнутим прямим голим носиком, видовженою нижньою частиною, голими шоломом і нектарником (з зігнутою шпоркою), також хвилястими краями бічних чашолистків. Тому є підстава для визнання *A. romanicum* як виду, з наголосом на необхідності звернути особливу увагу на високогірні вікаріанти *A. firmum*.

Підсекція *Cammarum* складається у флорі Українських Карпат з чотирьох видів, визнаних М.М. Цвельовим.

Aconitum variegatum (Рис. 3, 12) й *A. gracile* (Рис. 3, 11) – дуже близькі види, у яких багато спільних ознак, у тому числі вегетативних органів, також квітки (форма шолома верхнього чашолистка, бічних та нижніх чашолистків, також нектарників). Проте, у *A. variegatum* шолом і бічні чашолистки трохи крупніші (висота шолома в два рази перевищує ширину проти майже однакової висоти і ширини у *A. gracile*). Тим часом у *A. gracile* носик шолома помітно відігнутий до низу, тичинкові нитки у нижній частині стрічкоподібні, у верхній спірально закручені, а плодолистки дуже розсіяно опушені (у *A. variegatum* носик перпендикулярний шолому, тичинкові нитки гладенькі й поступово звужені до верхівки, плодолистки густо опушені). *Aconitum variegatum* диз'юнктивно поширений у Лісостепу та Карпатах і є галявинно-лісовим видом, у той час як *A. gracile* має вузький ареал й зростає у лісах лише у Карпатах. М.М. Цвельов (Цвелев, 1996) сумнівається у видовому статусі *A. gracile*, який був виділений з *A. variegatum* як підвид (Gayet, 1988), й ми підтримуємо ці сумніви, так само як підтримуємо даного автора у тому, що навряд чи у флорі Українських Карпат наявний *A. paniculatum* Lam.

Замість останнього тут у середньому лісовому поясі спорадично зростає *A. degenii* (Рис. 3, 9) (виділений з *A. paniculatum* у якості підвида). Його рослини неодноразово збирались на Чорногорі, Чивчинах та інших гірських масивах й за багатьма ознаками (у тому числі форми шолома й бічних чашолистків та короткої, ледве зігнутої шпорки нектарників), також суттєвими біоморфологічними ознаками (короткі міжвузля між парними бульбами, в межах 10-30 мм) вони близькі до рослин гірсько-лісового *A. firmum*. Відмінності полягають у більш світлій оцвітінні, опушенні чашолистків короткими притиснутими волосками (у *A. firmum* чашолистки з поодинокими довгими відстовбурченими волосками), відсутності на тичинкових нитках зубчиків, розсіяно опушених плодолистках (у *A. firmum* голі).

Безперечно, цей таксон потребує більш детального дослідження.

Вважаємо недостатньо вивченими також лісові рослини, які у флорі Українських Карпат відносяться до *A. prutense* (Рис. 3, 10). Цей вид, як і *A. degenii*, виділений з складу *A. paniculatum*, тобто, як і попередній вид, має входити до складу підсекції *Cammarum*, й наявність у рослин не головчастих шпорок та парних бульб, з'єднаних горизонтальними міжвузлями 10-30 мм завдовжки, відповідає ознакам цієї підсекції. *Aconitum prutense* найбільш близький до *A. gracile*, у тому числі за формою і розмірами шолома, його порівняно довгого перпендикулярного носика, бічних чашолистків та спірально закрученими тичинковими нитками й відрізняється від останнього опушеним носиком шолома та голими плодолистками.

З флори Українських Карпат, зокрема, зі схилів хребта Чорногора в районі біостанціонара Інституту екології Карпат НАН України, було описано два види, *A. kostyschinii* Rudenko й *A. czopikianum* Rudenko, близькі до *A. variegatum*, які М.М. Цвельов (Цвелев, 2001) цілком слушно розглядає як «nomen invalidum». Рослини даних таксонів, у тому числі їх типи, в гербарії Інституту ботаніки НАН України, відсутні. В результаті порівняння їх описів (Руденко, 1986) з характеристикою *A. variegatum*, складеною нами на підставі критичного перегляду численних гербарних матеріалів, у тому числі зразків, зібраних В.Г. Кияком поблизу Пожижевської, звідки були взяті рослини для опису нових видів, ми не виявили суттєвих відмінностей між вихідним видом й новими таксонами, крім наявності кучерявих чи залозистих волосків на осі суцвіть та квітконіжок (як у *A. jacquinii* з секції *Anthora*), більш чи менш опушених тичинок й 5 плодолистків у *A. kostyschinii* (як в секції *Anthora*) та 3-4 плодолистків у *A. czopikianum*. Тим часом у видів секції *Aconitum*, до якої належить *A. variegatum*, плодолистків завжди 3, а залозисте опушення суцвіть та опушені тичинки наявні тільки у *A. podolicum*, у Карпатах відсутнього. Крім того, для обох видів задекларовані пазушні суцвіття, у межах роду *Aconitum* теж відсутні, та ланцюжкоподібні кореневища, наявні лише у видів середньоазіатської секції *Catenata* Steinb. Дослідження не будуть отримані додаткові популяційні збори з «locus classicae» обох спірних таксонів, у нас немає підстав для визнання чи закриття вищезгаданих видів.

Ми звернули увагу на те, що більшість видів з секції *Aconitum* мають асиметричні бічні чашолистки, тільки квітки *A. gracile*, *A. romanicum* і *A. tauricum* з бічними чашолистками симетричної форми. Для більшої частини видів з обох підсекцій

цій (*A. bucovinense*, *A. degenii*, *A. firmum*, *A. gracile*, *A. tauricum*, *A. variegatum*) нами була відмічена наявність диморфних нижніх чашолистків (один з них ширший і крупніший, інший вузкий і дрібніший, часто з загостреною верхівкою). На цю ознаку у *A. bucovinense* нещодавно звернув увагу А.В. Новіков.

Список літератури:

- Вісюліна О.Д. Акони́т – *Aconitum* L. // Флора УРСР. Т. 5. – Київ: Вид-во АН УРСР, 1953. – С. 56-70.
- Ворошилов В.Н. Европейские виды рода *Aconitum* L. // Бюлл. Гл. бот. сада. – Вып. 158. – М.: Наука, 1990. – С. 36-41.
- Зиман С.Н. Морфология и филогения семейства лютиковых. – К.: Наук. думка, 1985. – 248 с.
- Зиман С.М. Порівняльна морфологія та філогенія роду *Aconitum* L. (родина Ranunculaceae Juss.) // Укр. бот. журн. – 40, 2. – 1983. – С. 112-117.
- Руденко С.С., Стефанік В.И., Савицкий В.Д. Новые материалы к изучению рода *Aconitum* L. на Украине // Фл. и Раст. Укр. – 1986. – С. 108-109.
- Савицкий В.Д. Морфология, классификация и эволюция пыльцы семейства лютиковых. – К.: Наук. думка, 1982. – 122 с.
- Серебрякова Т.И., Полинцева Н.А. Ритм развития побегов и эволюция жизненных форм в роде *Aconitum* // Бюлл. Моск. О-ва испыт. природы. Отд. биол. – 79, вып. 5. – 1974. – С. 112-127.
- Цвелев Н.Н. О некоторых родах семейства лютиковых (Ranunculaceae) в Восточной Европе // Бот. журн. – 81, № 12. – 1996. – С. 112-122.
- Цвелев Н.Н. Род *Aconitum* L. // Фл. Вост. Европы. Т. 10. – Санкт-Петербург: Мир и семья, 2001. – С. 55-66.
- Червона книга України. Рослинний світ. Ред. Я.П.Дідух. Київ, Глобалконсалтинг. – 2009. – 911 с.
- Штейнберг Е.И. *Aconitum* L. // Флора СССР. Т. 7. – 1937. – С. 183-236.
- Brink D.T., Woods J.A. *Aconitum* L. // Flora of North America. – Vol. 3. – New York: Oxford Univ. – 1997. – P. 191-195.
- Csapody V. Keimungsbestimmungsbuch der Dicotyledonen. – Budapest: Acad. Kiado, 1968. – 286 s.
- Decamps Odille. Ontogenese des Renonculacees essai d'utilisation de methodes quantitatives. – Toulouse, 1976. – 311 p.
- DeCandolle A.P. Ranunculaceae // Prodromus Systematic naturalis Regni vegetabilis. – Parisiis. Vol. 1 – 1824. – P. 45-46.
- Aconitum* // Flora Slovenska (edit. J. Futak). – III. – Bratislava: VEDA, 1982. – P. 76-97.
- Gayer G. Vorarbeiten zu einer Monographie der europäischen *Aconitum*-Arten. V. Sectio *Lycocotum*. // Mag. Bot. Lapok. – 8. – 1909. – P. 310-327.
- Kosuge K., Tamura M. Morphology of the petals in *Aconitum* // Bot. Mag. Tokyo. – Vol. 101. – 1988. – P. 223-237.
- Kumazawa M. Pollen grains morphology in *Ranunculaceae*, *Lardibasalaceae* and *Berberidaceae*. // Jap. J. Bot. – 8, N 1. 1936. – P. 19-46.
- Lascombes S. Germination and development of plants of *Aconitum napellus*. // Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse. – 92, N 1/2. – 1957. – P. 117-122.
- Lauener L., Tamura M. A synopsis of *Aconitum* subgenus *Paraconitum* // Not. Roy. Bot. Gard. Edinburgh. – 25, N 1. – 1963. P. 11-124.
- Li Liangqian, Kadota Y. *Aconitum* L. // Flora of China. Vol. 6. – Beijing & St. Louis: Sci. Press & Missouri Bot. Gard. – 2001. – P. 149-222.
- Markowski O. Obserwacje nad wegetatywnym rozmnozaniem *Aconitum variegatum* // Badania fizio-gr. Pol. zach. – 25. – 1972 – P. 185-188.
- Mitka J. The genus *Aconitum* L. (Ranunculaceae) in Poland and adjacent countries: a fenetic-geographic study. – Krakow: Inst. Bot. Jagiell. Univ., 2003. – 204 p.
- Rapaics R. A sisakviragnemzetseg rendszere. Systema *Aconiti* generis. // Noven. Kozl. – 6, 5. – 1907. – P. 137-176.
- Schur J. F. Enumeratio Plantarum Transsilvaniae. – Vindobonae, 1866. – 984 p.
- Stapf O. The *Aconites* of India. A monograph // Ann. Roy. Bot. Gard. Calcutta. – 10, pt. 2. – 1905. P. 115-197.
- Tamura M. Morphology, ecology and phylogeny of the *Ranunculaceae* // Sci. Repts (Jap.). – 15, N 1 – 1966. – P. 13-35.
- Tamura M. A new classification of the family *Ranunculaceae*. 1. // Acta Phytotax. Geobot. – 41. – 1990. – P. 93-101.
- Tamura M., Lauener L.A. A synopsis of *Aconitum* subgenus *Lycocotum*. II. // Not. Roy. Bot. Gard. Edinb. – 37. – 1979. – P. 431-466.
- Tutin T.G. *Aconitum* L. // Flora Europaea. Vol. 1. – Oxford: Univ. Press, 1964. – P. 211-213.

GENUS *ACONITUM* L. (RANUNCULACEAE JUSS.) WITHIN THE FLORA OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS: COMPARATIVE-MORPHOLOGICAL AND TAXONOMIC STUDY

S.M. Ziman, O.V. Bulakh

As a result of the long-standing comparative-morphological study of *Aconitum* species within the flora of the Ukrainian Carpathians, we realized the examination of their essential morphological characters, and finally we specified the taxonomic state of 12 *Aconitum* species, we also elaborated the key for their determination.

Key words: comparative morphology, taxonomy, genus *Aconitum*, flora of the Ukrainian Carpathians

Одержано редколегією 08.08.2011 р

THE ROLE OF RIVER CORRIDORS FOR PLANTS DISPERSAL

B. H. PROTS¹, O. S. OMELCHUK¹, P. M. VAN BODEGOM²

¹State Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine, Teatralna Str., 18, Lviv 79008, Ukraine

²Institute of Ecological Science, Department of Systems Ecology, de Boelelaan 1085, HV Amsterdam 1081, The Netherlands

*At present the processes of plant distribution along the river corridors are not well studied. Based on the analysis of incorporated pilot areas we have noted 45 species of plants, which vegetative propagulas were successfully transported by means of water flows. In the studied seed bank of floodplain areas we have identified 34 species of plants, four of those are the diagnostic species of coastal plant communities, in particular *Salix fragilis*, *Agrostis stolonifera*, *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*. Based on the results, the coefficient of identity for species found in the seeds, vegetative diaspores and plant groups is very low in each of the groups. It is noted that the impact on the local structure of floodplain plant communities of hydrochoric dispersal way of plant species diaspores is negligible. It was statistically proven the critical importance of these natural conditions for the formation of floodplain communities.*

Key words: river corridors, plant dispersal, protection, the Carpathians.

Introduction. Rivers form the most important natural corridors through the landscape (Forman, Godron, 1986). Riparian zones are the interfaces between terrestrial and aquatic ecosystems and play a key role in their functioning. As ecotones, they encompass sharp gradients of environmental factors, ecological processes, and plant communities. The riparian zones have important impact on sustaining rich biota. In particular, the riparian zones are considered hotspots of species diversity (Naiman et al., 1988; Naiman et al., 1993). In many regions of the world the occurrence of certain vascular plant species is restricted to river corridors. Therefore, river corridors are considered to be important pathways for plant dispersal throughout the landscape (Kalamees & Zobel, 2002).

Understanding the mechanisms dispersal of organisms between landscape elements is a growing branch of ecology (Forman, Godron, 1986). This knowledge can also be necessary for conservation of native ecosystems: in terms of function, corridors may act as important components of a regional conservation system, by retaining important species or providing representative examples of native vegetation types that complement those in the reserves.

But up to now just few studies showed the importance of dispersal by water for plant community organisation (Andersson et al., 2000; Gurnell et al., 2008; Johansson et al., 1996). In these researches was studied the interactions between floating ability, floating time and floating distance along river. But has not yet been shown, whether differences in floating ability among plant species influence the composition of riparian flora. Indeed, these studies experimentally proved that a lot of plant species can be distributed by flood, but they didn't take into consideration that just small number of diaspores, which are disseminated, than would be implemented in

plants community. That is why interdependence between species composition in diaspores and plants vegetation composition need more study.

The aim of our study was to show a role of long-term plants dispersal by flood for riparian community organisation. We hypothesized that composition of species in the established vegetation from mountain plots are positively related to the composition of species in diaspores downstream. We also expect positive pattern between frequency of species in vegetation community and abundance in diaspores.

Methodology. The study objects are plants communities of floodplain ecosystems of the Transcarpathia. This study was carried out within the floodplain ecosystems of Ukrainian Transcarpathia (Zakarpatska province; neighboring Hungary, Slovakia, Romania and Poland). This territory has a total area of 12,800 km² and is located in the Carpathian Mountains region of the western Ukraine. The region's climate is moderate and continental with about 700–1500 mm of rainfall per year. The average temperature in summer is +21 °C and –4 °C in winter (Поп, 2003; Природні багатства..., 1987).

Uzh and Latorytsia were chosen in our research as two bigger rivers with similar environment conditions. Uzh is 133 km long (112 km from them - on territory of Ukraine), the basin square is 2750 km²; Latorytsia is 188 km long (156.6 km on territory of Ukraine), the basin square is 7680 km². Both rivers take the source in the high Carpathian Mountains crossing the area of Volcanic mountains and the lowland. The strong and spontaneous floods, up to 8-10 per year (normally caused in March-August by pouring rains), which promote the formation of considerable difference between a steep rise and following falling water levels, are special feature of rivers regime.

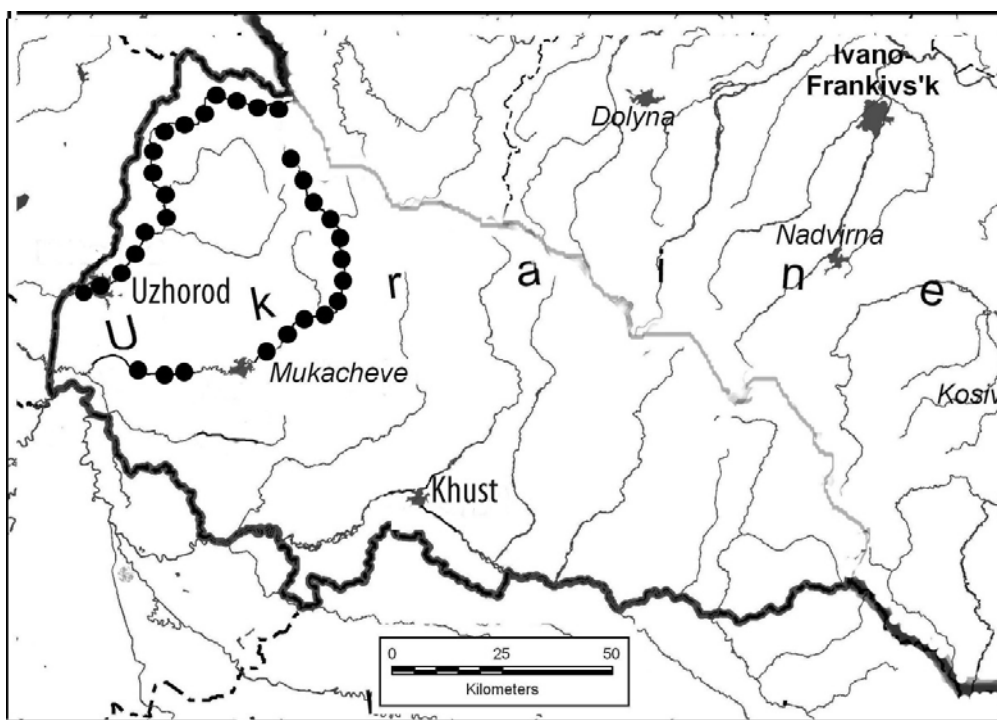


Fig.1. Location the sampling plots along Uzh and Latorytsia rivers of the Transcarpathia.

During the growing season, the water level is highest in March-July and usually lowest in August-September (Анучин, Спиридоров, 1947).

It has been established 31 sampling plots (16 along Uzh and 15 along Latorytsia). They are located in three different zones - high mountains, volcanic mountains and lowland (Fig.1.). The sampling plots are situated on the river shore, inside of dam including all parts of where rivers dynamics are well supported.

A permanent vegetation plot of 200 m² was established at each sampling point. Vegetation stands (relevés) were taken during August 2010, using the Braun-Blanquet methodology (Braun-Blanquet, 1964). Additionally at each plot were calculated alive vegetative propagules. Seeds bank was measured using standard 6.9 cm diameter and 6.3 cm height metal cylinder (total volume is 235,46 sm³): cylinder was pressed in soil and then sample of soil and accumulated in it seeds were carefully dig up together with form. At each of the thirty one locations for elimination effect of local species composition on seeds deposition five sampling positions were established. The five samples from the same plot were mixed and one averaged sample of soil was prepared. All samples were sieved twice, through a 5 mm mesh and a 1 mm sieve, which was only little larger than the mean particle size of the sand.

The repeated measures of ANOVA were used to quantify the effects of different altitude zones (high mountain, volcanic mountain and lowland) and rivers location on ecological environment preference of

species. We compared altitude zones and rivers location as between-subject effect vs. preference to environment conditions for four groups of species, like (1) found among the seeds; (2) found among the vegetative propagulas; and (3) separately diagnostic species; and (4) other species in vegetation stand. As a next step, to compare ecological preference each of these four groups they were tested using exploratory data analysis for observation means and standard deviations. These tests were performed with SPSS version 17.0.

Results. The species identity found as diaspores (that can be dispersing by seeds or vegetative propagulas) and established in the vegetation stand is generally low (Table 1). But for groups of diagnostic and other species, which were tested separately (Table 2), similarity for diagnostic species in all tested cases is slightly better than for other species.

Table 1.
Identity between compositions of species found as vegetative propagulas or seeds and established vegetation using Jaccard similarity coefficient.

Species	Species in Propagulas	Species in Seeds	Species in Vegetation Stand
Species in Propagulas	1	0,048±0,013	0,101±0,014
Species in Seeds	0,048±0,013	1	0,054±0,006
Species in Vegetation Stand	0,101±0,014	0,054±0,006	1

Table 2.

Identity between compositions of species found as vegetative propagulas or seeds and established vegetation stands tested for diagnostic and other species using Jaccard similarity coefficient.

Species	Groups of species	Species in Propagulas	Species in Seeds	Species in Vegetation Stand
Species in Propagulas	Other species	1	0,011±0,006	0,076±0,017
	Diagnostic species	1	0,246±0,075	0,333±0,028
Species in Seeds	Other species	0,011±0,006	1	0,033±0,006
	Diagnostic species	0,246±0,075	1	0,233±0,030
Species in Vegetation Stand	Other species	0,076±0,017	0,033±0,006	1
	Diagnostic species	0,333±0,028	0,233±0,030	1

Table 3.

Identity between compositions of species found as vegetative propagulas or seeds and established vegetation stands tested separated for two rivers using Jaccard similarity coefficient.

Species	Rivers	Species in Propagulas	Species in Seeds	Species in Vegetation Stand
Species in Propagulas	Uzh	1	0,044±0,021	0,085±0,014
	Latorytsia	1	0,055±0,013	0,109±0,027
Species in Seeds	Uzh	0,044±0,021	1	0,044±0,007
	Latorytsia	0,055±0,013	1	0,065±0,010
Species in Vegetation Stand	Uzh	0,085±0,014	0,044±0,007	1
	Latorytsia	0,109±0,027	0,065±0,010	1

Similarity for two rivers doesn't show any significant difference between Uzh and Latorytsia (Table 3). What means that low similarity between species composition found in seed bank, vegetative propagules and established vegetation stands was caused not some local conditions, but does it general pattern?

The T-test for average between species composition in vegetation communities and seed bank for both groups, diagnostic ($P=0.186$; $r^2=0.004$) and other species ($P=0.653$; $r^2=-0.003$), shows negative pattern between species identity and distance (Table 4). Species composition between vegetation communities and vegetative propagules along rivers for diagnostic ($P=0.311$; $r^2<0.001$) and other species ($P=0.106$; $r^2=-0.017$), which were tested separately, also showed negative pattern with distance (Table 4).

It means that species which were found as diaspores in mountain region more similar to species in vegetation stands from neighboring plots than to species from lowland plots (Fig. 2). The same result shows T-test between species identity tested separately for Uzh and Latorytsia rivers, which shows that the species identity decreases with distance. It, perhaps, shows slight effect of distribution by river for community organisation but also can be explain by fact that similarity is generally low.

Discussion. Many studies indicated the high number of species distributed by water as vegetative propagulas. Skoglund (1989), for example, recorded 23 species in 14 drift samples from a lower river in

Sweden, Cellot et al. (1998) found 23 species in nine drift samples from a backwater of the river Rhône (France) (Kalamees & Zobel, 2002; Skoglund, 1990). In our research we calculated only alive parts of plants that were driven to the shore. In result, 78 species were found on 31 sampling plots as diaspores (45 species, as vegetative propagulas, and 53 species, as seeds; among them 14 species were presented in both groups).

Table 4.

Paired Two Sample t-test for average date of species identity between vegetation stands upstream and diaspores from downstream plots.

	Other species	Diagnostic species	Total
Species in Seeds	0,262756	0,014315	0,162071
Species in Propagulas	0,001473	0,001316	0,000731
Rivers	Uzh	Latorytsia	Total
Species in Seeds	0,410759	0,052336	0,162071
Species in Propagulas	0,002254	0,024277	0,000731

The species group of vegetative propagulas has included seven from nine species that were indentified in this study as diagnostic - *Salix fragilis*, *Salix purpurea*, *Salix xrubens*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Agrostis stolonifera*, *Phalaris arundinacia*, *Petasites hybridus*, *Bidens tripartita*.

The diaspores of *Agrostis stolonifera*, *Phalaris arundinacea*, *Salix sp.*, *Rumex sanguineus* and *Carex riparia* were the most abundant. They are common riparian plants and well present in above-ground vegetation.

On the sampling plots located along Latorytsia we found not numerous vegetative diaspores of two alien spontaneous species (*Armoracia rusticana*, *Bidens frondosa*) and invasive species, like *Solidago canadensis*, *Heracleum sosnowskyi* and *Helianthus tuberosus*.

As with the majority of other seed bank studies (except perhaps some agricultural weed research), observations of the above-ground vegetation in riparian systems are rarely found to be a good measure of the quality and quantity of seed in the soil beneath.

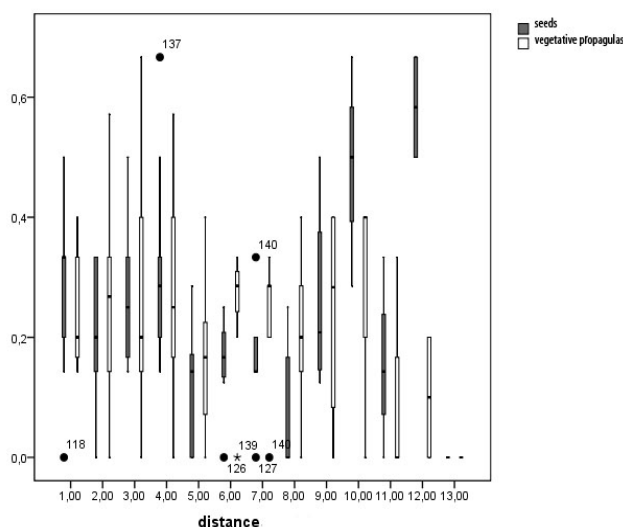


Fig.2. Pattern between species identity of vegetation stands and diaspores vs. distance tested for diagnostic species.

For example, Beismann et al. sampled riverside gravels and sands lying 0–50 cm and 50–250 cm, respectively, above water level along the upper River Rhine, Germany. They noted that the dominant vegetation species were not well-reflected in the underlying seed bank (Beismann et al., 1996).

In our study was showed the same pattern - comparing species compositions we indicated that only 19% of species presented in above-ground vegetation were found in the seed bank. Totally, studied seed bank contains 34 species, in particular four diagnostic species – *Salix fragilis*, *Agrostis stolonifera*, *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*. Like in case with vegetative propagules were found not numerous seeds of five invasive species: *Fraxinus pennsylvanica*, *Helianthus tuberosus*, *Impatiens glandulifera*, *Parthenocissus inserta*, *Solidago canadensis*.

On the other hand, 18 plant species that found in our studies as seeds weren't present in established

vegetation stands. Among them we recorded 6 alien spontaneous species. The water promotes seeds of agriculture plants in the far distance, where they can naturalize in native habitats. Their absence in established vegetation can be explain by fact that this kind of plants is not adapted for environment conditions of riparian habitats therefore they often not able to reproduce. Their abundance in vegetation stands is dependent on permanent production of new seeds. That fact can't explain low similarity between species composition in seed bank and species composition of vegetation stands.

Our results can be explained by existence of polychory, i.e. the dispersal of species' diaspores by multiple agents, which has been shown in literature (Naiman et al., 1988). In our research this pattern were showed for example, that the seeds of *Alnus incana* and *Fagus sylvatica*, which are classified as anemochorous were found as water-dispersed on sampling plots of lowland in far distance downstream from last location, where we recorded these species in vegetation stands.

In our research were showed fact of dispersal by water for *Bidens frondosa*, *Cornus sanguine*, *Sambucus nigra* and *Parthenocissus inserta*, which are well-known as zoochorous species. The same result was noted in other studies, like Boedeltje et al. (2003) indicated possibility of water-dispersal for *Callitriche* spp. and *Nuphar lutea*, of which endozoochorous dispersal is also known (Nilsson et al., 1991).

In our study, numerous diaspores, found as water dispersal belong to the species that don't have any adaptation to distribution by water, such as *Alnus incana*, *Agrostis stolonifera*, *Geranium molle*, *Polygonum mite*. Therefore, we indicated an effectiveness of water-dispersing by vegetative propagules and seeds for riparian plants as well as for plants, which are not adapted to hydrochory.

An advantage of water dispersal for terrestrial species with limited dispersal properties on land might be the possibility to realize a fast extension of their range, at least if safe sites can be reached.

Conclusions. In this study were shown the low identity of species found as diaspores (that can be dispersing by seeds or vegetative propagules) and established as vegetation stand, (what we agree with previous study), mentioned that it is the general pattern for riparian ecosystems.

Our results confirm the effectiveness distribution by flood for long-term dispersal of high number of species but also suppose that local species composition in vegetation stands is determinate by environment conditions and doesn't link with dispersal of diaspores along river corridors.

References

1. Andersson, E., Nilsson, C. and Johansson, M.E. 2000: Effects of river fragmentation on plant disper-

- sal and riparian flora. *Regulated Rivers: Research and Management* 16 (1), 83–89.
2. Beismann, H., J. Kollmann, A. Bogenreider, and T. Speck. 1996. Reconstruction of local vegetation patterns by seed bank analysis - results from three case studies in the Upper Rhine region, Germany. *Neues Jahrb. Geol. Paläontol. Abhandl* 202: 169–181.
 3. Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie*. 3rd ed. Vienna, Austria and New York: Springer-Verlag. 865p.
 4. Forman, R., Godron, M.. *Landscape ecology*. New York, NY, 1986, 619p.
 5. Ger Boedeltje, Jan P. Bakker, Renee M. Bekker, Jan M. van Groenendaal and Martin Soesbergen. Plant dispersal in a lowland stream in relation to occurrence and three specific life-history traits of the species in the species pool. *Journal of Ecology*, 2003. 91, pp. 855–866.
 6. Gurnell AM, Thompson K, Goodson JM, Moggridge H. 2008. Propagule deposition along river margins: linking hydrology and ecology. *Journal of Ecology* 96: 553–565.
 7. Hölzel, N., Otte, A., 2004. Assessing soil seed bank persistence in flood meadows: the search for reliable traits. *Journal of Vegetation Science* 15, 93–100.
 8. Johansson, M. E., C. Nilsson, and E. Nilsson. 1996. Do rivers function as corridors for plant dispersal? *Journal of Vegetation Science* 7: 593–598.
 9. Kalamees, R. & Zobel, M. 2002. The role of the seed bank in gap regeneration in a calcareous grassland community. *Ecology* 83: 1017–1025
 10. Malanson, G.P. 1993: *Riparian landscapes*. Cambridge : Cambridge University Press. 296 pp.
 11. Naiman RJ, D'écamps H, Pastor J, Johnston CA. 1988. The potential importance of boundaries to fluvial ecosystems. *J. North Am. Benth. Soc.* 7:289–306
 12. Naiman, R.J., Decamps, H., and Pollock, M. 1993, 'The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity', *Ecological Applications*, vol. 3 (2), pp. 209–12.
 13. Nilsson, C., Gardfjell, M. & Grelsson, G. 1991a. Importance of hydrochory in structuring plant communities along rivers. *Can. J. Bot.* 69: 2631–2633.
 14. Schneider, R.L. and Sharitz, R.R. 1986: Seed bank dynamics in a southeastern riverine swamp. *American Journal of Botany* 73 (7), 1022–30.
 15. Skoglund, S.J. 1990: Seed dispersing agents in two regularly flooded river sites. *Canadian Journal of Botany* 68, 754–60.
 16. Анучин В.А., Спиридов А.И. Закарпатская область. М.: Географиз, 1947
 17. Поп С.С. Природні ресурси Закарпаття. - Ужгород: ТОВ «Спектраль», 2003 – 296с.:іл.
 18. Природні багатства Закарпаття/[Кол. авт.; Упоряд. В.Л. Боднар] – Ужгород: Карпати, 1987.– 284с: іл.; 24 іл.

РОЛЬ РІЧКОВИХ КОРИДОРІВ У ПОШИРЕННІ ВИДІВ РОСЛИН

Б.Г. Проць, О.С. Омельчук., П. ван Бодегом

На сьогодні процеси поширення рослин вздовж річкових коридорів вивчені недостатньо. За результатами аналізу закладених пробних площ нами було відзначено 45 видів рослин, вегетативні пропагули яких, були успішно транспортовані при допомозі водних потоків. У досліджуваному банку насіння заплавних ділянок нами було виявлено 34 види рослин, з яких чотири є діагностичними видами прибережних рослинних угруповань, зокрема це *Salix fragilis*, *Agrostis stolonifera*, *Alnus incana* та *Alnus glutinosa*. За результатами досліджень, коефіцієнт ідентичності для видів знайдених у насінні, вегетативних діаспорах та у рослинному угрупованні є дуже низьким у кожній із груп. Зазначено, що вплив гідрохорного способу поширення діаспор видів рослин на локальну структуру заплавних рослинних угруповань є незначним. Статистично доведено критичну важливість природних умов для формування заплавних угруповань.

Ключові слова: річкові коридори, поширення рослин, охорона, Карпати.

Одержано редколегією 25.08.2011 р.

ІСТОРІЯ ТАКСОНОМІЇ ТРИБИ *BROMEAE* DUMORT. (*POACEAE*)

О.І. КРАСНЯК

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, м. Київ
вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна
syst.@botany.kiev.ua

Розглядаються основні проблеми таксономії триби *Bromeae* Dumort., а саме родів *Anisantha* K. Koch, *Bromopsis* (Dumort.) Fourr., *Bromus* L., *Ceratochloa* (Beauv.) Hackel, *Boissiera* Hochst. ex Steud., *Littledalea* Hemsl., *Nevskiella* V. Krecz. et Vved., *Stenofestuca* (Honda) Nakai та *Trisetobromus* Nevski, які також можуть бути віднесені до роду *Bromus* s.l.

Ключові слова: *Bromus*, *Bromeae*, *Poaceae*, таксономія

Таксономія триби *Bromeae* Dumort. бере свій початок від моменту описання К. Ліннеєм типового роду *Bromus* L., який на той час за своїм видовим наповненням був дуже гетерогенний. Автор виділив у межах роду 11 видів: *B. secalinus* L., *B. squarrosus* L., *B. purgans* L., *B. ciliatus* L., *B. sterilis* L., *B. arvensis* L., *B. tectorum* L., *B. hordeaceus* L., *B. giganteus* L., *B. pinnatus* L., *B. cristatus* L. Як видно з переліку, до роду *Bromus* були віднесені види з інших родів (у сучасному розумінні), а саме *Bromopsis* Fourr., *Agropyron* Gaertn. і *Festuca* L.

Переважає більшість авторів до часу описання триби *Bromeae* B.C.J. Dumortier (1823) відносили види «бромусів» до триби *Festuceae* Kunth (Neilreich, 1868; Lindemann, 1882; Boissier, 1884; Steudel, 1885; Bubani, 1901). Іноді це були досить довільні класифікації. Наприклад, Parlature (1848) у своїй системі описав два нових роди (*Serrafalcus* Parl. і *Bromus* Parl.), віднісши до першого з них види роду *Bromus* L. s. str., а до другого – решту відомих тоді видів цієї групи. Подібну комбінацію зробив P. Bubani (1901), який описав новий рід *Forasaccus* Bubani, куди відніс усі бромуси. У багатьох працях того часу таксони мали невизначений ранг і їх позначали, використовуючи різноманітні символи, букви або цифри. Досить часто вдається простежити тенденцію розподілу видів роду *Bromus* s.l. на групи, які відповідають сучасним класифікаціям (Lindeman, 1839; Ledebour, 1829; Reichenbach, 1850; Bentham & Hooker, 1883; Шмальгаузен, 1897; Ascherson & Graebner, 1901).

В оригіналі опису назва триби *Bromeae* мала написання "*Bromaceae*". Крім роду *Bromus* із 18-ма видами, сюди увійшли монотипний рід *Michelaria* Dumort., а також роди *Koeleria* Pers. і *Dactylis* L. В межах роду *Bromus* Dumortier виділив чотири секції: *Genea* Dumort., *Bromopsis* Dumort. (з двома видами – *B. giganteus* і *B. asper* L.), *Pnigma* Dumort. і *Bromium* Dumort.

Обсяг роду *Bromus* протягом усієї історії дослідження зазнавав суттєвих внутрішньородових

перебудов і комбінацій. Дотримання переважною більшістю дослідників ліннеєвської концепції об'єму таксона в широкому розумінні призвело до поступового збагачення роду *Bromus* видами. Це вимагало внутрішньородового структурування таксона на підроди і/або секції (Dumortier, 1823; Grisebach, 1844; Cosson, 1845; Koch, 1848; Ledebour, 1853; Grenier & Gordon, 1855; Steudel, 1855; Lindemann, 1882; Boissier, 1884; Hackel, 1890; Honda, 1930; Hitchcock, 1935; Введенский и др., 1934; Flora illustralis ..., 1959; Bor, 1970; Clayton & Renuoize 1986; Pillay & Hilu, 1990; Pavlick & Anderton, 2007). З часом деяким із цих таксонів надавався ранг роду у вузькому розумінні. Це призвело до того, що кількість родів у трибі стала невизначеною. Пріоритетні назви за Ph. Smith (1970) для таксонів кожного рангу наведені в таблиці 1.

Ph. Smith (1970) об'єднав усі дрібні роди в один рід – *Bromus* (табл. 1). *Bromus secalinus* L. був обраний ним як типовий (лектотип) для роду *Bromus* (у широкому розумінні). Як видно з таблиці, автор вважає за необхідне використовувати для одного з родів у вузькому розумінні назву "*Zerna* Panzer", куди відносились одно- і багаторічні види родів *Anisantha* і *Bromopsis* (Gray, 1821; Слюсаренко, 1970, 1972). Монограф секції *Genea* (або роду *Anisantha*) F. Sales (1993) не вважає за можливе вживати назву *Zerna* для цього таксона, оскільки, крім видів власне цієї секції, до його складу увійшли види секції *Pnigma* і роду *Festuca*. Серію номенклатурних комбінацій провів J. Holub (1973), який переніс багаторічні види *Zerna* до роду *Bromopsis*.

Повніше опрацювання триби здійснив М.М. Цвельов, який навів у межах триби дев'ять родів: *Anisantha* K. Koch, *Bromopsis* (Dumort.) Fourr., *Bromus* s.str., *Ceratochloa* (Beauv.) Hackel, *Boissiera* Hochst. ex Steud., *Littledalea* Hemsl., *Nevskiella* V. Krecz. et Vved., *Stenofestuca* (Honda) Nakai та *Trisetobromus* Nevski (Цвелев, 1987; Tzvelev, 1989).

Таблиця 1.

Внутрішньородова таксономія роду *Bromus* s.l.

Секція	Підрід	Рід	Структура роду <i>Bromus</i> за Smith (1970)
<i>Bromus</i>	<i>Bromus</i>	<i>Bromus</i>	Sect. <i>Bromus</i>
<i>Libertia</i> Weihe ex Koch	<i>Libertia</i> Weihe ex Koch	<i>Michelaria</i> Dumort.	
<i>Triniusia</i> (Steud.) Nevski	<i>Triniusia</i> (Steud.) Péntzes	<i>Triniusia</i> Steud.	
-	-	<i>Boissiera</i> Hochst. ex Steud.	
<i>Genea</i> Dumort.	<i>Stenobromus</i> (Griseb.) Hackel	<i>Anisantha</i> C. Koch	Sect. <i>Genea</i> Dumort.
<i>Pnigma</i> Dumort.	<i>Festucoides</i> (Coss. et Dur.) Hackel	<i>Zerna</i> Panzer	Sect. <i>Pnigma</i> Dumort.
<i>Ceratochloa</i> (Beauv.) Griseb.	<i>Ceratochloa</i> (Beauv.) Hackel	<i>Ceratochloa</i> Beauv.	Sect. <i>Ceratochloa</i> (Beauv.) Griseb.
<i>Nevskiella</i> (V. Krecz. et Vved.) Tournay	<i>Nevskiella</i> V. Krecz. et Vved.	<i>Nevskiella</i> V. Krecz. et Vved.	Sect. <i>Nevskiella</i> (V. Krecz. et Vved.) Tournay
<i>Neobromus</i> (Shear) Hitchc.	<i>Neobromus</i> Shear	<i>Trisetobromus</i> Nevski	Sect. <i>Neobromus</i> (Shear) Hitchc.

Місце деяких описаних у межах роду *Bromus* видів тривалий час залишалося нестійким. Це, зокрема, *B. megalachne* Pilger, який згодом був віднесений до нового роду *Megalachne* Steud. (триба "Avenaceae") (Steudel, 1855). Рішення про його остаточне утвердження у цьому роді прийняв Ph. Smith (1970). Самостійність роду *Megalachne* визнав також М.М. Цвельов (Цвелев, 1987), який відніс його до триби *Poeae*. Протилежних за напрямком класифікаційних перебудов зазнали рід *Anisantha* з єдиним на той час видом *A. pontica* K. Koch, який був описаний у межах групи *Avenaceae* (Koch, 1848), а також вид *Biossiera squarrosa* Banks et Soland, що початково був описаний у межах роду *Pappophorum* Schreb. Один із родів триби *Bromeae* спочатку був описаний як підрід *Stenofestuca* Honda роду *Festuca* (Honda, 1930). Згодом йому було надано ранг роду.

Особливий інтерес становить рід *Littledalea*

(Hooker's Icon. Pl., 1896), який ботаніки визнавали спорідненим із родом *Bromus* (*Flora illustralis ...*, 1959; Цвелев, 1987; Clayton & Renuoize 1986; Liu Liang et al., 2008), проте з деякими зауваженнями щодо його певної морфологічної віддаленості і примітивності (Stebbins, 1981). Згідно із сучасними системами, рід *Littledalea* як окремий таксон входить до складу триби *Bromeae* (*Flora illustralis...*, 1959; Цвелев, 1976, 1987; Clayton & Renuoize 1986; Liu Liang, 2008) або, за молекулярними даними, виходить за її межі й займає сестринське положення до клади, утвореної трибами *Bromeae* і *Triticeae* (Davis & Soreng, 2007). Подібної невизначеності щодо положення зазнавав монотипний рід *Biossiera*, який у ранзі підроду чи секції відносили до роду *Bromus* або виключали з нього, тим часом решту видів триби *Bromeae* зазвичай відносили до роду *Bromus* (Bor, 1970).

Таблиця 2.

Структура триби *Bromeae* (Sarela et al., 2007)

Секції (Smith, 1970)	Підроди (Stebbins, 1981)	Роди (Цвелев, 1976)
<i>Bromopsis</i> Dumort. (as sect. <i>Pnigma</i> Dumort.)	<i>Festucaria</i> Gren. & Godr	<i>Bromopsis</i> (Dumort.) Fourr.
<i>Bromus</i>	<i>Bromus</i>	<i>Bromus</i>
<i>Triniusia</i> (Steud.) Nevski	<i>Triniusia</i> (Steud.) Penzes	<i>Triniusia</i> Steud.
<i>Boissiera</i> (Hochst, ex Steud.) P. M. Sm.	<i>Boissiera</i> nom. inval.	<i>Boissiera</i> Hochst, ex Steud.
<i>Ceratochloa</i> (P. Beauv.) Griseb.	<i>Ceratochloa</i> (P. Beauv.) Hack.	<i>Ceratochloa</i> P. Beauv.
<i>Genea</i> Dumort.	<i>Stenobromus</i> Hack.	<i>Anisantha</i> C. Koch
<i>Neobromus</i> (Shear) Hitchc.	<i>Neobromus</i> Shear	<i>Trisetobromus</i> Nevski
<i>Nevskiella</i> (Krecz. & Vved.) Tournay	<i>Nevskiella</i> (Krecz. & Vved.) Krecz. & Vved.	<i>Nevskiella</i> Krecz. & Vved.

Найбільш детальна система роду *Bromus* міститься у "Флорі СРСР" (Введенский и др., 1934), де для великих підродів наведені ряди: ser. *Secalinae* V. Krecz. et Vved., ser. *Macrantherae*

V. Krecz. et Vved., ser. *Squarrosae* V. Krecz. et Vved., ser. *Commutatae* V. Krecz. et Vved., ser. *Dolicholepides* V. Krecz. et Vved., ser. *Ambiguae* V. Krecz. et Vved., ser. *Macrostachyae* V. Krecz. et

Vved. (підрид *Bromus*) та ser. *Steriles* V. Krecz. et Vved., ser. *Rigentes* V. Krecz. et Vved., ser. *Rubentes* V. Krecz. et Vved., ser. *Sericeae* V. Krecz. et Vved. (підрид *Stenobromus* Griseb).

Отже, в результаті тривалого таксономічного опрацювання роду *Bromus* і близькоспоріднених таксонів склалася своєрідна концепція, яка являє собою два основні альтернативні підходи до розуміння обсягу роду *Bromus*: у широкому і у вузькому розумінні (Stebbins, 1981; Smith, 1970; Цвелев, 1976) (табл. 2).

Список літератури:

- Введенский А.И., Кречетович В.И., Невский С.А., Сочава В.Б. Костер – *Bromus* L. // Флора СССР. – Л.: Изд-во АН СССР, 1934. – Т.2. – С. 554 – 584.
- Слюсаренко Л.П. Костры (роды *Zerna* Panz., *Anisantha* C. Koch., *Bromus* L.) украинской флоры. Автореф. канд. дисс. – Харьков, 1970. – 17 с.
- Слюсаренко Л.П. Роды *Zerna* Panz., *Bromus* L. // Определитель высших растений Крыма. – Л.: Наука, 1972. – 550 с.
- Цвелёв Н. Н. Система злаков (*Poaceae*) и их эволюция // Комаровские чтения. – Л.: Наука. 1987. – Вып. 37. – 75 с.
- Цвелев Н.Н. Злаки СССР. – Л.: Наука, ЛО, 1976. – 788 с.
- Шмальгаузен И. Флора Средней и Южной России, Крыма и Северного Кавказа. – Киев: Типография Высочайше утвержд. Т-ва печатн. дела и торг. И.Н. Кушнерев и К^о в Москве, Киевское отделение, 1897. – Т.2. – XVI+752 с.
- Ascherson P. et Graebner P. Synopsis der mitteleuropäischen Flora. – Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1901. – Vol. 2. – V+795 S.
- Bentham G. et Hooker J.D. Genera plantarum. – London, 1883. – Vol.3 – Part.2. – XI+447-1258 p.
- Boissier E. Flora orientalis. – Genevae et Basileae, 1884. – Vol. 5. – 291 p.
- Bor N.L. Gramineae – *Bromeae* // Flora des Iranischen Hochlandes und der umrahmenden Gebirge: Persien, Afghanistan, Nord-Iraq, Azerbaidjan, Turkmenistan. – Graz: Akademische Verlagsanstalt, 1970. – P. 105 – 141.
- Bubani P. Flora Pyrenaea. – Mediolani: Ulricus Hoepli Editit, 1901. – Vol. 4. – 446+III+X p.
- Clayton W.D., Renvoize S. A. Genera graminum. Grasses of the world. // Kew Bull., Addit. – 1986. – Ser. 13. – 389 p.
- Cosson E. et Germain E. Flore descriptive et analytique des environs de Paris. – Paris, 1845. – Part.1 – LII+731 p.
- Davis J.I. & Soreng R.J. A preliminary phylogenetic analysis of the grass subfamily *Pooideae* (*Poaceae*), with attention to structural features of the plastid and nuclear genomes, including an intron loss in GBSSI // Aliso. – 2007. – 23. – P. 335 – 348.
- Dumortier B.C.J. Observations sur les Graminees de la flore Beligiques. – Tournay, 1823. – 153 p.+16 tab.
- Gray S.F. Natural arrangement of British plants. – London: Printed for Baldwin, Cradock, and Joy, Paternoster-Row, 1821. – Vol. 2. – viii+757 p.
- Grenier M., Gordon M. Flore de France. – Paris, 1855. – T. 3. – 779 p.
- Grisebach A. Spicilegium Florae rumelicae et bithynicae exhibens synopsis plantarum. – Brunsvigae: Prostat apud Fridericum Vieweg et filium, 1844. – Vol. 2. – 548 p.
- Hackel E. True grasses. – New-York: Henky Holt and Company, 1890. – viii+228 p.
- Hitchcock A.S. Manual of the grasses of the United States. – Washington: United States Government Printing Office, 1935 – 1040 p.
- Holub J. New names in phanerogame // Folia Geobot. et Phytotax. – 1973. – Vol. 8. – № 2. – P. 155 – 179.
- Honda M. Monographia Poacearum Japonicarum, *Bambusoideis* exclusis // Journal of the faculty of science Imperial University of Tokyo. – 1930. – Sect. 3, Botany. – Vol.3. – Part.1. – P. 54 – 55.
- Hooker's Icones Plantarum / Ed. W. T. Thiselton-Dyer. – London: Dulau & CO, 1895 – Vol. 5. – 211 p.
- Flora illustralis plantarum primarum Sinicarum. Gramineae / Ed. Keng Yi-Li. – Beijing: Academia Sinica Press, 1959. – lxxiv+1181 p.
- Koch K. Beiträge zu einer Flora des Orientes // Linnaea. Ein Journal für die Botanik in ihrem ganzen Umfange. – 1848. – Bd. 5. – P. 394 – 422.
- Ledebour C.F. Flora altaica. – Berolini: Typis Impensis G. Reimeri, 1829. – Vol. 1. – XXIV+440 p.
- Ledebour C.F. Flora rossica sive enumeratio plantarum in totius imperii rossici provinciis europaeis, asiaticis et americanis hucusque observatarum. – Stuttgartiae: Sumtibus Librariae E. Schweizerbart, 1853. – Vol. 4. – 16+741 p.
- Lindeman E. Flora der deutschen Ostseeprovinzen Esth-, Liv- und Kurland. – Mitau und Leipzig: Verlag von G. A. Reyher, 1839. – VI+390 p.
- Lindemann E. Flora chersonensis. – Odessae, 1882. – Vol. 2. – 371 p.
- Linnaei C. Species plantarum. – Holmiae, 1753. – T. 1. – 560 p.
- Liu Liang, Chen Shouliang, Zhu Guanghua, Ammann K. H., Phillips S. M. Tribe *Bromeae* // Flora of China. – Vol. 22. – P. 370 – 386. eFlorae (2008). Published on the Internet <http://www.efloras.org> [accessed 17 March 2011] Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA
- Nevski S.A. In Schedae ad Herbarium Florae Asiae Mediae // Acta Univ. Asiae Mediae – 1934. – Ser. VIIIb Botanica. – Fasc. 17. – P. 13 – 32.
- Neilreich A. Flora von Wien. – Wien: Friedrich Beck's Verlags - Buchhandlung, 1868. – Vol. 1. – XCII+706 S.
- Palisot de Beauvois A.-M.-F.-J. Essai d'une Nouvelle Agrostographie. – Paris, 1812. – lxxiv+182+19 p.+25 pl.
- Parlatore F. Flora Italiana. – Firenze: Tipografia le Monnier, 1848. – Vol. 1. – 568 p.
- Pavlick L.E., Anderton L.K. *Bromus* L., 2007, published in Barkworth et al. (eds.), Flora of North America vol. 24 <http://herbarium.usu.edu/webmanual/default.htm> (14.05.2010).

37. Presl C.B. Reliquiae Haenkeanae, seu, Descriptiones et icones plantarum. – Pragae, 1830. – T. 1. – xv+356 p.+XLVIII tab.
38. Reichenbach H.G.L. Agrostographia Germanica. – Leipzig: Bei Friedrich Hofmeister, 1850. – P. 41 – 45.
39. Sales F. Taxonomy and nomenclature of *Bromus* sect. *Genea* // *Edinb. J. Bot.* – 1993. – Vol. 50 (1). – P. 1 – 31.
40. Smith Ph.M. Taxonomy and nomenclature of the brome-grasses (*Bromus* L. s.l.) // *Notes from the Royal botanic garden.* – 1970. – 30. – P. 361 – 375.
41. Stebbins L.G. Chromosomes and evolution in the genus *Bromus* (*Gramineae*) // *Bot. Jahrb. Syst.* – 1981. – Vol. 102. – P. 359 – 379.
42. Steudel E.G. Synopsis Plantarum Glumacearum. – Stuttgartiae: J. B. Metzler, 1855. – P. 1. – VII+474 p.
43. Tzvelev N.N. The System of Grasses (*Poaceae*) and Their Evolution // *The Botanical Review.* – 1989. – Vol. 55 – P. 141 – 203.

HYSTORY OF TAXONOMY OF TRIBE *BROMEAE* DUMORT. (*POACEAE*)

O.I. Krasniak

*The history of taxonomy of the tribe Bromeae Dumort. were reviewed. There are two conceptions of the tribe, which can be monotypic or comprises nine genera: Anisantha K. Koch, Bromopsis (Dumort.) Fourr., Bromus L. s.str., Cera-
tochloa (Beauv.) Hackel, Boissiera Hochst. ex Steud., Littledalea Hemsl., Nevskiella V. Krecz. et Vved., Stenofestuca
(Honda) Nakai and Trisetobromus Nevski.*

Key words: Bromus, Bromeae, Poaceae, taxonomy

Одержано редколегією 20.06.2011 р.

ARNICA MONTANA L. В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ: ПОШИРЕННЯ, ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА РЕСУРСНА ХАРАКТЕРИСТИКА

В.М. МІНАРЧЕНКО, Т.Д. СОЛОМАХА, І.В.ВАНТЮХ

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

*Подані результати вивчення поширення, участі в фітоценозах *A. montana* на території Українських Карпат. Найвищі показники рясності *A. montana* відмічені на гірських луках і полонинах в діапазоні висоти 800-1400 м н.у.м. Ресурсне значення ценопопуляцій арніки гірської невисоке навіть в оптимальних еколого-ценотичних умовах. Рясність її в угрупованнях звичайно варіює в межах 5-1-%, щільність ν -g особин в середньому – 9-12 шт/м², генеративних пагонів – 2-3 шт/м². Встановлено, що ценопопуляції *A. montana* найбільше потерпають від антропогенного навантаження в радіусі 5 км від населених пунктів та в межах 1-3 км від місць літнього утримання овець та худоби. Приведені результати досліджень ресурсів *A. montana* для чотирьох адміністративних областей.*

*Ключові слова: Українські Карпати, *Arnica montana*, поширення, еколого-фітоценотичні особливості, ресурси.*

Вступ. Українські Карпати належать до природних регіонів України, де добре зберігся рослинний покрив. Флористичне та фітоценотичне різноманіття тут обумовлене, насамперед, значною неоднорідністю геологічної будови і рельєфу та обмеженим антропогенним впливом на екосистеми. Серед 2200 видів судинних рослин України, які характеризуються, як лікарські (Мінарченко, 2005), в Карпатах, Прикарпатті та Закарпатті загалом зростає більше 800 видів. З них для цілей традиційної медицини збирають сировину 170-200 видів природної флори, у т.ч. для офіційної медицини - близько 40.

Однією з найбільш відомих лікарських рослин Карпат є *Arnica montana*, цілющі властивості якої відомі в Європі ще з середньовіччя. Усестороннє вивчення *A. montana* у багатьох країнах є традиційно актуальним у зв'язку з великим попитом на її сировину та загрозою зникнення. У Європі вона представлена двома підвидами: *A. montana ssp. montana*, яка поширена в Скандинавії і Центральній Європі та *A. montana ssp. atlantica*, яка зростає на півдні Франції, Іспанії та в Португалії. У країнах Північної Європи арніка гірська поширена у гірських і рівнинних районах західної частини Данії, південно-західної частини Норвегії. Окремі локалітети є на півдні Швеції, де вона зростає у світлих хвойних лісах та на пустищах. Східна межа поширення арніки в Балтійському регіоні знаходиться на південному сході Литви (Asdal, 2005; Huck et al., 2005) у Білорусі вона доходить до Дніпра (Чырвоная книга БССР, 1981).

У північній та північно-східній частині ареалу *A. montana* представлена переважно низинним екотипом і зростає на узліссях та галявинах свіжих і сухих соснових лісів; у Центральній та За-

хідній Європі основні її локалітети пов'язані з гірськими луками в діапазоні висот 350-2700 м н.р.м., у південних широтах підіймається майже до 3 000 м н.р.м.

В Українських Карпатах східна межа значного поширення *A. montana* проходить від державного кордону поблизу Старого Самбора на південний схід вище Борислава, Делятина, Стівчато-ва, через Косів та Берегомет, а на південному-заході - від Великого Березного до Сваляви і Рахова. Відомі її ізольовані місцезнаходження поза цими межами (Кобів, 1993; Малиновський, 1991) особливо на Прикарпатті, однак багато з них не підтверджені дослідженнями останніх років, або характеризуються малою чисельністю особин та слабким насіннєвим поновленням. Аналіз опублікованих даних (Івашин, 1955; 1956; 1960; 1968; 1969; Комендар та ін., 1975; Кондратенко, 1953) та матеріалів власних досліджень свідчить про тенденцію зміщення меж значного поширення арніки на 20-50 км у бік гір, що передусім зумовлено втратою оселищ арніки на територіях з високим антропогенним навантаженням.

У горах основні місцезростання арніки пов'язані з лісовими луками і полонинами переважно від 500 до 2000 м н.р.м. (Кобів, 1992, 1993; Комендар, Гамор, 1977). Нижче цих висот її ценопопуляції частіше всього трапляються на Прикарпатті; вони характеризуються низькою життєвістю і малою чисельністю особин. З високою рясністю *A. montana* трапляється майже на всіх гірських хребтах і полонинах від початку хребтів Явірник, Великий Рожданів, Верховинський вододільний на північному заході до Чивчино-Гринявських гір на південному сході в діапазоні висот 800-1400 м н.р.м.

По всьому ареалу *A. montana* спостерігається тенденція до зменшення її популяцій внаслідок дигресії природних біотопів під впливом господарської діяльності людини та надмірного використання. Деякі вчені вважають, що однією з причин зникнення цього виду є збагачення (евтрофікація) його екотопів, в результаті зменшення рН ґрунту внаслідок вилугування лужних катіонів; а також слабкі конкурентні властивості (Asdal at al., 2006). Вид перебуває під загрозою зникнення і заборону використання в комерційних цілях з дикої природи у більшості європейських країн (Asdal, 2005; Asdal at al., 2006; Douglas at al., 2004; Huck at al., 2005; Foryska, 2008; Kathe, 2003). Так, *A. montana* розглядається як критично загрозливий вид у Бельгії, Боснії, Хорватії і Люксембурзі; перебуває під загрозою зникнення в Білорусі та Нідерландах; уразливий в Естонії, Німеччині, Латвії, Литві, Португалії та Румунії; статус загроженого має у Польщі, Данії та Норвегії. Причому в деяких країнах вид має одночасно різні статуси в окремих адміністративних районах. Обмежене використання *A. montana* з природного середовища має місце в Балканських країнах, Іспанії, Португалії, на півдні Франції (Douglas at al., 2004; Radusiene, 2004; Kathe, 2003). В більшості з названих країн здійснювались спроби культивування арніки, щоб зменшити навантаження на природні популяції, однак створення її плантацій в рівнинних регіонах є успішним лише в північних країнах. Причому в культурі показники урожайності *A. montana* на порядок вищі, ніж в природі, але дещо нижчі, ніж в широко культивованій *Arnica chamissonis* Less., однак вибагливість до умов середовища вища ніж в останньої (Sugier, 2006).

Європейські країни розробляють і впроваджують принципи невиснажливого використання та збереження *A. montana* в природному середовищі. Одним з найбільш оптимальних методів збереження цього виду в природі є регулювання використання та збереження його екотопів (оселищ) (Asdal, 2005; Asdal at al., 2006; Douglas at al., 2004; Huck at al., 2005; Foryska, 2008; Kathe, 2003).

Дослідженнями арніки гірської в Українських Карпатах займався багато вчених. Це обумовлено, з одного боку, популярністю арніки на міжнародному рівні, як природного джерела цілющих біологічно активних речовин, з іншого – вразливістю популяцій *A. montana* в умовах антропогенно-змінного середовища і необхідністю розробки заходів збереження. У 50-70-ті роки минулого століття основна увага приділялась вивченню поширення та ресурсного потенціалу арніки в Українських Карпатах. У 50-60-ті роки ресурси *A. montana* тут були достатні для щорічних заготівель в межах 10 т (Комендар, Гамор,

1977; Івашин, 1955; 1956; 1960;). Пізніше питаннями поширення та запасів лікарської сировини арніки в різних районах Карпат займалися: В.І. Комендар, Ф.Д. Гамор, Я.Д. Гладун (Гладун, 1981; Гладун, 1986; Гладун та ін., 1983; Гладун та ін., 1979; Гладун та ін., 1997; Комендар, Гамор, 1977). Уже в цих роботах відмічається формування стійкої тенденції до зменшення ресурсів її в Карпатах, як наслідок надмірного використання сировини *A. montana* та пасквального навантаження на фітоценози за її участю. Значна увага приділялась в цей період питанням інтродукції, біології, екології та раціонального використання арніки (Малиновський, 1991; Комендар, Гамор, 1977); вивченню насінневої продуктивності (Вайнагий, 1965; 1974; 1985); фенетичним та еколого-ценотичним дослідженням *A. montana* у Карпатах (Кобів, 1992; 1993).

Надмірне антропогенне навантаження на гірсько-лучні фітоценози Карпат, активний збір сировини *A. montana* з природних угруповань несли загрозу її популяціям і ресурсам, тому постало питання про необхідність охорони арніки на державному рівні. *A. montana* була занесена до другого видання Червоної книги України (Червона книга України, 1996). Зазначимо, що зменшення антропогенного навантаження (насамперед – пасовищного) на біотопи арніки, починаючи з 90-х років, та охоронний статус виду, обумовили розвиток відновних sukcesій лучної рослинності Гірських Карпат і, разом з тим, популяцій *A. montana*. У третє видання Червоної книги України (2009) *A. montana* не внесена, однак вона залишається під регіональною охороною і потребує дослідження сучасного стану популяцій та ресурсів для розробки дійових заходів збереження її біотопів та раціонального використання.

Матеріали та методи досліджень. В основу даної статті покладено матеріали, які отримані під час експедиційних досліджень у 2005-2009 рр. За цей період маршрутним методом було охоплено основні гірські масиви від північно-західного краю Східних Бескидів, Верховинського Вододільного (Гуснянського) хребта, полонин Рівної та Гострої на північному заході до Покутсько-Буковинських і Чивчино-Гринявських гір. Детальні популяційні та ресурсні дослідження *A. montana* здійснювались також в НПП „Сколівські Бескиди”, „Гуцульщина”, „Вишнівецький”, „Синевир”, Карпатський; природному заповіднику „Горгани”, Карпатському біосферному заповіднику. Ресурси визначались методом облікових площ та ділянок в угрупованнях, де проективне покриття арніки $\geq 5\%$ і площа ценопопуляції $> 0,5$ га. Розміри облікових площ варіювали в межах 10–25 м² при показниках проективного покриття $> 5\%$; у ви-

падках, коли проективне покриття складало до 5%, облікові площі іноді сягали 100 м². На облікових площах традиційно здійснювали геоботанічні описи з відміткою рясності супутніх видів; визначали щільність (кількість) особин арніки, генеративних пагонів, суцвіть на одиницю площі та щільність запасу сировини (суцвіть). Розташування облікових площ та ділянок з визначенням висоти над рівнем моря та координат, площу окремих полонин визначали приладом Magellan “eXplorist 500 LE” з використанням глобальної системи позиціонування (GPS) з похибкою 5–30 м. При опрацюванні польових матеріалів визначали середні показники щільності запасу сировини для досліджених ценопопуляцій, які були базовими для загальної оцінки ресурсів арніки методом екстраполяції.

Результати досліджень та їх обговорення. В Українських Карпатах *A. montana* зростає в лучних угрупованнях на схилах різної експозиції і крутості — від рівних ділянок до крутих схилів (30–35°). Основним лімітуючим екологічним чинником для арніки є ступінь зволоження та кислотність ґрунту. Оптимальними для її популяцій є бідні за вмістом гумусу, кислі, свіжі та вологі, добре дреновані ґрунти з постійним зволоженням (Кобів, 1992). Вона уникає тінистих, сухих екоотопів, не зростає на кальцинованих ґрунтах. В лісовому поясі часто присутня в екотонних угрупованнях, але ценотичного оптимуму її популяції досягають в умовах відсутності затінення у слабкозадернованих лучних угрупованнях.

В Українських Карпатах *A. montana* є факультативним компонентом низькозлаково-різнотравних угруповань середньо- і верхньолісової смуги, облігатним – субальпійських лук. Нами відмічені найбільші показники її рясності на післялісових луках та прилісових полонинах в діапазоні висот (800–1200 м н.р.м.). Серед досліджених 62 локалітетів арніки, де її ценопопуляції мали ресурсну значущість, 48 були пов’язані з

післялісовими луками та прилісовими полонинами в указаному діапазоні висот. У 50–70-ті роки найбільша чисельність особин арніки на післялісових луках відмічалась у межах 800–1400 м н.р.м. (Вайнагий, 1985; Івашин, 1956; 1969; Комендар, Гамор, 1977).

Угруповання за участю арніки гірської належать до союзів *Nardo-Agrostion tenuis* Sillinger 1933, *Vaccinion* Bocher 1943, *Agrostio-Festucion rubrae*, *Arrhenatherion* W. Koch 1926, *Potentillo-Nardion* Simon 1957. Найбільші показники рясності арніки відмічені в асоціаціях *Vaccinietum myrtilli* Szaf., Pawł., Kulcz. 1923, *Gladiolo-Agrostietum tenui* (Br.-Bl. 1930) Pawł. et Wall. 1949, *Hypochoerietum radicatae*, *Soldanello-Nardetum* Kricsfalusy et Malynovski 2000 та com. *Arnica montana-Nardus stricta* (*Arnicetum montanae* Iw. 1956). Флористично це не багаті гігромезофільні та мезогігрофільні мезо- та евтрофні злаково-різнотравні чи чагарничково-злакові угруповання. У наших описах у їх складі загалом зафіксовано понад 90 видів вищих рослин. Більше половини видів, які беруть участь у формуванні угруповань з *A. montana* характеризуються низькою константністю, тобто трапляються у невеликій кількості описів (менше 20%), у т.ч. лікарські рослини: *Hypericum perforatum* L., *Rumex alpinum* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Achillea millefolium*, *Polygonatum verticillatum* та ін. З константністю IV і вище (50–60% описів) в угрупованнях з *A. montana* трапляються: *Festuca rubra* L. s.l., *Nardus stricta* L., *Hypericum maculatum* Crantz, *Scorzonera rosea* Waldst. et Kit., *Anthoxanthum odoratum* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Potentilla erecta* (L.) Hampe, *Luzula multiflora*, *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea*. Крім того, арніка часто зростає в злаково-різнотравних угрупованнях рідколісся субальпійського поясу з *Juniperus sibirica* Burgsd., *Pinus mugo* Turra, *Duscheckia viridis* (Chaix) Opiz вздовж верхньої межі букових і смерекових лісів (табл. 1).

Таблиця 1.

Фітоценотична характеристика угруповань з *A. montana*

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Проективне покриття трав'яного ярусу, %	60	70	70	85	80	85	65	70	90	70	65	80	70	80
Проективне покриття мохово-лишайникового ярусу, %			30	15	30	5	10	5		20	30			
Номер синтаксону	1				2							3		
<i>Hypochoerietum radicatae</i>														
<i>Hypochoeris uniflora</i>	2	1	1	2	+	.	.	.	.	.	.			
com. <i>Arnica montana-Nardus stricta</i>														

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Arnica montana</i>	2	2	1	3	2	3	2	2	1	4	4	3	3	1
Soldanello-Nardetum														
<i>Soldanella hungarica</i>												+		+
D.s.cl. Calluno-Ulicetea														
<i>Nardus stricta</i>	5	1	1	4	4	3	4	4	5	5	2	3	3	4
<i>Potentilla erecta</i>	.	1	.	2	1	+	1	1	1	1	.	1	1	+
<i>Solidago virgaurea</i>	1	+	+	+	.	+	.	.	1	.	+			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	2	1	+	+	.	2	.	2	2	1			
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1	1	1	1	1	2	1	+	.	1	1			
<i>Gentiana asclepiadea</i>	.	+	1	.	+	.	2	+	+	+	2			
<i>Hieracium aurantiacum</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.			
<i>Luzula multiflora</i>	2	4	.	2	2	2	1	.	1	+	1			
<i>Melampyrum saxosum</i>	.	1	1	+	+	.	.	+	.	.	.			
<i>Homogyne alpina</i>	1	+	.	.	2	.	+	+	.	.	.			+
<i>Antennaria dioica</i>	.	1	.	.	.	.	1	.	.	3	.			
<i>Sieglingia decumbens</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.			
<i>Carex muricata</i>				+				+					1	
<i>Polygala vulgaris</i>		+		+		+	+			+	+			
<i>Danthonia decumbens</i>													1	+
D.s.Cl. Vaccinio-Piceetea														
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	2	2	.	.	1	.	.	.	2			
<i>Trientalis europaea</i>			+	1			+	+			+			
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.			
<i>Majanthemum bifolium</i>	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	+			
Bryophyta														
<i>Cladonia rangiferina</i>	.	.	2	+	.	1	2	+	.	3	1			
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	1	2	.	1	+	.	.	2			
<i>Polytrichum commune</i>	.	.	2	1	.	+	1	1	.	.	.			
<i>Cetraria islandica</i>	+			1	+		1				1			
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>			+		2						+			
D.s.Cl. Molinio-Arrhenatheretea														
<i>Festuca rubra</i>	1	.	2	.	1	1	1	1	1	.	1		+	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	+	.	1	+	.	2	+	+	1	+		
<i>A. alpinum</i>												1		+
<i>Centaurea phrygia</i>	.	+	.	.	.	+	1	+	.	+	.			
<i>Agrostis tenuis</i>	.	+	2	1	+	.	.	+	.	.	.			
<i>Deschampsia caespitosa</i>	+	+	+	.	+	.	1	1	+	.	1		+	
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+			
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	2			
<i>Trifolium alpestre</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+			
<i>Rhinanthus minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1			
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.			
Інші види:														
<i>Agrostis capillaris</i>			+				+				+			+

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Hypericum maculatum</i>	1	+	1	1	+	+	1	2	1	+	2			
<i>H. perforatum</i>		+		+		+								
<i>Gymnadenia conopsea</i>	+	+	.	+	.	.	.	+	+	+	1			
<i>Carlina acaulis</i>	+	.	.	+	.	1	.	+	.	1	1			
<i>Calamagrostis villosa</i>	.	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.			
<i>Alchemilla glabra</i>	.	+	.	+	.	+	+	.	.	+	+			
<i>Scorzonera rosea</i>	1	+	1	+	1	+	+	+	1	+	+		1	+
<i>Thymus pulegioides</i>	.	+	.	+	.	.	.	+	.	1	1			
<i>Phyteuma vagneri</i>	+	.	+	+	.	.	.	.	+	.	1			
<i>Campanula glomerata</i>	.	1	.	.	.	.	+	.	.	+	2			
<i>C. patula</i>	+				+			+	+		+			
<i>Astrantia major</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	1			
<i>Succisa pratensis</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.			
<i>Potentilla aurea</i>												1		1
<i>Pyrethrum corymbosum</i>	1	+	.	+	.	+	.	+	+	.	.			
<i>Achillea nobilis</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.			
<i>Polygonatum verticillatum</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.			
<i>Aposotis foetida</i>			+			+		+	+					
<i>Leucanthemum rotundifolium</i>	.	.	.	+	.	.	1	+	1	+	1			
<i>Cruciata glabra</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+			
<i>Viola declinata</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	1			
<i>V. dacica</i>		+					+							
<i>Veratrum lobelianum</i>			+			+			+					
<i>Rumex alpinus</i>												+		+
<i>Carex leporina</i>		+				+			+					
<i>Trollius europaeus</i>				+			+			+				

Види, що трапляються в одному описі: *Campanula persicifolia* [2] (+); *Carex pallescens* [2] (1); *Campanula trachelium* [4] (+); *Cetraria islandica* [4] (+); *Sphagnum girgensohnii* [5] (3); *Picea abies* [5] (+); *Plantago media* [6] (1); *Hieracium auricula* [7] (+); *H. umbellatum* [9] (+); *Veratrum album* [9] (+); *Genista tinctoria* [10] (+); *Duschekia viridis* [10] (+); *Botrychium lunaria* [11] (+); *Ranunculus polyanthemus* [11] (1); *Rumex acetosa* [11] (+); *Lilium martagon* [11] (+); *Betonica officinalis* [12] (+).

Описи виконано: 1 – Закарпатська обл., Рахівський р-н, Квасівське л-во, кв. 8, з-к „Тересянка”; 2 – Околиці м. Рахів, полонина г. Кобила; 3 – Великоберезнянський р-н, г. Кінчик, полонина; 4 – Івано-Франківська обл., Яремчанська міська рада, полонина Пожижевська; 5 – Надвірнянський р-н, ПЗ „Горгани”, полонина Верх Березний, 14 – Верховинський р-н, г. Менчул, сінокіс; 6 – Говерлянське л-во, ур. Бабина яма; 7 – Чернівецька обл., Путильський р-н, околиці с. Сарата; 8 – Вишнівський р-н, полонина Баньків, луки; 9 – НПП „Вишнівський”, ур. Волотів, лука, 12-13 – г. Чивчин, Чивчинський хр.; 10 – Львівська обл., Сколівський р-н, Сколівське л-во, кв.16; 11 – Дубинське л-во, кв.23.

Основні показники, які характеризують ресурсну значущість (стосовно суцвіть) її ценопопуляцій, це: проективне покриття, кількість генеративних пагонів і суцвіть на одиницю площі та середні показники маси одного суцвіття. Найвищі середні показники проективного покриття арніки відмічені у біловусових та червонокострицевих угрупованнях у межах верхньої лісової смуги Українських Карпат (5-15%), при максимальних - 30-50%. Маса одного суцвіття варіює в межах 1,1-2,5 г, при переважаючих показниках $1,5 \pm 0,5$ г.

Загалом ресурсна значущість ценопопуляцій арніки гірської невисока у більшості досліджених локалітетів. Вона зростає зі збільшенням висоти

над рівнем моря. Так, у північно-західній частині Українських Карпат у межах 500-700 м н.р.м. трапляються переважно невеликі за площею низькопродуктивні ценопопуляції *A. montana* з проективним покриттям в межах 1%; у Чивчино-Гринявських горах такі ценопопуляції трапляються до 800 м н.р.м. Рясність її в основних угрупованнях субальпійської смуги звичайно варіює в межах 5-10%, щільність v-g особин в середньому – 9-12 шт/м², генеративних пагонів – 2-3 шт/м².

На слабо задернованих схилах вона утворює невеликі ущільнення, де на 1 м² налічується до 170 різновікових особин (переважно в межах 50) і 15-20 генеративних пагонів. Кількість генера-

тивних особин в полонинних популяціях варіює переважно в межах 10% від загальної кількості особин, при посиленому антропогенному навантаженні (сінокіс+пасовище) їх частка може складати більше 30%. Загалом близько 70% дорослих особин досліджених популяцій *A. montana* формують по одному генеративному пагону, тоді як в трирічній культурі одна рослина в середньому формує близько 18 генеративних пагонів (Sugier, 2006). Висота рослин на відкритій місцевості складає 30-50 см, при частковому затіненні – 50-60 см. Відмічено, що в передгірних популяціях висота арніки більша на 5-10 см, ніж на полонинах. На облікових площах частка рослин *A. montana* з одним суцвіттям складає в середньому 50- 55%; 35-45% складають рослини, пагони яких несуть 2-3 суцвіття. Рослини, пагони яких мають 4-5 суцвіть трапляються рідко, їх частка не перевищує 3%.

Початок цвітіння арніки настає в останню декаду травня – на початку червня і триває 20-25 днів. Воно залежить від погодних умов року, географічної широти і висоти над рівнем моря. На відкритих ділянках цвітіння починається на 3-5 днів раніше, ніж на узліссях. В умовах Чивчино-Гринявських гір *A. montana* зацвітає на 1-2 тижні раніше, ніж в Сколівських Бескидах. При тривалому потеплінні у першій-другій декаді травня ця різниця може бути майже непомітною.

Великі за площею (>1 га) продуктивні ценопопуляції *A. montana* формують на післялісових луках ближче до верхньої межі лісу, де зростає звичайно в трав'янистих ацидофільних угрупованнях союзу *Agrostio-Festucion rubrae* та *Potentillo-Nardion*. При відсутності чи обмеженому антропогенному навантаженні рясність *A. montana* тут варіює в межах 10%; в умовах слабкої ценотичної конкуренції вона іноді формує невеликі за площею сировинно цінні масиви з проективним покриттям 25-30%. Площі угруповань з арнікою на основних хребтах сягають десятків, а на Близниці, Свидовці, Чорногорі – сотні гектарів. Але частка угруповань, де її ценопопуляції мають ресурсну значущість (>5%) в середньому складає 20-30%.

Щільність запасу сировини (суцвіть) арніки визначається віковою структурою її популяцій, але загальною є закономірність збільшення ресурсних показників зі зростанням щільності особин. При проективному покритті 5-10% щільність запасу сировини варіює в межах 1,55-2,95 г/м², що становить близько 15-30 кг/га. Частка таких ценопопуляцій *A. montana* серед досліджених складає 35-40%. Більше половини досліджених ценопопуляцій арніки характеризуються низькою сировинною продуктивністю – 10-15 кг/га. Велика рясність і високі ресурсні показники (50-

70 кг/га) досліджуваного виду виявлені в діапазоні висот 800-1100 м н.р.м. на низькотравно-злакових та чорницево-біловусових полонинах Верховинського Вододільного хребта (від с. Гусний до г. Пікуй); вздовж верхньої межі лісу хребтів Боржавська полонина, Красна, Аршиця, Близниця та ін. Частка таких ценопопуляцій *A. montana* варіює в межах 10-15% від загальної кількості досліджених ресурсозначущих ценопопуляцій. На слабо задернованих схилах її проективне покриття в агрегаціях сягає 50%, щільність особин – до 200 шт/м². Відомо (Ивашин, 1955), що в урожайні роки можна зібрати до 250 кг/га суцвіть, тобто середні показники щільності суцвіть складають близько 20 шт/м². Така щільність суцвіть арніки нами виявлена лише в окремих агрегаціях, площа яких звичайно не переважала кількох десятків метрів квадратних.

Зазначимо, що при визначенні ресурсів враховуються всі суцвіття, тоді як збираються на сировину практично лише розкриті. Таким чином, одноразове збирання сировини *A. montana* на масиві забезпечує можливість повноцінного насінневого поновлення ценопопуляції, оскільки не зібраними залишаються принаймні 20% суцвіть.

На даний час ценопопуляції *A. montana* найбільше потерпають від антропогенного навантаження в радіусі 5 км від населених пунктів та в межах 1-3 км від місць літнього утримання овець та худоби. Худоба майже не поїдає арніки, а основної шкоди завдає рослинам через механічне пошкодження розеток, квітконосів, ростових бруньок, кореневищ при витоптуванні (Кобів, 1992). На пасовищах в межах 1 км від населених пунктів ценопопуляції арніки в усіх обстежених районах Карпат перебувають у депресивному стані. Окремі рослини чи їх агрегації трапляються серед чагарників, на узліссях, галявинах, крутих схилах. Частка j-v особин мінімальна. Подібні явища відмічені в межах місць утримання худоби і овець на полонинах, які використовуються в якості літніх пасовищ.

На приватизованих угіддях, які використовуються в якості сінокосів, стан ценопопуляцій арніки залежить від інтенсивності сінокосіння. Відомо, що сінокосіння стимулює вегетативне розмноження арніки (Кобів, 1993), однак скошування до дозрівання насіння перешкоджає її насінневому розмноженню. Тому на гірських луках, які викошуються до досягання насіння арніки, частка її генеративних особин складає часто більше 50% серед загальної їх кількості. При цьому формуються дорослі особини у вигляді щільних приземистих куртин з віргінільних та генеративних партикул з 1-2 квітконосними пагонами. Такі угіддя у гірських районах переважно розміщені поблизу садіб. Для власних потреб і реа-

лізації сировину арніки збирають неподалік населених пунктів. По мірі віддалення від населених пунктів експлуатаційне навантаження на біотопи арніки зменшується і стан її ценопопуляцій визначається переважно природними чинниками.

Загалом, площа масивів *A. montana*, на якій ми визначали її ресурси методом облікових ділянок, складає близько 280 га. Для Львівської області визначені найнижчі середні показники сировинної продуктивності суцвіть арніки, які складають близько $15 \pm 1,0$ кг/га; найвищі – для Закарпатської ($21 \pm 2,0$ кг/га). За літературними даними (Гладун, 1981; Гладун, 1986; Гладун та ін., 1983;

Гладун та ін., 1979; Івашин, 1955; Комендар та ін., 1975; Комендар, Гамор, 1977), матеріалами земле- та лісовпорядкувальних організацій, потенційна площа угруповань, де популяції *A. montana* мають сировинне значення у Львівській області складає загалом близько 150 га, у Івано-Франківській – 570 га, Закарпатській – 800 га, Чернівецькій – 120 га. При середній продуктивності $18 \pm 1,5$ кг/га потенційний біологічний запас свіжо зібраної сировини може складати 27-32 т, що в перерахунку на суху вагу становить 5,4–6,4 т. Експлуатаційний запас – 1,8–2,1 т; обсяг допустимого використання – 0,9-1,1 т (табл. 2).

Таблиця 2.

Ресурси *A. montana* в межах окремих областей

Області	Площа, га	Біологічний запас (у перерахунку на суху вагу), кг	Експлуатаційний запас (у перерахунку на суху вагу), кг	Обсяг допустимого використання, кг
Закарпатська	800	2880 ± 250	960 ± 50	480 ± 30
Івано-Франківська	570	2052 ± 200	684 ± 39	342 ± 25
Львівська	150	540 ± 50	180 ± 15	90 ± 9
Чернівецька	120	432 ± 42	144 ± 15	72 ± 5
Всього для Карпат	1640	5904 ± 500	1968 ± 150	984 ± 90

Висновки. В Українських Карпатах *Arnica montana* трапляється майже на всіх гірських хребтах і полонинах від початку хребтів Явірник, Великий Рожданів, Верховинський вододільний на північному заході до Чивчино-Гринявських гір на південному сході в діапазоні висот 800-1400 м н.р.м.

Ресурсна значущість ценопопуляцій арніки гірської невисока навіть в оптимальних еколого-ценотичних умовах. Рясність її в угрупованнях звичайно варіює в межах 5-10%, щільність v-g особин в середньому – 9-12 шт/м², генеративних пагонів – 2-3 шт/м². При проективному покритті 5-10% щільність запасу сировини варіює в межах $1,55-2,95$ г/м², що становить близько 15-30 кг/га. Вище 1200 м н.р.м. рясність арніки найбільша біля межі лісу і зменшується в напрямку до вершин полонин та хребтів. На даний час ценопопуляції *A. montana* найбільше потерпають від антропогенного навантаження в радіусі 5 км від населених пунктів та в межах 1-3 км від місць літнього утримання овець та худоби.

Результати ресурсних досліджень арніки гірської в межах Українських Карпат свідчать, що обсяг допустимого використання її сировини може загалом складати близько 1 т на рік. Для оптимізації використання та збереження *A. montana* необхідно започаткувати моніторинг її ценопопуляцій з визначенням порогових величин допустимого антропогенного навантаження на біотопи арніки та методів збагачення її популяцій в природних умовах.

Список літератури:

1. Вайнагий І.В. Некоторые данные о семенном размножении арники горной (*Arnica montana* L.) в Украинских Карпатах // Тез. докл. 21 научн. сессии Черновицкого ун-та. Секция биол. наук. – Черновцы, 1965. – С. 240-243.
2. Вайнагий І.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. – 1974. – 59, №6. – С. 826-831.
3. Вайнагий І.В. Продуктивность цветков и семян *Arnica montana* L. в Украинских Карпатах // Раст. ресурсы. – 1985. - Вып. 3. – С. 266-277.
4. Гладун Я.Д. Поширення, запаси і раціональне використання найважливіших лікарських рослин Радянської Буковини // Укр. ботан. журн.- 1981. – 38, №4. – С.68-70.
5. Гладун Я.Д. Поширення і запаси найважливіших лікарських рослин у Закарпатській області// Укр. ботан. журн.- 1986. – 43, №4. – С. 94-97.
6. Гладун Я.Д., Гладун М.І. Поширення і запаси найважливіших лікарських рослин Львівської області // Укр. ботан. журн. – 1983. – 40, №5. – С. 15 – 18.
7. Гладун Я.Д., Гладун М.І., Кіт С.М., Гудивок Я.С., Ставичний І.М. Поширення, запаси і раціональне використання промислових лікарських рослин Івано-Франківської області// Укр. ботан. журн. – 1979. – 34, №2. – С. 153 – 156.
8. Гладун Я.Д., Кіт С.М. Ресурси арніки гірської в Надвірнянському районі Івано-Франківської області // Тези доп. IV міжнар. конф. з мед. ботан. – К., 1997. – С. 84.
9. Івашин Д.С. О возможностях заготовок арники горной и горечавки желтой в Украинских Карпатах // Аптечное дело. – 1955. – 4, №6. – С. 106-109.

10. Івашин Д.С. О распространении арники горной и горечавки желтой в Украинских Карпатах // Ботан. журн. - 1956. - 41, №2. - С. 257 - 261.
11. Івашин Д.С. Ресурси лікарських рослин Українських Карпат // Укр. ботан. журн. - 1960. - 17, №5. - С. 54 - 59.
12. Івашин Д.С. Ресурси лекарственных растений Украинских Карпат и возможности их использования. - В кн.: Ресурсы дикорастущих лекарственных растений СССР. - Л.: Наука, 1968. - С. 90-94.
13. Івашин Д.С. Лекарственные растения Украины и их ресурсы // Растит. ресурсы. - 1969. - Т. 5, вып. 3. - С. 313-321.
14. Кобів Ю.Й. Екологія та популяційно-онтогенетичні особливості *Arnica montana* L. (Asteraceae) в Українських Карпатах// Укр. ботан. журн. - 1992. - 49, №3. - С. 46 - 51.
15. Кобів Ю.Й. Фенетична різноманітність і спорідненість популяцій *Arnica montana* L. в Українських Карпатах// Укр. ботан. журн. - 1993. - 50, №4. - С. 67 - 74.
16. Комендар В.І., Гамор Ф.Д. Поширення та еколого-біологічні особливості арніки гірської (*Arnica montana* L.) в Українських Карпатах // Укр. ботан. журн. - 1977. - 34, № 3. - С. 281-285.
17. Комендар В.І., Дубанич М.В., Чернекі Й.М., Бедей М.І., Манівчук Ю.В., Товт Е.С. Поширення, запаси та раціональне використання деяких лікарських рослин Закарпатської області // Укр. ботан. журн. - 1975. - 32, №3. - С. 307 - 311.
18. Кондратенко Ю.К. Введение в культуру арники горной // Аптечное дело. - 1953. - 2, №2. - С. 98-102.
19. Малиновский А.К. Монтанный элемент флоры Украинских Карпат. - Киев: Наук.думка, 1991.-240 с.
20. Мінарченко В.М. Лікарські судинні рослини України (медичне та ресурсне значення). - К.: Фітосоціоцентр, 2005. - С. 213-215.
21. Червона книга України. Рослинний світ. (Відп.ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко). - К.: В-во "Українська енциклопедія" ім. М.П. Бажана, 1996. - 608 с.
22. Чырвоная книга Беларускай ССР: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення від жывел і раслін / [Падрыхт. Сушчэня Л.М. Долбік М.С., Парфёнаў В.І. і інш.]- Мн.:Вyd-ва «Беларус. Сав. Энцыклапедыя», 1981.- 237-238 с.
23. Asdal A. Changes in grassland management and its effect on plant diversity // Crop wild relative 2005.- 3. - P. 15-17
24. Asdal A., Labokas J., Olsson K. Radušienė J. and Bladh K.W. Ecotypic exploration and characterization trials to promote conservation of *Arnica montana* L. in Northern Europe// http://www.pgrforum.org/Documents/Conference_posters/Arnica_handout_web.pdf
25. Douglas J. A., Smallfield B. M., Burgess E. J., Nige P.B., Anderson R. E., Douglas M. H. & Glenzie V.I. Sequierpene lactones in *Arnica montana*: a rapid analytical method and effects of flower maturity and simulated mechanical arvesting on quality and yield// Planta Med. - 2004. - 70. - P. 166-170.
26. Forycka A., Buchwald W. Badania zasobów naturalnych roślin leczniczych objętych w Polsce ochroną prawną//Herba polonica.- Vol. 54 No 3.- 2008.- s.81-112
27. Huck S., Michl T. & Gunnemann H. Arnika (*Arnica montana*) //Doerpingshaus A., Eichen C., Gunnemann H., Leopold P., Neukirchen M., Petermann J. & E. Schroder Methoden zur Erfassung von Arten der Anhang IV und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie//Naturschutz und Biologische Vielfalt. 2005. - 20. - P. 126-128.
28. Kathe W. Medicinal and aromatic plants in Albania, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croatia and Romania/ Kathe W., Honnef S. ,Heym A.- Bonn, Germany, 2003. - 200 p.
29. Radusiene L., Trade J. Use and conservation of medicinal and aromatic plants in Lithuania// Acta Horticulturae - 2004. - № 629. - P.31-37
30. Sugier D. The flowering pattern of *Arnica montana* L. and *A. chamissonis* Less. Under field cultivation conditions with successive flower collection//Acta agrobotanica .- 2006. - Vol. 60 (2). - P. 133-139.

ARNICA MONTANA L. AT UKRAINIAN CARPATHIANS: DISTRIBUTION, ECOLOGY-COENOTICAL FEATURES AND RESOURCE CHARACTERISTICS

V.M. Minarchenko, T.D. Solomakha, I.V. Vantukh

*The results of the study of distribution, participation in phytocenoses *Arnica montana* in the territory of the Ukrainian Carpathians are presented. The biggest indicator of abundance of *A. montana* determined at mountain meadows and polonina at altitudes of 800-1400 m above sea level. Resource value of arnica coenopopulations are low even under optimal environmental cenotic conditions. The abundance of it in phytocenoses usually varies from 5%, the density of individuals, on average - 9 - 12 pc/m² generative shoots - 2-3 pc/m². Established that coenopopulations *A. montana* most affected by anthropogenic stress within 5 km from settlements and within 1-3 km from the localization of places summer maintenance of sheep and cows mountains. The results of resource of *A. montana* for the four administrative areas are submitted.*

*Key words: Ukrainian Carpathians, *Arnica montana*, distribution, ecological cenotic features, resources*

Одержано редколегією 29.04.2011 р.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ФІТОГОРМОНІВ ЯК КОМПОНЕНТІВ ЦІЛІСНОЇ СИСТЕМИ У *PERSICARIA AMPHIBIA* (L.) DELARBRE ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

І.Д. ГУМЕНЮК

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка,
Природничий факультет, кафедра біології та методики її викладання,
м. Кам'янець-Подільський, вул. Огієнка, 61, 32300
e-mail: physioplants@mail.com

Вивчається особливість розподілу фітогормонів у *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre – виду природної флори, який має здатність рости за різних умов водозабезпечення. Показано, що розподіл фітогормонів в органах гірчака земноводного визначається їх взаємодією між собою. Зроблено висновок, що співвідношення фітогормонів забезпечує процеси росту та адаптації рослин: у водної форми – активні ростові процеси у нижніх міжвузлях, що сприяє виносу асимілюючих органів на поверхню води, а у суходільної форми – гальмування росту листків та стимуляцію – міжвузлів.

Ключові слова: фітогормони, ріст, адаптація, *Persicaria amphibia*

Вступ. Вивчення пристосувальних особливостей рослин до умов середовища, які по суті і визначають їх ріст, розвиток і поширення, є одним з актуальних напрямів біології рослин. Оскільки процеси адаптації до різних умов довкілля вивчено в основному у культурних рослин, актуальним є дослідження рослин природної флори, які в процесі еволюції набули такого комплексу адаптивних рис, який забезпечує їх виживання за дії різноманітних факторів. Особливо цікавими є дослідження видів, які мають високий адаптивний потенціал і здатні існувати в різних формах. Вивчення їх морфологічних особливостей відкриває шляхи до регулювання толерантності. Відомо (Веселов и др., 1998; Дерфлінг, 1985; Колупасєв, 2001; Кулаєва и Прокопцева, 2004; Полевой, 1982; Johri & Mirta, 2001), що координація фізіологічних процесів у рослинному організмі здійснюється фітогормональною системою. Участь фітогормонів у реалізації морфогенетичних програм та реакціях рослинного організму на умови довкілля, в більшості випадків, оцінюється за вмістом одного гормону без урахування внеску інших, що на нашу думку є некоректним, оскільки фітогормони тісно взаємодіють між собою, і регуляція фізіологічних процесів відбувається за участю складових їх комплексу. Тому метою нашої роботи було вивчення особливостей розподілу фітогормонів як компонентів цілісної системи у *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre – виду природної флори, який характеризується високою пластичністю і може існувати за різних умов водозабезпечення.

Об'єкт і методи досліджень. Об'єктом досліджень були рослини гірчака земноводного (*Persicaria amphibia* (L.) Delarbre) водної – var. *natans* Leyss. та суходільної – var. *terrestre* Leyss.

форм (родина *Polygonaceae*). *P. amphibia* – типовий амфібійний вид, який є зручною моделлю для вивчення пристосувальних особливостей рослин за різних умов водного режиму в природних умовах, оскільки характеризується високою пластичністю, пристосований до існування в гідрофазі, прибережній, болотній і наземній екофазах (Partidge, 2001). Водна форма *P. amphibia* характеризується плаваючими стеблами, а суходільна – прямостоячими. Збір рослинного матеріалу проводили на початку вегетації в с. Гоголів Київської обл. під час польових експедицій. Існування обох форм гірчака в різних умовах зволоження, але на незначній відстані один від одного, визначило основним діючим фактором середовища водний режим, не враховуючи дію інших чинників. Дослідження ендогенних фітогормонів (індоліл-3-оцтової кислоти (ІОК), зеатину (З), зеатинрибозиду (ЗР), абсцизової кислоти (АБК), гібереліноподібних речовин (ГПР), етилену) згідно (Методические рекомендации..., 1988) здійснювали методами тонкошарової, іонообмінної, високоефективної рідинної, газової хроматографії та біотестовими. Визначення фітогормонів проводили у трьох біологічних і трьох аналітичних повторях. Результати обробляли статистично.

Результати та їх обговорення. Особливості розподілу фітогормонів в органах водної форми *P. amphibia*. Дослідження показали, що на початку вегетації верхні органи водної форми, порівняно з нижніми, характеризувалися: листки – більшою активністю вільних гібереліноподібних речовин і більшою кількістю зеатину, а міжвузля – вільної АБК, зеатину і зеатинрибозиду (табл. 1, рис. 1).

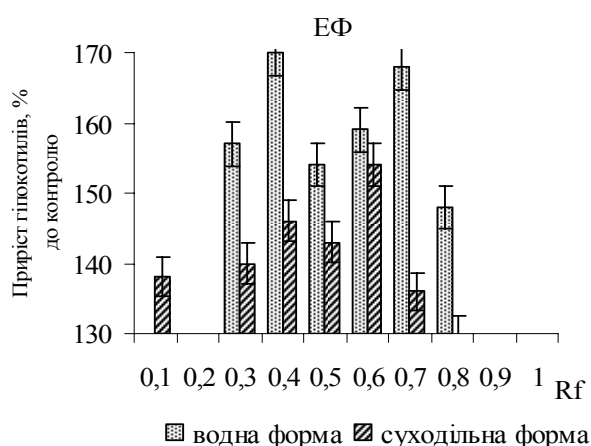
Таблиця 1.

Вміст фітогормонів в органах водної форми *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre, нг/г маси сухої речовини

Фітогормони		Листки		Міжвузля	
		верхні	нижні	верхні	нижні
ІОК	Вільнаформа	4,4±0,1	2,1±0,09	1,7±0,08	35,2±2,2
	Зв'язанаформа	83±3,4	174±4,5	28,1±1,4	44,1±2,1
АБК	Вільнаформа	8,5±0,4	3,06±0,1	9,83±0,4	2,12±0,08
	Зв'язанаформа	6,98±0,2	22,03±1,1	2,91±0,05	2,56±0,07
Зеатин		34,9±1,4	10,7±0,2	5,6±0,09	----
Зеатинрибозид		----	21,4±0,9	12,1±0,2	1,1±0,05
*Етилен		38,7±2,7	48,6±3,4	28,9±2,0	9,7±0,6

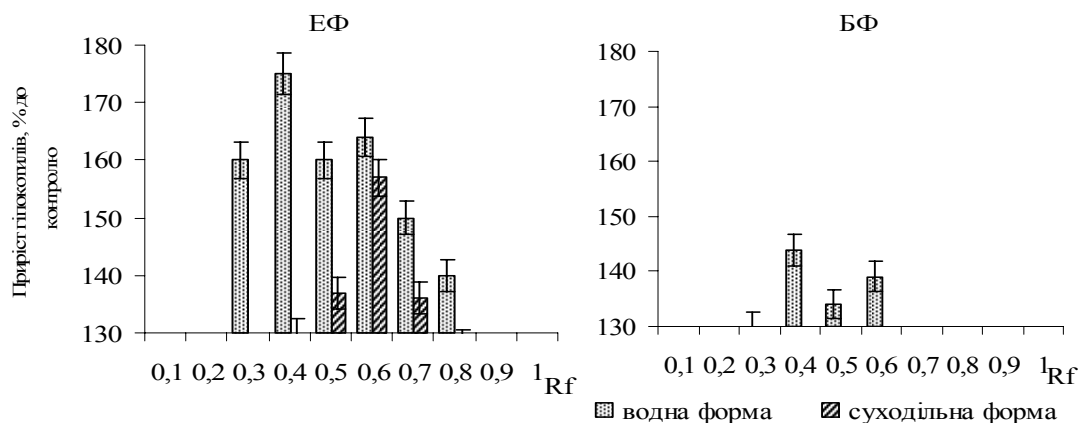
Примітка: * – нл/г маси сирої речовини

Нижня частина пагону, зокрема листки, відрізнялась більшою кількістю ІОК та етилену. Активність вільних ГПР у нижніх міжвузлях була високою, як і у випадку верхніх листків (рис. 2). Досліджувані органи водної форми за зменшенням показника коефіцієнту балансу ендogenousних фітогормонів ($Bp = (IOK + 3 + 3P) / AБК$) (Гуляев и др., 1989; Григорюк, Ткачов, 2003) можна розмістити у наступному порядку: нижні міжвузля > нижні листки > верхні листки > верхні міжвузля.

Рис. 1. Активність ГПР етилацетатної фракції (ЕФ) у верхніх листках *P. amphibia*.

Це може свідчити про активні ростові процеси у нижніх міжвузлях, що у водних рослин забезпечує контакт асимілюючих органів з повітряним середовищем. Відомо, що видовження стебла регулюється ауксинами та гіберелінами, дія яких на ці процеси відрізняється за локалізацією: гібереліни діють в основному в молодших клітинах, порівняно з ауксином (Kende., Zeevaart, 1997).

В той же час високу активність ГПР у нижніх міжвузлях за (Woodward & Bartel, 2005) можна пояснити регуляцією ІОК їх синтезу. Також активність ГПР пов'язана із незначним вмістом у нижніх міжвузлях вільної АБК, яка є інгібітором їх дії. Своєю чергою, незначний вміст абсцизової кислоти у нижніх міжвузлях, можливо, пов'язано з дією етилену, який зменшує її синтез (Hoffmann-Benning & Kende, 1992; Kende et al., 1998; Voesenek et al., 2003). Високу кількість етилену у нижніх органах, порівняно з верхніми можна пояснити взаємодією з ІОК, яка збільшує його синтез (Дерфлінг, 1985; Prayitno et al., 2006). Як і ауксин етилен викликає збільшення вмісту гібереліну. Незначну кількість цитокінінів у нижніх органах можна пояснити кількістю цих органів ІОК. Так, описується (Nordstrom et al., 2004), що на рівні синтезу цих класів гормонів існує взаємодія, яка полягає в інгібуванні екзогенною ІОК синтезу ЦТК.

Рис. 2. Активність ГПР етилацетатної (ЕФ) і бутанольної (БФ) фракцій у нижніх міжвузлях *P. amphibia*.

Таблиця 2

Вміст фітогормонів в органах суходільної форми *Persicaria amphibia* (L.) Delarbree, нг/г маси сухої речовини

Фітогормони		Листки		Міжвузля	
		верхні	нижні	верхні	нижні
ІОК	Вільна форма	4,2±0,09	2,2±0,03	27,2±1,1	6,9±0,1
	Зв'язана форма	190±4,6	153±3,1	108±2,7	73,3±2,9
АБК	Вільна форма	2,56±0,06	3,17±0,2	4,14±0,1	0,86±0,01
	Зв'язана форма	51,59±1,3	26,1±1,4	5,94±0,2	1,3±0,05
Зеатин		6,1±0,1	11,4±0,3	17,1±0,9	13,7±0,3
Зеатинрибозид		5±0,1	21,5±1,3	4,6±0,09	2,8±0,08
*Етилен		13,0±1,0	7,7±0,5	15,7±1,1	8,0±0,6

Примітка: * – нг/г маси сирої речовини

Особливості розподілу фітогормонів в органах суходільної форми *P. amphibia*. Суходільна форма *P. amphibia* характеризувалася дещо іншим розподілом фітогормонів. Так верхні органи, у порівнянні з нижніми, характеризувалися більшою кількістю етилену, ІОК, АБК та меншою – цитокінінів у листках (табл. 2). Як і у водної, у верхніх листках суходільної форми відмітили високу активність ГПР (рис. 1). Коефіцієнт балансу фітогормонів (Вр) в органах суходільної форми був більшим у міжвузлях, ніж у листках, причому найбільший його показник відмітили, як і у випадку водної форми, у нижніх міжвузлях. Такий розподіл фітогормонів можна пояснити їх взаємодією між собою. Так, менший вміст цитокінінів у верхніх органах суходільної форми, можна описати взаємодією з АБК, яка за даними (Кудоярова і др., 1999) зменшує їх кількість, а також, як було вище вказано, взаємодією ЦТК та ІОК. Також незначну кількість ЦТК можна пояснити їх взаємодією з етиленом. Так під дією ІОК чи ЦТК синтез етилену збільшується, який, своєю чергою, за принципом зворотного зв'язку гальмує їх синтез, чи активує процеси їх кон'югації (Дерфлінг, 1985; Кулаєва, 1998; Prayitno et al., 2006).

Порівнюючи між собою різні форми *P. amphibia* за коефіцієнтом балансу фітогормонів у досліджуваних органах, показали, що листки суходільної форми характеризувалися меншим його значенням, що свідчить про більшу кількість інгібіторів, тоді як міжвузля – навпаки. Ймовірно, адаптивні процеси у суходільної форми полягають у гальмуванні росту листків та стимуляції – міжвузлів. В той же час, кількість фітогормону в тих чи інших органах, не завжди відображає інтенсивність процесів, що ним регулюються, що пов'язано із чутливістю клітин до гормону.

Висновки. Таким чином, розподіл фітогормонів в органах *P. amphibia* можна описати їх взаємодією між собою, яка визначає забезпечення процесів росту та адаптації рослин до змінних умов існування. У водної форми співвідношення

фітогормонів забезпечує активні ростові процеси у нижніх міжвузлях, що сприяє виносу асимілюючих органів на поверхню води, а у суходільної форми – гальмування росту листків та стимуляцію – міжвузлів, що, ймовірно, пов'язано зі зменшенням транспіруючої поверхні рослини.

Список літератури:

1. Веселов А.П., Лобов В.П., Олюнина Л.Н. Изменение в содержании фитогормонов в ответной реакции растений при тепловом шоке и в период его последствий // Физиология растений. – 1998. – Т. 45, № 5. – С. 709 – 715.
2. Гуляев Б.И., Савинский С.В., Мануильский В.Д. Показатель фитогормонального статуса растений // Материалы II Всесоюзной конф. по регуляторам роста и развития растений (Киев, 25-27 мая 1988г.). – К.: Наук. думка, 1989. – С. 210.
3. Григорюк І.П., Ткачов В.І. Гетерогенність реакцій фітогормональної системи сортів озимої пшениці різних екотипів на водний стрес та полімерну форму бензиламінопурина // Фізіологія і біохімія культ. рослин. – 2003. – Т. 35, № 2. – С. 109 – 123.
4. Дерфлінг К. Гормоны растений. – М.: Мир, 1985. – 303 с.
5. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин (молекулярно-клітинний рівень). – Харків: Харк. держ. аграр. ун-т, 2001. – 173 с.
6. Кудоярова Г.Р., Веселов С.Ю., Усманов И.Ю. Гормональная регуляция соотношения биомассы побег/корень при стрессе // Журнал общей биологии. – 1999. – Т. 60, № 6. – С. 633 – 641.
7. Кулаєва О.Н. Этилен в жизни растений // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 11. – С. 78 – 84.
8. Кулаєва О.Н., Прокопцева О.С. Новейшие достижения в изучении механизма действия фитогормонов (Обзор) // Биохимия. – 2004. – Т. 69, вып. 3. – С. 293 – 310.
9. Методические рекомендации по определению фитогормонов. – К., 1988. – 78 с.
10. Полевой В.В. Фитогормоны. – Л.: Изд-во Ленинг. гос. ун-та, 1982. – 248 с.
11. Hoffmann-Benning S., Kende H. On the role of abscisic acid and gibberellin in the regulation of

- growth in rice // Plant Physiology. – 1992. – Vol. 99. – P. 1156 – 1161.
12. Johri M. M., Mirta D. Action of plant hormones // Current Science. – 2001. – Vol. 80, N 2. – P. 199 – 205.
 13. Kende H., Zeevaart J.A.D. The five “classical” plant hormones // The Plant Cell – 1997. – Vol. 9. – P. 1197 – 1210.
 14. 194, Kende H. Knaap E., Cho H.-T. Deepwater Rice: a model plant to study stem elongation // Plant Physiology. – 1998. – Vol. 118. – P. 1105 – 1110.
 15. Nordstrom A., Tarkowski P., Tarkowska D., Norbaek R., Astot C., Dolezal K., Sandberg G. Auxin regulation of cytokinin biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*: a factor of potential importance for auxin-cytokinin-regulated development // Proceedings of the national Academy of Science of the USA. – 2004. – Vol. 101. – P. 8039 – 8044.
 16. Partidge J.W. *Persicaria amphibia* (L.) Gray (*Polygonum amphibian* L.) // Journal of ecology. – 2001. – Vol. 89, № 3. – P. 487 – 501.
 17. Prayitno J., Rolfe B.G., Mathesius U. The ethylene-insensitive sickle mutant of *Medicago truncatula* shows altered auxin transport regulation during nodulation // Plant Physiology. – 2006. – Vol. 142. – P. 168 – 180.
 18. Voesenek L.A.C.J., Rijnders J.H.G.M., Peeters A.J.M., Vande Steed H.M., H. de Kroon. Plant hormones regulate fast shoot elongation under water: from genes to communities // Ecology. – 2003. – Vol. 85, № 1. – P. 16 – 27.
 19. Woodward A.W., Bartel B. Auxin: regulation, action and interaction // Annals of Botany. – 2005. – Vol. 95. – P. 707 – 735.

FEATURES OF DISTRIBUTING OF PHYTOHORMONES AS COMPONENTS OF INTEGRAL SYSTEM IN *PERSICARIA AMPHIBIA* (L.) DELARBRE IN DIFFERENT CONDITIONS OF USE OF WATER

I. D. Humenyuk

The feature of distributing of phytohormones is studied in Persicaria amphibia (L.) of Delarbre in different conditions of use of water. It is rotined that distributing of phytohormones in the organs of P. amphibia is determined their cooperation between itself. A conclusion is done, that correlation of phytohormones provides the processes of growth and adaptation of plants: at a water form are active processes of growth in lower sprouts, that is instrumental in the bearing-out of assimilative organs on the surface of water, and at the dry valley form – braking of growth of sheets and stimulation – sprouts.

Key words: phytohormones, growth, adaptation, Persicaria amphibia

Одержано редколегією 18.03.2011

АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ *FAGUS SYLVATICA* L. (FAGACEAE) У РІВНИННІЙ ЧАСТИНІ ЗАХІДНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В ГОЛОЦЕНІ НА ОСНОВІ ДАНИХ СПОРОВО-ПІЛКОВОГО АНАЛІЗУ

О.О.АНДРЕЄВА

Інститут екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна
e-mail: andrieieva.olga@gmail.com

Наведено аналіз динаміки частки пилку *Fagus sylvatica* L. у спорово-пилкових спектрах відкладів голоцену рівнинної частини західних регіонів України. Проаналізовано дані 40 розрізів. Побудовано картосхеми знахідок пилку бука лісового на території у відкладах різних етапів голоцену. Для відкладів раннього голоцену пилко бука виявлений тільки в одному розрізі, для відкладів середнього голоцену спостерігається різке збільшення кількості розрізів із пилком бука, а для відкладів пізнього голоцену збільшується і кількість розрізів, і частка пилку бука в спорово-пилкових спектрах. Зроблено припущення, що антропогенний вплив спричинив зменшення площ букових лісів на Північно-Східному Поділлі, а на інших рівнинних територіях навпаки, призвів до збільшення їхніх площ за рахунок вирубування дубових лісів.

Ключові слова: спорово-пилковий аналіз, голоцен, *Fagus sylvatica* L., західні регіони України

Вступ. Сучасне поширення *Fagus sylvatica* L. на рівнинних територіях західних областей України є нерівномірним, що спричинено сукупністю природних й антропогенних чинників. Нині на Поділлі ліси з домінуванням цього виду є рідкісними рослинними угрупованнями. У регіоні проходить східна межа ареалу *F. sylvatica*. Багато угруповань фагетального комплексу потребують охорони, на що неодноразово наголошувалося різними авторами (Зелена книга Украинской ССР, 1987, Зелена книга України 2009, Зелена книга України. Ліси, 2001, Стойко та ін., 1990, 1998 та інші). Причини острівної локалізації *F. sylvatica*, а відтак і букових лісів у цьому регіоні досі є дискусійними. Вважають, що це результат незакінченої міграції бука на східній межі ареалу, або впливу кліматичних та едафічних чинників, конкуренції з основними лісотвірними видами регіону, антропогенної діяльності.

В. Шафер (Szafer, 1935) та А. Сьродонь (Środoń, 1985, 1990) зауважують, що острівні локалітети *F. sylvatica* на Поділлі є реліктовими й можуть вважатися рефугіумами виду, з яких відбувалася його міграція в Карпати. Проаналізувавши історичні джерела, топоніми назв населених пунктів на території Східного Поділля й дані спорово-пилкового аналізу, В.І. Мельник і О.М. Корінько (Корінько, 2004, Мельник, Корінько, 2002) дійшли висновку, що протягом голоцену бук ніколи не був домінантним видом на цій території, а букові ліси траплялися у вигляді ізольованих локалітетів, хоча їхня площа могла бути більша від сучасної. Історико-археологічні дані також не вказують на значне вирубування лісів у цьому регіоні. Наприклад, є інформація, що площі, вкриті лісами, з середини XV ст. до XIX ст.

зменшилися лише на 6%, тоді як кількість населених пунктів збільшилася на 37% (Hładyłowicz, 1931). Отже, вирубування лісів було швидше вибірковим, аніж масовим і торкнулося здебільшого дубових лісів через цінну для будівництва деревину й приуроченість їх до родючих ділянок.

Додаткові аргументи на користь тої чи іншої гіпотези можуть надати палеоботанічні, зокрема палінологічні, дослідження. Хоча на сьогодні існує низка робіт щодо поширення окремих деревних рослин протягом голоцену на основі даних спорово-пилкового аналізу, однак ці узагальнення проведені для великих за обсягом територій (колишній Радянський Союз, Східна Європа) і відображають загальні тенденції змін ареалів (Нейштадт, 1957, Симакова, 2008, Смирнова, Турбанова, 2004, Смирнова и др., 2001, Adams, 1997), але практично ці зведення не дають інформації щодо динаміки поширення *F. sylvatica* протягом голоцену на північно-східній межі його ареалу. Отже, на сьогодні необхідними є вузько-регіональні реконструкції, а для об'єктивних висновків – порівняння із суміжними територіями.

Метою роботи є узагальнення наявних палінологічних матеріалів щодо історії розвитку рослинного покриву рівнинної частини західних регіонів України, визначення у спорово-пилкових спектрах (СПС) участі пилку *F. sylvatica* та аналіз його частки в різні етапи голоцену. Це дозволить уточнити зміни поширення бука на цій території та частково намітити шляхи його міграції. Також дані протягом усього голоцену дозволять робити певні припущення щодо антропогенної динаміки рослинного покриву, зокрема букових лісів.

Об'єкт та методи досліджень. У роботі використано результати власних досліджень – 7 ро-

зрізів (Андреева, 2003, 2006, 2008, 2009, Кагало, Андреева, 2003, Andreyeva, 2007), дані О.Т. Артюшенко, Р.Я. Арап, Л.Г. Безусько (Артюшенко та ін., 1982) – 31 розріз, та О.Т. Артюшенко (Артюшенко, 1970) – 2 розрізи. Проаналізовано результати палінологічного вивчення відкладів голоцену на територіях 4 адміністративних областей: Львівської, Тернопільської, Івано-Франківської та Хмельницької. Для всіх урахованих розрізів підрахунок паліноморф проводили за наступним принципом: загальну кількість підрахованих пилоквих зерен у пробі приймали за 100%, у межах яких підраховано частку, яка припадає на групи: пилок дерев+кущів і трав'яних рослин+водних трав, відсоток спор визначали як частку від сумарної кількості пилоквих зерен і спор. Для кожного розрізу виділено відсоткову частку пилку бука у СПС у різні етапи голоцену. Імовірно, частка пилку бука в СПС зазвичай є меншою, ніж його реальна участь у складі рослинного покриву навколишніх територій, отже взято до уваги його максимальну частку в СПС аналізованих розрізів для кожного відрізка голоцену. Усього в роботі враховано палінологічні характеристики для 40 розрізів: з території Поділля – 13, Мале Полісся – 12, Передкарпаття – 10, Опілля – 3, Розточчя – 2. Дані зведено на основі хронологічної схеми поділу голоцену за М.І. Нейштадтом (Нейштадт, 1957), оскільки саме вона використана в роботах попередніх дослідників, що дає змогу уніфікувати всі дані. Не в кожному розрізі представлені всі етапи голоцену. Під час аналізу даних також ураховуємо, що за класифікацією В.П. Гричука (Гричук, 1950) пилок бука є субрегіональним компонентом СПС, тобто поширюється вітром на десятки кілометрів від місця його продукування.

Результати та їх обговорення. Відклади раннього голоцену (10000–7800 років тому) наявні у 28 розрізах. Спільною рисою усіх розрізів з рівнинної частини західних регіонів України є повна відсутність пилку бука лісового у СПС ранньоголоценового віку – він відзначений у незначних кількостях лише в одному розрізі на території Передкарпаття – болото Струтинь Верхній, 5 км на захід від м. Рожнятова Івано-Франківської області (картосхема 1).

Середній голоцен (7800–3000 років тому) охарактеризований найповніше, відклади цього віку наявні у 35 розрізах. Спостерігається різке збільшення кількості розрізів, у яких відзначений пилок бука – 25 (картосхема 2).

Відклади пізнього голоцену (3000 роки тому дотепер) наявні у 33 розрізах, а кількість розрізів, де відзначений пилок бука дещо збільшилася,

порівняно із середнім голоценом, і становить 27 (картосхема 3).

Отже, якщо зважати тільки на присутність чи відсутність пилку бука у СПС, очевидна тенденція поступового збільшення територій, на яких він був поширений, на рівнинній частині західних областей України протягом голоцену.

Під час аналізу частки пилку бука лісового у СПС рівнинних регіонів західних областей України (рис. 1), можна зауважити, що для цієї території значні його кількості у відкладах голоцену є швидше винятком (як це є на Передкарпатті), аніж закономірністю, максимальна частка його тут лише трохи перевищує 10%. Наприклад, на території Мале Полісся тільки в одному розрізі (болото Печенія) з 12 він присутній у відкладах, датованих середнім голоценом, у кількості 6,8% (від усієї кількості пилку дерев і кущів), а у відкладах, датованих пізнім голоценом, його вміст зменшується до 5,6%. Здебільшого частка пилку бука в СПС не перевищує 1%, рідко досягає 2%. На території Поділля вміст пилку бука у СПС коливається від 1 до 4%, а на території Північно-Східного і Північно-Західного Поділля (за нашими даними) він повністю відсутній. Ситуація на території Розточчя й Опілля подібна – у відкладах, датованих середнім голоценом, частка пилку бука становить близько 4% і збільшується у відкладах пізньоголоценового віку до 8–10%.

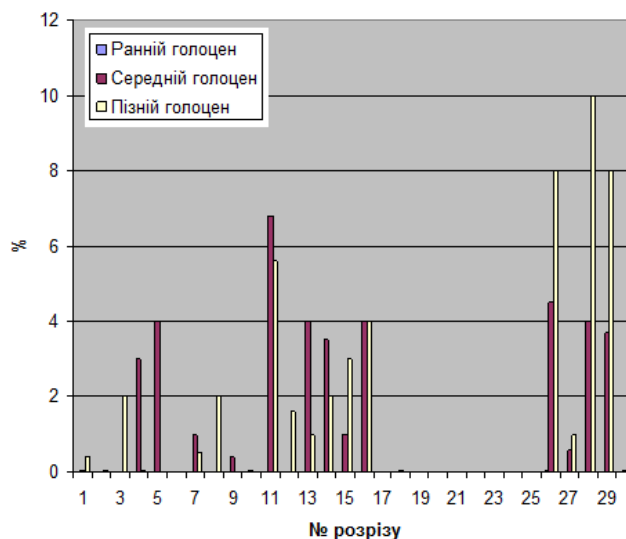
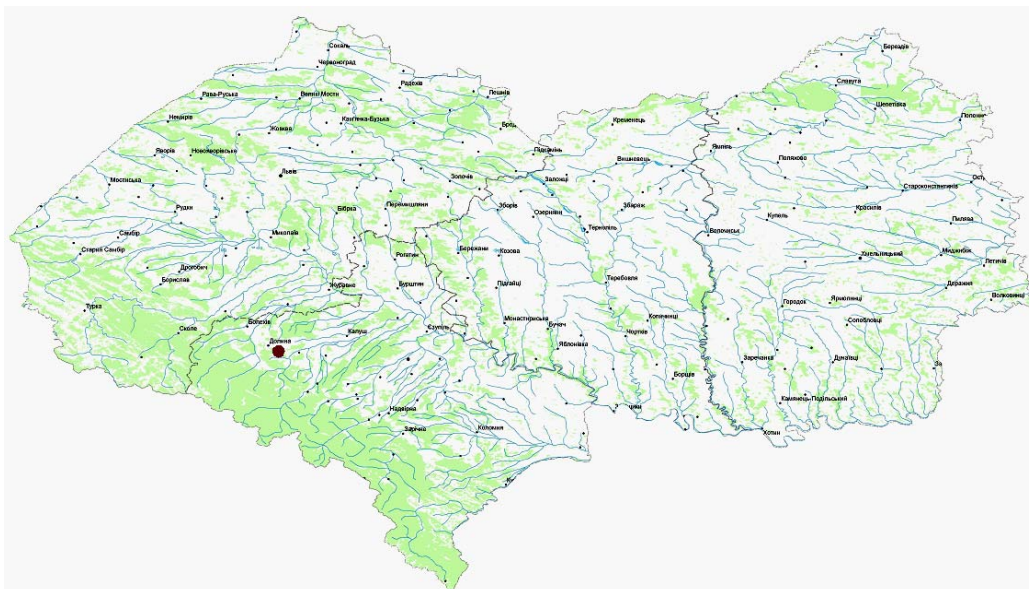
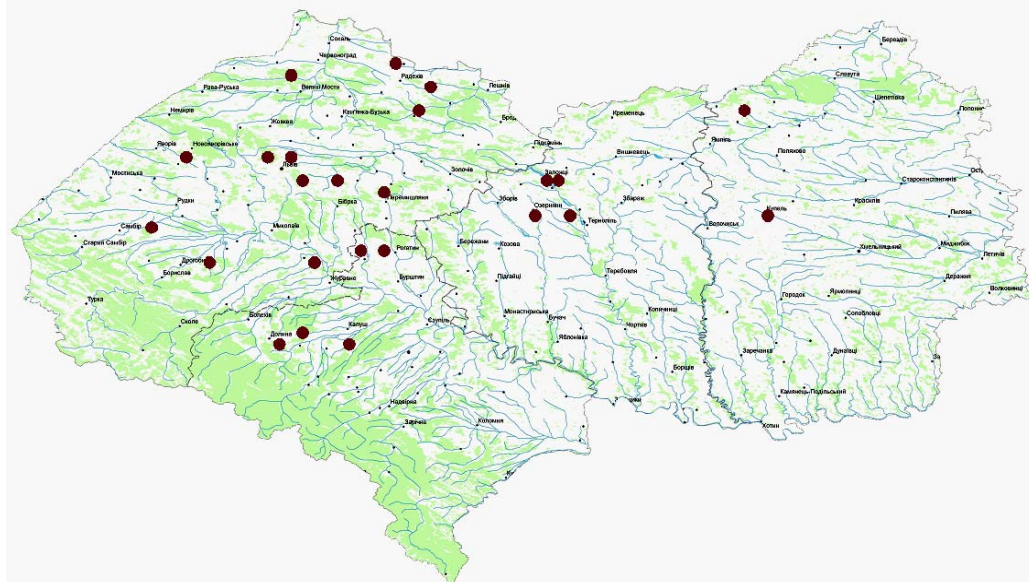


Рис. 1. Участь пилку *Fagus sylvatica* L. у спорово-пилкових спектрах рівнинних регіонів України в голоцені.

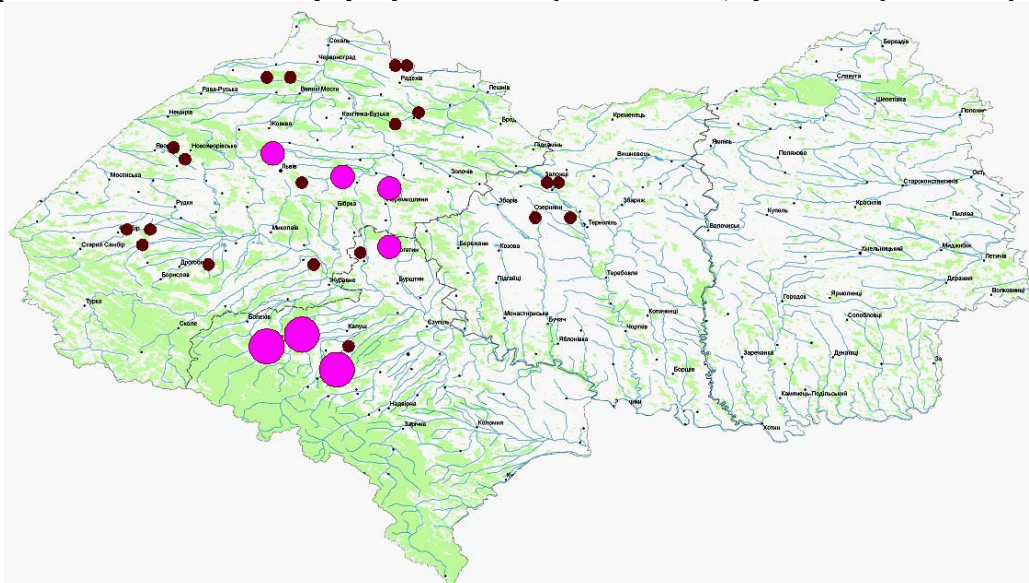
Примітка: 1–12 – Мале Полісся, 13–25 – Поділля, 26, 27 – Розточчя, 28–30 – Опілля.



Картохсхема 1. Знахідки пилку бука лісового у відкладах раннього голоцену західних регіонів України



Картохсхема 2. Знахідки пилку бука у відкладах середнього голоцену західних регіонів України



Картохсхема 3. Знахідки пилку бука у відкладах пізнього голоцену західних регіонів України

● - відсоток пилку бука 8-10% ● - відсоток пилку бука 40%.

На рис. 1 добре помітно, що для Малого Полісся й Поділля характерною ознакою є загалом незначна участь пилку бука у СПС, максимальний вміст його у відкладах середнього голоцену, а у відкладах, датованих пізнім голоценом, дещо зменшується. Тоді як на Опіллі й Розточчі частка пилку бука у відкладах середнього голоцену близька до такої на Малому Поліссі й Поділлі, але у відкладах пізнього голоцену його вміст навпаки помітно збільшується. Отже, можна припустити, що бук лісовий у незначних кількостях був представлений у складі рослинного покриву цих територій починаючи від середнього голоцену (близько 8-7,5 тис. р.т.) й місцями, можливо, відігравав роль домінанта (Мале Полісся – розріз № 11, Центральне Поділля – розрізи № 15–17), а в пізньому голоцені відбувається збільшення його ролі в рослинних угрупованнях регіону, що відображено також на картосхемі 3. Цьому могло також сприяти вирубування лісів за участю дуба в регіоні й заселення вільних площ буком.

Інша ситуація спостерігається для території Передкарпаття (рис. 2). Участь пилку бука в СПС голоцену з цієї території значно вища, ніж з інших рівнинних регіонів, і коливається у межах 5-45%. На Передкарпатті участь пилку бука у формуванні СПС спостерігається у відкладах, датованих середнім голоценом, його частка тут становить 1-9,5%, що імовірно свідчить про помітну участь бука у рослинному покриві регіону від того часу. У відкладах пізнього голоцену його частка різко збільшується майже в усіх розрізах з цієї території (місцями до 46% – розрізи з Рожнятівського й Долинського р-нів – для яких можливе додаткове занесення пилку бука з Карпат), що очевидно пов'язане зі збільшенням площ букових лісів.

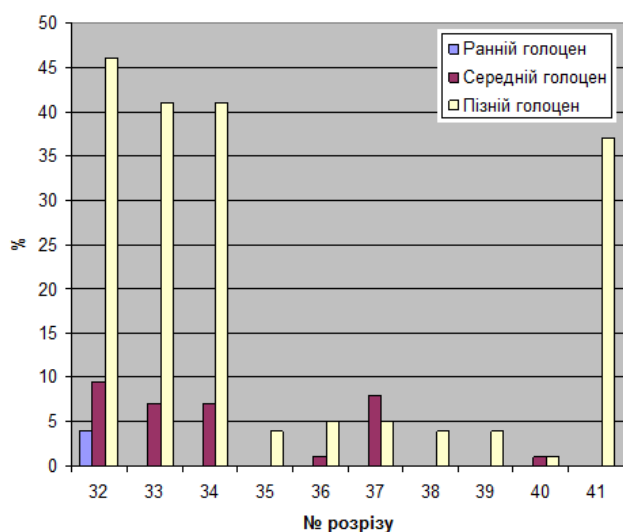


Рис. 2. Участь пилку *Fagus sylvatica* L. у спорово-пилкових спектрах Передкарпаття в голоцені

Наведені дані показують значну неоднорідність участі пилку бука лісового в СПС відкладів голоцену рівнинної частини західних територій України, а це, відповідно, є показником нерівномірного природного поширення лісів за участю бука на цій території протягом голоцену. Від середнього голоцену до пізнього пилку бука зникає із СПС, отриманих з території Хмельницької області, але подальші палінологічні дослідження відкладів цієї території дадуть змогу уточнити динаміку угруповань за участю цього виду (фагетального комплексу) на ній протягом голоцену. Зважаючи на наявні дані можна зробити висновок про природність невеликого масиву букового лісу (площею близько 300 га), описаного М.І. Котовим (Котов, 1930), П.С. Погребняком (Погребняк, 1931) і П.П. Кожевниковим (Кожевников, 1931) поблизу смт. Сатанів Хмельницької обл., який є одним із найсхідніших форпостів бучин у Європі. Наведені дані підтверджують гіпотезу про те, що зовсім недавно *F. sylvatica* був поширений далі на схід від сучасної межі островних оселищ, а до зменшення його поширення в цій частині призвела господарська діяльність людини. Спільні тенденції спостерігаються для Малого Полісся і Поділля, Опілля і Розточчя (рис. 1), але подальші дослідження можуть дати більше даних для уточнення регіональної специфіки рослинного покриву цих територій протягом голоцену. Також можна дійти висновку, що посилення антропогенного впливу на рослинний покрив регіону протягом голоцену не позначилося негативно на поширенні бука на території Опілля, Розточчя й Передкарпаття, оскільки частка його пилку у СПС збільшується від відкладів, датованих середнім голоценом, до відкладів пізньоголоценового віку. Щодо Малого Полісся, Північно-Західного й Центрального Поділля, то бук тут ніколи не був основною лісотвірною породою і ліси з домінуванням бука траплялися у вигляді ізольованих фрагментів, до сучасного зменшення площ яких могла призвести господарська діяльність людини.

Список літератури:

1. Андреева О.О. Матеріали до історії розвитку рослинності Північно-Західного Поділля в голоцені // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Мат. конф. молодих вчених-ботаніків України. – Одеса, 2003. – С. 34–35.
2. Андреева О.О. Оценка роли буковых лесов в растительном покрове Подолья в голоцене // Мат. междунар. конф. молодых ботаников в Санкт-Петербурге (21-26 мая 2006). – СПб: Изд-во ГЭТУ, 2006. – С. 333.
3. Андреева О.О. Палінологічна характеристика відкладів середнього голоцену Північно-Східного Поділля // Наук. зап. Держ. природозн. музею. – Т. 25.– 2009. – С. 245–250.
4. Андреева О.О. Участие пыльцы бука (*Fagus sylvatica* L.) в спорово-пыльцевых комплексах голоцена Подолья (Украина) // Живые объекты в условиях антропогенно-

- го преса. Мат. Х междунар. наук.-практ. екологіч. конф. г. Белгород, 15-18 сентября 2008 г. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2008. – С. 7-8.
5. Артюшенко А.Т. Растительность Лесостепи и Степи Украины в четвертичном периоде (по данным спорово-пыльцевого анализа). – К.: Наук. думка, 1970. – 173 с.
 6. Артюшенко А.Т., Арап Р.Я., Безусько Л.Г. История растительности западных областей Украины в четвертичном периоде. – К.: Наук. думка, 1982. – 136 с.
 7. Гричук В.П. Растительность Русской равнины в нижне-среднечетвертичное время // Тр. Ин-та географии АН СССР. – 1950, Т. 46. – С. 79-80
 8. Зелена книга Української ССР: Рідкі, зникаючі та типові, що потребують охорони рослинні спільноти: Монографія. / Під ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – К.: Наук. думка, 1987. – 216 с.
 9. Зелена книга України / під заг. ред. члена-кореспондента НАН України Я.П. Дідуха. – Київ: Альтерпрес, 2009. – 448 с.
 10. Зелена книга України. Ліси: Монографія / За ред. Ю.Р.Шеляг-Сосонко. – Київ: Наукова думка, 2001. – 256 с.
 11. Кагало О.О., Андреева О.О. Проблеми палеоботанічних реконструкцій на тлі розвитку ландшафтів // Роль природно-заповідних територій Західного Поділля та Юри Ойцовської у збереженні біологічного та ландшафтного різноманіття. Збірник наукових праць. – Гримайлів-Тернопіль: Лілея, 2003. – С. 179-186.
 12. Кожевніков П.П. Типи лісу та лісові асоціації Поділля // Праці Всесоюз. наук.-досл. ін-ту ліс. г-ва та агроліс.-меліорації. Сер. біол. наук., Вип. 10. – Харків, 1931. – С. 78-82.
 13. Корінко О.М. Букові ліси Подільської височини (флористичні та еколого-ценотичні особливості, наукові основи охорони) // Автореф. ... канд. біол. наук. – Київ, 2004. – 21 с.
 14. Котов М.И. Геоботанический очерк буковых лесов на р. Збруч (Сатановская лесная дача на Подоллии) // Журн. русс. бот. об-ва. – Т. 4 (1-2). – 1930. – С. 23-30.
 15. Мельник В.І., Корінко О.М. Внутрішньовидова мінливість і генезис ареалу *Fagus sylvatica* L. на Поділлі // Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука. Мат.-ли читань, присвячених 100-річчю з дня народження Ю.Д.Клеопова (Київ, 10–13 лист. 2002 р.). – Київ: Фіто-соціоцентр, 2002. – С. 263-267.
 16. Нейштадт М.И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 402 с.
 17. Погребняк П.С. Лісорослинні умови Поділля // Праці Всесоюз. наук.-досл. ін-ту ліс. гос-ва та агроліс.-меліорації. Сер. біол. наук., Т. 10. – Харків, 1931. – С. 112-116.
 18. Симакова А.Н. Развитие растительного покрова Русской равнины и Западной Европы в позднем неоплейстоцене – среднем голоцене (33-4,8 тыс. л. н.) (по палинологическим данным) // Автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. геолого-минералог. наук. – М., 2008. – 32 с.
 19. Смирнова О.В., Турубанова С.А. Изменение видового состава и распространение ключевых видов деревьев (эдификаторов) лесного пояса с конца плейстоцена до позднего голоцена. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность: В 2 кн. / Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов. – М.: Наука, 2004. – Кн. 1 / Отв. ред. О.В. Смирнова. 2004. – С. 118-133.
 20. Смирнова О.В., Турубанова С.А., Бобровский М.В., Коротков В.Н., Ханина Л.Г. Реконструкция истории лесного пояса Восточной Европы и проблема поддержания биологического разнообразия // Успехи современной биологии, 2001.– 121 (2). – С. 144-159.
 21. Стойко С.М., Жижин М.П., Кагало О.О. Флороценотична структура та охорона раритетних лісів *Pineto-Fageto sylvaticae* на північно-східній межі поширення // Укр. ботан. журн. – Т. 47 (3). – 1990. – С. 68-73.
 22. Стойко С.М., Мілкіна Л.І., Ященко П.Т., Кагало О.О., Тасенкевич Л.О. Раритетні фітоценози західних регіонів України (Регіональні "Зелена книга"). – Львів: Поллі, 1998. – 190 с.
 23. Adams J.M. Global land environments since last interglacial. – Oak Ridge National Laboratory, TN, USA, 1997. – Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.esd.ornl.gov/projects/gen/nercEUROPE.html>
 24. Andryeyeva O. The plant cover of North-Western Podolia before human impact // Proceeding of the III International Young scientists conference "Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution.", dedicated to 100 anniversary from birth of famous Ukrainian lichenologist Mari Makarevych (Odesa, 15-18 May, 2007). Odesa: Pechatniy dom, 2007. – P. 270.
 25. Hładyłowicz K.J. Zmiany krajobrazu w ziemie Lwowskiej od połowy XV wieku do początku XX wieku // Studja z historii społecznej i gospodarczej pośw. prof. F. Bujakowi. – Lwów, 1931.
 26. Środoń A. Buk w historii łąsów Polsku Buk Zwyczajnu *Fagus sylvatica* L. – Warszawa: PWN, 1990. – S. 7-25.
 27. Środoń A. Fagus in the forest history of Poland // Acta Palaeobotanica, 1985 – 23 (1-2). – P. 119-137.
 28. Szafer W. Las i step na zachodnim Podolu. (The Forest and Steppe in West Podolia) // Rozprawy Wyd. Matem.-Przyr., 1935. – LXXI, B, (2). –S. 1-130.

THE ANALYSIS OF *FAGUS SYLVATICA* L. (FAGACEAE) DISTRIBUTION ON PLAIN PART OF THE WESTERN UKRAINE IN HOLOCENE BASED ON PALYNOLOGICAL INVESTIGATION

O.O. Andrieieva

The analysis of the dynamics of the Fagus sylvatica L. pollen grains percent in pollen spectra (PS) from Holocene deposits of the plain part of the western Ukraine is presented. 40 profiles are accounted for analysis. The scheme maps of beech forest distribution on territory in Holocene stage were building. In early Holocene beech pollen only in single profile present, in middle Holocene sudden increase number profiles with beech pollen in PS were observed, in late Holocene both number profiles and percent beech pollen in PS were increase. In territory of North-Eastern Podolia beech forest area was decrease cause human impact, and vice versa on the rest plain part of the western Ukraine – increase beech forest area owing to oak forest felling.

Key words: pollen analysis, Holocene, Fagus sylvatica L., western part of Ukraine.

Одержано редколегією 12.05.2011 р.

АЛЬГОУГРУПОВАННЯ ҐРУНТІВ ЛАНДШАФТІВ ДАВНЬОСЛОВ'ЯНСЬКИХ ПОСЕЛЕНЬ

Ю.М. ДМИТРУК, Т.М. ЧОРНЕВИЧ, М.В. ТИМИРІВСЬКА

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
58012, м. Чернівці, вул. Коцюбинського, 2
e-mail: dmytruky@i.ua; chornevich_t@mail.ru

Встановлено видовий склад, систематичну структуру та екологічні спектри водоростей фонового та похованих під валами ґрунтів. Виявлено, що альгоугруповання похованих різновікових ґрунтів близькі, тоді як спектр ґрунтових водоростей сучасного сірого лісового ґрунту істотно відрізняється від похованих. Можливості використання ґрунтових водоростей в індикаційних цілях доцільно апробувати для різних типів ґрунтів.

Ключові слова: ґрунт: фоновий, похований; альгоугруповання; екобіоморфи.

Вступ. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується інтенсивним втручанням людини в довкілля, що призводить до порушення природного функціонування біогеоценозів. Оцінити антропогенний вплив на біогеоценоз можна за різними показниками, в тому числі і за реакцією ґрунтових водоростей, оскільки вони невід'ємний компонент наземних екосистем. Альгокомпонент ґрунту відіграє важливу роль у процесі ґрунтоутворення, впливає на родючість і біологічну активність едафотопів. Водночас ґрунтові водорості чутливо реагують на зміни водного, газового та сольового режимів, на антропогенне забруднення ґрунтів тощо, а тому істотна їх індикаторна роль (Зенова, Штина, 1990; Мальцева, Баранова, 2008).

Одним із перспективних об'єктів для вирішення питань генетичного ґрунтознавства, еволюції едафотопів є ґрунти, поховані під археологічними пам'ятками. Вони представляють собою своєрідні палеоархіви, які містять інформацію про природні умови різних етапів у вигляді ознак будови та властивостей. У похованих ґрунтах зберігаються і включення біоморф – залишки давньої рослинності, біоти тощо. Є відомості, що у палеоґрунтах до теперішнього часу зберігаються мікробні угруповання в активному стані, які існували на час спорудження археологічних пам'яток.

Основні риси водоростевих угруповань різних едафотопів тісно зв'язані з генетичними властивостями ґрунту та його станом (Штина и др., 1998). Так, узагальнюючи результати досліджень ґрунтових водоростей різних ґрунтово-кліматичних зон, Е.А. Штина зі співавторами виділила специфічні ознаки фітоедафону для основних ґрунтоутворних процесів і запропонували діагностичний ключ для визначення основних ти-

пів ґрунтів (Штина и др., 1998). Виділено діагностичні ознаки альгоугруповань ґрунтів під лісовими фітоценозами в степовій зоні України (Мальцева, Баранова, 2008). Але досить мало даних про можливість діагностики на основі аналізу ґрунтових водоростей похованих ґрунтів. Тому мета статті – охарактеризувати альгоугруповання ґрунтів, які тривалий час (сотні і тисячі років) перекриті внаслідок давньої діяльності людини, що допоможе відновити умови ґрунтогенезу.

Об'єкт та методика досліджень: Територія дослідження – Прут-Сіретське межиріччя (стаціонар Грушівка), а об'єкт досліджень – поховані під різновіковими земляними валами ґрунти і сучасний фоновий (сірий лісовий) поблизу вказаних археологічних пам'яток.

Будова профілів досліджуваних ґрунтів:

а) ґрунт похований під земляним валом ранньослов'янського часу (вал-1):

H(0-29)+HP(29-59)+Hf(59-76)+Ihf(76-94)+If(gl)(94-147)+IpfGl(147-180)+Pifgl(180-200);

б) ґрунт похований під земляним валом залізного віку (вал-2):

Hf(79-100)+HEf(gl)(100-135)+If(gl)(135-185);

в) фоновий сірий лісовий ґрунт (денної поверхні):

H(e)(0-21)+He(gl)(21-45)+Imgl(45-127)+Ipk(gl)(127-135)+Pik(gl)(135-152).

Камеральне опрацювання зібраного матеріалу проводили методом ґрунтових культур зі скельцями обростань. На основі цих культур визначали доміанти за шкалою Стармаха у модифікації І.Ю. Костикова (Костиков, 1993). Для водоростей з відділів Chlorophyta, Xanthophyta та Eustigmaphophyta, визначення яких можливе тільки при детальному дослідженні життєвого

циклу, використовували культури на (1,5 %) агаризованому середовищі Болда з потроєною кількістю азоту (3N BBM) (Ettl et al., 1995). Систематичну належність визначали згідно монографії «Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори)» (Костіков та ін., 2001).

Результати та їх обговорення. За даними досліджень у фоновому сірому лісовому ґрунті ідентифіковано 16 видів ґрунтових водоростей з 4 відділів, 6 класів, 8 порядків, 8 родин, 9 родів: *Chlorophyta* – 11 (68,7%), *Xanthophyta* – 2 (12,5), *Bacillariophyta* – 2 (12,5%), *Cyanophyta* – 1 (6,3%). Провідними за кількістю видів є *Chlorophyta* – 10 видів, серед зелених водоростей домінантами виявилися види *Myrmecia incisa* Reisinger, *Stichococcus minor* Näg., *Chlamydomonas lobulata* Ettl, *Pseudococcomyxa simplex* (Mains) Fott (рис. 1).

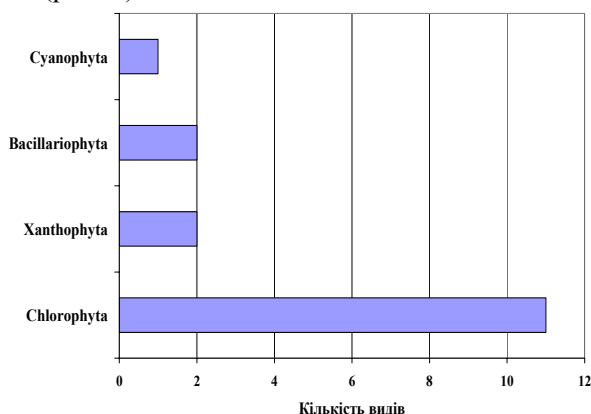


Рис. 1. Систематична структура ґрунтових водоростей фонового сірого лісового ґрунту

Основу ґрунтових водоростей фонового ґрунту склали 3 родини, рівень видового багатства яких був вищий від середнього показника 1,4 (табл. 1). У комплекс провідних родин увійшли *Chlorococcaceae* (5), *Chlamydomonadaceae* (2), *Pleurochloridaceae* (2). Всього провідні родини об'єднали 8 видів (75,0 %). Найбільшим видовим різноманіттям характеризувались 2 роди, в яких рівень видового багатства був вищий від середнього показника. Це: *Chlamydomonas* 2 види та *Chlorococcum* 4 види. До провідних родів увійшло 6 видів (42,8 %).

Серед виявлених видів водоростей переважають едафотільні види (табл. 2). Розташувавши індекси життєвих форм у порядку зменшення числа видів, загальний спектр життєвих форм (екобіоморф) фонового сірого лісового ґрунту має наступний вигляд: $Ch_6X_3C_2H_2B_1Cf_1hydr_1(16)$, де нижніми індексами позначена кількість видів кожної окремої життєвої форми, а у дужках вказана загальна кількість видів.

Екобіоморфи характеризують екологічні особливості водоростей, незалежно від систематичної

приналежності (Алексахина, Штина, 1984; Штина, Голлербах, 1976). Великого різноманіття набувають види Ch-форм – види-убіквісти (37,5 %). Друге місце у спектрі екобіоморф займають види X-форм (18,7%). На третьому місці у спектрі життєвих форм стоять види C- та H-форм (12,4 %). Середню частину спектра життєвих форм займають види B-, Cf- та hydr-форми (6,3%).

Таблиця 1.
Провідні родини ґрунтових водоростей фонового сірого лісового ґрунту

Місце	Родина	Кількість видів	% від числа видів
1-2	Chlorococcaceae	2	12,5
1-2	Pleurochloridaceae	2	12,5
3	Chlamydomonadaceae	4	25,0
Середня кількість видів у родині		1,4	
Всього видів у провідних родин		8	75,0
Всього видів		16	100

Таблиця 2.
Екобіоморфна структура ґрунтових водоростей фонового сірого лісового ґрунту

Життєві форми*	Кількість видів, од. (%)			
	загальний спектр життєвих форм	фоновий ґрунт	вал-1	вал-2
Ch	9(42,8)	6 (37,5)	4 (57,1)	3 (42,8)
X	4(19,0)	3 (18,75)	2 (28,5)	3 (42,8)
H	3(14,2)	2 (12,5)	1 (14,2)	1 (14,25)
C	2(9,5)	2 (12,5)	не виявл.	не виявл.
B	1(4,7)	1 (6,25)	не виявл.	не виявл.
Cf	1(4,7)	1 (6,25)	не виявл.	не виявл.
hydr	1(4,7)	1 (6,25)	не виявл.	не виявл.
Разом	21(100)	16(100)	7(100)	7(100)
Коефіцієнт мезофільності, Км		0,50	0,18	0,25

Примітка. Життєві форми (екобіоморфи): **Ch-форма** – одноклітинні і колоніальні зелені і жовтозелені водорості, які живуть у товщі ґрунту і відрізняються виключною витривалістю до різних екстремальних умов і звичайно позначаються як види-убіквісти; **C-форма** – це одноклітинні, колоніальні або нитчасті форми, які можуть утворювати слиз, вологолюбиві; **X-форма** – одноклітинні жовтозелені і багато зелених, які полюбують тіньові умови серед ґрунтових часточок, вони є тінестійкі, але не стійкі проти посухи та екстремальних температур; **B-форма** – це рухливі клітини, які живуть у поверхневих шарах ґрунту або у слизі інших водоростей, характеризуються вологолюбністю; **H-форма** – нитчасті зелені та жовтозелені водорості, не стійкі проти посухи; **Cf-форма** – мікроскопічні азотфіксуючі синьо-зелені водорості, які здатні формувати слизисті розростання на поверхні ґрунту; **hydr-форма** – водні види, які випадково потрапили у ґрунт

В спектрі екобіоморф виявлено 6,3 % азотфіксаторів – гетероцистних видів синьо-зелених водоростей (Cf-форма), а саме: *Nostoc edaphicum* Kondratyeva.

Отже, ядро спектра життєвих форм (екобіоморф) фонового сірого лісового ґрунту складають види-убіквісти, а також вологолюбні та тіньовитривалі едафотрофні види.

У похованих ґрунтах зареєстровано всього 9 видів водоростей з 4 відділів, 4 класів, 5 порядків, 4 родин, 6 родів: *Chlorophyta* – 5 (55,6%), *Xanthophyta* – 3 (33,3%), *Eustigmaphyta* – 1 (11,1%) (рис. 2).

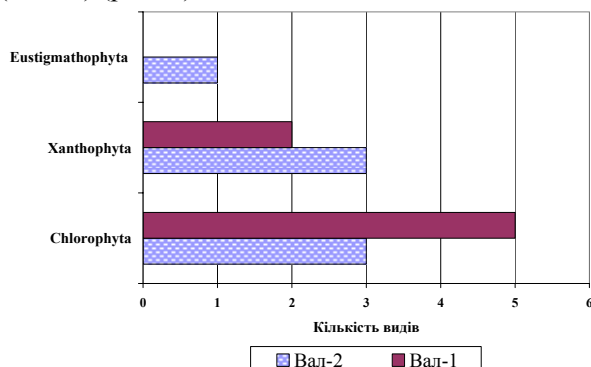


Рис. 2. Систематична структура ґрунтових водоростей похованих ґрунтів

У ґрунті під валом-1 виявлено 7 видів водоростей з 2 відділів, 3 класів, 3 порядків, 4 родин, 4 родів. У ґрунті під валом-2 залізного віку також ідентифіковано 7 видів з 3 відділів 4 класів, 4 порядків, 5 родин, 6 родів (рис. 2).

Провідними за кількістю видів у похованих ґрунтах є відділ *Chlorophyta* – 6 видів, а саме: *Chlorococcum lobatum* (Korschikov) Fritsch et John, *Chlorococcum pulchrum*, Archibald et Bold, *Botryocorine simplex* Reisingl, *Chlorococcum sp. 1-2*. Виявлено, що види *Chlorococcum lobatum* та *Botryocorine simplex* є спільними для досліджуваних сучасних і похованих ґрунтів. Серед зелених водоростей домінантом у ґрунті під валом-1 виявився вид *Chlorococcum lobatum* (Korschikov) Fritsch et John.

З відділу *Xanthophyta* в похованих ґрунтах виявлено 3 види: *Monodus dactylococcoides* Pascher, *Pleurochloris commutata* Pascher та *Heterococcus viridis* Chodat. Зауважимо, що серед жовто-зелених водоростей спільним домінантним видом для ґрунтів обох валів є *Heterococcus viridis* Chodat. Вид *Monodus dactylococcoides* – домінантний вид серед альгоугруповання ґрунту, похованого під валом-2.

До відділу *Eustigmaphyta* віднесено 1 вид: *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd. На відміну від фонового, в похованих ґрунтах не було виявлено представників відділів *Bacillariophyta* та *Cyanophyta*, які вважаються світлолюбними. Очевидно, що лісові умови були тут і до будівництва валів.

Серед ідентифікованих у похованих ґрунтах видів водоростей переважають едафотрофні ви-

ди, що підтверджує тривалий в часі ґрунтогенез на території лісових ландшафтів. Розташувавши індекси життєвих форм у порядку зменшення числа видів, отримали спектр життєвих форм (екобіоморф) для похованих ґрунтів: $Ch_4X_2H_1(7)$ – вал-1 та $Ch_3X_3H_1(7)$ – вал-2. Отже, ядро спектра екобіоморф похованих ґрунтів складають види-убіквісти та вологолюбні і тіньовитривалі едафотрофні види.

Таким чином, видовий склад водоростей, домінантні види та екобіоморфи, відображаючи екологічні умови онтогенезу водоростей похованих ґрунтів разом з фактом відсутності діатомових та синьозелених водоростей у складі альгоугруповання свідчать, що дані ґрунти до часу їх поховання знаходились під широколистяною лісовою рослинністю.

Встановлення видового складу водоростей – це перший крок при проведенні альгофлористичних досліджень. Подальші дослідження впливу різних факторів середовища на розвиток ґрунтових водоростей базуються на даних про їх склад. Порівнюючи фізико-хімічні, хімічні та альгологічні властивості сучасних ґрунтів із похованими, можна встановити генезис останніх, умови їх формування та еволюцію. Отже, на основі такого системного аналізу, з включенням до останнього характеристик альгоугруповань різновікових ґрунтів, розробка прогнозних моделей ґрунтогенезу оптимізується.

За даними наших досліджень альгофлора досліджуваних ґрунтів лісових екосистем стаціонару Грушівка включає 21 вид водоростей з 5 відділів, 7 класів, 13 порядків, 14 родин, 16 родів: *Chlorophyta* – 13 (61,9%), *Cyanophyta* – 1 (4,8%), *Xanthophyta* – 4 (19,0%), *Bacillariophyta* – 2 (9,5%), *Eustigmaphyta* – 1 (4,8%) (табл. 3).

Таблиця 3
Систематична структура ґрунтових водоростей ґрунтів стаціонару Грушівка

Відділ	Кількість видів, од. (% від загальної кількості)			
	Усього	фоновий ґрунт	вал-1	вал-2
Cyanophyta	1 (4,7)	1 (6,25)	не виявл.	не виявл.
Eustigmaphyta	1 (4,7)	не виявл.	не виявл.	1 (14,2)
Xanthophyta	4 (19,0)	2 (12,5)	2 (28,5)	3 (42,8)
Bacillariophyta	2 (9,5)	2 (12,5)	не виявл.	не виявл.
Chlorophyta	13 (61,9)	11 (68,7)	5 (71,4)	3 (42,8)
Усього	21 (100)	16 (100)	7 (100)	7 (100)

Для встановлення зв'язку похованих ґрунтів із сучасним фоновим ґрунтом на генетичному рівні, нами проведений кластерний аналіз з використанням коефіцієнта подібності Жаккара.

Найвищий рівень подібності альгоугруповань виявлений між різновіковими похованими ґрун-

тами – 60,0 %, тоді як рівень подібності між фоновим і похованими ґрунтами становить тільки 20,0 % (табл. 4). На дендрограмі, побудованій методом середнього врівноваженого зв'язування на основі коефіцієнта подібності Жаккара, виділяються два кластери: окрему групу утворюють альгоугруповання похованих ґрунтів; до цього кластеру приєднується альгоугруповання фонового ґрунту (рис. 3).

Таблиця 4

Подібність альгоугруповань досліджуваних ґрунтів на основі індекса Жаккара та числа спільних видів

Ґрунти	Фоновий	Вал-1	Вал-2
Фоновий	12	3	3
Вал-1	20	7	5
Вал-2	20	60	7

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

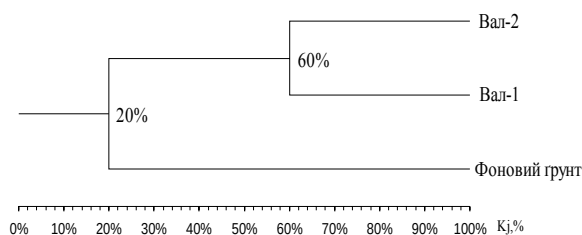


Рис. 3. Дендрограма подібності між альгоугрупованнями досліджуваних ґрунтів

Висновки. У фоновому сірому лісовому ґрунті виявлено 16 видів ґрунтових водоростей з 4 відділів, 6 класів, 8 порядків, 8 родин, 9 родів: *Chlorophyta* – 11 (68,7%), *Xanthophyta* – 2 (12,5%), *Bacillariophyta* – 2 (12,5%), *Суанophyta* – 1 (6,3%); тоді як у похованих ґрунтах – 9 видів водоростей з 4 відділів, 4 класів, 5 порядків, 4 родин, 6 родів *Chlorophyta* – 5 (55,6%), *Xanthophyta* – 3 (33,3%), *Eustigmaphyta* – 1 (11,1%).

Незважаючи на такі відмінності, ядро спектра життєвих форм всіх ґрунтів складають види-

убіквісти та вологолюбні і тіньовитривалі едафотрофні види: $Ch_9X_4H_3C_2B_1Cf_1hydr_1(21)$. Це свідчить, що чинники ґрунтогенезу на час поховання ґрунтів (близько 1000 років тому назад) були аналогічними з сучасними. Проте в умовах поховання діагенетичні зміни вплинули на еволюцію альгоугруповань, а тому рівень подібності між похованими ґрунтами істотно більший, ніж з сучасним фоновим.

Початковий етап вивчення альгоугруповань різновікових ґрунтів підтверджує індикаційні можливості ґрунтових водоростей для оцінки напрямків еволюції ґрунтового покриву.

Стаття написана на основі матеріалів, одержаних при виконанні держбюджетної теми № 56.81 в Чернівецькому національному університеті ім. Ю.Федьковича.

Список літератури:

1. Алексахина Т.И. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов / Т.И. Алексахина, Э.А. Штина – М.: Наука, 1984. – 150 с.
2. 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.
3. Зенова Г.М. Почвенные водоросли: учебное пособие / Г.М. Зенова, Э.А. Штина – Москва: Изд-во МГУ, 1990. – 80 с.
4. Костиков И.Ю. Почвенные водоросли Лазовского заповедника (Дальний Восток, Россия) / И.Ю. Костиков // Альгология. – 1993. – Т. 3, № 1. – С. 62 – 66.
5. 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.
6. Штина Э.А. Альгологический мониторинг почв / Э.А. Штина, Г.М. Зенова, Н.А. Манучарова // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С.1449–1461.
7. Штина Э.А. Экология почвенных водорослей / Штина Э.А., Голлербах М.М. – М.: Наука, 1976 – 143 с.
8. Ettl H. Syllabus der Boden-, Luft, und Flechtenalgen / H. Ettl, G. Gärtner. – Stuttgart, Jena, New-York: Gustav Fischer Verlag, 1995. – 721 s.

ALGOGROUPING OF SOILS OF LANDSCAPES OF ANCIENTSLAVONIC SETTLEMENTS

Yu.M. Dmytruk, T. M. Chornevych, M.V. Tymyryvska

The species composition, taxonomic and ecological structure of algae communities of background and buried under mounds soils have been established. Algogrouping of buried soils of different ages are close, while the spectrum of soil algae modern gray forest soil is significantly different from buried was determined. Possibilities of using soil algae in indicators purposes appropriate to test for different types of soil.

Keywords: soil: background, fossil; ekobiomorphy.

Одержано редколлегією 10.05.2011 р.

ЗЕМЛЕУСТРІЙ НА ЗЕМЛЯХ З НАЯВНИМИ КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

П.Ф. КОЗЬМУК, Р.І. БЕСПАЛЬКО

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Досліджується наявність карстово-спелеологічних об'єктів на території Чернівецької області. Аналіз законодавчих актів у галузі землеустрою щодо охорони карстово-спелеологічних об'єктів, обґрунтовується особливості організації території в місцях їх поширення, охорони земель та підземних вод, які використовуються в харчових цілях.

Ключові слова : карст, карстово-спелеологічні об'єкти, карстові лійки, землеустрій, охоронна зона, межа охоронної зони, обмеження та обтяження щодо використання земельних ділянок

Вступ. Території на яких розміщені карстово-спелеологічні об'єкти займають третину Чернівецької області та України в цілому. Проте, до цього часу не напрацьовані методика та порядок організації території з метою раціонального її використання та запобігання забруднення підземних вод. Вирішенню цих проблем присвячені наші дослідження.

Однією із головних проблем в напрямі організації раціонального та природно-екологічного використання земельного фонду України, економіка якої функціонує в ринкових умовах, є питання належної організації земель в місцях поширення карстово-спелеологічних об'єктів.

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 23.06.1991р. № 1264-ХІІ (із змінами) об'єктом правової охорони визначено навколишнє природне середовище як сукупність природних і природосоціальних умов та процесів, природні ресурси, які залучені в господарський обіг, так і невикористовуванні в народному господарстві в даний період (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс та інша рослинність, тваринний світ), ландшафти та інші природні комплекси.

Водний кодекс України від 6.06.1995р. № 213/95 (із змінами) (Водний Кодекс України..., 1995) визначає своїм завданням регулювання правових відносин з метою забезпечення збереження, науково обґрунтованого, раціонального використання вод для потреб населення і галузей економіки, відтворення водних ресурсів, охорона вод для потреб населення і галузей економіки, відтворення водних ресурсів, охорона вод від забруднення, засмічення та вичерпання, запобігання шкідливим діям вод та ліквідації їх наслідків, поліпшення стану водних об'єктів а також охорони прав підприємств, установ, організацій і громадян на водокористування.

Закон України «Про землеустрій» від 22.05.2003р. №858-IV (із змінами) (Закон України «Про землеустрій»..., 2003) визначає правові та організаційні основи діяльності у сфері землеустрою і спрямований на регулювання відносин, які виникають між органами державної влади, органами місцевого самоврядування, юридичними та фізичними особами із забезпечення сталого розвитку землекористування. Землеустрій виражає сукупність соціально-економічних та екологічних заходів спрямованих на регулювання земельних відносин та раціональну організацію території адміністративно-територіальних утворень, суб'єктів господарювання, що здійснюються під впливом суспільно-виробничих відносин і розвитку продуктивних сил.

Охорона земель – це система правових, організаційних, економічних, технологічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання земель, запобігання та захист від шкідливого антропогенного впливу, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, підвищення їх продуктивності, забезпечення режиму використання земель природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення (Закон України «Про охорону земель» ..., 2003).

З огляду вищезгаданих законодавчих актів прослідковуються вимоги охорони природних ресурсів (зокрема землі та вод), організації раціонального їх використання лише в загальних рисах. Зокрема, відсутні як окремий вид документації із землеустрою земель в місцях поширення карстово-спелеологічних об'єктів, так і в складі документації щодо організації території, на яких необхідні спеціальні заходи.

Про викладені недоліки свідчать розроблена документація із землеустрою щодо формування меж адміністративно-територіальних утворень та проекти з паювання земель сільськогосподарсько-

го призначення, на які в області видані документи на право власності на земельні частки (паї).

Водночас природа карстово-спелеологічних об'єктів, їх класифікація умови формування та розвитку, їх вплив на природні ресурси, можливість їх використання в народному господарстві достатньо вивчені науковцями Андрейчук В.Н., Білецький С.В., Бобилев О.В., Волков С.Н., Дублянський В.Н., Кабашнюк В.А., Климчук А.Б., Коржик В.П., Печеркін І.А., Проскурняк М.М., Рідуш Б.Т. та інші (Андрейчук, 1987; Андрейчук, 1991; Коржик, 2007).

Об'єкт і методи досліджень. Завдання досліджень – розробити методичні підходи та комплекс організаційних, технологічних та суспільно-економічних заходів з метою закріплення меж на місцевості наявних карстово-спелеологічних об'єктів, створення їх охоронних зон. Це необхідно для стримування негативного розвитку наявних об'єктів поверхневим стоком вод, атмосферних опадів, запобігання забрудненню, а також охорони підземних вод.

На поверхні землі карстово-спелеологічні об'єкти проявляються відкритими пронорами які поєднують (служать входом) карсти та печери з поверхністю, лійки (відкриті та закриті), воронкоподібні поглиблення зарослі кущами чи деревами або без рослинності з сипучими берегами, заболочені або залиті водою, особливо у весняний період.

Результати та їх обговорення. Визнавши землю основним національним багатством та зважаючи на її виняткове значення у всіх сферах життєдіяльності народу та країни, конституційно запроваджено принцип особливої охорони земель державою як важливого природного компонента та окремого специфічного об'єкту нерухомості.

Охорона державою земельного фонду спрямована на визначення відповідними територіальними органами місцевого самоврядування та органами державної виконавчої влади умов цільового використання земельних ресурсів відповідно до їх природного стану, вжиття заходів щодо недопущення руйнування поверхні землі та земельних ресурсів в цілому, забруднення їх і підземних вод шкідливими для здоров'я людини сполуками.

Виходячи із суттєвих змін юридичного оформлення права землекористування та власності на земельні ділянки, кардинального перегляду потребують склад і методологія розробки документації із землеустрою в місцях поширення карстово-спелеологічних явищ і об'єктів.

Внаслідок ліквідації монополії держави на землю здійснюється передача земель у власність фізичних та юридичних осіб, починає діяти еко-

номічний механізм регулювання земельних відносин. Зазначене потребує чіткого врегулювання заходів та дозволених видів використання земельних ділянок їх власниками і користувачами, зокрема в місцях поширення карстово-спелеологічних явищ та об'єктів.

Під терміном «карст» розуміють сукупність процесів і явищ, що виникають у розчинних водою гірських породах за певний період часу, з утворенням специфічних підземних та поверхневих форм рельєфу, а також і самі форми рельєфу. Карст характерний для місць близького залягання чи виходу на поверхню відкладів карбонатних порід (вапняків різного походження, доломітів, мармурів), сульфатів (гіпсів, гіпсоангідритів) та галоїдів (кухонної та калійної солей), пісковиків, гравелітів та конгломератів на розчинному цементі, деяких інших достатньо розчинних відкладів. Внаслідок розчинення і винесення з водою цих сполук за межі геосистеми утворюються підземні порожнини, а також провали над галереями. Для місць поширення карсту характерний провальний - западинний рельєф, зрідженість, розірваність чи повна відсутність наземної річкової мережі, скельні виходи геологічних порід. З провалами генетично пов'язані обвальні - зсувні, та ерозійні процеси, поглинання поверхневого стоку і переведення його у підземний. Все це в комплексі призводить до погіршення інженерно-геологічної ситуації з відповідними екологічними, технічними та соціально-економічними наслідками, і до зростання дрібноконтурності та строкатості угідь.

З карстом пов'язано багато складних екологічних проблем, з яких далеко не всі видимі неозброєним оком. Карстові води, особливо у гіпсах, високомінералізовані і не придатні для повсякденного споживання, особливо у опалювальних системах. В карстових колекторах води не проходять належної природної очистки, а тому їх санітарно-екологічні показники прямо залежать від санітарно-екологічного стану поверхні водозборів, особливо в місцях поглинання водотоків карстовими лійками.

Найтипівішими негативними діями людини у регіонах поширення карсту є:

- забруднення карстових лійок побутовим та виробничим сміттям, органічними та неорганічними рештками різного походження, в т.ч. влаштування смітників та скотомогильників, зливання відпрацьованих нафтопродуктів, скидання тари від отрутохімікатів тощо;

- активізація карсту шляхом інтенсифікації водообміну внаслідок непередуманих гідромеліоративних та гідротехнічних робіт, відкачуванню вод з котлованів кар'єрів, скидання у лійки вод техногенного походження, забруднення вод хімі-

чними сполуками;

- пошкодження чи руйнування цінних спелеокарстових об'єктів;
- активізація супутніх геодинамічних процесів – обвалів, зсувів, ерозії ґрунтів.

Карстові процеси динамічні, темпи їх розвитку різняться в залежності від літологічного типу карсту, інтенсивності водообміну та хімічного складу вод, інших чинників. В більшості випадків темпи карстогенезу, вірогідність місць виникнення провалів не піддаються прогнозуванню, а тому важливим заходом є організація постійного карстово-спелеологічного моніторингу.

Карстові процеси не завжди призводять до формування підземних порожнин. Крім того, карстовий тип печер є одним з 26 інших генетичних типів підземних порожнин, хоча порожнини карстового походження складають до 90 відсотка від їх загальної кількості. Тому задля зручності оперування поняттями споріднених за формою природних та антропогенних підземних утворень ми вживаємо термін «карстово-спелеологічний об'єкт».

В цілому, у різноманітному спектрі всіх екологічних проблем питома вага еколого дестабілізуючих чинників, пов'язаних з особливостями геологічної будови та протіканням геодинамічних процесів, становить від 70 до 90 відсотків.

Належну охорону ландшафтів, земель та підземних карстових вод пропонується організувати шляхом розробки спеціальної технічної документації із землеустрою в місцях поширення карстових явищ і карстово-спелеологічних об'єктів, активізації інформаційно-роз'яснювальної роботи щодо оптимізації природокористування в цих місцях, екологічних знань та свідомості населення, а також вжиття до порушників екологічного і земельного законодавства заходів адміністративного та іншого впливу, визначених Законами України.

Карстові явища та спелеокарстові утворення в Чернівецькій області поширені на території 10 адміністративних районів (крім Глибоцького та м.Чернівці), проте найбільші соціально-екологічні проблеми існують в зоні поширення гіпсового карсту (північна частина Кіцманського, Заставнівського, Хотинського, східної частини Новоселицького районів), особливо в смузі розвитку розгалуженої карстово-печерної системи «Попелюшка», карстової системи басейнів річок Совиця-Кіцманська, Онут, Дорошівського потоку, тощо.

Заходи, спрямовані на охорону об'єктів природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення, до яких віднесено карстово-спелеологічні об'єкти, важливі карстові лійки та джерела, необхідно розробляти із врахуванням

конкретних ландшафтних умов у складі всіх видів документації із землеустрою окремим розділом екологічного та природоохоронного напрямів.

На повноту і якість розроблених заходів із вищезазначеного необхідно звертати особливу увагу в процесі розробки документації із землеустрою в місцях поширення карстових явищ і спелеологічних об'єктів при приватизації (безоплатної чи з викупом) та складання правовстановчих документів на земельні ділянки.

Власник землі має бути належно проінформованим про природні властивості та особливості екологічної ситуації на конкретній земельній ділянці. Володіючи достовірною і повною інформацією про земельну власність, він зможе вибрати з дозволених видів використання земельної ділянки найефективніший. Відомості про наявність карстових явищ та карстово-спелеологічних об'єктів на земельній ділянці можуть кардинально змінити наміри її власника в напрямі раціонального використання, зокрема в забудові.

Крім того, в залежності від статусу природоохоронного об'єкту (загальнодержавного, місцевого значення) буде залежати розмір охоронних та санітарно-захисних зон, які встановлюватимуться навколо таких об'єктів з метою охорони і захисту їх від несприятливих дій різних антропогенних чинників.

Відповідно до положень Земельного кодексу України (в редакції від 25.10.2001 р.), землі природно-заповідного фонду (ПЗФ) можуть перебувати у державній, комунальній та приватній власності, порядок використання яких визначається законом. Основною умовою для визначення меж земельних ділянок та меж зон обмежень і обтяжень на використання земель документацією із землеустрою виступає наявність наданого статусу об'єктів та територій ПЗФ.

На землях ПЗФ забороняється будь-яка діяльність, яка негативно впливає або може вплинути на стан природних комплексів, чи перешкоджає їх використанню за цільовим призначенням.

Висновки:

1. Першочерговими завданнями землеустрою територій з наявними карстово-спелеологічними об'єктами виступає формування земель природно-заповідного фонду, а також охоронних та санітарних зон цих об'єктів та розробки відповідної документації.
2. До основних порушень в сфері землеустрою територій з карстово-спелеологічними об'єктами в Чернівецькій області належить відсутність окремого виду документації із землеустрою та неврахування наявності зазначених об'єктів у документації із землеустрою щодо формування

меж адміністративно-територіальних утворень та проектів з паювання земель.

Список літератури:

1. Водний Кодекс України., К., 1995р. (із змінами)
2. Закон України « Про охорону навколишнього середовища»., К., 1991 (із змінами).
3. Закон України «Про охорону земель» К., 2003 (із змінами)
4. Закон України «Про землеустрій», К., 2003 (із змінами).
5. Андрейчук В.Н. «Кадастр печер Западно-Украинского региона» – К., 1987. – 68 с.
6. Андрейчук В.Н. «Определение антропогенного карста –Кунгур., 1991. – 88 с.
7. Коржик В.П. «Карст та печери Буковини» проблеми моніторингу, охорони і використання., Чернівці., «Зелена Буковина», 2007. – 303с.

LAND USE PLENNING OF THE TERRITORIES WITH KARST-SPELEOLOGICAL OBJECTS

P.F. Koz'myk, R.I. Bepalko

Karst-speleological objects in the Chernivtsi region were explored. Analysis of the land use planning acts in the field of protection of the karst-speleological objects was made. The features of land use organization in such places, land and groundwater protection, which are used as nutritional were researched.

Key words: karst, karst-speleological objects, sinkholes, land use planning, security zone, security zone border, restrictions and encumbrances of the land use.

Одержано редколегією 27.05.2011 р.

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТРАНСФОРМАЦІЇ АЗОТУ В ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

М.М. МІРОШНИЧЕНКО¹, О.І. МАКЛЮК¹, В.В. ЧЕБАНОВА¹,
А.О. МЕЛЬНИЧУК²

¹Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н.Соколовського»,
вул. Чайковського, 4, м. Харків, 61024

²Інститут сільського господарства Полісся, Київське шосе, 131, м. Житомир, 10007
e-mail: ecosoil@meta.ua

Досліджували вплив різних систем удобрення на стан ґрунтової мікробіоти, яка бере участь у трансформації азотовмісних речовин. Встановлено, що невисокі дози мінеральних добрив суттєво не змінюють структуру мікробіоценозів дерново-підзолистого ґрунту, сприяючи зростанню біогенності ґрунту. Органо-мінеральна система удобрення із застосуванням сидератів зумовлює істотне збільшення чисельності мікробних угруповань, які беруть участь у перетворенні азотних сполук, нітрифікаційній та амоніфікаційній здатності ґрунту.

Ключові слова: ґрунт, трансформація азоту, мікробіоценоз, система удобрення, сидерати.

Вступ. Впродовж тривалого часу роль засобів хімізації для підвищення родючості ґрунтів неவிправдано перебільшувалася, натомість, біологічним властивостям ґрунту надавалося другорядне значення. Проте, ефективне відтворення родючості неможливе без активної участі мікробіологічних процесів, серед яких одними з найважливіших є мінералізація органічної речовини рослинного та тваринного походження, трансформація азотовмісних речовин і фіксація атмосферного азоту (Звягинцев, 1986; Звягинцев, 1987).

За нинішніх умов господарювання забезпечення ґрунтів органічною речовиною стало однією з центральних проблем землеробства. Середня кількість внесених органічних добрив на гектар ріллі скоротилася до 0,6 т порівняно з 8,6 т у 1990 році. Внесення на цьому фоні найбільш рентабельних азотних мінеральних добрив дуже звужує співвідношення між легкодоступною органікою та азотом, що призводить до прискорення мінералізаційних процесів у ґрунті. За даними Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів за існуючої структури посівів середні втрати гумусу в орному шарі за останні 5 років склали 620 кг/га (Національна доповідь..., 2010). Для компенсації дефіциту органічної речовини у ґрунті використовують пожнивно-кореневі рештки рослин, солому, нетоварну продукцію, місцеві органічні відходи, які, навпаки, мають занадто широке співвідношення С:N (Волкогон, 2005).

Особлива напруженість карбонового та азотного циклу притаманна дерново-підзолистим ґрунтам українського Полісся, загальна площа яких сягає 3,85 млн. га. Вони мають легкий гра-

нулометричний склад, а тому низьку ємність вбирання та питому поверхню мінеральної матриці, невелику мікробну біомасу та запаси гумусу. Отже, будь-які порушення балансу вуглецю та азоту найперше позначаються на родючості цих ґрунтів.

Мета роботи – дослідження впливу різних систем удобрення дерново-підзолистого ґрунту на стан ґрунтової мікробіоти, яка бере участь у трансформації азотовмісних речовин.

Об'єкт та методи досліджень Досліджували мікробні ценози орного шару (0–22 см) ґрунту стаціонарного лізиметричного дослідів балансово-лізиметричної станції Інституту сільського господарства Полісся. Ґрунт у лізиметрах дерново-середньопідзолистий супіщаний, з глибини 50–60 см підстиляється моренним суглинком. Уміст гумусу в ґрунті 1,1–1,3 %, рухомого фосфору і калію – 40 та 120 мг/кг, відповідно. Гідролітична кислотність становить 29–32 ммоль/кг. Дослід проводиться з 1985 року в ланці сівозміни з таким чергуванням культур: кукурудза на зелений корм – озимий ріпак – озиме жито – пелюшка з вівсом. Схема дослідів: 1) контроль (без добрив); 2) N₆₀P₆₀K₆₀; 3) N₆₀P₆₀K₆₀+ сидерат *Lupinus angustifolius* L. (люпин алкалоїдний)

У мікробіологічних процесах, які протікають у ґрунті, приймають участь бактерії та гриби, які володіють різноманітною активністю залежно від глибини профілю (Weyandt, 1988). Чисельність мікроорганізмів основних екологічних груп визначали за методом посіву ґрунтової суспензії відповідного розведення на тверді живильні середовища (Звягинцев, 1980). На

м'ясо-пептонному агарі (МПА) враховували чисельність бактерій, що засвоюють азот органічних сполук, на крохмально-аміачному агарі (КАА) – чисельність актиноміцетів і бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту. Кількість мікроміцетів визначали посівом на пептоно-глюкозному агарі Ваксмана, чисельність мікроорганізмів з оліготрофним типом живлення – на голодному агарі (ГА). Показник мінералізації-імобілізації розраховували за співвідношенням кількості мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний і органічний азот (КАА/МПА), показник мікробіологічної трансформації органічної речовини ґрунту розраховували як частку сумарної кількості мікроорганізмів на МПА і КАА та показника мінералізації (Методические рекомендации, 1982).

Біохімічні властивості ґрунту визначали за показниками активності ферментів (дегідрогенази (Визначення дегідрогеназної..., 1976), інвертази (Визначення інвертазної..., 1980) і поліфенолоксидози (Карягина, 1986)), нітрифікаційну та амоніфікаційну здатність ґрунту згідно ДСТУ 4729:2007.

Результати та їх обговорення. Результати обліку чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів однозначно засвідчують, що під дією тривалого застосування органо-мінеральної системи удобрення кількісний та функціональний склад мікробного ценозу ґрунту суттєво змінюється (табл. 1).

Таблиця 1.

Чисельність мікроорганізмів еколого-трофічних груп дерново-підзолистого ґрунту за різних систем удобрення

Варіанти	Мікроорганізми, що засвоюють азот, млн. КУО/г		Асоціативні азотфіксатори, млн. КУО/г	Олігонітрофіли, млн. КУО/г	Азотобактер, %	Показники	
	органічний	мінеральний				мінералізації, %	трансформації органічної речовини, %
Контроль	1,98	3,12	2,71	3,37	72	1,57	3,24
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,28	4,86	4,14	5,43	100	2,13	3,35
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + сидерат	5,17	11,4	6,40	6,68	100	2,20	2,26
НІР ₀₅	2,17	2,81	2,18	2,17	-	-	-

Зокрема, кількість органотрофних бактерій азотного циклу збільшилася в 2,6 рази, а мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту – в 3,6 рази. Аналогічні зміни відбулися також з чисельністю асоціативних азотфіксаторів та олігонітрофілів.

Кількість азотобактера (свідчить про родючість ґрунту) на варіантах з удобренням збільшилася на 28 % відносно контролю. Але, якщо за мінеральної системи удобрення обростання колоній було не дуже інтенсивне, то за органо-мінеральної системи утворювалися колонії з великою слизоподібною масою. Мінералізаційні процеси за цих умов посилювалися незначно.

Збільшення амоніфікаційної здатності ґрунту свідчить про подальшу можливість мобілізації азотного фонду цих ґрунтів, але не є таким значним, оскільки обумовлюється наявністю легкодоступних органічних речовин. Водночас, відомо, що процес нітрифікації відбувається найбільш активно за достатньої кількості мінерального амонійного азоту, доброї аерації ґрунту та реакції середовища, близької до нейтральної (Лебедева и Корягин, 1998). Низький рівень нітрифікаційної здатності неудобреного дерново-підзолистого ґрунту є однією з передумов незадовільного розвитку рослин на початку вегетації. Внесення мінеральних добрив кардинально змінює інтенсивність цього процесу, а заорювання

сидеральних культур дозволяє навіть значно перевищити рівень нітрифікації удобрених чорноземів (табл. 2). Для встановлення інтенсивності та спрямованості метаболічних процесів в мікробному ценозі визначено показники ферментативної активності ґрунту (табл. 3). Відомо, що дегідрогеназна активність характеризує інтенсивність дегідрування органічної речовини та активність мікробного пулу в цілому. Тому цілком закономірно, що як мінеральні добрива, так і легкодоступна органічна речовина сидеральної культури сприяють збільшенню дегідрогеназної активності ґрунту, тобто інтенсивності мінералізаційних процесів.

Таблиця 2.

Нітрифікаційна та амоніфікаційна здатність дерново-підзолистого ґрунту за різних систем удобрення

Варіанти	Амоніфікаційна здатність, мг N-NH ₃ на 100 г ґрунту	Нітрифікаційна здатність, мг N-NO ₃ на 100 г ґрунту
контроль	3,40	2,10
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,70	15,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + сидерат	8,70	60,7

Таблиця 3.
Ферментативна активність дерново-підзолистого ґрунту за різних систем удобрення

Варіанти	Дегідрогеназа, мг ТФФ в 100 г за 24 години	Інвертаза, мг глюкози в 1 г за 24 години	Поліфенолоксидаза, мг 1,4-бензохінону в 10 г за годину
контроль	111	2,56	350
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	146	2,55	410
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + сидерат	169	1,26	430
НІР ₀₅	3,20	0,80	2,40

Натомість, зниження інвертазної активності ґрунту свідчить про сповільнення процесів утилізації вуглеводів ґрунтовою мікрофлорою після заорювання сидеральної культури. Легкодоступна органічна речовина сидерату, як правило, прискорює розклад усіх рослинних залишків (Kandeler, 2001; Breland, 1995), оскільки зменшує співвідношення С:N та ініціює спалах мікробіологічної активності. Існує думка, що майже уся органічна маса сидерату мінералізується, а коефіцієнт її гуміфікації наближається до нуля (Breland, 1995). Одержані дані свідчать на користь протилежного: гідроліз вуглеводнів зменшується, а окиснення фенолів до хінонів, які можуть утворювати первинні молекули гумінової кислоти шляхом конденсації з амінокислотами та пептидами – збільшується (Щербакова, 1983). Внесення мінеральних добрив і застосування сидерації достовірно підвищує поліфенолоксидазну активність, першопричиною чого, очевидно, є збільшення маси рослинних залишків та мікробної біомаси в ґрунті.

Отже, за використання помірних доз мінеральних добрив на фоні сидерації зростає кількість та ферментативна активність мікробних угруповань, що в свою чергу обумовлює формування сприятливішого трофічного режиму ґрунту та поступового підвищення його родючості. В першу чергу це стосується азотного фонду, який за

органо-мінеральної системи удобрення майже в 1,5 рази вищий за загальними запасами (табл. 4). Достовірно збільшуються і запаси легкогідролізованого азоту. Водночас, тривале застосування мінеральної системи поступово виснажує вуглецевий пул ґрунту. За двадцятирічний період проведення дослідів загальний вміст вуглецю скоротився на 13 %, лабільного – на 26 %, а частки гумінових кислот – на 63 % (табл. 5). Це наочно свідчить про зниження і без того невисокої потенційної родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту та посилення залежності врожаїв від рівня штучного мінерального живлення. Сидерація, натомість, істотно покращує баланс вуглецю як загального, так і гумінових кислот. Отже, незважаючи на те, що основною для сидерації є удобрювальна, а не меліоративна дія, покращення родючості ґрунту за її систематичного застосування вагоме. За розрахунками секвестрація вуглецю за цієї системи удобрення становить близько 1 т/га за рік.

Таблиця 4
Вміст азоту в дерново-підзолистому ґрунті за різних систем удобрення

Варіанти	Азот, що легко гідролізується (за Корнфілдом), мг/кг	Загальний азот, мг/кг
контроль	66,3	740
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	70,3	815
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +сидерат	85,6	1090

Висновки. Систематичне застосування мінеральних добрив (N₆₀P₆₀K₆₀) суттєво не змінює чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у структурі мікробіоценозів дерново-підзолистого ґрунту, але сприяє зростанню напруженості мікробіологічних процесів та поступово виснажує вуглецевий пул. Органо-мінеральна система удобрення із внесенням N₆₀P₆₀K₆₀ та сидерації збільшує чисельність мікробних угруповань, які беруть участь у засвоєнні мінерального азоту та асоціативних азотфіксаторів, оптимізує ферментативний комплекс, збільшує нітрифікаційну та амоніфікаційну здатність ґрунту, і водночас, сприяє секвестрації вуглецю у ґрунті.

Таблиця 5.
Зміна складу органічної речовини дерново-підзолистого ґрунту за різних систем удобрення

Варіанти	Вуглець загальний, %	Вуглець лабільний, %	Груповий склад гумусу		
			Вуглець пірофосфатної витяжки, %	Вуглець гумінових кислот, %	Вуглець фульвокислот, %
Контроль	0,84	0,27	0,30	0,11	0,19
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,73	0,20	0,23	0,07	0,16
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + сидерат	1,47	0,17	0,43	0,24	0,19

Список літератури:

1. Визначення дегідрогеназної активності ґрунту. Метод А.Ш.Галстяна / Ферментативная активность почв / Ф.Х. Хазиев – Москва: Наука, 1976. – С. 39.
2. Визначення інвертазної активності ґрунту. Фотокolorиметричний метод / Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Т.Г. Мирчинк. – Москва: Моск. университет, 1980. – С. 157 – 158.
3. Волкогон В.В. Мікробіологія в сучасному аграрному виробництві // Сільськогосподарська мікробіологія.- 2005. Вип. 1-2. - с. 7-29.
4. ДСТУ 4729:2007 Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського (зі скасуванням в Україні ГОСТ 26488-85).
5. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев, И. В. Асеева, Н. П. Бабьева Т. Г. Мирчинк. – Москва: МГУ, 1980. – 224 с.
6. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. – Москва: Изд. Моск. университета, 1987. – 256 с.
7. Звягинцев Д.Г. Современные проблемы почвенной микробиологии. Тез. докл. III Всесоюзной научной конференции. Москва, декабрь 1986 г. – Москва: МГУ, 1986, с. 4-5
8. Карягина Л.А. Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы в почве / Л.А. Карягина, Н.А Михайловская // Весці АН БССР. Серія с/г навукі. – Мінск. 1986. - № 2. – С. 41 – 42.
9. Лебедева Т.В., Корягин Ю.В. Поступление и скорость разложения свежей органической массы сидеральных культур / Повышение плодородия почв в современном земледелии с использованием удобрений и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур / Под ред. Н.З. Милащенко. – Москва: Агроконсалт, 1998. – с. 41-45.
10. Методические рекомендации по использованию унифицированных методов анализа свойств почв в XI пятилетке. – Харьков, 1982.- 36 с.
11. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. – Мінагрополітики, Центрдержродючість, НААНУ, ННЦ «ІГА імені О.Н.Соколовського». – НУБіП, 2010. – 111 с.
12. Щербакова Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. – Минск: Наука и техника, 1983. – 220 с.
13. Distribution of microorganisms and bodenenzymatischen activities in a depth profile of surface soil into the saturated zone. Weyandt, Ralph // Journal of the American Geologicel Society. - Volume 139(1988), 331. – p. 341.
14. Organic matter and soil microorganisms. In Investigations from the micro- to the macro-scale / E. Kandeler, D. Tscherko, M. Stemmer, S. Schwarz and M.H. Gerzahek // Die Bodenkultur. - 52 (2) 2001. – pp. 117-130.
15. Soil Use and Management / T. A. Breland. Volume 11. Issue 4. – 1995. – pp. 163 – 167.

MICROBIOLOGICAL PROCESSES OF NITROGEN TRANSFORMATION IN SOD-PODZOL SOIL WITH DIFFERENT SYSTEMS OF FERTILIZING

M.M. Miroshnichenko, O.I. Maklyuk, V.V. Chebanova, A.O. Mel'nychuk

An influence of different systems of fertilizing on state of soil micro biota, participating in transformation of nitrogen-containing compounds, was studied. It was established that moderate doses of mineral fertilizers did not change sufficiently the structure of sod-podzol soil but promoted increasing biogenic of the soil. Organic-mineral system of fertilizing with application of green manures assisted in increasing amounts of microbial alignments, participating in transformation of nitrogenous compounds, as well as in nitrification and ammonification ability of the soil.

Key words: soil, transformation of nitrogen, microbiocenosis, system of fertilizing, green manures

Одержано редколегією 17.05.2011 р.

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РІДКІСНИХ ВИДІВ *CARYOPHYLLACEAE* Juss. ФЛОРИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА СТАН ЇХ ОХОРОНИ

М.М. ФЕДОРОНЧУК

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, МСП-1, 01601,
e-mail: syst@botany.kiev.ua

Наведені результати вивчення біологічних та ареалогічних характеристик, а також забезпеченість охороною рідкісних та зникаючих видів *Caryophyllaceae* Juss. флори Українських Карпат. Результати аналізу показали, що досліджувані види відносяться до трьох типів життєвих форм, з яких найбільш представлені гемікриптофіти і значно менше хамефіти та терофіти. Ареалогічний аналіз засвідчив, що вони відносяться до семи геоелементів, які складають два типи ареалів: голарктичний та європейський. Найцікавішим виявився європейський тип ареалу, який об'єднує 7 геоелементів, де на особливу увагу заслуговують пограничноареальні види та ендеміки. За приуроченістю до типів фітоценозів найбільше рідкісних видів родини *Caryophyllaceae* є петрофантами, значно менше представлені пратанти і зовсім мало їх припадає на псамофанти, гемісильванти та сільванти-палюданти. Досліджувані види не мають домінуючого значення в фітоценозах, і більшість з них належать до одного класу рослинності. За стратегією це переважно патієнти, але значний відсоток становлять також стрес-толеранти і значно менше конкуренти.

Ключові слова: рідкісні та зникаючі види, *Caryophyllaceae*, Україна, охорона, ендеміки, ареал, геоелемент, тип ценозу, стратегія.

Проблема збереження біотичної різноманітності є однією з найактуальніших і сьогодні набула планетарного значення. Вона була в центрі уваги Конференції ООН з питань навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро (1992 р.), яка ухвалила Конвенцію про охорону біологічної різноманітності. Україна була однією з держав, що підписали Конвенцію вже в ході Конференції в Ріо-де-Жанейро (11 червні 1992 р.), а невдовзі й ратифікувала її (29 листопада 1994 р.). Цей документ містить вимоги щодо інвентаризації, моніторингу і вивчення біорізноманітності, її охорони та невиснажливого використання. Подальшим розвитком Конвенції є загальноєвропейська Стратегія збереження біологічної і ландшафтної різноманітності, прийнята на конференції міністрів довкілля в Софії (1995 р.), в якій особлива увага приділяється питанням охорони загрожуваних видів та екосистем.

Особливе місце у збереженні біорізноманітності займає рослинний покрив як автотрофний блок біосфери. Він відіграє ключову роль у функціонуванні екосистем як першоджерело існування всіх рівнів організації живого на Землі. Проте останнім часом ми є свідками катастрофічного збіднення фіторізноманітності, однією з основних причин якого є антропогенний тиск. З 1600 р. – початку літопису знищення людиною видів – на земній кулі зникло 660 видів рослин, а

під загрозою зникнення перебувають ще приблизно 26 тис. видів (Заверуха, Андриенко, Протопопова, 1983; Гродзинський, Шеляг-Сосонко, Черевченко та ін., 2001). Зараз встановлено, що лише в Європі близько 2 тис. видів судинних рослин (з 12 тис.), тобто майже кожен п'ятий вид, є рідкісним чи вимираючим і потребує охорони.

Проблема збереження біотичної, зокрема фітоценотичної різноманітності особливо актуальна для України, де внаслідок зростаючого антропогенного впливу на навколишнє середовище суттєвих негативних змін зазнали території, зайняті природною рослинністю, що призвело до збіднення природних екосистем та зниження їх стійкості, втрати генофонду рослинного світу, скорочення чисельності багатьох видів рослин. Основною причиною сучасного скорочення ареалів видів рослин або навіть їх повного зникнення є руйнівний антропогенний вплив на природні флорокомплекси (ненормовані вирубки лісів, рекреаційне навантаження, випадання кислотних дощів тощо). Тому зараз актуальнішою стає охорона рослинного світу, зокрема рідкісних та зникаючих видів рослин, як найуразливішого компонента генофонду, який найперше потерпає від антропогенного тиску та екологічних змін.

Однією з передумов забезпечення охорони фітогенофонду є інвентаризація рідкісних та зникаючих видів рослин, що слугує базою для

підготовки «Червоних списків» як на державному, так і регіональному рівнях. Зрозуміло, що збереження фітогенофонду неможливе без інвентаризації та охорони біотопів, де зростають види рослин, яким загрожує зникнення.

Созологічний аналіз *Caryophyllaceae* флори Українських Карпат, проведений на основі географічного аналізу видів, особливостей їх поширення в природних екотопах та представленості в міжнародних документах («Червоний список МСОП», «Європейський Червоний список», «Червона книга України») та регіональних списках видів, що потребують охорони на місцевому рівні (Заверуха, Андриєнко, Протопопова, 1983; Кричфалушій, Будніков, Мигаль, 1999; Мановський, Царик, Кияк, Нестерук, 2002; Андриєнко, Арап, Воронцов та ін., 2003; Стойко, Яценко, Кагало та ін., 2004). Географічний аналіз раритетних видів *Caryophyllaceae* базується на ареалогічній системі регіонального типу. Біоекологічні характеристики видів гвоздичних більш детально наведені в нашій монографії (Федорончук, Дідух, 2002).

Результати досліджень показали, що із 61 виду *Caryophyllaceae*, що зростають в Карпатах (включаючи і Закарпаття), 14 видів є рідкісними та зникаючими, які потребують природоохоронних заходів, спрямованих на збереження та відновлення популяцій. Зокрема, до нового видання «Червоної книги України» (2009) вже включено п'ять видів: *Dianthus speciosus* Rchb., *Dichodon cerastoides* (L.) Rchb., *Minuartia oxypetala* (Wol.) Kulcz., *M. pauciflora* (Kit. et Kanitz) Dvořáková (= *M. zarecznyi* (Zapał.) Klokov), *Silenanthe zawadskii* (Herbich) Griseb. et Schenk (= *Silene zawadskii* Herbich). Останній вид включений також до «Червоного списку МСОП» (як *Silene zawadskii*) та «Європейського Червоного списку». До «Європейського Червоного списку» включено також *Silene dubia* Herbich. Інші види (*Cerastium eriophorum* Kit., *Dianthus carpaticus* Wol., *D. compactus* Kit., *Sagina saginoides* (L.) H.Karst., *S. subulata* (Sw.) C. Presl, *Silene jundzillii* Zapał., *Stellaria barthiana* Schur, *St. longifolia* Muehl., ex Willd.) потребують охорони на регіональному рівні.

За даними біоекологічного, зокрема, біоморфологічного аналізу раритетних видів *Caryophyllaceae* флори Карпат вони відносяться до трьох типів життєвих форм. Найбільшою є частка гемікриптофітів (трав'янисті багаторічники), які налічують 9 видів (64,28% від загальної кількості раритетних видів). Решту становлять хамефіти – 4 види (2,86%: *Cerastium eriophorum*, *Dichodon cerastoides*, *Minuartia oxypetala*, *M. pauciflora*) і терофіти – 1 вид (7,14%: *Sagina subulata*).

Ареалогічний аналіз рідкісних та регіонально рідкісних видів гвоздичних засвідчив, що вони

відносяться до семи геоелементів, які складають два типи ареалів, голарктичний та європейський. Найбагатшим серед них є європейський тип ареалу. Він об'єднує 7 геоелементів, де особливу увагу заслуговують погранично-ареальні види та ендеміки (*Dianthus carpaticus*, *Silenanthe zawadskii*, *Minuartia oxypetala*, *M. pauciflora*, *Silene dubia*, *S. jundzillii*), з яких лише *Minuartia oxypetala* є східнокарпатським ендеміком, а всі інші, крім Українських Карпат, поширені також в Західних та Південних Карпатах.

За приуроченістю до типів фітоценозів найбільше раритетних видів відносяться до петрофітів (7 видів: *Cerastium eriophorum*, *Dianthus carpaticus*, *Minuartia oxypetala*, *M. pauciflora*, *Sagina saginoides*, *Silenanthe zawadskii*, *Silene dubia*), що становить 50,0% від їх загального числа. Значно меншою кількістю представлені пратанти – 4 види (28,57%: *D. compactus*, *Dianthus speciosus*, *Dichodon cerastoides*, *Stellaria barthiana*). По одному виду припадає на псаммофіти (*S. subulata*), гемісильванти (*S. jundzillii*) та сільванти-палюданти (*Stellaria longifolia*).

Всі раритетні види *Caryophyllaceae* флори Карпат виступають в фітоценозах як асектатори. Ні один із них не є діагностичним для угруповань, і більшість з них входять до одного класу рослинності.

За стратегією більшість видів є пацієнтами, але значний відсоток становлять також мешканці екстремальних екотопів, тобто стрес-толеранти, і лише чотири види відносяться до конкурентів (*Dianthus compactus*, *D. speciosus*, *Stellaria barthiana*, *St. longifolia*).

Аналіз поширення рідкісних та зникаючих видів гвоздичних Карпатського регіону на його природно-заповідних територіях показав, що охороною забезпечені 9 видів. Найбільше раритетних видів охороняється на території Карпатського біосферного заповідника (*Dianthus compactus*, *Sagina saginoides*, *Silene dubia*, *Stellaria barthiana*, *S. longifolia*) та Карпатського національного природного парку (*Cerastium eriophorum*, *Dianthus carpaticus*, *Dichodon cerastoides*, *Silene dubia*). Решта видів, що зростають поза межами природоохоронних територій, ще потребують природоохоронних заходів, направлених на збереження їх популяцій.

Список літератури:

1. Андриєнко Т.Л., Арап Р.Я., Воронцов Д.П. та ін. Фіторізноманіття національних природних парків України / Під заг. ред. Т.Л. Андриєнко, В.А. Онищенко. – К.: Наук. світ, 2003. – 143 с.
2. Гродзинський Д.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Червченко Т.М., Ємельянов І.Г. та ін. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в

- Україні. – К.: Видавничий дім «Академперіодика», 2001. – 105 с.
3. Заверуха Б.В., Андриенко Т.Л., Протопопова В.В. Охраняемые растения Украины. – Киев: Наук. думка, 1983. – 175 с.
 4. Кричфалушій В.В., Будніков Г.Б., Мигаль А.В. Червоний список Закарпаття: види рослин та рослинні угруповання, що знаходяться під загрозою зникнення. – Ужгород, 1999. – 196 с.
 5. Малиновський К., Царик Й., Кияк В., Нестерук Ю. Рідкісні, ендемічні, реліктові та погранично-ареальні види рослин Українських Карпат. – Львів, 2002. – 76 с.
 6. Стойко С.М., Яценко П.Т., Кагало О.О. та ін. Раритетний фітогенофонд західних регіонів України (созологічна оцінка й наукові засади охорони). – Львів: Ліга-Прес, 2004. – 232 с.
 7. Судинні рослини флори Чернівецької області, які підлягають охороні. Атлас-довідник / Відп. ред. І.І. Чорней. – Чернівці: Рута, 1999. – 138 с.
 8. Федорончук М.М., Дідух Я.П. Екофлора України (*Caryophyllaceae*, *Cactaceae*, *Nyctaginaceae*, *Molluginaceae*, *Portulacaceae*). – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – Т. 3. – 495 с.
 9. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

BIOLOGICAL PECULIARITIES OF THE RARE SPECIES OF THE CARYOPHYLLACEAE JUSS. WITHIN THE FLORA OF UKRAINIAN CARPATHIANS AND THE STATE OF THEIR PROTECTION

M.M. Fedoronchuk

The results of study of the biological peculiarities of the rare and disappearing species of the Caryophyllaceae Juss. within the Flora of the Ukrainian Carpathians are presented, besides we established their areas thr state of their protection there. By our data, these plants belong to three biological types (mainly hemicryptophytes, but also chamaephytes and terophytes). They are belong to seven geoelements and two types of area, holarctic and europaean within which the most significant is europaean type including seven geographical elements). The peculiar attention merit the endemics and marginally ranged species. By affiliation to phytocoenose types, most rare species are petrophants, less to pratants and few to psammophants, hemisylvants and sylvants-paludants. The studies species of the Caryophyllaceae don't dominate in the phytocoenoses and most of them belong to associations within the same class of vegetation. By vital strategy, most of these species are patients but there are also stress-tolerant and less competitors.

Key words: threatened and disappearing species, Caryophyllaceae Juss., Ukraine, protection, endemic species, areas, geoelements, coenose types, strategy

Одержано редколегією 24.05.2011 р.

О СОСТАВЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *CUPRESSUS L.*, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Н.Ю. МАРЧУК, Б.А. ВИНОГРАДОВ, В.Н. ЕЖОВ

Отдел биотехнологии и биохимии растений Никитского ботанического сада –
Национального научного центра Национальной академии аграрных наук Украины
пгт Никита, г. Ялта, АР Крым, 98648
e-mail: marchuk_n@i.ua

В результате проведенного исследования выявлены качественный состав и количественное содержание эфирных масел 8 видов кипарисов, произрастающих на Южном берегу Крыма.

Ключевые слова: *Cupressus L.*, шишки, эфирное масло, терпеноиды

Введение. Семейство кипарисовых (*Cupressaceae* Bartleg) является одним из самых больших семейств голосеменных растений, его представители отличаются довольно высоким содержанием эфирных масел. Народная и практическая медицина издавна использует эфирное масло кипариса вечнозеленого при отеках, потливости, как средство заживления ран (Девис, 2004). Аэрофитотерапия с использованием естественного фитонцидного фона кипарисов и других растений показала высокую эффективность при реабилитационном лечении и профилактике обострений заболевания легких (Акимов и др., 1987; Акимов и др., 1985; Захаренко и др., 1996). Распыление эфирных масел хвойных деревьев в производственных помещениях обеспечивает антимикробную устойчивость людей, снижает их эмоциональное напряжение и повышает скорость переработки информации (Рогов, 2000). Согласно рекомендациям International Fragrance Association, не вводятся никаких ограничений на применение кипарисового масла в парфюмерии и косметике (Войткевич, 1999). Исследования, проведенные в США, показали высокую антигрибковую активность эфирного масла, полученного из шишек кипариса аризонского, что свидетельствует о возможности их использования в качестве консервантов в продуктах (Karbin et al., 2009).

Первые данные о составе эфирных масел кипарисов, произрастающих в условиях Южного берега Крыма, были получены в 80-е гг. XX века, при этом рассматривался только состав монотерпенов хвои (Акимов и др., 1996). Имеются также сведения о зависимости химического состава эфирного масла кипарисов от их биотической разновидности, периода вегетации и условий перегонки масла (Акимов и др., 1996; Войткевич, 1999). В связи с усовершенствованием приборно-методической базы и возросшей потребностью населения в натуральных лечебных продуктах, актуальными стано-

вятся более точные данные о составе эфирного масла кипарисов в период его максимального выхода. С целью сохранения посадок кипарисов, наибольший интерес при этом представляет эфирное масло, полученное из шишек.

Материалы и методы. Объектом исследований служила коллекция кипарисов НБС-ННЦ, из которой выбраны 3 афро-азиатских вида кипарисов – вечнозеленый (*Cupressus sempervirens* L.); плакучий (*Cupressus funebris* D.Don) и Дюкло (*Cupressus duclouxiana* Hickel ex A.Camus); и 5 североамериканских кипарисов – аризонский разновидность гладкий (*Cupressus arizonica* Green var. *glabra* (Sudw.) Little, sin. *Cupressus glabra* Sudw.); крупноплодный (*Cupressus macrocarpa* Hartw.); калифорнийский (*Cupressus goveniana* Gord.); лузитанский (*Cupressus lusitanica* Mill.); Макнаба (*Cupressus macnabiana* A.Murr.). Образцы шишек отбирали в arboretume НБС – ННЦ в 2007-2010 гг., эфирное масло из них отгоняли методом перегонки с водяным паром (Государственная фармакопея СССР, 1987).

Качественный состав масел определяли в момент их максимального выхода, т.е. в декабре-феврале, с помощью хроматографа Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973 (колонок HP-5 длиной – 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм). Температура термостата программировалась от 50 °C до 250 °C со скоростью 4 °C/мин, температура инжектора – 250 °C, газ носитель – гелий, скорость потока 1 см³/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230 °C. Температура источника поддерживалась на уровне 200 °C. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс *m/z* от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными библиотеки NIST05-WILEY (около 500000 масс-спектров).

Результаты и обсуждение. В результате анализа полученных данных установлено, что шишки всех изучаемых видов кипарисов содержат эфирное масло в различных концентрациях (табл. 1). Высокое содержание эфирного масла характерно для шишек кипарисов Макнаба (0,73 %) и аризонского (0,96%), тогда как для шишек кипариса Дюкло и крупноплодного оно минимально.

Таблица 1.
Массовая доля эфирных масел в шишках кипарисов

Вид кипариса	Массовая доля, % от абсолютно сухого сырья	
	Минимальное	Максимальное
<i>C. sempervirens</i>	0,02	0,13
<i>C. funebris</i>	0,03	0,1
<i>C. duclouxiana</i>	следы	0,09
<i>C. arizonica</i>	0,58	0,96
<i>C. macrocarpa</i>	следы	0,02
<i>C. goveniana</i>	0,03	0,19
<i>C. lusitanica</i>	0,04	0,25
<i>C. macnabiana</i>	0,37	0,73

Анализ динамики содержания эфирного масла в процессе вегетации показал, что его минимальное количество в шишках кипарисов приходится на май-июль, а максимум – на зимний период (декабрь-февраль).

В эфирном масле шишек кипарисов присутствует около 60 компонентов, основные из них представлены в таблице 2. Как следует из этих данных, преобладающим компонентом эфирного масла шишек большинства кипарисов, кроме гималайского и Дюкло, является бициклический монотерпен – α -пинен (40-60%).

Таблица 2.
Основные компоненты эфирного масла из шишек различных видов кипарисов

Компонент	Содержание, %							
	<i>C. sempervirens</i>	<i>C. funebris</i>	<i>C. duclouxiana</i>	<i>C. arizonica</i>	<i>C. lusitanica</i>	<i>C. macnabiana</i>	<i>C. goveniana</i>	<i>C. macrocarpa</i>
α -пинен	41,01	18,18	5,8	57,38	60,95	62,73	41,76	54,48
сабинен	1,87	18,85	4,31	0,85	0,86	1,22	2,03	1,05
β -пинен	1,38	0,68	0,15	4,27	5,36	3,31	2,4	3,13
мирцен	2,99	4,48	2,3	10,08	10,04	4,59	5,16	6,14
Δ^3 -карен	13,83				0,19		18,17	19,83
лимонен	2,13	5,09	39,11	4,17	5,45	3,21	4,37	2,68
терпинолен	3,81	3,5	2,52	1,65	1,63	2,01	3,59	2,85
терпинен-4-ол	3,85	22,07	9,2	0,54	1,61	2,34	1,46	1,24
α -терпинеол	1,12	1,15	2,91	1,60	1,48	3,77	0,97	1,87
цитронеллол				1,64	1,70	3,52	0,94	1,10

Здесь следует отметить, что α -пинен является исходным сырьем для камфена, а в дальнейшем

– синтетической камфоры или сельскохозяйственных инсектицидов; на его основе синтезировано большое число душистых веществ, с успехом конкурирующих с природными розовыми, кориандровым, сандаловым и другими маслами.

В шишках ряда кипарисов в пределах 13,83-19,83% присутствует Δ^3 -карен, наличие больших концентраций которого в воздухе вызывает дерматиты и аллергию (Артюховский, 1985; Полтавченко, 1974).

Содержание основных соединений в эфирном масле кипариса вечнозеленого – α -пинена и Δ^3 -карена совпадает с данными других авторов, полученных в Хорватии (69,9% и 11,7% соответственно) (Milos et al., 1998), Иране (39,0% и 24,0%) (Emami et al., 2004) и Египете (48,2% и 19,0%) (Kassem et al., 1991).

Выводы. В результате проведенного исследования выявлены качественный состав и количественное содержание эфирных масел 8 видов кипарисов, произрастающих на Южном берегу Крыма. Показано, что наилучшим периодом для получения эфирного масла с позиций его максимального выхода является зима. Для лечебно-профилактических и/или технических целей из соображений выхода и качества состава лучше использовать эфирные масла из шишек кипарисов аризонского и Макнаба.

Список литературы:

- Акимов Ю.А., Остапчук И.Ф., Захаренко Г.С. Методические рекомендации по применению местных и интродуцированных растений в санаторных парках Южного берега Крыма. – Ялта: Никит. бот. сад, 1987. – 30 с.
- Акимов Ю.А., Остапчук И.Ф., Захаренко Г. С., Петрук В.Ф. Аэрофитотерапия – метод реабилитации и вторичной профилактики заболевания легких // Тез. докл. науч. конф. "Фитонциды. Бактериальные болезни растений" (Ужгород, октябрь 1985 г.). – К.: Наукова думка, 1985. – Ч. I. – С. 113-114.
- Акимов Ю.А., Фадеев Ю.М., Захаренко Г.С. Особенности состава экстрактивных веществ представителей семейства Кипарисовые в связи с их филогенией // Бюлл. Главн. ботан. сада. – М.: Наука, 1996. – Вып. 173. – С. 119-122.
- Артюховский А. К. Санитарно-гигиенические и лечебные свойства леса. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1985. – 104 с.
- Войткевич С. А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 284 с.
- Девис П. Ароматерапия от А до Я. – М.: Фаир-Пресс, 2004. – 672 с.
- Захаренко Г.С. Биологические основы интродукции и культуры видов рода кипарис (*Cupressus* L.). – К.: Аграрна наука, 2006. – 256 с.
- Захаренко Г.С., Акимов Ю.А., Фадеев Ю. М., Митрофанов В.И., Лищук А.И. Перспективы по-

- лучения биологически активных веществ из видов *Cupressus* // Проблемы лікарського рослинництва: Тези доповідей Міжнар. науково-практ. конф. з нагоди 80-річчя інституту лікарських рослин УААН (3–5 липня 1996 р., м.Лубни). – Полтава, 1996. – С. 213-214.
9. Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. – М. : Медицина, 1987. – Вып. 1. – С. 290-295.
 10. Полтавченко Ю. А. Эфирные масла хвойных деревьев Прибайкалья и генезис монотерпенов. – Иркутск, 1974. – 24 с.
 11. Рогов В. А. Улучшение параметров микроклимата в производственных помещениях // Химия растительного сырья. – 2000. – №2. – С. 73-78.
 12. Emami S. A., Khayyat M. H., Rahimizadeh M., Fazly-Bazzaz B. S., Assili J. Chemical constituents of *Cupressus sempervirens* L. cv. Cereiformis Rehd. essential oils // Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2004. – Vol.1, №1. – P. 39-42.
 13. Karbin S., Rad A. B., Arouiee H., Jafarnia S. Antifungal activities of the essential oils on post-harvest disease agent *Aspergillus flavus* // Advances in Environmental Biology. – 2009. – Vol. 3, №3. – P. 219-225.
 14. Kassem F.F., Harraz F.M., El-Sebakhy N.A., De Pooter H.L., Schamp N.M., Abou-Shleib H. Composition of the essential oil of Egyptian *Cupressus sempervirens* L. cones // Flavour and Fragrance Journal. – 1991. – Vol.6, №3. – P. 205-207.
 15. Milos M., Mastelic J., Radonic A. Free and glycosidically bound volatile compounds from cypress cones (*Cupressus sempervirens* L.) // Croatica Chemica Acta. – 1998. – Vol.71, №1. – P. 139-145.

THE COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS FROM SOME SPECIES OF *CUPRESSUS* L., CULTIVATED ON THE SOUTHERN COAST OF THE CRIMEA

N.Yu. Marchuk, B.A. Vinogradov, V.N. Ezhov

The study revealed the qualitative composition and quantitative content of essential oils of 8 cypress species growing on the Southern Coast of the Crimea.

Keywords: Cupressus L., cones, essential oil, terpenoides

Одержано редколегією 23.05.2011 р.

ІВАН ПАНАСОВИЧ ГРИГОРЮК: ЖИТТЄВИЙ І ТВОРЧИЙ ШЛЯХ



24 жовтня 2011 р. виповнилося 70 років від дня народження і 45 років наукової, науково-організаційної, педагогічної й громадської діяльності визначному вченому-біологу, доктору біологічних наук, члену-кореспонденту НАН України, заслуженому діячу науки і техніки України, заступнику директора Навчально-наукового інституту рослинництва, екології і біотехнологій з навчально-виховної роботи і практичної підготовки фахівців, професору кафедри фізіології, екології рослин і біомоніторингу Національного університету біоресурсів і природокористування України Кабінету Міністрів України Івану Панасовичу Григорюку.

І.П.Григорюк народився на Буковині, в мальовничому селі Топорівка Новоселицького району Чернівецької області, якому від роду 600 років, в селянській родині. Його прадіди, діди і батьки споконвіку були хліборобами, які вирощували пшеницю, жито, льон, кукурудзу, картоплю та багато інших культур. Ще в дитинстві він успадкував ці риси від них, коли доля відвела йому з ними орати і засівати багатостраждальну післявоєнну ниву, жати з неї та тішитися зібраним врожаєм.

В 1958 р. Іван Панасович закінчив середню школу і вступив до Чернівецького культурно-освітнього технікуму, але навчався в ньому лише декілька місяців, оскільки майбутня професія заві-

дувача сільського клубу була йому не до вподоби, тягнуло до землі, природи. Трудову діяльність розпочав обліковцем польової бригади в колгоспі імені Леніна, що в рідному селі. У 1959 р. зробив спробу вступити на агрономічний факультет Кам'янець-Подільського сільськогосподарського інституту, але не пройшов за конкурсом, оскільки не мав повних два роки трудового стажу. Уже маючи певний досвід роботи в 1960 р. вступив на біологічний факультет Чернівецького державного університету, який закінчив в 1965 р. за фахом «Фізіологія рослин».

Наукову діяльність І.П.Григорюк розпочав ще в студентські роки під науковим керівництвом відомого вченого, доктора біологічних наук, професора, завідувача кафедри фізіології рослин Чернівецького державного університету Г.Х. Молотковського, який запропонував йому вивчати вплив мікроелементів на біосинтез білків та нуклеїнових кислот у рослинах у зв'язку з явищем полярності. В 1965 р. проходив переддипломну практику в Інституті фізіології рослин імені К.А. Тимирязєва АН СРСР, де досліджував дію високих температур повітря на вміст ліпідів у мембранах хлоропластів рослин. Після закінчення університету працював учителем біології і хімії восьмирічної трудової політехнічної школи в с. Перківці Кельменецького району Чернівецької області. В 1966-1969 рр. навчався в аспірантурі з відривом від виробництва при відділі біохімії рослин Інституту фізіології рослин АН УРСР, директором якого був видатний вчений-фізіолог рослин та агрохімік, академік АН УРСР і ВАСГНІЛ П.А. Власюк.

Перші наукові роботи Івана Панасовича присвячені дослідженню ролі амінокислот у біосинтезі полісахаридів у бульбах картоплі за різного водозабезпечення та живлення. Методом мічених атомів доведена автономність бульб картоплі в перетворенні асимілятів, які надходять до інших частин рослин, що розширює уявлення про динамічність метаболізму в цієї культури.

В 1977 р. І.П. Григорюк в Інституті фізіології рослин АН УРСР захистив дисертацію на тему: «Физиологические аспекты формирования урожая и качества картофеля в условиях низинной торфяной почвы» і отримав науковий ступінь кандидата біологічних наук зі спеціальності «Фізіологія рослин». В 1983 р. йому присвоєно вчене звання «Старший науковий співробітник» зі спеціальності «Фізіологія рослин».

Майже 40 років наукової діяльності І.П. Григорюка пов'язані з Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України, в якому він обіймав посади молодшого (1969-1980), старшого наукового співробітника (1980-1985), завідувача лабораторії фізіології водного стресу рослин (1985-1996), провідного наукового співробітника (1996-1997), викону-

вача обов'язків (1997-1998) та завідувача відділу фізіології водного режиму рослин (1998-2005). Впродовж 2003-2004 рр. за сумісництвом працював професором кафедри фізіології рослин, вірусології і біотехнології Національного аграрного університету України.

Сфера наукових інтересів ученого охоплює широке коло проблем фізіології, екології і біотехнології рослин, молекулярної біології, біоенергетики, історії природознавства. В 1996 р. І.П. Григорюк в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України захистив дисертацію на тему: «Реакция растений на водный и температурный стрессы и способы ее регуляции» й отримав науковий ступінь доктора біологічних наук зі спеціальності «Фізіологія рослин». У 2000 р. його обрано членом-кореспондентом НАН України Відділення загальної біології і присвоєно вчене звання професора зі спеціальності «Фізіологія рослин».

Ювіляр є одним із фундаторів наукової школи в Україні з вивчення регуляторних систем водообміну, фізіологічних і молекулярно-біологічних механізмів стійкості та адаптації культурних рослин до стресових факторів середовища. Ним уперше отримано фундаментальні дані щодо ступеня рухливості й міцності зв'язку молекул води з адсорбційними центрами в зернівках і меристематичних тканинах гібридів кукурудзи, сортів ярої та озимої пшениці. Одержані результати використано для аналізу і оцінки селекційного матеріалу на жаровитривалість та посухостійкість. Ученим зроблено значний внесок у дослідження фізіологічної реакції культурних рослин на дію посухи та високих температур повітря. Встановлено закономірності надходження, транспорту і перерозподілу пулів води в клітинах та її функціональну роль у регуляції адаптивних систем рослин у стресових умовах. З'ясовано, що формування механізмів посухостійкості рослин зумовлене детермінаційними змінами аденозинфосфатної і фітогормональної систем та рідкокристалічної структури сумарних полярних ліпідів у мембранах хлоропластів. Уперше доведено, що перебудови ліпідного, фітогормонального й аденозинфосфатного пулів ініціюють захисні реакції на посуху підтриманням збалансованості регуляторних систем водного гомеостазу та функціональної активності мембранних структур. З позицій системного підходу розкрито явище автономності й універсальності фізіологічних функцій. Це сприяло конкретизації уявлень внутрішньоклітинної організації функціонування ключових ланок метаболізму та інтегральній регуляції у системі цілісної рослини за різного водозабезпечення.

Професор І.П. Григорюк уперше розробив і запропонував Концепцію застосування полімерних регуляторів росту полістимуліну К й полістимуліну А-6 нового покоління для індукції адаптивних

реакцій та регуляції процесів водообміну рослин; показав, що їхня пролонгована цитокінінова і ауксинова дія ініціює підвищення рівня стійкості, відновлення структурно-функціональних властивостей, зменшення втрат врожаю зерна озимої пшениці й бульб картоплі в умовах зрошення та на богарі. За участю вченого застосовано метод теорії розпізнавання образів для оцінки фітогормонального і енергетичного балансу в рослинах, удосконалено наявні й створено новітні методи визначення вмісту вільних аденозинфосфатів (АМФ, АДФ, АТФ) та вітамінів (А і Е) у біологічних об'єктах. Розроблено унікальну методику скринінгу речовин ауксинової природи, яка ґрунтується на автоматичній фотореєстрації кінетичних характеристик ростових процесів колеоптилів і дозволяє оцінювати ступінь стійкості проростків рослин проти абіотичних стресів.

Пріоритетне місце у науковій діяльності вченого займають прикладні дослідження, пов'язані з розробкою високоефективних технологій вирощування озимої пшениці у зонах ризикованого землеробства України. Вагомою практичною реалізацією його наукового доробку є створення теоретичних основ оптимізації водного і поживного режимів торф'яних ґрунтів з метою отримання високих урожаїв кормових культур в умовах Західного Полісся України.

Професор І.П. Григорюк стояв у витоків розробки теоретичних засад виявлення і застосування біологічно активних сполук з антитранспіраційною дією для зменшення поглинання світла й уповільнення випаровування води з листків рослин за дії водного та високотемпературного стресів. В підсумку запропоновано способи оцінки посухо- і жаростійкості рослин, які знайшли практичне використання в селекційній роботі. Особливу значущість становлять розроблені вченим рекомендації щодо поліпшення стану, догляду і підвищення ступеня приживлюваності та стійкості саджанців деревних рослин проти стресових факторів середовища, що дозволило знизити собівартість у зеленому будівництві м. Києва на 25-30 %.

Подальше життя Івана Панасовича пішло іншою стежкою. В 2005 р. його запрошено на постійну роботу до Національного аграрного університету України, в якому він у 2005-2007 рр. обіймав посади професора кафедри екобіотехнологій і біорізноманіття й за сумісництвом директора Навчально-наукового центру біотехнологій, біотехсервісу та біоенергоконверсій. З 1 жовтня 2007 р. до 16 лютого 2011 р. працював директором Навчально-наукового інституту охорони природи і біотехнологій та професором кафедри фізіології, екології рослин і біомоніторингу Національного університету біоресурсів і природокористування України. За цей період ним зі співробітниками розроблено

концептуальні основи збереження, відновлення й охорони біологічного та ландшафтного різноманіття в Україні. Виявлено закономірності змін флори в антропогенно порушених природних екосистемах.

Під керівництвом і за безпосередньої участі Івана Панасовича показано вплив глобального потепління клімату на фітосанітарний стан агроценозів, чисельність, ареали поширення та шкідливість найпоширеніших комах-фітофагів у посівах озимої пшениці лісостепової зони України. Спільно із науковцями інших установ на основі системного аналізу рослинних ресурсів реалізовано новітні технології біоенергоконверсії для отримання альтернативних палив в Україні. Проведено якісне і кількісне визначення генетично модифікованих сільськогосподарських культур, а також їх компонентів в продуктах харчування та кормах методом полімеразної ланцюгової реакції в реальному часі.

Член-кореспондент НАН України І.П. Григорюк збагатив науку працями першорядного значення. Він є автором і співавтором понад 600 наукових, навчальних і методичних, а також науково-популярних праць, з них 11 монографій, три книги, два методичних і два навчальних посібники, два тлумачних словники, 360 статей (з них 32 в зарубіжних виданнях), 45 науково-методичних й практичних рекомендацій та вказівок, більшість яких впроваджено у виробництво, отримав 20 авторських свідоцтв і патентів на винаходи. Ним здійснено наукове керівництво трьома докторськими та чотирма кандидатськими дисертаціями.

Науково-освітня справа України й інших країн відома монографія І.П.Григорюка (в співавторстві): «Водний режим растений в связи с действием факторов среды». – К.: Наук. думка, 1983. – 200 с.; «Устойчивость растений к водному и температурному стрессам». – К.: Наук. думка, 1989. – 224 с.; «Рост пшеницы и кукурузы в условиях засухи и его регуляция». – К.: Наук.світ, 2002. – 118 с.; «Біоенергетичні основи стійкості озимої пшениці до посухи». – К.: Наук. світ, 2004. – 202 с.; «Біологія каштанів». – К.: Логос, 2004. – 380 с.; «Фізіологічні основи регуляції посухостійкості картоплі». – Хмельницький – Київ: Вид-во Сергія Пантюка, 2004. – 236 с.; «Фізіологічні особливості сортів озимої пшениці за різного водозабезпечення та живлення». – Ужгород: ПП «Р.ПОВЧ», 2005. – 172 с.; «Автоколивальний характер водообміну рослин». – К.: Логос, 2006. – 148 с.; «Новітні технології біоенергоконверсії». – К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.; «Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива». – К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 403 с.; Науково-популярна книга «Каштан – історичний символ Києва». – К.: Поліграф-Консалтинг, 2006. – 212 с.; «Словник найуживаніших термінів з екології, біотехнології і біоенергетики». – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2009. – 294 с.; «Геоботаніка»: Тлумачний словник. – К.: Фітосоціоцентр, 2010. – 420 с.; «Біотехнологія рослин». Навчальний посібник. – К.: ПоліграфКонсалтинг, 2011. – 215 с. За нау-

ковою редакцією вченого опубліковано понад 40 праць.

У 1985 р. І.П.Григорюк закінчив навчання на курсах з підвищення кваліфікації в школі-семінарі заступників директорів з наукової роботи централізованої навчальної сітки системи підвищення кваліфікації керівних працівників і спеціалістів АН УРСР. У 2007 р. проходив стажування в біотехнологічних лабораторіях Академії ветеринарних наук і брав участь у створенні Китайсько-українського центру оцінки й застосування генетичних ресурсів свійської птиці в Інституті тваринництва та ветеринарії Аграрної академії наук у провінції Чжецзян (м. Гаунджоу) Китайської Народної Республіки. В цьому ж році його обрано академіком Академії наук Вищої школи України Відділення біології, хімії та медицини. Вчений є одним із організаторів Міжнародних і Всеукраїнських наукових конференцій з актуальних проблем біологічної та аграрної науки. Спільно з ученими Росії, Бельгії, Греції та Вірменії уперше розробив Міжнародну наукову програму INTAS «Полімерні похідні пестицидів і регуляторів росту: синтез, властивості, застосування».

Високий рівень і широкий діапазон наукових робіт вченого принесли йому заслужене визнання. За вагомих особистих внесок у вирішення екологічних проблем, розвиток природоохоронної справи і збереження навколишнього природного середовища Указом Президента України від 5 червня 2009 р. І.П. Григорюку присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України». Його нагороджено медалями «В пам'ять 1500-ліття Києва» (1982), «Ветеран труда» (1986), бронзовою медаллю ВДНГ СРСР (1981), нагрудними знаками «За активную работу в профсоюзах» ВЦРПС (1980), «Знак Пошани» Київського міського голови (2004), «Петро Могила» Міністерства освіти і науки України (2007), трудовою відзнакою «Знак Пошани» (2008) та «Відмінник аграрної освіти та науки» Міністерства аграрної політики України (2010), Золотою медаллю XXII Міжнародної виставки «Агро-2010» (2010), Почесною грамотою Президії НАН України і Центрального Комітету профспілки працівників НАН України (2001), Почесною грамотою Міністерства охорони навколишнього природного середовища України (2005), іменним годинником від Голови Верховної Ради України (2006), Почесною грамотою за особливі заслуги перед Національним аграрним університетом України (2006), Грамотою Міністерства аграрної політики України (2008) тощо.

І.П. Григорюк на належному науково-методичному рівні викладає нормативні курси «Фізіологія рослин» та «Біохімія рослин» студентам Національного університету біоресурсів і природокористування України. За його участю розро-

блено магістерські програми зі спеціальностей 8.070801 «Екологія і охорона навколишнього середовища» та 8.092903 «Екобіотехнологія». В 1998-2011 рр. він зробив суттєвий внесок у державну систему атестації науково-педагогічних кадрів України як член Експертної ради з біологічних наук ВАК України.

Наукові здобутки І.П. Григорюка отримали високу оцінку в Україні та за її межами. Рішенням Президії АН УРСР від 6 лютого 1991 р. за цикл робіт «Водообмін і посухостійкість рослин» йому присуджено премію імені М.Г. Холодного АН УРСР. Рішенням Президії НАН України, НАН Білорусі і АН Молдови від 7 лютого 2002 р. за роботу «Фундаментальные основы устойчивости растений к стрессовым факторам среды и разработка способов ее повышения в зонах рискованного земледелия Украины, Беларуси и Молдовы» присуджено премію Президентів НАН України, НАН Білорусі, АН Молдови. Постановою Президії УААН від 24 лютого 2010 р. за цикл наукових праць «Селекційно-генетичні і біотехнологічні основи підвищення продуктивності рослин хмелю в Україні» присуджено премію УААН «За видатні досягнення в аграрній науці». Згідно з Постановою Президії Академії наук Вищої школи України від 15 лютого 2007 р. за цикл наукових праць «Фундаментальні основи збереження, відновлення і збагачення біорізноманіття рослин в Україні» ювіляру присуджено Нагороду Ярослава Мудрого в галузі науки і техніки.

І.П. Григорюк веде активну науково-організаційну роботу. Обирався головою Київського регіонального відділення і секції «Екологічна стійкість рослин» та членом Президії Українського товариства фізіологів рослин (1997-2005), членом (1999-2001) і заступником голови (2001-2004), спеціалізованої вченої ради Д 26.212.01 Інституту фізіології рослин і генетики НАН України із захисту докторських (кандидатських) дисертацій зі спеціальностей «Фізіологія рослин» та «Генетика», заступником співголови Міжвідомчої наукової ради НАН України і УААН з проблем АПК (1999-2006) і головного редактора науково-популярного журналу для молоді НАН України та Академії педагогічних наук України «Колега» (2004-2005), ученим секретарем секції «Біологія» Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки (2009 - 2010).

Нині Іван Панасович є заступником голови спеціалізованої вченої ради Д 26.004.15 із захисту докторських (кандидатських) дисертацій Національного університету біоресурсів і природокористування України за спеціальностями «Біотехнологія» й «Екологія», членом спеціалізованої вченої ради Д 74.844.02 із захисту докторських (кандидатських) дисертацій Уманського національного університету садівництва Міністерства аграрної політики та продовольства України за спеціальностями «Фізіологія рослин» і «Мікробіологія», членом постійно діючої робочої групи з питань біобезпеки при використанні генетично модифікованих організмів у системі АПК України, членом навчально-методичної комісії з напрямків «Екологія» і «Біотехнологія» НПП аграрних вищих навчальних закладів Міністерства аграрної політики та продовольства України, членом Координаційної Ради Міністерства охорони навколишнього природного середовища України з питань забезпечення Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням у країнах, що потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці, членом експертної Ради з біологічних наук ВАК України, членом вченої ради Національного університету біоресурсів і природокористування України, членом редколегій фахових наукових журналів «Продовольча індустрія АПК», «Наукові обрії», «Физиология и биохимия культурных растений», «Биоресурсы и природокористування» й збірників наукових праць «Науковий вісник Чернівецького національного університету. Серія Біологія (Біологічні системи)», «Науковий вісник НУБіП України» та «Наукові доповіді НУБіП України».

Член-кореспондент НАН України І.П. Григорюк – талановитий, відомий у світі вчений і педагог з різнобічними інтересами, в нього прекрасна сім'я, багато друзів та однодумців. У наукових колах та сфері практичної діяльності ювіляра поважають за професіоналізм, людяність, доброзичливість, працездатність, вірність служіння Україні і науці. Нині він у розквіті творчих сил, залишається діяльною й активною в науці особистістю, сповнений новаторських ідей та сподівань на майбутнє.

Сердечно вітаємо Івана Панасовича з ювілеєм, зичимо йому міцного здоров'я, довгих років життя, щастя, плідної праці й нових творчих звершень на благо розквіту України.

Доктор біологічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

С.С. Костишин

Доктор біологічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, декан факультету біології, екології та біотехнології, завідувач кафедри біохімії та біотехнології Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

М.М. Марченко

ЗМІСТ

БІОХІМІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ, МОЛЕКУЛЯРНА ГЕНЕТИКА

- О.М. ВОЛОЩУК, М.М. МАРЧЕНКО, Г.І. АЛУНГУ-** **O. M. VOLOSHCHUK, M.M. MARCHENKO, G.I. ALUN-**
ЛЕС ДИНАМІКА СПІВВІДНОШЕННЯ УБІХІ- **HULES** THE DYNAMICS OF THE UBIQUINONE / UBI-
НОН/УБІХІНОЛ В МІТОХОДРІАЛЬНІЙ ФРАКЦІЇ ПЕ- **QUINOL** RELATIONSHIP IN MITOCHONDRIAL FRACTION
ЧІНКИ ПУХЛИНОНОСІВ ЗА УМОВ ПОСИЛЕНОЇ ГЕ- **OF A TUMOR UNDER CONDITIONS OF ENHANCED ROS**
НЕРАЦІЇ АФК **GENERATION** 111
- Г.В. АНТОНОВИЧ, Н.М. ЖОЛОБАК, М.О. ШИБІН-** **G.V. ANTONOVYCH, N.M. ZHOLOBAK, M.O. SHIBIN-**
СЬКА, С.А. ЛЯХОВ, М.Я. СПІВАК ІФН-ІНДУКУЮЧІ **SKA, S.A. LYAKHOV, M.YA. SPIVAK** IFN-INDUCING
ТА ІМУНОМОДУЛЮЮЧІ ЕФЕКТИ ДВОХ ПОХІДНИХ **AND IMMUNOLOGICAL EFFECTS OF TWO 6H-**
6Н-ІНДОЛО[2,3-В]ХІНОКСАЛІНУ – ПОТЕНЦІЙНИХ **INDOLO[2,3-B]QUINOXALINE DERIVATIVES – POTEN-**
АНТИВІРУСНИХ ПРЕПАРАТІВ **TIAL ANTIVIRAL AGENTS** 115
- Ю.М. ДАВИДЮК, В.В. ПОЧТАРЬОВА, Р.А. ВОЛКОВ** **Y.M. DAVIDJUK, V.V. POCHTAR'OVA, R.A. VOLKOV**
ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ МЕТИЛЮВАННЯ 5'ЗТС 35S **CYTOSINE METHYLATION IN THE 5' ETS OF 35S rDNA**
рДНК У МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ РОДУ *SOLANUM* **IN INTERSPECIFIC HYBRIDS OF GENUS SOLANUM** 120
- Р.Я. ІСКРА** ВУГЛЕВОДНИЙ ТА ЛІПІДНИЙ ОБМІН В **R.JA. ISKRA** CARBOHYDRATE AND LIPID METABO-
ОРГАНІЗМІ ЩУРІВ ЗА ДІЇ НАНОАКВАЦИТРАТУ **LISM IN RAT ORGANISM AT CHROMIUM NA-**
ХРОМУ **NOAQUACITRATE ACTION** 125
- С.А. СТАРОВОЙТОВА, Л.П. БАБЕНКО, Л.Н. ШИН-** **S.A. STAROVOITOVA, L.P. BABENKO, L.N. SHYNK-**
КАРЕНКО, Л.Н. ЛАЗАРЕНКО, Н.Я. СПІВАК РАЗРА- **ARENKO, L.N. LAZARENKO, N.YA. SPIVAK** DEVEL-
БОТКА МОДЕЛІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ГІПЕРХО- **OPMENT OF THE MODEL OF EXPERIMENTAL HYPER-**
ЛЕСТЕРИНЕМІЇ У МЫШЕЙ **CHOLESTERONEMIA IN MICE** 129

ЕКОЛОГІЯ

- О.В. БАГЛЕЙ, С.С. РУДЕНКО** ПОРІВНЯННЯ ПІДХО- **O.V. BAGLEY, S.S. RUDENKO** COMPARISON OF AP-
ДІВ ЩОДО ІНТЕГРАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЖИТТЄЗДАТНО- **PROACHES IN INTEGRATED ESTIMATION OF CENOPO-**
СТІ ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ **PULATIONS VIABILITY** 132
- Т.В. СОРОКА** ДИНАМІКА ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТА- **T.V. SOROKA** INVESTIGATION OF HEAVY METAL
ЛІВ У СКЛАДОВИХ ЕКОСИСТЕМИ Р. ЗБРУЧ У ВЕС- **CONTENT AND ITS DYNAMICS IN WATER, BOTTOM**
НЯНО-ЛІТНІЙ ПЕРІОД **SEDIMENTS AND COASTAL SOIL IN ZBRUCH RIVER** 137

БОТАНІКА. ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОТИ І БІОРЕСУРСІВ

- С.М. ЗИМАН, О.В. БУЛАХ** РІД *ACONITUM* L. **S.M. ZIMAN, O.V. BULAKH** GENUS *ACONITUM* L.
(*RANUNCULACEAE* JUSS.) У ФЛОРІ УКРАЇНСЬКИХ (*RANUNCULACEAE* JUSS.) WITHIN THE FLORA OF THE
КАРПАТ: ПОРІВНЯЛЬНО-МОРФОЛОГІЧНІ ТА ТАК- **UKRAINIAN CARPATHIANS: COMPARATIVE-**
СОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ **MORPHOLOGICAL AND TAXONOMIC STUDY** 142
- Б.Г. ПРОЦЬ, О.С. ОМЕЛЬЧУК., П. ВАН БОДЕГОМ** **B. H. PROTS, O. S. OMELCHUK, P. M. VAN BODEGOM**
РОЛЬ РІЧКОВИХ КОРИДОРІВ У ПОШИРЕННІ ВИДІВ **THE ROLE OF RIVER CORRIDORS FOR PLANTS DISPER-**
РОСЛИН **SAL** 150
- О.І. КРАСНЯК** ІСТОРІЯ ТАКСОНОМІЇ ТРИБИ **O.I. KRASNIAK** HYSTORY OF TAXONOMY OF TRIBE
BROMEAE DUMORT. (*POACEAE*) **BROMEAE DUMORT. (POACEAE)** 155
- В.М. МІНАРЧЕНКО, Т.Д. СОЛОМАХА, І.В.ВАНТЮХ** **V.M. MINARCHENKO, T.D. SOLOMAKHA, I.V.**
ARNICA MONTANA L. В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ: **VANTYUKH** *ARNICA MONTANA* L. AT UKRAINIAN
ПОШИРЕННЯ, ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ **CARPATHIANS: DISTRIBUTION, ECOLOGY-**
ТА РЕСУРСНА ХАРАКТЕРИСТИКА **COENOTICAL FEATURES AND RESOURCE**
CHARACTERISTICS 159
- І.Д. ГУМЕНЮК** ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ФІТОГО- **I. D. HUMENYUK** FEATURES OF DISTRIBUTING OF
РМОНІВ ЯК КОМПОНЕНТІВ ЦІЛІСНОЇ СИСТЕМИ У **PHYTOHORMONES AS COMPONENTS OF INTEGRAL**
PERSICARIA AMPHIBIA (L.) DELARBRE ЗА РІЗНИХ **SYSTEM IN PERSICARIA AMPHIBIA (L.) DELARBRE IN**
УМОВ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ **DIFFERENT CONDITIONS OF USE OF WATER** 167
- О.О.АНДРЕЄВА** АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ *FAGUS* **O.O.ANDRIEIEVA** THE ANALYSIS OF *FAGUS*
SYLVATICA L. (*FAGACEAE*) У РІВНИННІЙ ЧАСТИНІ *SYLVATICA* L. (*FAGACEAE*) DISTRIBUTION ON PLAIN
ЗАХІДНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В ГОЛОЦЕНІ НА ОС- **PART OF THE WESTERN UKRAINE IN HOLOCENE**
НОВІ ДАНИХ СПОРОВО-ПІЛКОВОГО АНАЛІЗУ **BASED ON PALYNOLOGICAL INVESTIGATION** 171

ГРУНТОЗНАВСТВО

- Ю.М. ДМИТРУК, Т.М. ЧОРНЕВИЧ, М.В. ТИМИРІВ-** **YU.M. DMYTRUK, T. M. CHORNEVYCH, M.V.**
СЬКА АЛЬГОУТРУПОВАННЯ ҐРУНТІВ ЛАНДШАФ- **TUMYRIVSKA** ALGOGROUPING OF SOILS OF
ТІВ ДАВНЬОСЛОВ'ЯНСЬКИХ ПОСЕЛЕНЬ **LANDSCAPES OF ANCIENTSLAVONIC SETTLEMENTS** 176
- П.Ф. КОЗЬМУК, Р.І. БЕСПАЛЬКО** ЗЕМЛЕУСТРІЙ НА **P.F. KOZ'MYK, R.I. BESPALKO** LAND USE PLENNING
ЗЕМЛЯХ З НАЯВНИМИ КАРСТОВО- **OF THE TERRITORIES WITH KARST-SPELEOLOGICAL**
СПЕЛЕОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ **OBJECTS** 180

М.М. МИРОШНИЧЕНКО, О.І. МАКЛЮК, В.В. ЧЕ-	M.M. MIROSHNICHENKO, O.I. MAKLYUK, V.V. BANOVA, A.O. MEL'NICHYUK	МІКРОБІОЛОГІЧНІ	CHEBANOVA, A.O. MEL'NICHYUK
ПРОЦЕСИ ТРАНСФОРМАЦІЇ АЗОТУ В ДЕРНОВО-	MICROBIOLOGICAL PROCESSES OF NITROGEN	ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБ-	TRANSFORMATION IN SOD-PODZOL SOIL WITH
РЕННЯ	DIFFERENT SYSTEMS OF FERTILIZING		184
КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ			
М.М. ФЕДОРОНЧУК	M.M. FEDORONCHUK	БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РІ-	BIOLOGICAL PECULIARITIES OF
ДКІСНИХ ВИДІВ CARYOPHYLLACEAE JUSS. ФЛОРИ	THE RARE SPECIES OF THE CARYOPHYLLACEAE JUSS.	УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА СТАН ЇХ ОХОРОНИ	WITHIN THE FLORA OF UKRAINIAN CARPATHIANS
	AND THE STATE OF THEIR PROTECTION		188
Н.Ю. МАРЧУК, Б.А. ВІНОГРАДОВ, В.Н. ЕЖОВ	N.YU. MARCHUK, B.A. VINOGRADOV, V.N. EZHOV	О СОСТАВЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ	THE COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS FROM SOME
РОДА CUPRESSUS L., КУЛЬТИВИРУЕМЫХ НА ЮЖ-	SPECIES OF CUPRESSUS L., CULTIVATED ON THE	НОМ БЕРЕГУ КРЫМА	SOUTHERN COAST OF THE CRIMEA
			191
ІВАН ПАНАСОВИЧ ГРИГОРЮК: ЖИТТЄВИЙ І ТВОР-	IVAN PANASOVYCH HRYHORYUK: LIFE AND	ЧИЙ ШЛЯХ	CREATIVE WAY
			194