

ISSN 2078-8673

БІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ

НАУКОВИЙ ВІСНИК
ЧЕРНІВЕЦЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

БІОЛОГІЯ

Рік заснування 1996

**Том 3
Випуск 3**

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Чернівці
Чернівецький національний університет
2011

Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – Т. 3, Вип. 3. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2011. – 108 с.

Scientific Herald of Chernivtsy University. Biology (Biological System). – Vol. 3, Is. 3. – Chernivtsy: Chernivtsy National University, 2011. – 108 p.

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

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

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

Редакційна колегія:

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

Editorial Board:

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

І.П. Григорюк, Ю.М. Дмитрук, Г.П.Копильчук
С.С. Руденко, І.І. Чорней

I.P. Hryhoryuk, Y.M. Dmytruk, G.P. Kopylchuk
S.S. Rudenko, I.I. Chorney

Редакційна рада:

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

Editorial Council:

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

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

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

**Свідоцтво 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



УДК: 57.083.3:577.27+578.824:578.869

IMMUNOCHEMICAL ANALYSIS OF THE SURFACE PROTEIN OF PLANT AND ANIMAL RHABDOVIRUSES

T.YU. SABIROVA, L.F. DIDENKO, N.YA. SPIVAK

*Zabolotny Institute of microbiology and virology, National Academy of Sciences, Ukraine,
Kiev, Zabolotny str.154, 03187, e-mail: Tatiana.Sabirova@gmail.com*

Immunochemical study on antigenic relationship between surface proteins of different rhabdoviruses was carried out. Potato curly dwarf virus (PCDV), potato yellow dwarf virus (PYDV) and spot sweetflag virus (SSV) were studied as plant viruses and vesicular stomatitis virus (VSV) and rabies virus (RV) were studied as animals and humans rhabdoviruses. It was established on the base of experimental data using monoclonal serum to a surface protein PYDV that the rhabdoviruses under consideration do not have antigenic relationship of surface proteins.

Keywords: rhabdovirus, viral surface proteins, antigenic relationship

Introduction. Development of highly sensitive and specific detection methods for diagnostics of rhabdoviruses and effective measures to combat them requires a detailed study of their biological, structural and functional characteristics. Valuable information about the structural components of rhabdoviruses can be obtained by studying their antigenic properties. Rhabdoviral surface protein (G protein) is of particular interest, because on the fact that it is glycosylated and involved in the processes of adhesion (Coll, 1995; Da Poian et al., 2005).

Properties of rhabdoviral glycoprotein are largely determined by its carbohydrate component, which plays an important role in its structural organization. When comparing the monosaccharide composition of PCDV, SSV and VSV it was revealed that they contain mostly identical monosaccharides, which differ in the quantitative ratio (Didenko et al., 2008). It is important, that in the reaction immunodiffusion in gel polyvalent serum to PCDV reacted with SSV, VSV and RV.

It is known that carbohydrates have often antigenic activity. They are multivalent and therefore complementary antibodies are generated to specific structural sites. As part of PCDV, SSV, VSV and RV, mannose and glucose among other monosaccharides were found. Moreover, we proved the existence of structural analogy between immunodominant epitopes of rhabdoviral plant and animal carbohydrate components (Didenko et al., 2008). It appears from this that the structural components of the glycoprotein, namely carbohydrate,

have antigenic activity and serological relatedness of rhabdovirus plants and animals.

On the base of the above, it is interesting to investigate the protein portion of a glycoprotein on its antigenic relatedness rhabdovirus PCDV, SSV, VSV and RV. To this end, we used monoclonal serum to G proteins potato yellow dwarf virus.

Materials and methods. To isolate phytorhabdoviruses tobacco plants (*Nicotiana rustica*) previously infected by PCDV and SSV were used. For the mechanical damage of leaves celite type 535 ("Serva") was used. Virus isolation was performed as follows: leaves of tobacco (*Nicotiana rustica*) with pronounced symptoms were homogenized in liquid nitrogen. Homogenate was added to a buffer that contained 0.1 M glycine, pH 8.0, 0.01 M MgCl₂, 0.01 M Na₂SO₃. Solution was then filtered and the filtrate was centrifuged at 5000g for 10 minutes. From the resulting supernatant virus was deposited by 7% polyethylene glycol (PEG-6000) in the presence of 0.15 M NaCl. Precipitated virus was collected by centrifugation at 10000 g for 15 minutes. Sediment was resuspended in buffer solution containing 0.1 M glycine, 0.01 M MgCl₂ at pH 7.0. For release from the PEG centrifugation was performed by at 10000g for 15 minutes. The virus was pelleted by centrifugation through 1.5 M sucrose cushion for 3 hours at 24000 rpm in rotor SW - 27 (Beckman) (Didenko et al., 2001).

Vesicular stomatitis virus (VSV) was cultured in continuous cell cultures of pig testicles. It was isolated according to previously described method (Dalton, Rose, 1993).

We used a vaccine strain of fixed rabies virus. The vaccine was a culture of industrial fixed-RV strain "Vnukovo-32", 30th - 38th passage, grown in the kidney cells of Syrian hamsters, concentrated and purified by ultrafiltration or ultracentrifugation, inactivated by ultraviolet rays and formalin (Selimov et al., 1977). Vaccine was obtained from RV Enterprise for production of bacterial and viral agents of the Institute of Poliomyelitis and Viral Encephalitis M.N. Chumakov RAMS.

To carry out the immunochemical tests a polyvalent serum specific for PCDV, SSV, VSV and RV, obtained by intra-muscular immunization of rabbits with a mixture of equal volumes of purified virus preparation and Freund's complete adjuvant ("Calbiochem") was used. Rabbits were injected subcutaneously with 1.3 mg antigen in 0.5 ml. On the whole cycle of immunization 9 mg of antigen was used. After a month blood was collected and IgG was received by the Fogt method (Fogt, 1972). Also a commercial monoclonal serum (IgG) to the surface protein PYDV (DSMZ - Plant Virus Collection c/o Biologische Bundesanstalt Institut für Pflanzenvirologie, Mikrobiologie und Biologische Sicherheit Messeweg 11\12 38104 Braunschweig Germany) was used. Normal serum was used as a control of uninfected rabbits.

Enzyme immunoassay was performed by indirect variant (Clark, Engvall, 1981; Kuate et al., 2006).

To sensitize the surface of the wells of polystyrene microplates in 0.1 ml of PCDV, SSV, VSV and RV preparations were used at a concentration of 5 mg/ml, diluted by 0.01 M Tris-HCl buffer pH 7,2-7,4 with 0,1 M NaCl. Antigen immobilization was performed during 16 hours at +4°C. The unbound antigen was washed with 1 M Tris-HCl, pH 7.38. Blocking of free binding sites on the plates was carried out by 0.5% solution of BSA in phosphate buffer, pH 7.6 with 0.05% Tween-20. To the wells with adsorbed antigen to 0.1 ml of monoclonal serum to PYDV and specific sera (positive control) at dilutions from 1:2 to 1:256 were added. Normal rabbit serum served as a control. For the quantitative determination of antibodies in the sera they were titrated by double dilution to 1 M Tris-HCl. They were thoroughly mixed for 7 seconds and incubated in a thermal 1,5 hours at +37°C. Then the plates were washed five times from unbound antibodies.

For qualitative estimation of the reaction (response "yes" or "no") setting was performed similarly, but sera were not titrated. 0.1 ml of conjugate (namely protein A *Staphylococcus aureus* labeled with peroxidase in a dilution 1/200000) was added to the washed wells. Microtiter wells were incubated for 1.5 hours at +37°C and washed. Then 0.1 ml of substrate mixture (0.15% solution of diaminobenzidine with 0.03% hydrogen peroxide) was added. After

staining the product of the enzymatic reaction after 60 minutes the reaction was stopped by introducing into every well 0.05 ml 5 N HCl and absorbance was measured at grade reader Labsystems Multiskan MS at a wavelength of 450 nm.

Statistical analysis was linked immunosorbent assay was carried out taking into account the standard deviation (Lakin, 1980).

Results and discussion. For today antigenic properties of rhabdoviruses, despite their wide spread are still poorly understood. Convenient methods for quick and accurate diagnosis of rhabdovirus are not still developed. Analysis of antigenic structure of individual rhabdovirus is a necessary step towards the creation of immunochemical test systems for detecting and identifying them, in particular plant rhabdovirus: potato curly dwarf virus (PCDV), potato yellow dwarf virus (PYDV) and spot sweetflag virus (SSV) and well as human and animal rhabdovirus: vesicular stomatitis virus (VSV) and rabies virus (RV), which can provide information regarding features of the spatial organization of the subunits of structural proteins and viral particles as a whole. A study of antigenic relationship between rhabdovirus PYDV and related rhabdoviruses PCDV, SSV, VSV and RV by indirect Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) using commercial monoclonal serum to a surface protein PYDV was performed.

The following results were obtained by the ELISA: positive control specific polyvalent serum to viruses PCDV, SSV, VSV and RV had high optical density, indicating a high degree of specific binding of antigen with specific antibody. Negative control – normal rabbit serum did not react with any of the viruses we studied (Fig. 1).

ELISA analysis showed a negative level of fixation of viral proteins PCDV, SSV, VSV and the RV with monoclonal antibodies to surface protein PYDV. This may be due to the fact that on the surface of the virus represented only part of the epitope recognized by a monoclonal antibody to PYDV, and (or) that the conformation of the protein is not optimal for recognition by monoclonal antibody. It is true in this case we can not exclude the binding of polyvalent serum, including immunoglobulins to carbohydrates with surface antigens of rhabdovirus of plants and animals.

Thus, using the ELISA we no found antigenic relatedness of surface protein PYDV viruses PCDV, SSV, VSV and RV. As a result of these studies it can be suggested that it is the internal nucleocapsid proteins, and also, possibly, the carbohydrate portion of the surface proteins that exhibit antigenic relationship rhabdovirus (Didenko et al., 2008; Mandrika, 2007).

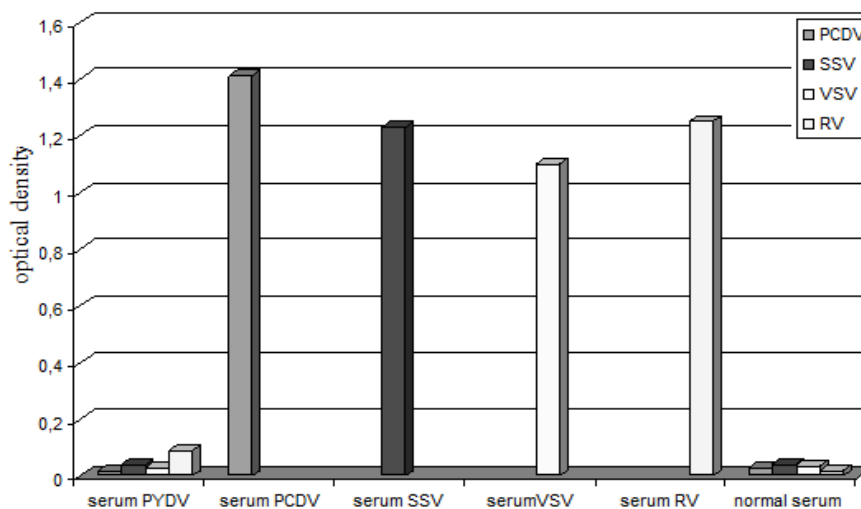


Fig. 1. The results of the ELISA

References:

- Clark R. Enzyme-linked Immunosorbent assay (ELISA) / R. Clark, E. Engvall // Theoretical and practical aspects Enzyme-immunoassay [Ed by E. T. Maggcoed]. – Boca Raton, Florida, – 1981. – P. 167 – 179.
- Coll J.M. The glycoprotein G of rhabdoviruses // Arch. Virology. – 1995. – 140. – P. 827 – 851.
- Da Poian A.T., Carneito F.A., Stauber F. Viral membrane fusion: is glycoprotein G of Rhabdoviruses a representative of a new class of viral fusion proteins? // Braz. J. Med. Biol. Res. – 2005. – 38, – P. 813 – 823.
- Dalton K.P., Rose J.K. Vesicular stomatitis virus glycoprotein containing the efire green fluorescent protein on its cytoplasmic domain is incorporated efficiently virus glycoprotein G for membrane fusion domain // J. Virology. – 1993. – V. 67, – P. 4070 – 4077.
- Didenko L.F., Nesterova N.V., Zagorodnya S.D., Sabirova T.Yu., Serdenko O.B., Spivak N.Ya. Antigenic relationship of polysaccharides and structural carbohydrates phytorhabdovirus spot sweetflag virus and rhabdoviruses human and animal // Immunologiya and alergologiya. – 2008. – № 2. – P. 8 – 11.
- Didenko L.F., Parkhomenko N.I., Maksimenko L.A., Dyachenko N.S., Zaritsky N.M., Varbanets L.D., Brovarska O.S. Some properties of structural components phytorhabdovirus potato curly dwarf virus // Biopolymers and cell. – 2001. – № 4. – P. 308 – 313.
- Didenko L.F., Varbanets L.D., Sabirova T.Y., Serdenko O.B., Brovarska O.S., Spivak N.Ya. Monosaccharide composition of rhabdoviruses infecting animals and plants // Microbiology and Biotechnology. – 2008. – №1. – P. 18 – 22.
- Fogt P. Detection of viral antigen by immunofluorescence. / In. "Methods of Virology and Molecular Biology" – M.: Mir. – 1972. – p.253 – 263.
- Kuate S., Stahl-Hennig C., Stoiber H., Nchinda G. Immunogenicity and efficacy of immunodeficiency virus-like particles pseudotyped with the G protein of vesicular stomatitis virus // Virology. – 2006. – 351. – P. 133 – 144.
- Lakin G.F. Biometrics. – M.: High School, – 1980. – 293 p.
- Mandrika T.Yu., Serdenko O.B., Didenko L.F., Varbanets L.D., Brovarska O.S., Vasilev V.M., Spivak M. N.Ya. Description bacillus spot sweetflag virus // Microbiological magazine. – 2007. – T. 69, – № 5. – P. 49 – 58.
- Selimov M.A., Elbert L.B., Aksenova T.A., Klyueva E.V., Gribencha L.F., Kondratieff N.L. Antigenic activity concentrated and purified from the culture rabies vaccine strain Vnukovo-32-107 // Problems of Virology. – 1977. – № 5. – P. 581 – 585.

ІМУНОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОВЕРХНЕВОГО БІЛКА РАБДОВІРУСІВ РОСЛИН І ТВАРИН

Т.Ю. Сабірова, Л.Ф. Діденко, М.Я. Співак

Проведені імунохімічні дослідження щодо антигенної спорідненості поверхневих білків рабдовірусів рослин: вірусу кучерявої карликовості картоплі (ВККК), вірусу жовтої карликовості картоплі (ВЖКК) і вірусу плямистості айру (ВПА), а також рабдовірусів тварин і людини: вірусу везикулярного стоматиту (ВВС) і вірусу сказу (ВС). На основі експериментальних даних при використанні моноклональної сироватки до поверхневого білку ВЖКК, встановлено, що досліджувані рабдовіруси не мають антигенної спорідненості поверхневих білків.

Ключові слова: рабдовірус, вірусний поверхневий білок, антигенні взаємодії.

Отримано редколегією 18.09.2011

ІНТЕНСИВНІСТЬ ГЕНЕРУВАННЯ СУПЕРОКСИДНОГО АНІОН-РАДИКАЛА ТА ОКСИДУ АЗОТУ В КЛІТИНАХ ПЕЧІНКИ МИШЕЙ ПІСЛЯ ЧАСТКОВОЇ ГЕПАТЕКТОМІЇ

Г.П. КОПИЛЬЧУК, І.О. ШМАРАКОВ, І.М. БУЧКОВСЬКА

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012
e-mail: ivannabuchkovska@mail.ru*

У роботі досліджено інтенсивність продукування оксиду азоту та генерацію супероксидного аніон-радикала в мітохондріальній, постмікросомній та мікросомній фракціях клітин печінки мишей при частковій гепатектомії. Встановлено, що початкові етапи регенерації печінки, викликані частковою гепатектомією, супроводжуються посиленою генерацією активних метаболітів кисню та азоту в мітохондріальній, мікросомній та постмікросомній фракціях гепатоцитів. У групі контрольних тварин посилена генерація супероксиду та оксиду азоту спостерігається впродовж 2-х діб (12, 24 та 48 год). В мітохондріальній та постмікросомній фракціях нокаутних тварин інтенсифікація продукування NO спостерігається впродовж 48 год. Результати аналізу інтенсивності генерування супероксидного аніон-радикала вказують на підвищений рівень O_2^- в мітохондріальній фракції мишей $Lrat^{-/-}$ на початкових етапах регенерації з максимальними значеннями через 12 год після часткової гепатектомії. Інтенсивність продукування супероксиду в цитозольній фракції печінки зростала на 70% порівняно з показниками контролю лише в першу добу після часткової резекції тканини, тоді коли $NADPH$ -залежне продукування O_2^- в мікросомній фракції клітин печінки спостерігалася протягом 12, 24 і 48 год після проведеної гепатектомії.

Ключові слова: супероксид аніон, оксид азоту, вітамін А, ретиноїди, регенерація печінки, часткова гепатектомія

Вступ. В останні роки дослідники (Mabuchi et al., 2004; Гарбузенко, 2008) звертають увагу на високі регенеративні можливості печінки, стимуляцію її компенсаторно-відновних процесів, що сприяють зворотності патологічних змін та нормалізації структури і функції органу. Печінка – гомеостатичний орган з широким функціонально-метаболічним профілем, здатний регенерувати при різних патологічних станах (Taub R., 2004; Fausto N., 2006).

Вітамін А та його метаболіти (ретиноїди) є необхідними для нормального росту, диференціації, контролю апоптозу та проліферації клітин (Grenier et al., 2007; Huang, 2009; Wongsiriroj, 2008; Gudas, 2012). Близько 80% всіх ретиноїдів, що присутні в організмі, знаходяться в печінці і 70% із них депонуються в ліпідних краплях стелатних клітин (клітинах Іто) (Shirakami et al., 2012). Дані літератури (Shirakami et al., 2012) свідчать, що розвиток патологічних процесів у печінці супроводжується зниженням запасів ретиноїдів та втратою стелатними клітинами ретиноїд-вмісних ліпідних крапель.

Часткова гепатектомія (ЧГЕ) є класичною моделлю вивчення процесів регенерації. Експериментальні дослідження (Гарбузенко, 2008) вказують, що фактори, які продукуються печінкою та позапечінковими тканинами, взаємодіючи між собою та специфічними рецепторами клітинних

мембран, регулюють даний компенсаторний процес. Вважається (Tuncyurek, 2006; Hortelano S., 2007; Гарбузенко Д.В., 2008), що гемодинамічне навантаження, якому піддаються клітини печінки, які залишилися після її резекції, активують індукцибельну NO-синтазу (iNOS), що супроводжується підвищенням продукування оксиду азоту (NO) як найбільш раннього маркера регенераційних процесів та інтенсифікацією генерації активних кисневих метаболітів.

За даними літератури (Дубинина, 2001; Чеснокова и др., 2006; Бурлака та ін., 2010) основними попередниками активних форм кисню (АФК) є супероксидні радикал-аніони (O_2^-), які постійно генеруються супероксид-продукуючими компонентами дихального ланцюга внутрішньої мембрани мітохондрій, $NADPH$ -оксидазним комплексом мембран ендоплазматичного ретикула або в результаті ксантиноксидазної реакції в цитозолі клітин у відповідь на ендогенні та екзогенні стимули. Дисбаланс, що виникає між утворенням та інактивацією O_2^- із незворотнім наростанням концентрації останнього та його метаболітів в компартментах клітин, відіграє провідну роль у розвитку патологічних станів.

Мета роботи – дослідити вплив відсутності запасів ретиноїдів на рівень генерації супероксидного аніон-радикала та оксиду азоту в мітохондріальній, мікросомній та постмікросомній фракціях клі-

тин печінки мишей після часткової гепатектомії.

Об'єкт і методи. Дослідження проводили на мишах лінії C57BL/6J масою 25-30 г, віком 2,5-3 місяці. У роботі з тваринами дотримувалися міжнародних рекомендацій згідно «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та наукових цілей» (Страсбург, 1986), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

Для встановлення однозначного взаємозв'язку між запасами ретиноїдів у печінці та її здатністю до регенерації нами використано трансгенних тварин *Lrat^{-/-}* (експериментальна модель мишей, які не здатні синтезувати ретинілефіри в печінці внаслідок нокауту гена ензиму лецитин : ретинол-ацилтрансферази (LRAT, EC 2.3.1.135) і повністю позбавлені запасів ретиноїдів при збереженні нормальної секреції ретинолу до позапечінкових тканин).

Тварини піддавались частковій гепатектомії (ЧГЕ), яка полягала в резекції 2/3 тканини печінки. ЧГЕ проводили в ранкові години в умовах анестезії за методом (Mitchell & Willenbring, 2008). Групу дослідного контролю складали миші дикого типу (C57BL/6J) і трансгенні тварини (*Lrat^{-/-}*), які піддавались лапаротомії без подальших хірургічних втручань. Евтаназію тварин проводили під легким ефірним наркозом на 12, 24, 48, 72 години та 7-му добу (168 годин) після проведення лапаротомії та часткової резекції тканини печінки.

Мітохондріальну фракцію клітин печінки отримували методом (Kitagawa et al., 1980). Мікросомну фракцію печінки отримували шляхом диференційного центрифугування (Schenkman, 1978). Ступінь забрудненості фракцій мембранами інших компартментів контролювали шляхом порівняльного визначення 5'-нуклеотидазної активності як специфічного маркера плазматичних мембран клітин печінки, сукцинатдегідрогеназної активності як маркера внутрішньої мембрани мітохондрій та глюкозо-6-фосфатазної активності – маркера ендоплазматичного ретикулуму.

Концентрацію NO, як продукта NO-синтазної реакції, визначали за методом (Hwang et al., 1994) шляхом реєстрації вмісту нітрит-аніона (NO₂⁻), який є стабільним метаболітом оксиду азоту. Оскільки NO – висореакційна молекула з коротким періодом життя, яка швидко інактивується в оксидазній реакції з перетворенням в нітрит (NO₂⁻) або нітрат (NO₃⁻), який швидко метаболізується, то рівень NO правомірно оцінювати за зміною NO₂⁻ (Curran, 2001). NO₂⁻ фіксували спектрофотометрично при довжині хвилі 548 нм

за інтенсивністю забарвлення фіолетово-червоного азокомплексу, що утворюється в реакції між сульфаніловою кислотою, NO₂⁻ і α -нафтилетиламіном, та визначали за калібрувальною кривою.

Рівень генерації супероксидного аніон-радикала в мітохондріальній та мікросомній фракціях клітин печінки мишей реєстрували із застосуванням теста з нітросинім тетразолієм (НСТ) (Костенко, 2000). Інтенсивність генерації O₂⁻ в ксантиноксидазній реакції визначали за методом (Пескин и др., 1981) та оцінювали за окисленням адреналіну в аденохром.

Концентрацію протеїну визначали за методом Лоурі (Lowry et al., 1951).

Статистичну обробку експериментальних результатів проводили з використанням пакета аналізу даних у *Microsoft Excel*. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами використовували критерій Стьюдента (*t*). Різниці вважали достовірними при $P \leq 0,05$.

Результати та їх обговорення. Результати проведених досліджень показали, що початкові етапи регенерації печінки, викликані частковою гепатектомією, супроводжуються посиленою генерацією активних метаболітів кисню та азоту. При цьому основна частка продукування вказаних вільних радикалів припадає на мітохондріальну фракцію.

Відомо (Лю и др., 2006), що в мітохондріях зосереджена велика кількість редокс-переносників та центрів, потенційно здатних до одноелектронного відновлення кисню з утворенням радикала супероксид-аніону – попередника інших АФК. Численні дані (Виноградов и др., 2005; Бурлака та ін., 2010), отримані в експериментах з виділеними мітохондріями і субмітохондріальними фракціями, вказують на те, що головними супероксид-продукуючими компонентами дихального ланцюга є NADH: убіхінон-оксидоредуктаза (комплекс I) та убіхінон-цитохром *c* редуктаза (комплекс III). За фізіологічних умов майже 2% кисню конвертується в супероксидні радикали за умов витоку електронів із I та III комплексів електронтранспортних мембран мітохондрій (Виноградов и др., 2005; Лю и др., 2006) та зростає в 3-5 разів при гострих і хронічних ураженнях тканини. Крім того, при інтерпретації отриманих результатів, необхідно врахувати продукування O₂⁻ в ході мітохондріального окислення за участю NADH-дегідрогенази (EC 1.6.99.3) та ліпоаміддегідрогенази (EC 1.6.4.3) (Близнецова и др., 2004).

При цьому продукування O₂⁻ та NO в досліджуваних фракціях печінки мишей, яким проводили лапаротомію черевної порожнини без подальших хірургічних втручань, впродовж усього

експериментального періоду не перевищувало значення контролю.

Результати досліджень показали, що в мітохондріальній фракції клітин печінки мишей C57BL/6J (Рис.1., А) вже у період 12 год після ЧГЕ спостерігається підвищення генерації супероксидного аніон-радикала на 60% порівняно з вихідними показниками (0 год) та досягає контрольних величин вже на 24 год експерименту. Оскільки супероксид може бути залучений в регуляцію клітинного метаболізму (Чеснокова Н.П. и др., 2006), NADH-залежне продукування O_2^- на початкових етапах відновлення печінки, вірогідно, виступає одним із основних факторів запуску каскаду регенераційних реакцій після проведення часткової гепатектомії. Водночас регенерація пе-

чінки трансгенних тварин *Lrat*^{-/-} супроводжувалась посиленням інтенсифікації генерації супероксиду в мітохондріальній фракції (Рис.1., А), яка зберігалась впродовж 3-х діб (12, 24, 48 та 72 год) після часткової резекції тканини органу. Уже на 12 год після ЧГЕ продукування супероксидного аніон-радикала перевищувало 20 нмоль/хв/мг протеїну, в той час як вихідні показники в досліджуваній фракції печінки нокаутних мишей становили 7 нмоль/хв/мг протеїну. Виявлена тенденція прослідковувалась впродовж усього експерименту, причому показники продукування O_2^- в досліджуваній фракції клітин печінки нокаутних мишей протягом 3-х діб в 1,7 рази перевищували значення тварин дикого типу (Рис.1., А).

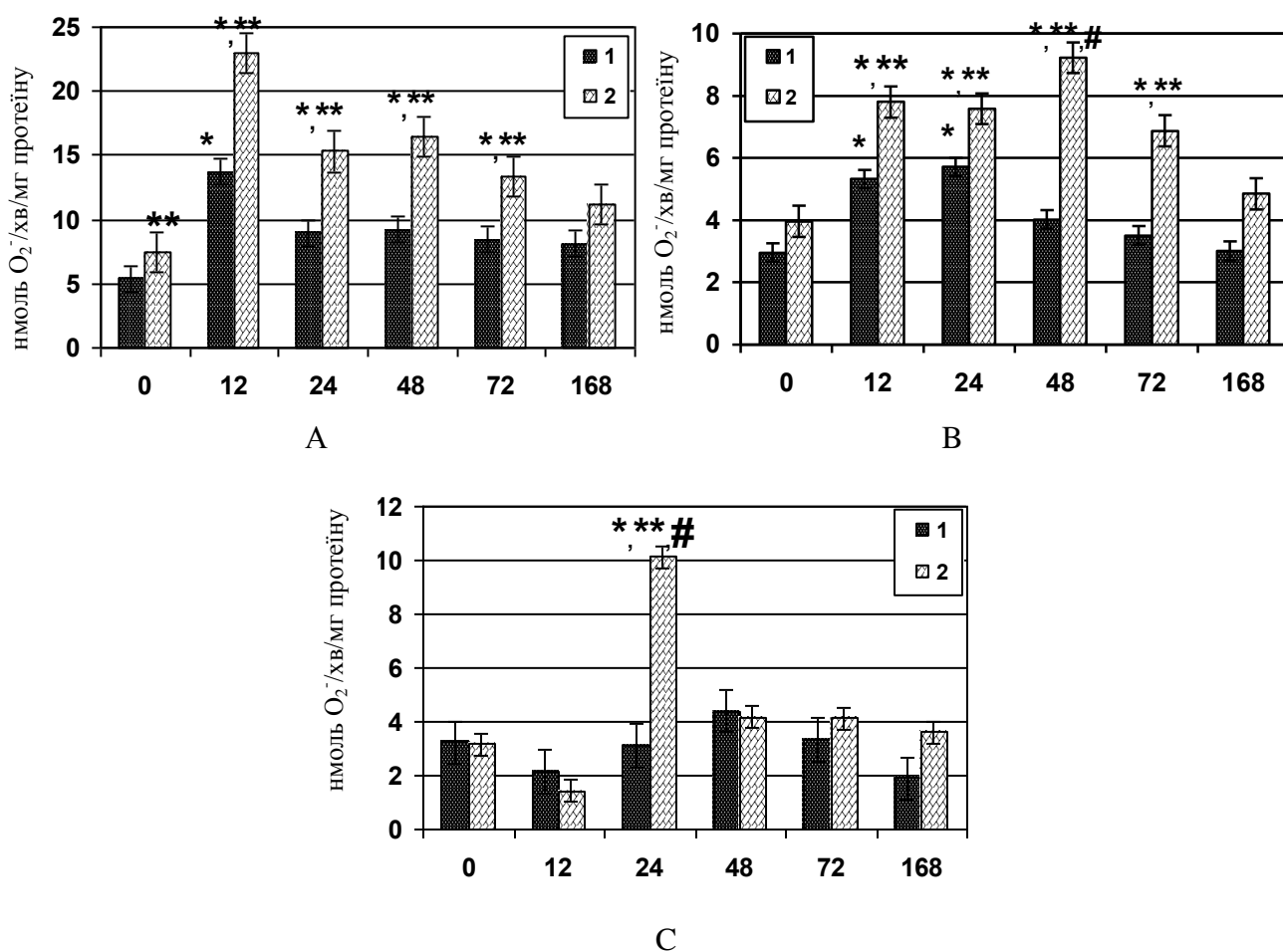


Рис.1. Генерація O_2^- в мітохондріальній (А), мікросомній (В) та постмікросомній (С) фракціях клітин печінки мишей після часткової гепатектомії

($M \pm m, n=10$)

Примітка: 1 – миші C57BL/6J, яким проводили часткову гепатектомію (контроль); 2 – миші *Lrat*^{-/-}, які піддавались частковій резекції тканини печінки; * – статистично достовірна різниця порівняно з показниками тварин на 0 год; ** – статистично достовірна різниця порівняно з показниками тварин C57BL/6J, $P \leq 0,05$; # – статистично достовірна різниця порівняно з показниками попереднього часового проміжку в процесі регенерації печінки.

Fig. 1. O_2^- generation in mitochondrial (A), microsomal (B) and postmicrosomal (C) fractions of mouse liver cells after partial hepatectomy

($M \pm m, n = 10$)

Note: 1- C57BL/6J mice, subjected to partial hepatectomy (control), 2 - *Lrat*^{-/-} mice, underwent partial resection of liver tissue; * - statistically significant differences compared to 0 h values; ** - statistically significant differences compared to C57BL/6J animals, $P \leq 0,05$; # - statistically significant differences compared to values of previous time period during liver regeneration.

Виявлена тенденція прослідковувалась впродовж усього експерименту, причому показники продукування O_2^- в досліджуваній фракції клітин печінки нокаутних мишей протягом 3-х діб в 1,7 рази перевищували значення тварин дикого типу (Рис.1., А). Поряд з NADH-супероксид-продукуючими комплексами мітохондрій інтенсивне утворення радикальних форм кисню відбувається за участю NADPH-залежних систем ендоплазматичного ретикулуму, де основна роль належить мікосомним монооксигеназам.

Результати проведених досліджень показали, що в мікосомній фракції клітин печінки мишей C57BL/6J після проведення часткової гепатектомії посилене продукування O_2^- спостерігається впродовж 2-х діб (12, 24 та 48 год) (Рис.1., Б). В той час як NADPH-індукована інтенсифікована продукція супероксиду в печінці нокаутних мишей залишається тривалий час і не знижується впродовж 72 год після ЧГЕ (Рис.1., Б). Дані літератури (Ляхович и др., 2005; Кузнецова и др., 2007) свідчать, що генерація супероксидного аніон-радикала в мікосомній фракції клітин печінки відбувається при активації цитохром Р-450-залежних оксидоредуктаз ендоплазматичного ретикулуму, автоокисленні самого цитохрому Р-450 та функціонуванні мембранозв'язаних оксидаз (Близнецова и др., 2004; Ляхович и др., 2005).

Відомо (Ляхович и др., 2005), що утворення активних кисневих метаболітів мікосомними монооксигеназами є важливим для зворотної негативної регуляції цитохрому Р-450, індукції ензимів 2 фази детоксикації та підвищення антиоксидантного захисту клітин. Вірогідно, підвищення продукування супероксидного аніон-радикала на початкових етапах регенерації печінки пов'язано з регуляторною роллю O_2^- в трансдукції клітинних сигналів в організмі. У роботах (Близнецова и др., 2004; Чеснокова и др., 2006)

показано, що утворення вільних радикалів, зокрема супероксиду, зумовлено, індукцією трансформації ксантиндегідрогенази в ксантинооксидазу, при цьому саме О-форма ксантинооксидази через її здатність генерувати цитотоксичні кисневі метаболіти (O_2^- та H_2O_2) відіграє істотну роль в процесах оксидативного ураження клітин.

Результати досліджень показали, що продукція O_2^- в ході ксантинооксидазної реакції в постмікосомній фракції печінки мишей, нокаутних за геном *Lrat*, підвищувалась на 70% порівняно з показниками контрольних тварин лише на першу добу (24 год) після проведеної гепатектомії (Рис.1., В). Попередніми дослідженнями (Шмараков та ін., 2008) показано, що в процесі розвитку патологічних станів посилена генерація супероксиду пов'язана з конформаційними перебудовами ензиму, в основі яких лежить процес часткового аутоокислення сульфгідрильних груп ферменту, що супроводжує перехід його дегідрогеназної форми в оксидазну, в результаті чого на молекулі ензиму відкривається ділянка для зв'язування електронів з молекулярним киснем. Вірогідно, посилена генерація супероксидного аніон-радикала в постмікосомній фракції клітин печінки нокаутних мишей, відбувається за рахунок підвищення активності О-форми ксантинооксидази, наслідком чого є посилена продукція супероксиду.

Утворення активних метаболітів азоту визначається оксидом азоту (NO), що продукується в біологічних системах ферментативним шляхом, та є вторинним посередником у передачі клітинних сигналів (Близнецова и др., 2004). Відомо, що за умов оксидативного та нітрозативного стресів NO може виступати в ролі антиоксиданта (Takeuchi et al., 2007). З іншого боку, внаслідок взаємодії NO з супероксидом і молекулярним киснем утворюються активні метаболіти азоту – пероксинітрил, діоксид азоту та ін. (Szabo et al., 2007).

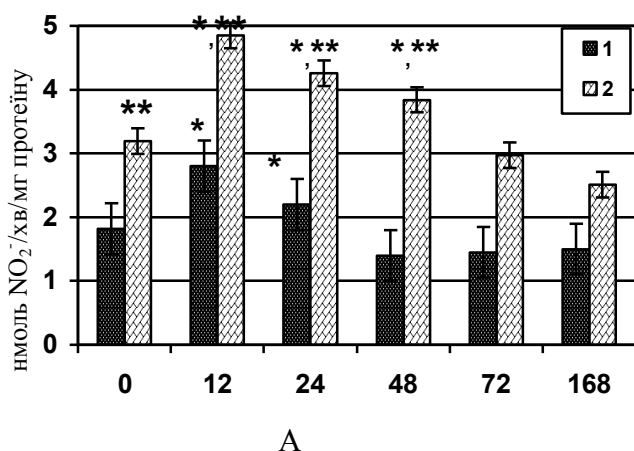


Рис.2. Вміст NO_2^- у мітохондріальній (А) та постмікосомній (В) фракціях клітин печінки мишей після часткової гепатектомії ($M \pm m$, $n=10$)

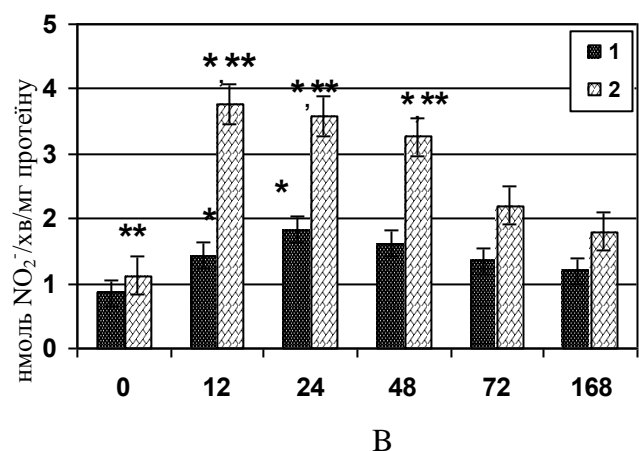


Fig. 2. NO_2^- content in mitochondrial (A) and postmitochondrial (B) fractions of mouse liver cells after partial hepatectomy ($M \pm m$, $n = 10$)

Аналогічна тенденція до підвищення спостерігалась у випадку накопичення NO, утвореного в NO-синтазній реакції як в мітохондріальній (Рис.2., А), так і в постмікросомальній (Рис.2., Б) фракціях печінки мишей після ЧГЕ. Ранні етапи репаративної регенерації (12 та 24 год) в досліджуваних фракціях печінки мишей дикого супроводжуються підвищенням вмісту оксиду азоту порівняно з показниками контролю.

Дані літератури свідчать (Hortelano S., 2007) про регулятивну роль оксиду азоту в регенерації печінки після ЧГЕ. Після часткової гепатектомії індуковане вивільнення NO запускає процес регенерації печінки. Відомо (Zeini et al., 2005; Hortelano S., 2007), що розвиток оксидативного стресу після часткової гепатектомії, активує фактори транскрипції (NF-κB, STAT3, AP-1), які індукують експресію генів iNOS з посиленням продукування оксиду азоту в гепатоцитах та клітинах Купфера. Вірогідно, підвищення продукції NO на початкових етапах регенерації може бути наслідком активації фактора транскрипції NF-κB активними формами кисню, цитокінами та іншими медіаторами.

За даними літератури (Zhong et al., 2005), що повністю-тран-ретиноева та 13-цис-ретиноева кислоти шляхом активації рецепторів ретиноевої кислоти (RARα) модулюють продукування NO та інгібують транскрипцію гена iNOS. Ймовірно, відсутності запасів ретиноїдів в печінці нокаутних мишей створює передумови для посиленого синтезу NO в досліджуваних фракціях після часткової гепатектомії.

Важливим біохімічним аспектом в контексті виявленого нами посиленого продукування активних метаболітів кисню та азоту може бути поява синергічних ефектів, що не завжди позитивно відображається на процесах регуляції метаболізму в клітинах. Зокрема, за надмірного продукування NO взаємодіє з супероксидом з утворенням пероксинітриду, що шляхом модифікації тирозинових залишків викликає деструкцію багатьох ензимних систем (Szabo, 2007).

Якщо на початкових етапах регенерації NO виступає як внутрішньоклітинний посередник, то в періоди 48 та 72 год токсична дія оксиду азоту може виявлятися прямо (шляхом утворення нітрозильних комплексів із гемовим і негемовим залізом) та опосередковано (через активні форми азоту), які в ході реакцій S- і N-нітрузування, нітрування, окислення та дезамінування порушують функціонування біомолекул і субклітинних компонентів, спричиняють метаболічний дисбаланс та призводять до розвитку ендогенної інтоксикації організму.

Висновки. Отже, початкові етапи регенерації печінки мишей, викликані частковою гепатекто-

мією, супроводжуються посиленою генерацією активних метаболітів кисню та азоту. Водночас відсутність запасів ретиноїдів супроводжуються інтенсифікацією генерації супероксидного аніон-радикала та посиленням продукування оксиду азоту в мітохондріальній, мікросомній та цитозольній фракціях печінки мишей після часткової гепатектомії.

Подяка. Автори висловлюють щирю подяку професору Бленеру В.С. (Колумбійський університет, США) за люб'язно надані лінії трансгенних мишей для проведення досліджень.

Список літератури:

1. Бурлака А.П., Ганусевич І.І., Лук'янчук Є.В., Сидорик Є.П. Мітохондріальний редокс-контроль матриксних металопротеїназ та метастазування у хворих на рак молочної залози / А.П. Бурлака, // Онкологія. – 2010. – Т. 12, №4. – С. 377 – 382.
2. Виноградов А.Д., Гривенникова В.Г. Генерация супероксид-радикала NADH:убихинон оксидоректазой митохондрий сердца // Биохимия. – 2005. – Т. 70, вып. 2. – С. 150– 159.
3. Гарбузенко Д.В. Механизмы компенсации структуры и функции печени при её повреждении и их практическое значение // Рос. журн. гастроэнтерол. гепатол. колопроктол. – 2008. – Т. 18, № 6. – С. 14 – 21.
4. Дубинина Е.Е. Роль активных форм кислорода в качестве сигнальных молекул в метаболизме тканей при состояниях окислительного стресса // Вопр. мед. химии. – 2001. – Т. 47, № 6. – С. 561– 581.
5. Костенко В.О., Цебржинський О.І. Продукція супероксидного аніон-радикала та оксиду азоту у тканині нирок після хірургічного втручання // Фізіол. журн. – 2000. – Т. 46, № 5. – С. 56 – 61.
6. Лю Б.Н., Лю М.Б., Исмаилов Б.И. Роль митохондрий в развитии и регуляции уровня окислительного стресса в норме, при клеточных патологиях и реверсии опухолевых клеток // Успехи соврем. биол. – 2006. – Т. 126, № 4. – С. 388 – 398.
7. Ляхович В.В., Вавилин В.А., Зенков Н.К., Меньщикова Е.Б. Активированные кислородные метаболиты в монооксигеназных реакциях // Бюл. СО РАМН. – 2005. – Т. 118, № 4. – С. 7 – 12.
8. Пескин А.В., Збарский И.Б. Исследование электронтранспортных систем в мембранах микросом и ядер печени крыс и гепатомы 22а // Биохимия. – 1981. – Т. 46, № 4. – С. 579 – 589.
9. Чеснокова Н.П., Понукалина Е.В., Бизенкова М.Н. Общая характеристика источников образования свободных радикалов и антиоксидантных систем // Успехи соврем. естетствозн. – 2006. – № 7. – С. 37 – 41.
10. Шмариков І.О., Марченко М.М. Ксантиноксидазна активність у тканинах печінки шурів у процесі онкогенезу // Укр. біохім. журн. – 2008. – Т. 80, № 6. – С. 86 – 91.
11. Curran R.D., Ferrari F.K. Nitric oxide and nitric oxide-generating compounds inhibit hepatocyte

- protein synthesis // FASEB J. – 2001. – Vol.5. – P.2085 – 2092.
12. Fausto N., Campbell J., Riehle K. Liver regeneration // *Hepatology*. – 2006. – Vol. 43. – P. 45 – 53.
 13. Grenier E., Maupas F.S., Beaulieu J.F. et al. Effect of retinoic acid on cell proliferation and differentiation as well as on lipid synthesis, lipoprotein secretion, and apolipoprotein biogenesis // *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* – 2007. – Vol. 293, N. 6. – P. 1178-1189.
 14. Gudas L.J. Emerging roles for retinoids in regeneration and differentiation in normal and disease states // *Biochim. Biophys. Acta*. – 2012. – Vol. 1821. – P. 213 – 221.
 15. Hortelano S., Zeini M., Casado M. Animal models for the study of liver regeneration: role of nitric oxide and prostaglandins // *Front Biosci.* – 2007. – Vol. 12. – P. 13 – 21.
 16. Huang J., Bi Y., Zhu G.H. Retinoic acid signalling induces the differentiation of mouse fetal liver-derived hepatic progenitor cells // *Liver Int.* – 2009. – Vol. 29, N. 10. – P. 1569 – 1581.
 17. Hwang S., Lopeck C.A., Heck D.E. et al. Osteopontin inhibits induction of nitric oxide synthase gene expression by inflammatory mediators in mouse kidney epithelial // *J. Biol. Chem.* – 1994. – Vol. 264. – P. 711-715.
 18. Kitagawa Y., Sugimoto E. Estimation of the In Vivo Translational Activity of Rat Liver Mitochondria without Use of an Antibiotic // *J. Biochem.* – 1980. – Vol. 88, N. 3. – P. 689 – 693.
 19. Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with Folin phenol reagent // *J. Biol. Chem.* – 1951. – Vol. 123, № 1. – P.265 – 273.
 20. Mabuchi A., Mullaney I., Sheard P. et al. Role of hepatic stellate cell/hepatocyte interaction and activation of hepatic stellate cells in the early phase of liver regeneration in the rat // *J. Hepatol.* – 2004. – P. 40. – P. 910 – 916.
 21. Mitchell C., Willenbring H. A reproducible and well-tolerated method for 2/3 partial hepatectomy in mice // *Nat. Protoc.* – 2008. – Vol. 3. – P. 1167-1170.
 22. Schenkman J.B., Cinti D.L. Preparation of Microsomes with Calcium // *Methods in Enzymology*. – 1978. – Vol. 52. – P. 83-89.
 23. Shirakami Y., Lee S., Clugston R., Blaner W. Hepatic metabolism of retinoids and disease associations // *Biochim. Biophys. Acta*. – 2012. – Vol. 1821. – P. 124 – 136.
 24. Szabo S., Ischiropoulos H., Radi R. Peroxynitrite: biochemistry, pathophysiology and development of therapeutics // *Nature Rev.* – 2007. – Vol. 6. – P. 662 – 680.
 25. Takeuchi K., Hatazawa R., Tanigami M. Role of endogenous nitric oxide (NO) and NO synthase in healing of indomethacin-induced intestinal ulcers in rats // *Life Sci.* – 2007. – Vol. 80, N. 4. – P. 329 – 336.
 26. Taub R. Liver regeneration: from myth to mechanism // *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* – 2004. – Vol. 5. – P. 836 – 847.
 27. Tuncyurek P., Yenisey C., Doger F. Nitric Oxide as an Independent Regulatory Factor in Regenerating Rat Liver // *Acta Chir Belg.* – 2006. – Vol. 106. – P. 581 – 587.
 28. Wongsiriroj N., Piantedosi R., Palczewski K. et al. The Molecular Basis of Retinoid Absorption // *J. Biol. Chem.* – 2008. – Vol. 283, N. 20. – P. 13510 – 13519.
 29. Zeini M., Hortelano S., Traves G. Assessment of a dual regulatory role for NO in liver regeneration after partial hepatectomy: protection against apoptosis and retardation of hepatocyte proliferation // *FASEB J.* – 2005. – Vol. 19. – P. 995 – 997.
 30. Zhong J., Huang D. Effect of all-trans retinoic acid on orphan receptor APJ signaling in spontaneously hypertensive rats // *Cardiovascular Res.* – 2005. – Vol. 65. – P. 743 – 750.

SUPEROXIDE ANION RADICAL AND NITRIC OXIDE GENERATION INTENSITY IN MOUSE LIVER AFTER PARTIAL HEPATECTOMY

G.P. Kopylchuk, I.O. Shmarakov, I.M. Buchkovska

The intensity of nitric oxide and superoxide anion radical production in mitochondrial, microsomal and postmicrosomal fractions was studied in mouse liver after partial hepatectomy. It is determined that the initial stages of liver regeneration, caused by partial hepatectomy, are accompanied with generation of reactive oxygen and nitrogen metabolites in mitochondrial, microsomal and postmicrosomal fractions of liver cells. In control group animals increased generation of superoxide and nitric oxide observed during 2 days (12, 24 and 48 h). In mitochondrial and postmicrosomal fractions of knockout animals NO production intensification occurs within 48 hours. Analysis of superoxide anion radical generation intensity indicates elevated levels of O_2^- in the mitochondrial fraction of $Lrat^{-/-}$ mice in the early stages of regeneration with maximal values at 12 h after partial hepatectomy. The intensity of superoxide production in the cytosol fraction of liver increased up to 70% from the control in the first day after partial resection, while NADPH-dependent O_2^- -production in the microsomal fraction of liver cells was observed for 12, 24 and 48 h after performed hepatectomy.

Key words: superoxide anion, nitric oxide, vitamin A, retinoids, liver regeneration, partial hepatectomy

Отримано редколлегією 30.08.2011

ДИНАМІКА СПІВВІДНОШЕННЯ УБІХІНОН/УБІХІНОЛ В МІТОХОДРІАЛЬНІЙ ФРАКЦІЇ ТРАНСФОРМОВАНОЇ ТКАНИНИ ЗА УМОВ НИЗЬКОДОЗОВОГО ОПРОМІНЕННЯ

О.М. ВОЛОЩУК, М.М. МАРЧЕНКО, Л.А. БІНДЯК

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012
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 трансформованої тканини в процесі росту карциноми Герена за умов попереднього фракціонованого опромінення малими дозами радіації. Встановлено, що у динаміці росту карциноми Герена спостерігається інтенсифікація продукування гідроксильного радикалу, що супроводжується зниженням вмісту загального убіхінону на фоні перерозподілу його окисленої та відновленої форми з тенденцією до підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол з максимумом на термінальних етапах онкогенезу. Попереднє низькодозове опромінення пухлиноносіїв призводить до посилення продукування гідроксильного радикалу на початкових етапах росту карциноми Герена з тенденцією до підвищення вмісту досліджуваних форм убіхінону та співвідношення убіхінон/убіхінол, що може лежати в основі порушення антиоксидантного захисту біомолекул мітохондрій від АФК за умов онкогенезу та опромінення малими дозами радіації.

Ключові слова: гідроксильний радикал, убіхінон/убіхінол, карцинома Герена, малі дози радіації.

Вступ. Мітохондрії містять численні редокс-переносники і центри, потенційно здатні до одноелектронного відновлення кисню до радикалів супероксид аніона, попередника інших активних форм кисню (АФК), в тому числі найбільш реакційно здатного гідроксильного радикалу ($\text{OH}\cdot$) (Андреев и др., 2005, Зоров и др., 2005). Висока окислювальна здатність АФК створює істотну загрозу для редокс-чутливих компонентів клітини. Скевенджером вільних радикалів у мітохондріях є убіхінон, що вважається одним із найбільш важливих ендогенних антиоксидантів і забезпечує функціонування мітохондрій в умовах окисного стресу (Донченко та ін., 2005, Корягин и др., 2002, Battino et al., 2003). Важливим показником стану системи антиоксидантного захисту організму є співвідношення убіхінон/убіхінол (Ключников С.О., Гнетнева Е.С., 2007).

Метою нашої роботи стало вивчення інтенсивності генерації гідроксильного радикалу, вмісту загального, окисленого та відновленого убіхінону, а також співвідношення убіхінон/убіхінол у мітохондріальній фракції трансформованої тканини в процесі росту карциноми Герена за умов попереднього опромінення малими дозами радіації.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на білих нелінійних щурах масою 110-130 г та віком 2,5-3 місяці, яких утримували на стандартному раціоні віварію. Роботу з тваринами проводили із дотриманням положень “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухва-

лених Першим Національним конгресом із біоетики. Тварин поділили на групи: I – щурі з трансплантованою карциномою Герена (П), II – опромінені щурі, яким на 1-у добу після припинення опромінення трансплантували карциному Герена (P+П). Трансплантацію карциноми Герена проводили шляхом підшкірного введення 0,5 мл 30% суспензії ракових клітин в ізотонічному розчині натрію хлориду. Штам пухлини наданий Інститутом експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.С. Кавецького НАН України.

Опромінення проводили протягом семи діб щоденно в дозі $36,12 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг на рентгенівській діагностичній установці 12П6 („Lachema”, Чехія) при потужності дози $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг (0,93 сГр/с), напрузі 80 кВ, силі струму 40 мА, шкірно-фокусній відстані 40 см з використанням фільтрів 0,5 мм Cu.

Тривалість експерименту становила 21 добу. Евтаназію під легким ефірним наркозом із застосуванням методу цервікальної дислокації здійснювали на 7 (латентна стадія пухлинного росту), 14 (логарифмічна стадія пухлинного росту), 21 (термінальна стадія пухлинного росту) добу після імплантації пухлини.

Мітохондріальну фракцію з гомогенату пухлинної тканини отримували методом диференційного центрифугування (Шабалина и др., 1995). Всі операції проводили при $0-3^{\circ}\text{C}$.

Вміст білка визначали за Лоурі (Lowry, 1951). Генерацію гідроксильного радикалу визначали за

(Ткаченко та ін., 2005). Убіхінон з мітохондріальної фракції виділяли шляхом швидкої екстракції сумішшю реактивів гептан:метанол у співвідношенні 1:1 (Чернухіна та ін., 1974). Вміст загального та окисленого убіхінону визначали спектрофотометрично при $\lambda=275$ нм і розраховували, враховуючи коефіцієнт молярної екстинції убіхінону $12,25 \text{ Мм}^{-1} \times \text{см}^{-1}$. Вміст відновленого убіхінону визначали за різницею вмісту загального та окисленого убіхінону. Вміст різних форм убіхінону виражали в мкмоль/мг білка мітохондрій. Співвідношення убіхінон/убіхінол виражали у %. Статистичну обробку даних проводили з використанням критерію Стюдента.

Результати й обговорення. Результати проведених досліджень показали, що прогресуючий перебіг онкозахворювання супроводжується підвищенням інтенсивності продукування гідроксильного радикалу. Встановлено, що максимальна швидкість генерації ОН спостерігається на 14 добу пухлинного росту, і в цей період у 1,7 рази перевищує показники, отримані на 7 добу онкогенезу (рис. 1). Посилення генерації АФК в пухлині в цей період з одного боку проявляє токсичну дію на внутрішньоклітинні біомолекули, а з іншого – веде до послаблення поверхневих структур клітини і міжклітинних контактів, тобто до змін, які причетні до інвазивності та метастазування неоплазми (Лю та ін., 2005). Водночас в термінальний період пухлинного росту рівень генерації гідроксильного радикалу знижується. Оскільки термінальні етапи онкогенезу супроводжуються виникненням внутрішньоклітинної гіпоксії, а рівень генерації АФК прямо залежить від концент-

рації кисню у клітині (Андреев и др., 2005), то, ймовірно, саме цей процес лежить в основі встановленого гальмування інтенсивності генерації вільних радикалів.

Попереднє опромінення малими дозами радіації призводило до інтенсифікації генерації гідроксильного радикалу в динаміці росту неоплазми зі збереженнями тенденції, встановленої для неопромінених пухлиноносіїв, на термінальних етапах онкогенезу.

Посилення продукування в динаміці росту карциноми Герена як гідроксильного, так і, як було показано нами раніше, супероксидного (Марченко та ін., 2008) радикалів у мітохондріальній фракції трансформованої тканини, буде призводити до окислювального пошкодження біомолекул самих мітохондрій, і як наслідок, зумовлювати порушення функціонування основних органел енергетичного обміну з переключенням системи енергозабезпечення пухлинних клітин на гліколітичний тип (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). Водночас убіхінон є сквенджером АФК і розглядається як один 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).

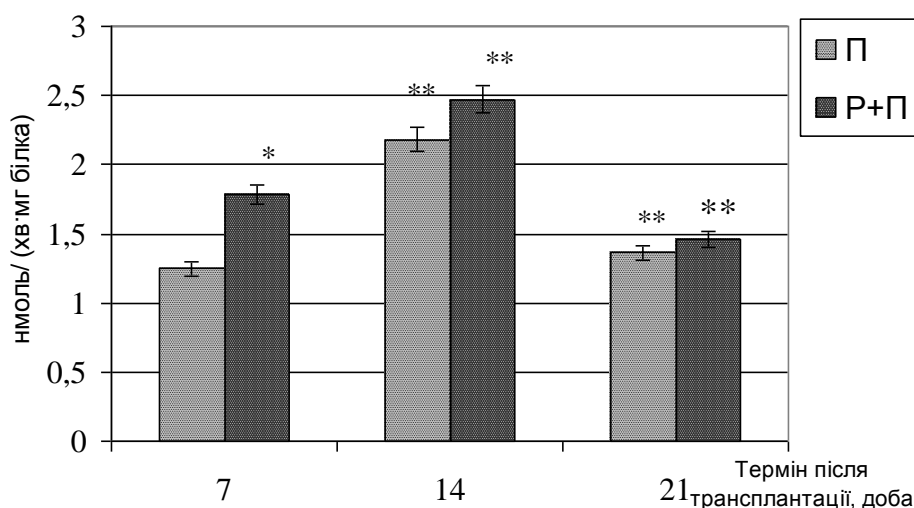


Рис.1. Інтенсивність генерації гідроксильного радикалу в мітохондріальній фракції трансформованої тканини у динаміці росту карциноми Герена

Примітка (тут і надалі): * - вірогідна різниця порівняно з неопроміненими пухлиноносійми; ** - вірогідна різниця порівняно з попередньою стадією пухлинного росту.

Fig. 1. The intensity of hydroxyl radical generation in mitochondrial fraction of transformed tissue in the dynamics of Guerin's carcinoma growth

Note (hereinafter referred to): * - significant difference compared to unirradiated animals with tumor ** - significant difference compared to the previous stage of tumor growth.

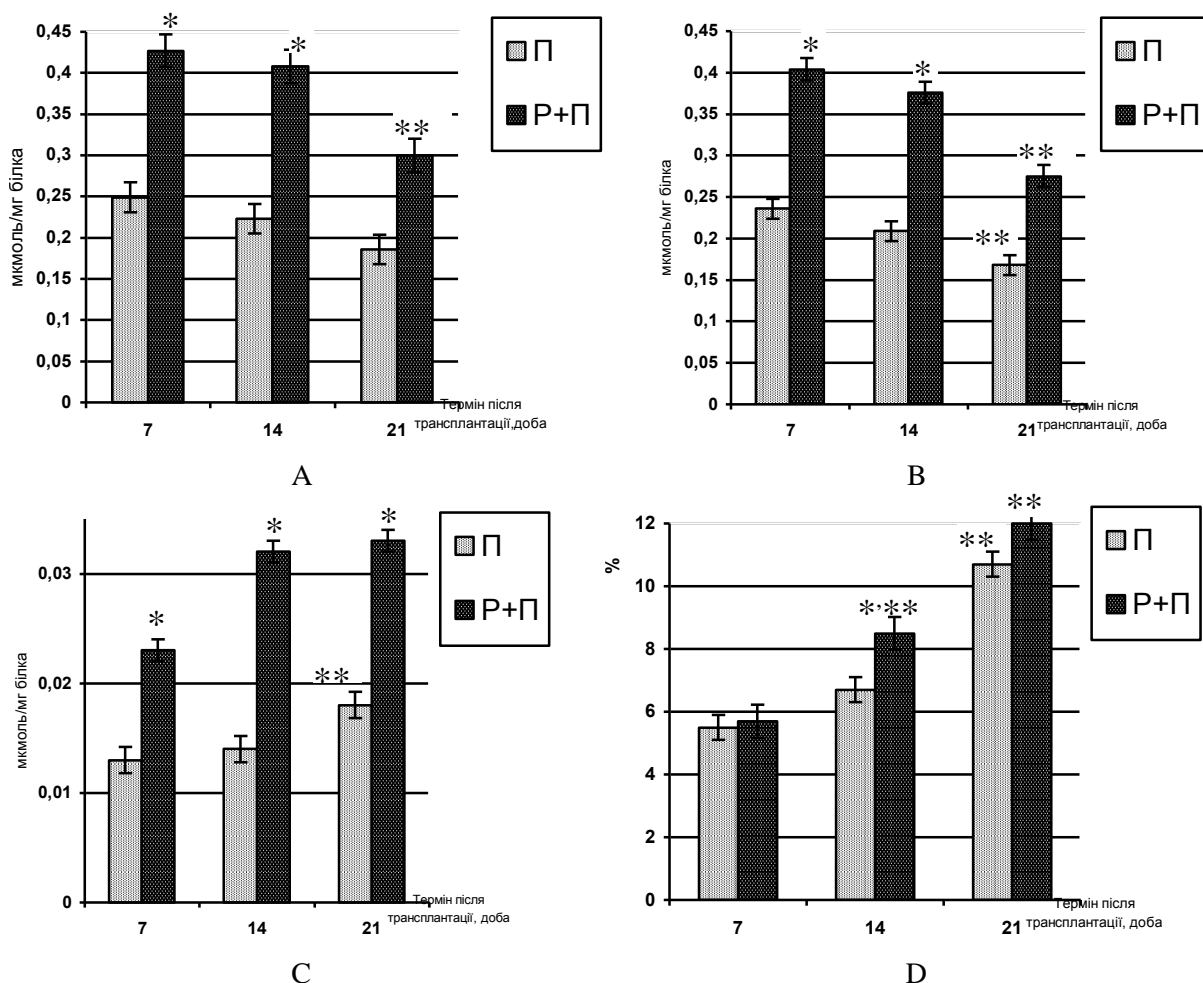


Рис. 2. Вміст загального (А), відновленого (В), окисленого (С) убіхінону та співвідношення убіхінон/убіхінол (D) в мітохондріальній фракції карциноми Герена попередньо опромінених пухлиноносців

Fig. 2. The content of total (A), reduced (B), oxidised (C) ubiquinone and ubiquinone/ubiquinol ratio (D) in the mitochondrial fraction of Guerin's carcinoma in preliminary irradiated rats with tumor

Результати проведених досліджень показали, що у мітохондріальній фракції карциноми Герена у динаміці росту неоплазми спостерігається тенденція до зниження вмісту загального убіхінону. На термінальних етапах пухлиногенезу вміст убіхінону нижчий у порівнянні з латентною стадією у 1,4 рази.

Зниження вмісту загального убіхінону в цей період супроводжується перерозподілом вмісту його відновленої і окисленої форми (рис. 2 А, В, С). Так, на термінальних етапах пухлинного росту спостерігається зниження вмісту відновленого убіхінону в 1,4 рази на фоні достовірного підвищення вмісту його окисленої форми. Враховуючи, що активним антиоксидантом насамперед є відновлена форма убіхінону – убіхінол (QH₂) (Crane, 2001), то зниження вмісту відновленої форми свідчить про порушення антиоксидантної функції убіхінону. Саме відновлена форма убіхінону здатна взаємодіяти з АФК із проміжним утворенням напіввідновленої форми убіхінону – убісеміхінонового радикала (•QH), відновлення якого відбувається або в мітохондріальному ланцюгу транспорту електронів, або за участю вітаміну С (Донченко і др., 2005).

Зниження вмісту відновленого убіхінону в стаціонарний період росту пухлини в організмі буде призводити до зниження ймовірності передачі ним електронів на цитохром *b* дихального ланцюга.

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 спостерігається тенденція до підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол з максимумом на 21 добу пухлинного росту (рис. 2 D).

Враховуючи, що убіхінон знаходиться у ліпідному бішарі внутрішньої мембрани мітохондрій, забезпечуючи перенесення електронів від I та II комплексів дихального ланцюга на атом заліза цитохрому *b*, відновлюючи останній, то, ймовірно, підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол в динаміці росту карциноми Герена відображає порушення антиоксидантної активності убіхінону та процесів клітинного дихання мітохондрій.

Попереднє опромінення малими дозами уже на латентній стадії росту карциноми Герена призводить до підвищення вмісту загального убіхінону в 1,7 рази, що супроводжується підвищенням вмісту окисленої форми убіхінону на фоні зниження вмісту його відновленої форми (рис. 3, 4) зі збереженням тенденції, встановленої для неопромінених пухлинноносіїв. Водночас змінюється співвідношення убіхінон/убіхінол. Попереднє опромінення пухлинноносіїв зумовлює достовірне підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол лише на 14 добу експерименту (рис. 2 D). В цей період співвідношення убіхінон/убіхінол зростає на 27% порівняно з неопроміненими пухлинноносійми, проте на подальших етапах онкогенезу достовірних відмінностей у експериментальних групах тварин не виявлено.

Висновки. Отже, у динаміці росту карциноми Герена спостерігається інтенсифікація продукування гідроксильного радикалу, що супроводжується зниженням вмісту загального убіхінону на фоні перерозподілу його окисленої та відновленої форми з тенденцією до підвищення співвідношення убіхінон/убіхінол з максимумом на термінальних етапах онкогенезу. Попереднє низькодозове опромінення пухлинноносіїв призводить до посилення продукування гідроксильного радикалу на початкових етапах росту карциноми Герена з тенденцією до підвищення вмісту досліджуваних форм убіхінону та співвідношення убіхінон/убіхінол порівняно з неопроміненими пухлинноносійми, що може лежати в основі порушення антиоксидантного захисту біомолекул мітохондрій від АФК за умов онкогенезу та опромінення малими дозами радіації.

Список літератури:

1. Андреев А.Ю. Метаболизм активных форм кислорода в митохондриях / А.Ю. Андреев, Ю.Е. Кушнарева, А.А. Старков // Биохимия. – 2005. – Т.70, вып. 2. – С. 246–260.
2. 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.
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.

THE DYNAMICS OF UBIQUINONE / UBIQUINOL RATIO IN MITOCHONDRIAL FRACTION OF TRANSFORMED TISSUE UNDER CONDITION OF LOW DOSES IRRADIATION

O.M. Voloshchuk, M.M. Marchenko, L.A. Binyak

The intensity of hydroxyl radical generation, dynamics of the total, oxidized and reduced ubiquinone content, as well as ubiquinone/ubiquinol correlation in the mitochondrial fraction of transformed tissue in the process of Guerin's carcinoma tumor growth under the conditions of preliminary low-level fractional irradiation were researched. It is found, that during Guerin's carcinoma tumor growth dynamics the intensification of hydroxyl radical generation is observed and accompanied with the decrease of the total ubiquinone content against the background redistribution of its reduced and oxidized forms with the tendency to increase of ubiquinone/ubiquinol correlation with the peak value at the terminal stages of oncogenesis. The preliminary low-level irradiation of tumor carriers leads to intensification of the hydroxyl radical production on the early stages of Guerin's carcinoma tumor growth with the tendency to increase of ubiquinone forms content and ubiquinone/ubiquinol correlation, that can underlie the disturbance of the antioxidative defense of mitochondrial biomolecules against ROS in the conditions of oncogenesis and low-level irradiation.

Key words: hydroxyl radical, ubiquinone/ubiquinol, Guerin's carcinoma, low dose fractional irradiation

Отримано редколегією 30.08.2011

ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНОГО ПОЛІМЕРУ НА Na^+ , K^+ -АТФ-АЗНУ АКТИВНІСТЬ ЗАРОДКІВ В'ЮНА ЗА УМОВ ДОСЛІДЖЕННЯ *IN VITRO*

Ю.С. ЗДВИЖКОВ¹, С.М. МАНДЗИНЕЦЬ¹, О.С. ЗАІЧЕНКО², М.В. БУРА¹

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра біофізики та біоінформатики, вул. Грушевського, 4, Львів, 709005, тел. (032)239-47-90
e-mail: mceleuych@yahoo.com, zdvzhkov_yura@ukr.net

²Національний університет «Львівська політехніка», кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, VIII навч. корпус, пл. Св. Юра, 2, Львів, 79013, e-mail: zaichenko@polynet.lviv.ua

Проведено оцінку впливу міцелоутворюючої поверхнево-активної речовини (НВП-ВА-МА) у концентраціях 10^4 – 10^7 М (чинник дози) на активність Na^+ , K^+ -АТФ-ази у ранній період розвитку (60–330 хв) зародків в'юна (чинник часу) з використанням одно- та двофакторного дисперсійного аналізу. Визначено, що зміни активності ферменту зумовлені дією досліджуваної біологічно активної речовини та залежать від часу розвитку зародків. Найбільша чутливість Na^+ , K^+ -АТФ-ази мембран зародків до змін концентрації досліджуваного новосинтезованого водорозчинного полімеру існує в період розвитку від 210 до 270 хв, а найменша – на стадії 2 бластомерів (60 хв). Міра мінливості активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази мембран визначається і впливом поверхнево-активної речовини у різних концентраціях, і фактором часу розвитку зародків. Проведений дисперсійний аналіз виявив внесок впливу інших неврахованих факторів на зміну активності досліджуваного мембранного ферменту зародків – 3,6–40,9%.

Ключові слова: поверхнево-активна речовина, НВП-ВА-МА, активність Na^+ , K^+ -АТФ-ази, зародки в'юна, дисперсійний аналіз.

Вступ. Останнім часом все більша увага приділяється біологічно активним полімерним речовинам, котрі можна використовувати в медицині та фармацевтичній промисловості як лікарські, так і допоміжні засоби, що здатні впливати на обмінні процеси у клітинах, органах або організмі загалом (Roiter Y., Minko S., 2005; Speiser P., 2007). Актуальні завдання медицини направлені на розвиток нових нанорозмірних носіїв з низькою токсичністю, спрямованої відповіді на місцеві та дистантні ефекти і можливостей візуалізації дії препарату та результатів діагностики (Euliss L. et al., 2006; Lupitsky R. et al., 2005; Torchilin V., 1999). Модифікація поверхні є одним із основних методів, що використовують для контролю функцій матеріалу, таких як змочуваність, адгезія, оптичні властивості тощо (Manabe N. et al., 2006; Uhlmann P. et al., 2005; Voronov A., Shafranska O., 2003). Створення таких наночастинок з полімерною оболонкою, що забезпечує їх колоїдну стабільність, біосумісність, функціональність і реактивність, виявляє значну цінність для отримання нанорозмірних носіїв біомедичного застосування (Novikov V. et al., 2004; Okubo M. et al., 2000).

Відомо, що у фармацевтичній промисловості застосовують водорозчинні препарати, які повинні транспортувати лікарські речовини до органа-мішені і забезпечувати при цьому пролонгуючу дію та максимальний терапевтичний ефект.

Виходячи з вищесказаного, особливу зацікавленість викликає створення водорозчинних полімерних препаратів із певними фізико-хімічними властивостями, які можуть солюбілізувати водонерозчинні біологічно активні сполуки різної хімічної будови, що відрізняються між собою за бактерицидними, фунгіцидними та цитостатичними властивостями (Федорова О. та інші, 2004; Minko S., Roiter Y., 2005).

Однією із міцелоутворюючих ПАР є новосинтезований на кафедрі органічної хімії НУ „ЛП” поверхнево-активний полімер – N-вінілпіролідон (НВП)-вінілацетат-(ВА)-малеїновий ангідрид (МА) (1:1:1) (аббревіатура НВП-ВА-МА); хімічна структура зображена на рис. 1.

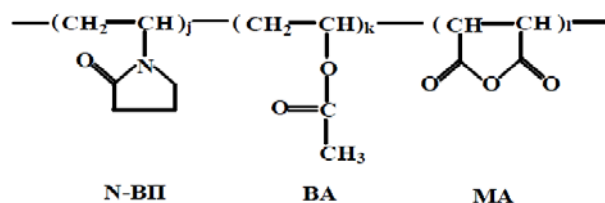


Рис. 1. Структурна формула поверхнево-активного полімеру НВП-ВА-МА.

Fig. 1. Structural formula of surface-active polymer NVP-VA-MA.

Вважають, що в основі механізму дії поверхнево-активних речовин на живі організми є пору-

шення функціонального стану плазматичних мембран (ПМ), обмінних процесів, водно-сольового балансу клітини, опосередкована взаємодія з мембранними ферментами і рецепторами (Зайцева О.В., 2000; Кондратюк В.А. та інші, 2000; Проданчук М.Г., Мудрий І.В., 2000). Тому з біофізичної точки зору є актуальним дослідження дії цих полімерів на активність мембранних ферментів зародкових клітин, плазматичні мембрани яких є важливим центром морфогенетичних перебудов у ранньому ембріогенезі та найпершою ланкою у сприйнятті різноманітних зовнішніх сигналів (Антонов В.Ф., 1997; Гойда О.А., 1993).

Оскільки зародки в'юна (*Misgurnus fossilis* L.) у період раннього ембріогенезу є адекватною тест-системою для дослідження впливу різних фармакологічних (Целевич М.В. та інші, 2004) та хімічних чинників на живі організми, і завдяки короткому періоду ембріогенезу, плазматичні мембрани зародків в'юна є зручним об'єктом для досліджень Na^+ , K^+ -АТФ-ази.

Мета даної роботи полягала у кількісній оцінці впливу чинника часу (тривалості розвитку) та НВП-ВА-МА (у різних концентраціях) на зміни активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази зародків в'юна в період раннього ембріогенезу, тобто проаналізувати часову динаміку та концентраційну залежність цих змін.

Об'єкти і методи. Для з'ясування найбільш вагомого внеску у зміни активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази, а саме, різних концентрацій біологічно активних речовин, тривалості розвитку зародків чи інших неврахованих чинників, було проведено дисперсійний аналіз впливу вищезазначених факторів (за відносними частками) на мінливість значень досліджуваного показника.

З метою кількісної оцінки впливу ПАР ($n=5$) у загальну мінливість показника (зміни активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази) на різних стадіях розвитку зародків в'юна проведено по 10 серій однофакторного дисперсійного аналізу (рис. 2) та по 5 серій двофакторного дисперсійного аналізу (рис. 3). Вихідним матеріалом дослідження були експериментальні дані, а саме – середні значення активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази плазматичної мембрани за дії НВП-ВА-МА на різних стадіях розвитку зародків в'юна: 2 (60 хв), 16 (150 хв), 64 (210 хв) бластомерів, восьмого (270 хв) і десятого (330 хв) поділів (Яремкевич О. та інші, 2008).

Мікросомну фракцію мембран зародків в'юна одержували методом диференційного центрифугування у градієнті густини сахарози, за методикою, описаною Луциком М.Д. та ін (Луцик М.Д. и др., 1986). Зародки попередньо гомогенізували у буферному розчині наступного складу (ммоль/л): сахароза – 120,0; KCl – 130,0; MgCl_2 – 5,0; трис- HCl – 10,0 (рН 7,4; 4°C). Рештки зарод-

кового жовтка осаджували центрифугуванням упродовж 10 хв при 1600 g. Надосадову рідину, збагачену фрагментами плазматичної та ретикулярної мембран, одержану після центрифугування 10 хв при 10 000 g, зберігали при температурі $t=-20^\circ\text{C}$ (Луцик М.Д. и др., 1986).

Для визначення сумарної АТФ-азної активності використовували стандартне середовище інкубації такого складу, мМ: АТФ- Na_2 – 3,0; MgCl_2 – 3,0; NaCl – 100,0; KCl – 30,0; ЕГТА – 1,0; буфер трис- HCl – 30,0 (рН 7,4; 21°C). Для визначення Na^+ , K^+ -АТФ-азної активності до середовища інкубації додавали 1 ммоль/л убаїну. В інкубаційне середовище, в якому визначали активність АТФ-ази, додавали розчини нанополімеру до кінцевої концентрації 10^{-4} - 10^{-7} М.

Питому активність Na^+ , K^+ -АТФ-азної системи бластомерів оцінювали за різницею між кількістю P_i , що утворився в середовищі інкубації за наявності та відсутності фрагментів мембран; поправку на вміст ендogenous P_i визначали при додаванні аліквоти тільки мембранного препарату зародків на відповідній стадії розвитку й виражали активність досліджуваної АТФ-ази зародків у мкмольях P_i у перерахунку за год на 1 мг білка. Кількість продукту реакції P_i визначали за модифікованим методом Фіске-Суббароу (Fiske С.Н., Subbarow Y., 1925), а вміст білка в суспензії мембранного препарату – за методом Лоурі (Lowry O.H. et al., 1951).

Експериментальний матеріал опрацьовували методом одно- та двофакторного дисперсійного аналізу. Для досліджуваного НВП-ВА-МА визначали відносні частки впливу різних концентрацій цієї речовини (10^{-4} - 10^{-7} М) та чинника часу розвитку зародків (60, 150, 210, 270, 330 хв) на зміни активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази з урахуванням впливу неврахованих у експерименті факторів, а також оцінювали статистичну значимість цих впливів. (Для всіх серій аналізу N_i – кількість градацій за чинником часу (тривалість розвитку); N_c – кількість градацій за іншим досліджуваним чинником).

У дослідженнях використовували: *однофакторний дисперсійний аналіз* впливу на активність Na^+ , K^+ -АТФ-ази різних концентрацій полімеру (досліджуваний чинник) у фіксовані моменти розвитку зародків в'юна. Проведено десять серій дисперсійного аналізу для біологічно активної речовини за даними, отриманими в певний момент розвитку (60, 150, 210, 270 та 330 хв); $N_c=5$ (п'ять концентрацій); *двофакторний дисперсійний аналіз* для оцінки впливу полімеру у концентраціях (перший досліджуваний чинник) на зміни активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази в різний період розвитку (60, 150, 210, 270 та 330 хв) зародків в'юна (другий досліджуваний чинник). Зміни активності ферме-

нту в контролі протягом досліджуваного періоду розвитку порівнювали зі змінами за дії ПАР в певній концентрації за аналогічний період. Було проведено п'ять серій двофакторного дисперсійного аналізу (п'ять різних концентрацій) для досліджуваного полімеру; $N_c=2$ (без та за наявності полімеру), $N_t=5$ (п'ять моментів часу). У дисперсійному аналізі використовували засоби EXCEL, якими оцінювали також достовірність отриманих результатів дослідження. Критичні рівні ймовірності показників під час перевірки статистичних гіпотез у дослідженнях становили 0,095 та 0,999.

Результати та їх обговорення. У результаті проведених 10 серій однофакторного дисперсійного аналізу було показано, що полімер у досліджуваних концентраціях зумовлює мінливість показника – активності оубаїнчутливої АТФ-ази зародків в'юна (рис. 2). За таких умов в діапазоні досліджуваних концентрацій встановлено вагомий внесок впливу полімеру на мінливість активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази на різних стадіях розвитку в'юна (Яремкевич О. та інші, 2008).

Уже на перших стадіях за дії біологічно активного полімеру виявлено вагомий внесок впливу ЛВП-ВА-МА у зміни активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази мембран зародків. Досліджуваний мембранний фермент проявляє найменшу чутливість до впливу досліджуваної ПАР на стадії 2 бластомерів (60 хв, відносна частка впливу фактора становить 71,5%) та максимальну – на стадії 8 поділу бластомерів (270 хв, відносна частка – 94,3%). На стадії 10 поділу встановлено незначне недостатнє зниження внеску фактора наявності у

середовищі полімеру (досліджуваного ПАР у відповідних концентраціях (10^{-4} – 10^{-7} М) у зміні активності АТФ-ази (330 хв, відносна частка – 77,9%). Таким чином, за умов впливу полімеру спостерігаємо тенденцію до збільшення його дії на загальну мінливість досліджуваного показника протягом розвитку зародків. Подібні за значенням частки впливу ПАР не відображають ступеня інгібування активності, оскільки частка впливу, як уже зазначено, виявляє лише внесок у зміни активності того чи іншого чинника на фоні впливу інших, неврахованих у експерименті чинників.

Дисперсійний аналіз, як відомо, дає змогу не лише оцінити вірогідність впливу різних чинників на досліджуваний показник та їхній внесок у загальну мінливість показника (у межах 100%), а за значенням відносних (відсоткових) часток впливу чинників порівнювати ці впливи.

Результати однофакторного дисперсійного аналізу (див. рис. 2) підтверджують попередньо отримані експериментальні дані про значну залежність активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази від наявності в середовищі ПАР в певній концентрації протягом раннього розвитку зародків (Яремкевич О. та інші, 2008). Водночас на підставі результатів дисперсійного аналізу з'ясовано, що дія досліджуваної речовини на активність Na^+ , K^+ -АТФ-ази на різних стадіях розвитку (відмінності було виявлено в попередньо отриманих експериментальних даних (Яремкевич О. та інші, 2008)) суттєво не відрізняється. Тобто підтверджено концентраційну залежність активності АТФ-ази за дії досліджуваного полімеру.

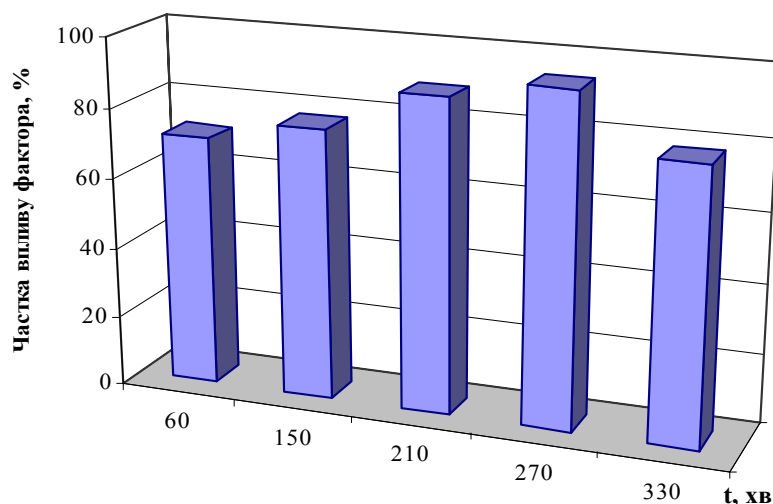


Рис.2. Оцінки впливу зміни концентрацій полімеру на активність Na^+ , K^+ -АТФ-ази для різних стадій розвитку зародків в'юна, $p > 0,999$.

Fig. 2. Assessment of polymer concentration changing impact on the activity of Na^+ , K^+ -ATP-ase for different stages of loach embryos development, $p > 0,999$.

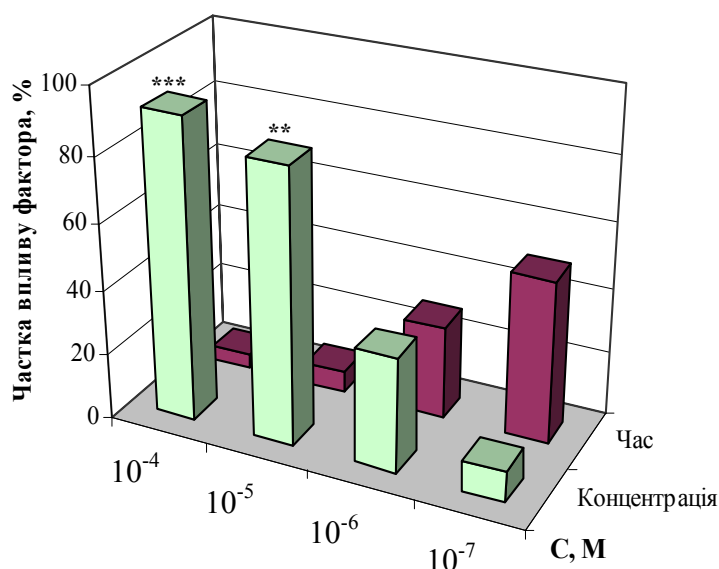


Рис. 3. Оцінки впливу ПАР у різних концентраціях на активність Na⁺, K⁺-АТФ-ази зародків в'юна.
Примітка: ** – $p > 0,99$, *** – $p > 0,999$ (вплив чинника часу розвитку та інших чинників недостовірний).

Fig. 3. Impact assessment of surfactant in various concentrations on Na⁺, K⁺-ATP-ase activity of loach embryos.
Note: ** - $p > 0,99$, *** - $p > 0,999$ (impact factor of time and other factors not significant).

З метою порівняння впливу ефектів різних концентрацій полімеру (10^{-4} – 10^{-7} М) у зміни активності Na⁺, K⁺-АТФ-ази мембран бластомерів в'юна в різний час розвитку проведено 5 серій двофакторного дисперсійного аналізу, результати якого представлено на рис. 3.

Визначено відносні частки впливу полімеру у різних концентраціях та фактору часу на фоні впливу інших, неврахованих у експерименті чинників, а також, оцінено достовірність впливу цих факторів. Рівень ймовірності для отриманих результатів впливу фактору у концентраціях 10^{-4} – 10^{-5} М становить відповідно 0,999 та 0,99, окрім впливу 10^{-5} М та 10^{-6} М полімеру на Na⁺, K⁺-АТФ-азну активність – тоді рівень достовірності становив $p=0,72$.

Таким чином, показано, що зміни активності Na⁺, K⁺-АТФ-ази зародків в'юна, згідно проведеного дисперсійного аналізу, визначаються дією різних концентрацій досліджуваного полімеру. Максимальну частку впливу для цієї речовини (у середньому 88%) встановлено для впливу ПАР у концентраціях 10^{-4} – 10^{-5} М з подальшим зменшенням частки впливу у зміни активності досліджуваного ферменту (пропорційна зі зменшенням концентрації полімеру). Мінімальна частка впливу характерна для дії досліджуваної речовини за низької концентрації 10^{-7} М полімеру та становить 9,2%.

Аналізуючи результати двофакторного дисперсійного аналізу, виявлено, що внесок фактора часу у загальну мінливість ферментативної активності натрієвої помпи за дії біологічно активної сполуки

за високих концентрацій (10^{-4} – 10^{-5} М) знаходиться в межах 4,4–6,9%. Однак за таких умов внесок частки фактора часу у мінливість досліджуваного показника є недостовірним. Для дії ПАР у концентраціях 10^{-6} та 10^{-7} М внесок фактору часу у зміни активності Na⁺, K⁺-АТФ-ази зародків є хоч і вагомим, але становить 29% та 50% відповідно, та є не достовірним, $p=0,45$) (рис. 4). Ці результати свідчать, що вплив полімеру у досліджуваних концентраціях змінюється протягом розвитку зародків в'юна. Отже, міра мінливості активності Na⁺, K⁺-АТФ-ази мембран визначається впливом ПАР концентрацій різного діапазону та фактором часу розвитку зародків. Проведений дисперсійний аналіз виявив досить значний внесок інших неврахованих факторів у зміни активності досліджуваного мембранного ферменту зародків, частка впливу якого знаходилася в межах від 3,6% до 40,9%. До таких факторів можна віднести освітленість, забрудненість середовища та ін.

Ймовірно, що певна частина міцелоутворюючих молекул полімеру ЛВП-ВА-МА може утворювати білково-ліпідні комплекси з фрагментами мікросомної фракції мембран зародків (або везикули), у яких Na⁺, K⁺-АТФ-аза буде функціонувати в нормальному режимі. Зокрема, полімер (10^{-4} – 10^{-5} М) зумовлює значний інгібувальний ефект АТФ-азної активності зародків, однак його вплив впродовж раннього розвитку є вагомим, тоді як додавання до середовища інкубації полімеру у низьких концентраціях (10^{-7} М) веде до відновлення активності Na⁺, K⁺-АТФ-ази зародків до рівня контролю.

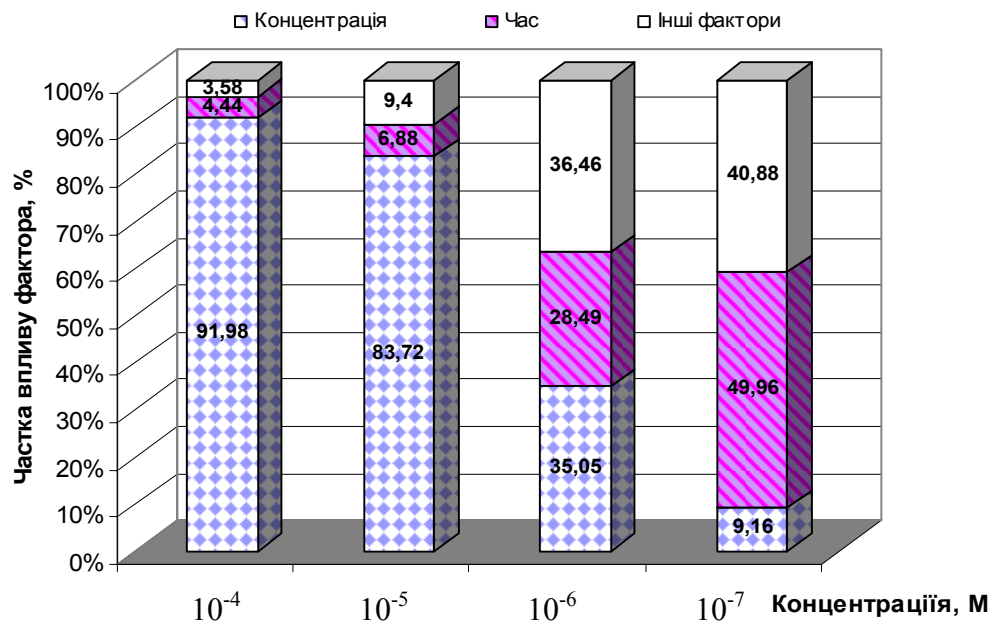


Рис. 4. Двофакторний дисперсійний аналіз впливу NBП-ВА-МА у різних концентраціях та тривалості розвитку зародків на активність Na^+ , K^+ -АТФази зародків в'юна на різних стадіях їх розвитку.

Fig. 4. Two-factor variance analysis of NBП-ВА-МА influence in different concentrations and duration of germs development on the activity of Na^+ , K^+ -ATPase of loach embryos at different stages of their development.

Висновки. На підставі виконаного дисперсійного аналізу можна стверджувати з високою достовірністю ($p > 0,99$), що зміни активності Na^+ , K^+ -АТФ-ази зумовлені дією досліджуваного полімеру. Підтверджено вагому концентраційну залежність активності мембранного ферменту від дії полімеру в період дроблення бластомерів в'юна ($60 \div 330$ хв). Також за допомогою дисперсійного аналізу з'ясовано, що концентраційна залежність впливу полімеру на різних стадіях розвитку суттєва, тобто дія полімеру не залежить від фактора розвитку зародків в'юна і ця залежність не достовірна.

Таким чином, інгібування Na^+ , K^+ -АТФ-ази зародків в'юна на ранніх етапах ембріогенезу поверхнево-активною речовиною NBП-ВА-МА можна пояснити її емульгуючими та сенсibiliзуючими властивостями, здатністю порушувати цілісність мембрани, модифікуючи при цьому білки, порушувати обмінні процеси у зародках, знижуючи активність досліджуваного мембранного ферменту, внаслідок морфо-фізіологічних перебудов у зародкових клітинах протягом раннього ембріогенезу.

Список літератури:

1. Антонов В.Ф. Мембранний транспорт // Сорос. обозрев. журн. Биология. – 1997. – № 4. – С. 2-9.
2. Гойда О.А. Биофизические аспекты раннего онтогенеза животных. К.: Наукова думка, 1993. 224 с.
3. Зайцева О.В. Поверхнево-активные речовини як стимулятори вільнорадикальних процесів // Довкілля та здоров'я. – 2000. – № 2. С. 8-11.

4. Кондратюк В.А., Гулько Л.М., Гнатюк М.С. та ін. Гігієнічне нормування додецилбензолсульфокислоти у воді водойм // Довкілля та здоров'я. – 2000. – № 1. – С. 6-9.
5. Луцик М.Д., Кусень С.И., Лук'яненко А.В. Очистка и частичная характеристика плазматических мембран клеток зародышей в'юна // Онтогенез. – 1986. – Т. 17, № 3. – С. 314-321.
6. Проданчук М.Г., Мудрий І.В. Поверхнево-активні речовини в агропромисловому комплексі: еколого-гігієнічні аспекти. К.: Наук. думка, 2000. 128 с.
7. Федорова О., Мітіна Н., Зярянюк Н., Комаровська О. та ін. Водорозчинні полімерні аддукти есулану з бактерицидними та антигрибковими властивостями // Вісн. НУ «ЛП». Сер. хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2004. – № 516. – С. 63-65.
8. Целевич М.В., Мандзинець С.М., Санагурський Д.І. Na^+ , K^+ -АТФ-азна активність мембран зародків в'юна *Misgurnus fossilis* L. при дії антибіотиків // Фізіол. журн. – 2004. – Т. 50, № 5. – С. 64-68.
9. Яремкевич О., Перун М., Целевич М., Заїченко О., Новіков В., Санагурський Д. Na^+ , K^+ -АТФ-азна активність зародків в'юна *in vitro* за впливу поверхнево активного полімеру // Вісник Львів. ун-ту, Сер. Біол. – 2008. – Вип. 47. – С. 32-41.
10. Euliss L.E., DuPont J.A., Gratton S., et al. Imparting size, shape, and composition control of materials for nanomedicine // J. Chemical Society Reviews. – 2006. – V. 35, № 11. – P. 1095-1104.
11. Fiske C.H., SubbaRow Y. The colorimetric determination of phosphorus // J. Biol. Chem. – 1925. – V. 66. – P. 375-400.
12. Lowry O.H., Rosebrough N.G., Farr A.L., Randall R.C. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – V. 193, № 1. – P. 265-275.

13. Lupitsky R., Roiter Y., Tsitsilianis C., Minko S. From smart polymer molecules to responsive nanostructured surfaces // J. Langmuir. – 2005. – V. 21, № 19. – P. 8591-8593.
14. Manabe N., Hoshino A., Liang Y.Q. et al. Quantum dot as a drug tracer in vivo. // J. IEEE Trans. Nanobioscience. – 2006. – V. 5. – P. 263-267.
15. Minko S., Roiter Y. AFM single molecule studies of adsorbed polyelectrolytes // J. Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2005. – V. 10. – P. 9-15.
16. Novikov V., Zaichenko A., Fedorova E., Petrina R. Oligomer surface-active and colloidal carriers for poor water soluble biocide transportation in aqueous media // Polymers of special applications: Abstracts of III Polish-Ukrainian conference. Poland. 2004. – P. 15.
17. Okubo M., Takekoh R., Sugano H. Production of micron-sized, monodispersed, multilayered composite polymer particles by multistep seeded dispersion polymerization // J. Colloid Polymer Science. – 2000. – V. 278, № 6. – P. 559-564.
18. Roiter Y., Minko S. AFM Single Molecule Experiments at the Solid-Liquid Interface: In Situ Conformation of Adsorbed Flexible Polyelectrolyte Chains // J. American Chemical Society. – 2005. – V. 127, № 45. – P. 15688-15689.
19. Speiser P. Appl. Biochem. Biotech. – 2007. – Vol. 13. – P. 820-831.
20. Torchilin V. P. Polymeric micelles in diagnostic imaging // J. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 1999. – V. 16, № 1. – P. 305-319.
21. Uhlmann P., Houbenov N., Minko S., Stamm M. Surface functionalization by smart binary polymer brushes to tune physico-chemical characteristics at biointerfaces // J. e-Polymers. – 2005. – № 075. – P. 1-10.
22. Voronov A., Shafranska O. Dependence of thin polystyrene films stability on the thickness of grafted polystyrene brushes // J. Polymer. – 2003. – V. 44, № 1. – P. 277-281.

ANALYSIS OF VARIANCE OF INFLUENCE OF SURFACE-ACTIVE POLYMER ON THE Na^+ , K^+ -ATP-ase ACTIVITY OF LOACH EMBRYOS IN VITRO

Y. Zdvizhkov, S. Mandzynets, O. Zaichenko, M. Bura

The evaluation of influence of micelleforming surface-active substance (NBII-BA-MA) in the concentrations 10^{-4} – 10^{-7} M (dose factor) on the Na^+ , K^+ -ATP-ase activity in the early period of development (60 – 330 min) of loach embryos (time factor) with the use of one- and two-factor analysis of variance has been performed. It has been detected, that the changes of enzyme activity are mainly caused by the action of the investigated biologically active substance and depended on embryos development time. The greatest sensitivity of Na^+ , K^+ -ATP-ase membranes of embryos to the changes in concentration of investigated newly synthesized water-soluble polymer existed during the development from 210 minutes to 270 minutes and the lowest one was at the stage of 2 blastomeres (60 min). The measure of the variability of activity of Na^+ , K^+ -ATP-ase membranes was determined by the influence of various concentrations of surfactant, and by the embryo development time factor. The conducted analysis of variance revealed a contribution of other unaccounted factors in the study of changes in the activity of the membrane enzyme – 3,6–40,9% for micelleforming surface-active substance.

Key words: surface-active polymer, Na^+ , K^+ -ATP-ase activity, loach embryos, analysis of variance.

Отримано редколегією 24.06.2011

ПРОТИМІКРОБНІ ВЛАСТИВОСТІ АРНІКИ ГІРСЬКОЇ

Н.М. ВОРОБЕЦЬ¹, І.С. БІЛІНСЬКА², О.Б. ПІНЯЖКО¹¹Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, фармацевтичний факультет, кафедра фармакогнозії і ботаніки,²Львівський національний університет імені Івана Франка, біологічний факультет, кафедра мікробіології
e-mail: vorobets@meduniv.lviv.ua

Антимікробну активність грубих водних та етанольних екстрактів арніки гірської вивчали щодо бактерій *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus albus* та дріжджів *Candida pseudotropicalis* і *Candida kefir*. Найбільш чутливими виявились *E. coli*, оксацилінрезистентні штами *S. aureus*, а також *C. pseudotropicalis*. Більшою антимікробною дією володіють екстракти, виготовлені методом гарячого екстрагування.

Ключові слова: протимікробна активність, арніка гірська, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus albus*, *Candida pseudotropicalis*, *Candida kefir*.

Вступ. Введення в арсенал нових протимікробних засобів, виготовлених з лікарських рослин (ЛР), є актуальним завданням сучасної фармакогнозії, медицини, біології. Суттєвими перевагами рослинних препаратів та витяжок з ЛР є те, що при їхньому застосуванні пацієнт одержує комплекс близьких до організму сполук, які краще сприймає, рідше виникають алергійні та інші ускладнення, відсутній негативний кумулятивний ефект.

У цьому сенсі нашу увагу привернула арніка гірська (*Arnica montana* L.) – багаторічна кореневищна, розеткова, вегетативно рухлива, літньозелена рослина, в якій з пазух розеткових листків виростають монокарпічні квітконосні пагоони. *A. montana* широко розповсюджена в Українських Карпатах на всьому гірському пасмі від кордонів з Польщею на заході до границі з Румунією на сході (Кобів, 1992) і є цінною лікарською рослиною (Волошин та ін., 2000). У 70-х роках минулого століття рослина була настільки поширена, що заготівля проводилась у Львівській, Закарпатській, Івано-Франківській та Чернівецькій областях, а її обсяги досягали 67,7 ц (Ивашин и др., 1975). Наприкінці 70-х років сировинна база настільки скоротилась, що арніка гірська була занесена до Червоної книги України (1980). Однак, протягом наступного двадцятирічного періоду сировинна база була відновлена, а арніка гірська стала доступною для використання з природних локалітетів.

Вважають, що бактеріостатичну дію можуть проявляти різні групи фізіологічно активних сполук (ФАС) рослин, а саме: дубильні речовини, флавоноїди, кумарини, ефірні олії, вітаміни, фенолкислоти тощо (Могирьова, 2004), більшість з яких виявлені у кошичках арніки гірської (Коб-

зар, 2007). Одночасна наявність різних класів сполук однонаправленої дії сприяє посиленню фармакологічного ефекту кожної групи поокремо.

Метою даної роботи було визначити протимікробну активність водних та етанольних витяжок з кошичків *Arnica montana* L.

Матеріали та методи. Для одержання екстрактів з рослин використовували повітряно сухі кошички *A. montana* L., зібрані під час цвітіння у 2009–2011 роках у районі хребта Чорний Діл гори Великий Камінь Путильського району Чернівецької області.

Екстрагуючими речовинами при холодному екстрагуванні були 70% і 20% розчини етилового спирту, при гарячій – вода і ці ж розчини етанолу. Холодне екстрагування проведено відповідно до вимог Державної фармакопеї, за співвідношення сировини та екстрагенту 1: 10 (вага/об'єм), залишаючи їх на 2 тижні при температурі 20 °С. Гаряче екстрагування проводили на киплячій водній бані протягом 30 хв за аналогічного співвідношення сировини та екстрагенту. Після охолодження екстракти фільтрували і визначали їхню протимікробну активність.

Як тест-культури використали умовно-патогенні мікроорганізми: бактерії *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* ATCC 4636, *Serratia marcescens* ATCC, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus albus*, а також оксацилінрезистентні штами *S. aureus* та дріжджі *Candida pseudotropicalis* і *Candida kefir* ВКМ У-701 з колекції культур кафедри мікробіології ЛНУ і кафедри мікробіології, вірусології та імунології ЛНМУ. Мікроорганізми зберігали у пробірках з відповідним середовищем при температурі 4–6 °С. Усі культури є аеробами і хемоорганотрофами; вирощувалися в стаціонарних

умовах у термостаті при температурі 30–37 °С.

Культури бактерій вирощували на м'ясо-пептонному агарі, а дріжджі – на сусло-агарі. Середовища стерилізували при 0,5–0,7 атм протягом 30 хв. Реакцію середовища доводили до рН 7 до стерилізації 33% розчином NaOH.

Для визначення антимікробної активності екстрактів застосували загально визнаний метод дифузії в агар (Державна фармакопея України, 2001) з використанням стерильних дисків і у модифікації зі скляними шліфованими циліндриками (діаметр 5–6 мм, висота 8–10 мм). Диски насичували різною кількістю досліджуваного екстракту безпосередньо перед використанням.

Для аналізу використовували 1–2 денну культуру мікроорганізмів. Суспензію мікроорганізмів, яка містила не менше 10^8 клітин/мл, виготовляли у стерильному фізіологічному розчині і засівали газомом на відповідне середовище у чашки Петрі. Через 30–40 хв накладали диски з екстрактами, або розставляли 4 стерильні циліндрики на одну чашку Петрі так, щоб вони були максимально віддалені один від одного. У диски вносили по 0,1 і 0,2 мл екстракту. Для з'ясування чи мікробіцидний ефект екстрактів рослини не обумовлений лише дією розчинника, перевіряли антимікробну дію екстрагентів – води, 20 %-го і 70 %-го розчинів етанолу (контроль). Чашки Петрі ставили в термостат на 18–24 год з температурою 30 або 37 °С. Аналіз дії екстрактів проводили шляхом вимірювання діаметрів зон затримки росту тест-культури навколо диска або циліндрика за допомогою лінійки з точністю до 1 мм.

Результати досліджень. Тест-культури порізнному реагували на екстракти *A. montana*: з до-

сліджених штамів бактерій найбільш чутливими виявилися кишкова паличка та оксацилінрезистентні штами золотистого стафілокока, а з дріжджів – *C. pseudotropicalis* (табл. 1). Чутливою виявилася і спороутворююча бактерія *B. subtilis*: діаметр зон затримки росту навколо циліндриками з екстрактами коливався у межах 12–17 мм. Мікробіцидна дія екстрактів у більшості випадків була сильнішою у разі використання в якості екстрагента 70 %-го етилового спирту. Усі культури виявились чутливими до 70 %-го етанолу, а 20 %-ий етанол чинив незначний інгібуючий ефект на *E. coli* та *C. pseudotropicalis*. Проте порівняно з екстрактами у більшості випадків мікробіцидний вплив 70 % етанолу був значно слабшим, наприклад, вплив екстрагента на дріжджі проявився в діаметрі зон затримки росту 10 мм, а екстракти на основі даної екстрагуючої речовини давали затримку росту культури до 27 мм. Екстракти рослин могли містити різні мікроорганізми, які могли потрапити в них з поверхні листків, з повітря при виготовленні екстрактів, а також у тару фасування. Однак при перевірці екстрактів на стерильність усі виявились стерильними. Оскільки метод екстрагування і тип екстрагуючої речовини чинять значний вплив на якісний склад, а звідти і ефективність дії рослинної витяжки, про що не раз зазначали різні дослідники, то для одержання витяжки з *A. montana* було застосовано і гаряче екстрагування. В якості екстрагента застосували дистильовану воду, яку ніколи не використовують при холодному екстрагуванні, а також 20% і 70% етиловий спирт. Результати експериментів подані у табл. 2.

Таблиця 1
Антимікробна дія екстрактів *A. montana*, одержаних методом холодного екстрагування

Table 1
Antimicrobial effect of extracts of *A. montana*, obtained by cold-extraction

№ з/п	Екстрагуюча речовина	Кількість екстракту, мл	Діаметр зон затримки росту, мм									
			Тест-культури									
			<i>E.coli</i>	<i>S.marcescens</i>	<i>P.vulgaris</i>	<i>B.subtilis</i>	<i>S.albus</i>	<i>S.aureus</i>	<i>S.aures №8</i>	<i>S.aureus №10</i>	<i>C.pseudotropicalis</i>	<i>C.kefir</i>
1	20 % розчин етанолу	0,1	10±0,5	11±0,5	11±0,6	12±0,4	10±0,4	22±0,56	14±0,5	17±0,7	20±0,7	16±0,9
2		0,2	12±0,5	11±0,3	10±0,8	17±1,8	13±0,2	27±0,7	11±0,8	16±0,9	28±0,8	14±0,3
3	70 % розчин етанолу	0,1	20±0,9	9±0,3	12±0,6	12±0,4	19±0,8	28±0,2	24±0,4	20±0,5	28±0,4	13±0,5
4		0,2	36±1,4	12±0,8	15±0,8	14±0,2	16±0,4	22±0,2	32±0,6	30±0,5	28±0,7	17±0,6
5	20 % розчин етанолу (контроль)	0,1	9±0,8	9±0,9	10±0,8	16±0,2	12±0,2	12±0,3	13±0,4	9±0,3	7±0,5	12±0,3
6		0,2	10±0,8	9±1,0	10±1,3	14±0,3	13±0,2	14±0,4	16±0,9	13±0,9	8±0,5	13±0,5
7	70 % розчин етанолу (контроль)	0,1	12±0,8	10±1,1	17±1,4	12±0,4	15±0,4	14±0,4	17±0,2	22±0,5	13±0,4	13±0,4
8		0,2	12±1,2	10±1,0	15±1,0	13±0,4	16±0,4	14±0,3	20±0,4	20±0,5	17±0,8	14±0,6

Таблиця 2
Антимікробна дія екстрактів *A. montana*, одержаних методом гарячого екстрагування

Table 2
Antimicrobial effect of extracts of *A. montana*, obtained by hot-extraction

№ з/п	Екстрагуюча речовина	Кількість екстракту, мл	Діаметр зон затримки росту, мм								
			Тест-культури								
			<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>S. marcescens</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. albus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i> №10	<i>S. aureus</i> №18	<i>C. pseudotropicalis</i>
1	Вода	0,1	17±0,5	14±0,2	18±0,3	15±0,4	15±0,2	18±0,2	20±0,3	14±0,4	12±0,1
2		0,2	22±0,5	22±0,3	20±0,4	18±0,3	24±0,2	17±0,2	23±0,3	12±0,3	24±0,2
3	20 % розчин етанолу	0,1	11±0,2	26±0,4	14±0,2	15±0,3	24±0,3	16±0,4	10±0,2	8±0,3	10±0,1
4		0,2	20±0,2	25±0,4	18±0,2	22±0,2	26±0,4	12±0,4	9±0,1	11±0,2	11±0,1
5	70 % розчин етанолу	0,1	18±0,4	25±0,4	22±0,3	25±0,2	28±0,4	22±0,5	14±0,2	37±0,4	18±0,1
6		0,2	20±0,4	22±0,3	18±0,4	30±0,4	30±0,6	23±0,4	13±0,3	26±0,4	22±0,2

При дослідженні було встановлено, що екстракти, виготовлені методом гарячого екстрагування (табл. 2), здебільшого мають більшу антимікробну дію, ніж витяжки, одержані методом холодного екстрагування. Аналогічно, як і у попередньому експерименті, тест-культури по-різному прореагували на рослинні витяжки. Чутливим виявилися три полірезистентні до хіміопрепаратів штами *S. aureus*, який, як відомо, здатний спричиняти до 80 різних захворювань у людини, зокрема дерматити, уражати слизові оболонки ротової порожнини (Мюллер, 2004).

Відомо, що дріжджі (переважно роду *Candida*) часто спричиняють різні ураження шкіри та слизових оболонок людини (Геппе, Белоусова, 2010). Проте у фармакології на сьогоднішній день є невелика кількість антимікологічних препаратів. Проведені нами дослідження показали, що дріжджі *C. pseudotropicalis* виявилися чутливими до дії екстрактів *A. montana*: величини діаметрів зон затримки росту коливалися від 10 до 24 мм (табл. 1, 2).

Висновки. Одержані результати свідчать про перспективність застосування витяжок з *A. montana* як протистафілококових та антимікологічних препаратів. Найбільш важливим є ство-

рення препаратів з арніки та включення її в збори для лікування пародонтитів та уражень шкіри.

Список літератури:

1. Волошин О.І., Захарчук Т.В., Мецишен І.Ф., Яремій І.М. Препарати арніки гірської у клінічній практиці вітчизняної і зарубіжної медицини (Огляд літератури) // Ліки. – 2000. – №3-4. – С. 41-47.
2. Геппе Н.А., Белоусова Н.А. Кандидозы // Consilium Medicum. – 2010. – Т. 12. – № 4.
3. Державна фармакопея України. – Харків: РІРЕГ, 2001. – 556 с.
4. Івашин Д.С., Катина З.Ф., Рыбачук И.З., Иванов В.С., Бутенко Л.Т. Лекарственные растения Украины. – К.: Урожай, 1975. – 360 с.
5. Кобзар А.Я. Фармакогнозія в медицині: Навч. посібник. – К.: Медицина, 2007. – 544 с.
6. Кобів Ю.Й. Екологія та популяційно-онтогенетичні особливості *Arnica montana* L. (Asteraceae) в Українських Карпатах // Укр. ботан. журн. – 1992. – Т. 49. – № 3. – С. 46-51.
7. Могирьова Л.А. До питання розробки нових антибактеріальних фітопрепаратів // Ліки. – 2004. – № 1-2. – С. 3-7.
8. Мюллер Х.-П. Пародонтологія. – Львов: ГалДент, 2004. – 256 с.

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ARNICA MONTANA

N.Vorobets, I.Bilinska, O.Pinyazhko

Ethanollic and aqueous extracts of Arnica montana were screened for their antibacterial activity against Escherichia coli, Proteus vulgaris, Serratia marcescens, Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Staphylococcus albus and antifungal activity against Candida pseudotropicalis and Candida kefir. The most sensitivity have been observed for Escherichia coli, oxacillin resistant strains of Staphylococcus aureus, and Candida pseudotropicalis. The most effective were extracts prepared by method of hot extraction.

Keywords: antibacterial and antifungal activity, *Arnica montana*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus albus*, *Candida pseudotropicalis*, *Candida kefir*.

Отримано редколегією 04.07.2011

ПЛОДИ ТА ЛИСТКИ НЕКТАРИНУ ЯК ДЖЕРЕЛА БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Г.В. КОРНІЛЬЄВ

*Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр НААН України,
відділ фізіолого-біохімічних досліджень, біотехнології та репродуктивної біології рослин,
смт. Нікіта, м. Ялта, АР Крим, Україна, 98648, тел. (0654) 33-55-48
e-mail: guriy-kornilev@yandex.ru,*

Досліджено вміст пектинових речовин, аскорбінової кислоти, каротиноїдів та фенольних речовин у плодах і листках нектарина різних сортів. Встановлено, що плоди та листки нектарина містять, відповідно 0,66-2,13 і 2,07-12,6 г/100 г пектинових речовин, 8,29-14,5 і 15,7-42,9 мг/100 г аскорбінової кислоти, 0,799-1,58 і 1,32-4,55 мг/100 г каротиноїдів та 267-699 і 2450-4620 мг/100 г фенольних речовин. Виявлені значимі відмінності у вмісті в плодах і листках нектарина водорозчинного пектину, протопектину, аскорбінової кислоти, каротиноїдів, олігомерних форм фенольних речовин. Зроблено висновок про плоди та листки нектарина як потенційні джерела біологічно активних речовин.

Ключові слова: нектарин, плоди, листки, сорти, біологічно активні речовини, пектини, аскорбінова кислота, каротиноїди, фенольні речовини.

Вступ. Однією з важливих наукових проблем є пошук нових джерел біологічно активних речовин, серед яких до найважливіших належать пектинові речовини, аскорбінова кислота, каротиноїди та фенольні речовини.

Так, пектинові речовини проявляють детоксикуючі властивості, покращують моторику шлунково-кишкового тракту, знижують рівень холестерину в крові (Новосельская и др., 2000); аскорбінова кислота (вітамін С), каротиноїди та фенольні речовини є важливими антиоксидантами (Cantin et al., 2009; Tavarini et al., 2007); крім того, фенольні речовини володіють радіозахисною, протипухлинною, протинабряковою та ін. дією (Nagerman et al., 1998).

Перспективним джерелом біологічно активних речовин вважаються плоди та вегетативні органи плодкових культур, зокрема південних, зпоміж яких за ошатним зовнішнім виглядом плодів і високими смаковими якостями вирізняється нектарин – *Persica vulgaris* subsp. *nectarina* (Ait.) Shof. – персик голоплідний, який в Україні є порівняно малопоширеною культурою.

Відомо, що в плодах нектарина колекції НБС - ННЦ міститься 1,5-7,8 % пектинових речовин (у перерахунку на суху масу) (Рихтер, 1999); у листках персика опушеного – 16-19 % (у перерахунку на спиртонерозчинний залишок) (Давидюк, Вшивкова, 1983). Виявлено (Полонская и др., 2007), що плоди та листки нектарина містять аскорбінової кислоти у середньому 6,75 і 10,1 мг/100 г відповідно. Вміст каротиноїдів у плодах персика опушеного становить 5,75 мг/100 г (Да-

видюк, 1973), у листках – 39,8-99,8 мг/100 г (на абсолютно суху масу) (Давидюк, Вшивкова, 1981). В плодах сортів нектарина, які зростають в умовах НБС-ННЦ, вміст фенольних (Р-активних) речовин складає 80-270 мг/100 г (Кривенцов, Шоферистов, 1987).

Наявні літературні дані свідчать про цінність плодів і листків нектарина як джерел біологічно активних речовин та, поряд з тим, про недостатню вивченість з цього погляду сортів нектарина різних строків дозрівання.

Мета роботи – дослідження вмісту пектинових речовин, аскорбінової кислоти, каротиноїдів, фенольних речовин у плодах і листках нектарина різних строків дозрівання у зв'язку з їх оцінкою як потенційних джерел біологічно активних речовин.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є плоди та листки 8 сортів нектарина селекції Нікітського ботанічного саду, що мають різні строки дозрівання: ранні (I - II декади липня – 'Нікітський 85'), ранньо-середні (III декада липня – 'Рубіновий 4'), середні (I - III декади серпня – 'Аметист', 'Кримчанин', 'Рубіновий 7', 'Сувенір Нікітський'), пізні (I - III декади вересня – 'Євпаторійський', 'Рубіновий 8'). Плоди нектарина аналізували в момент досягнення ними біологічної зрілості, листки – перед початком листопаду (II декада листопада). Дослідження проводили в 2005 - 2007 рр.

Вміст пектинових речовин визначали фотоколориметрично ($\lambda = 490$ нм) у водних екстрактах м'якуша плодів чи свіжих листків, попередньо відмитих від простих вуглеводів 96% об. етано-

лом, з використанням 0,2% етанольного розчину тимолу за присутності сульфатної кислоти ($\rho = 1,83$). Гідроліз протопектину проводили кип'ятінням м'якуша в 0,03 н хлоридній кислоті та 1% цитраті амонію. Значення перераховували на галактуронову кислоту (Кривенцов, 1989).

Аскорбінову кислоту екстрагували 1% розчином хлоридної кислоти в 96% об. етанолі. Вміст аскорбінової кислоти визначали титруванням 0,001 н розчином йодноватокислого калію за присутності надлишку йодиду калію з використанням як індикатору 1% розчину крохмалю. Супутні іони зв'язували сумішшю 1% хлоридної та 1% оксалатної кислот (1:4) (Кривенцов, 1982).

Вміст каротиноїдів визначали в ацетонових витяжках спектрофотометрично за довжин хвиль 440,5, 644 та 662 нм відносно ацетону. Супутні пігменти зв'язували додаванням оксиду алюмінію та оксиду кальцію (Мусієнко та ін., 2001).

Вміст фенольних речовин визначали в етанольних екстрактах колориметрично ($\lambda = 670$ нм; лужне середовище – вуглекислий натрій) з використанням реактиву Фоліна-Чокальтеу. Олігоме-

рні форми осаджували сульфатом хініну за присутності фосфатного буфера. Значення перераховували на галову кислоту (Методы, 2002).

Результати та їх обговорення Сумарний вміст пектинових речовин (рис. 1) у плодах і листках вивчених сортів нектарина становив 0,66-2,13 і 2,07-12,6 г/100 г відповідно. При цьому в плодах більшою мірою представлена фракція протопектину (в середньому 54% від суми пектинів), а в листках – фракція водорозчинного пектину (60%). Найвищий вміст водорозчинного пектину відмічений у плодах сорту Сувенір Нікітський (1,13 г/100 г) та листках сорту Рубіновий 7 (7,24) (рис. 1А); протопектину, відповідно, – в плодах сорту Рубіновий 4 (1,57) та листках сорту Рубіновий 7 (5,31) (рис. 1 Б). Таким чином, у листках нектарина накопичується в середньому в 5,2 раза більше пектинових речовин, ніж у його плодах. Це свідчить про наявність статистично значимих відмінностей у вмісті в плодах і листках нектарина як водорозчинного пектину, так і протопектину (табл.).

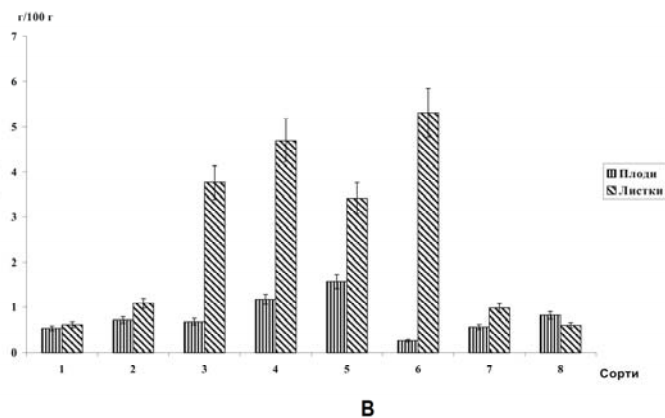
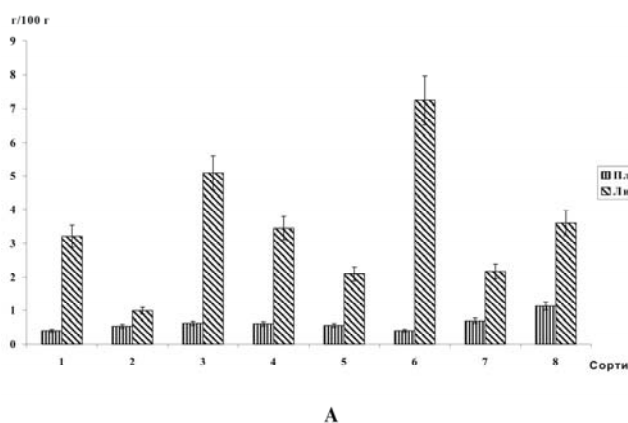


Рис. 1. Вміст водорозчинного пектину (А) та протопектину (В) в плодах і листках *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof.

Сорти: 1 – Аметист, 2 – Євпаторійський, 3 – Кримчанин, 4 – Нікітський 85, 5 – Рубіновий 4, 6 – Рубіновий 7, 7 – Рубіновий 8, 8 – Сувенір Нікітський.

Fig.1. The content of water soluble pectin (A) and protopectin (B) in the fruit and leaves of *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof.

Cultivars: 1 - Amethyst 2 - Evpatoria. 3 - Krymchanyyn, 4 - Nikita 85, 5 - Ruby 4, 6 - Ruby 7, 7 - Ruby 8, 8 - Souvenir Nikita.

Таблиця
Оцінка значимості відмінності біохімічних показників у плодах (на момент біологічної зрілості) та листках (перед початком листопаду) *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof.

Table
Assessment of differences significance in biochemical parameters in the fruits (at biological maturity) and leaves (before defoliation) of *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof.

№ з/п	Найменування показника	Значення t-критерію
1	Вміст водорозчинного пектину	-4,12391*
2	Вміст протопектину	-2,51042*
3	Вміст аскорбінової кислоти	-4,92147*
4	Вміст каротиноїдів	-4,68979*
5	Вміст мономерних форм фенольних речовин	1,18274
6	Вміст олігомерних форм фенольних речовин	-14,7400*

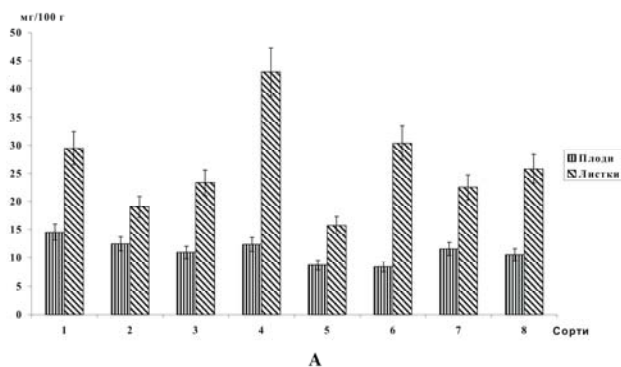


Рис. 2. Вміст аскорбінової кислоти (А) та каротиноїдів (В) в плодах і листках *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof.

Сорти: 1 – Аметист, 2 – Євпаторійський, 3 – Кримчанин, 4 – Нікітський 85, 5 – Рубіновий 4, 6 – Рубіновий 7, 7 – Рубіновий 8, 8 – Сувенір Нікітський.

Біологічна цінність плодів і листків нектарина визначається наявністю в плодах і листках нектарина аскорбінової кислоти та каротиноїдів. Вміст аскорбінової кислоти в плодах нектарина становить 8,29-14,5 (максимум у сорту Аметист), у листках – 15,7-42,9 мг/100 г (максимум у сорту Нікітський 85) (рис. 2 А). Вміст каротиноїдів у плодах нектарина перебуває в межах 0,799-1,58 (максимум у сорту Рубіновий 7), у листках – 1,32-4,55 мг/100 г (максимум у сорту Рубіновий 8) (рис. 2 Б). У середньому в листках нектарина накопичується в 2,4 раза більше аскорбінової кислоти та в 2,8 раза більше каротиноїдів, ніж у його плодах. Це узгоджується з наявністю статистично значимих відмінностей у вмісті цих компонентів у плодах і листках нектарина (табл.).

Вміст фенольних речовин у плодах нектарина становить 267-699 мг/100 г, у листках – 2450-4620 мг/100 г (рис. 3). При цьому в плодах нектарина здебільшого представлена фракція мономерів (у середньому 78% від суми фенольних речовин), у листках – олігомерна фракція (92%).

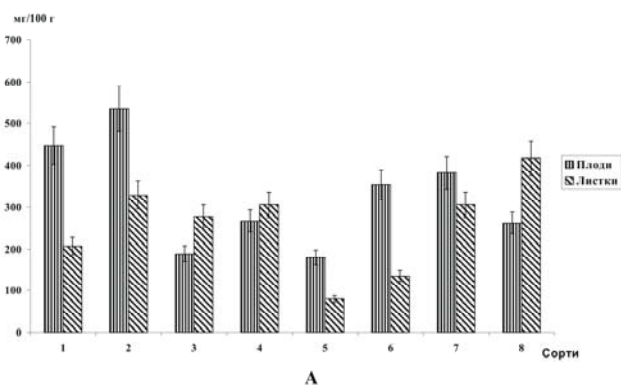


Рис. 3. Вміст мономерних (А) та олігомерних (В) форм фенольних речовин в плодах і листках *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof.

Сорти: 1 – Аметист, 2 – Євпаторійський, 3 – Кримчанин, 4 – Нікітський 85, 5 – Рубіновий 4, 6 – Рубіновий 7, 7 – Рубіновий 8, 8 – Сувенір Нікітський.

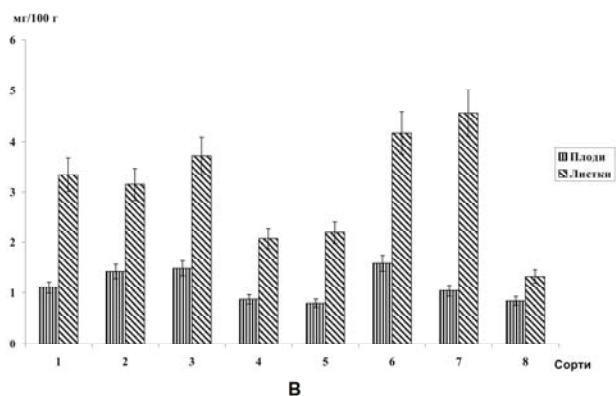


Fig.2. The content of ascorbic acid (A) and carotenoid (B) in the fruit and leaves of *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof.

Cultivars: 1 - Amethyst 2 - Evpatoria. 3 - Krymchanyn, 4 - Nikita 85, 5 - Ruby 4, 6 - Ruby 7, 7 - Ruby 8, 8 - Souvenir Nikita.

Найвищий вміст монофенолів відмічений у плодах сорту Аметист (536 мг/100 г) та листках сорту Сувенір Нікітський (417) (рис. 3 А); найвищий вміст олігомерних форм фенольних речовин – у плодах сорту Кримчанин (255 мг/100 г) та листках сорту Сувенір Нікітський (4200) (рис. 3 Б). У середньому в листках нектарина накопичується в 7,8 раза більше фенольних речовин, ніж у його плодах. При цьому встановлено, що статистично значимі відмінності у вмісті фенольних речовин у плодах і листках нектарина проявляються саме за рахунок олігомерних форм (табл.).

Отже, плоди та листки нектарина можна розглядати як перспективні джерела біологічно активних речовин (пектинів, аскорбінової кислоти, каротиноїдів, фенольних речовин). При цьому, за комплексом речовин з-поміж розглянутих сортів варто виділити плоди сортів Аметист (за вмістом аскорбінової кислоти, фенольних речовин), Євпаторійський (аскорбінова кислота, каротиноїди) та листки сорту Рубіновий 8 (пектини).

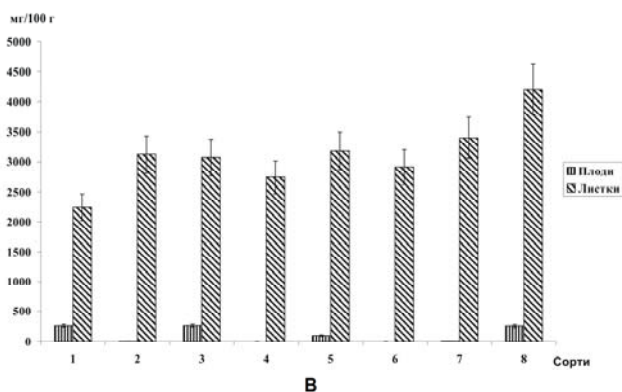


Fig.3. The content of monomeric (A) and oligomeric (B) forms of phenolic compounds in the fruit and leaves of *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof.

Cultivars: 1 - Amethyst 2 - Evpatoria. 3 - Krymchanyn, 4 - Nikita 85, 5 - Ruby 4, 6 - Ruby 7, 7 - Ruby 8, 8 - Souvenir Nikita.

Висновки. При дослідженні вмісту пектинових речовин, аскорбінової кислоти, каротиноїдів, фенольних речовин у плодах нектарина біологічної зрілості та листках нектарина перед початком листопаду встановлено, що в листках цих компонентів міститься більше (пектинів у 5,2 раза; аскорбінової кислоти в 2,4 раза; каротиноїдів у 2,8 раза; фенольних речовин у 7,8 раза), ніж в плодах. Це дає змогу розглядати плоди та листки нектарина як потенційні джерела біологічно активних речовин.

Список літератури:

1. Давидюк Л.П. Биохимическая характеристика плодов разных сортов персика в процессе созревания: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. биол. наук / Л.П. Давидюк – К., 1973. – 19 с.
2. Давидюк Л.П., Вшивкова Г.Ф. Сравнительное изучение пектиновых веществ в листьях консервных и столовых сортов персика // Бюллетень НБС. – 1983. – № 51. – С. 97-102.
3. Давидюк Л.П., Вшивкова Г.Ф. Сравнительное изучение каротиноидов в листьях бело- и желтомясых сортов персика // Труды НБС. – 1981. – Т. 83. – С. 103-110.
4. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // Труды Никитского ботанического сада. – 1989. – Т. 109. – С. 128-137.
5. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. – Ялта, 1982. – 22 с.
6. Кривенцов В.И., Шоферистов Е.П. Биохимическая и помологическая характеристика перспективных сортов нектарина // Бюл. Гос. Никит. ботан. сада. – 1987. – Вып. 62. – С. 108-112.
7. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: Таврида, 2002. – 259 с.
8. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. – Київ: Фітосоціоцентр, 2001. – 200 с.
9. Новосельская И.Л. Пектин. Тенденции научных и прикладных исследований / И.Л. Новосельская, Н.Л. Воропаева, Л.Н. Семенова, С.Ш. Рашидова // Химия природных соединений. – 2000. – № 1. – С. 3-11.
10. Полонская А.К. Биологически активные вещества листьев некоторых плодовых культур в связи с перспективой их использования в пищевых продуктах / А.К. Полонская, В.Н. Ежов, Г.В. Корнильев, О.А. Гребенникова // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2007. – Т. 20 (59), № 3. – С. 122-127.
11. Рихтер А.А. Биохимические признаки плодов различных сортов нектарина // Прикладная биохимия и микробиология. – 1999. Т. 35, № 1. – С. 96-99.
12. Cantin C.M., Moreno M.A., Gogorcena Y. Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies // J. Agric. Food Chem. – 2009. – № 57 (11). – P. 4586-4592.
13. Hagerman A.E. High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants / Hagerman A.E., Riedl K.M., Jones G.A., Sovik K.N., Ritchard N.T., Hartzfeld P.W., Riechel T.L. // J. Agr. And Food Chem. – 1998. – V. 46, №. 5. – P. 1887-1892.
14. Tavarini S. Preliminary characterization of peach cultivars for their antioxidant capacity / S. Tavarini, E. Degl'Innocenti, D. Remorini, R. Massai, L. Guidi // J. Food Sci. Technol. – 2007. – V. 43(5). – P. 810-815.

NECTARINE FRUITS AND LEAVES AS A SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

G.V. Kornil'yev

The contents of pectin substances, ascorbic acid, carotenoids and phenolic compounds in fruits and leaves of different nectarine varieties have been investigated. It was established that nectarine fruits and leaves contain, respectively, 2,07-12,6 and 0,66-2,13 g/100 g of pectin substances, 8,29-14,5 and 15,7-42,9 mg/100 g of ascorbic acid, 0,799-1,58 and 1,32-4,55 mg/100 g of carotenoids, 267-699 and 2450-4620 mg/100 g of phenolic substances. The significant differences between the contents of water-soluble pectin, protopectin, ascorbic acid, carotenoids, oligomeric forms of phenolic compounds in nectarine fruits and leaves have been revealed. The conclusion about the nectarine fruits and leaves as a potential source of biologically active substances has been done.

Keywords: nectarine, fruits, leaves, varieties, biologically active substances, pectins, ascorbic acid, carotenoids, phenolic substances.

Отримано редколегією 18.05.2011

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМНОГО РІВНЯ В ТРОФІЧНИХ МЕРЕЖАХ

БУЖДИГАН О.Я.¹, РУДЕНКО С.С.¹, ПАТТЕН Б.К.², КОСТИШИН С.С.¹

¹ Кафедра екології та біомоніторингу, Чернівецький національний університет

² Факультет екології Одума, Інженерний факультет, Університет Джорджії, США

Застосовано екологічний мережевий аналіз (ЕМА) для оцінки емпіричних трофічних мереж пасторальних екосистем Чернівецької області. Здійснено порівняльний аналіз наступних загальносистемних показників, що є похідними ЕМА: ступінь зв'язності С, щільність зв'язків LD, загальна пропускна здатність TST, ступінь циркуляції FCI, висхідність AS, ємність розвитку DC, домінування непрямих ефектів IEI, ступінь аградації AI, синергізм SI, мутуалізм MI. Встановлено, що більшість оціночних показників позитивно асоціюють один з одним попарно, та негативно, – зі ступенем синергізму мережі SI, що свідчить про зворотній напрям внеску SI в ЕМА. Визначено чутливість показників системного рівня та їх надійність. Найвищий ступінь надійності встановлений для показника синергізму мережі.

Ключові слова: трофічна мережа, зв'язність, щільність зв'язків, пропускна здатність, ступінь циркуляції, висхідність, ємність розвитку, непрямі ефекти, аградація, синергізм, мутуалізм.

Вступ. Складність структури та поведінки екосистем спровокувала немало спроб щодо їх оцінки, що призвело до плюралізму оціночних показників організації систем (Lindeman, 1942; Margalef, 1963; Odum, 1969; Ulanowicz, 1980, 1986; Jørgensen, 1986; Patten, 1991). Усвідомлення взаємозалежностей між екосистемними параметрами вийшло на перший план системних екологічних досліджень (MacArthur, 1955; Elton, 1958; Odum, 1969; Gardner & Ashby, 1970; May, 1973).

Як емпіричні, так і теоретичні підходи голіцистичної науки надали можливість вважати організацію мережі (потоків маси та енергії) відображенням структури та функцій екосистеми. Численні роботи розглядають саме трофічну мережу (харчову сітку) як фундаментальну структуру в організації екосистеми (Pimm, 1982; Paine, 1988; Martinez, 1994; Warren, 1994; Williams & Martinez, 2000; Garlaschelli et al., 2003; Arii et al., 2007; Dell et al., 2005). Екологічні мережі відображають організми в межах досліджуваної системи, а також багаточисленні взаємозв'язки між ними, що служать для обміну запасуючих субстанцій, таких як речовина чи енергія, та цим створюють складну структуру екосистем.

Екологічний Мережевий Аналіз (ЕМА), що є екологічною похідною від економічного вхід-вихід аналізу Леонтіфа (Leontief, 1936, 1966), служить для проведення мультикомпаратментного (багатоелементного) типу моделювання в екологічному системному аналізі. Наступні провідні підходи ЕМА мають місце в екології: вхід-вихід ана-

ліз (Hannon, 1973, 1985), мережевий енвайрон аналіз (МЕА), що базується на теорії енвайронів (Patten, 1978, 1981, 1982; Fath & Patten, 1999), аналіз енергоємності системи (Herendeen, 1981), теорія висхідності системи (Ulanowicz, 1980, 1986, 1997), аналіз оречевленої енергії (Herendeen, 1989; Brown & Herendeen, 1996).

Немала кількість похідних параметрів ЕМА дали поштовх для чисельних спроб окреслити взаємозалежності між цими показниками системного рівня екосистем (Jørgensen, 2002). Однак, незважаючи на багаточисленність таких підходів, різниця в моделюванні та агрегації порівнюваних мереж (Paine, 1988; Cohen et al., 1993), а також різні досліджувані субстанції та різниця в часових інтервалах при емпіричному вивченні (Ulanowicz, 1986) призводять до лімітації прямого порівняльного аналізу. Для подолання зазначених лімітацій наш порівняльний аналіз базувався на семи емпіричних трофічних мережах географічно близьких екосистем однакового типу використання (пасторального). Для науково вагомого порівняльного мережевого аналізу досліджувані харчові мережі характеризуються ідентичними схемами побудови, агрегації, досліджуваної субстанції та шкали часу.

Додатковою прогалиною більшості порівняльних робіт є фокусування уваги лише на декількох окремих параметрах системного рівня, в той час як мультиплікативне порівняння системних показників залишається вкрай необхідним.

Наш аналіз покриває широкий спектр вихідних

параметрів мережевого аналізу, що відображені в наступних показниках організації екосистем: ступінь зв'язності *C*, щільність зв'язків *LD*, загальна пропускна здатність мережі *TST*, ступінь циркуляції (колообігу субстанції) *FCI*, висхідність системи *AS*, ємність розвитку системи *DC*, домінування опосередкованих (непрямих) ефектів *IEI*, ступінь аградації (акумуляційна здатність) системи *AI*, синергізм мережі *SI*, мутуалізм мережі *MI*. В даній роботі зазначені системні показники зібрані для якісного та кількісного аналізу взаємозалежностей між ними.

Матеріали та методи. Територія досліджень. Для науково значущого порівняльного аналізу нами відібрано сім географічно близьких екосистем однакового типу використання, а саме – пасовища загального типу експлуатації. Досліджувані пасторальні екосистеми розташовані в межах фізико-географічної зони Буковинських Карпат Чернівецької області (47°48' – 48°09' п.ш. × 24°58' – 25°18' с.д.). Незначна різниця в висоті над рівнем моря та кліматичних умовах дозволили оминати їх вплив на результати порівняльного аналізу.

Відбір проб. Польові та лабораторні методи аналізу стандартизовані для усіх досліджуваних мереж. Відбір проб для трофічного мережевого аналізу здійснений під час піку вегетаційного періоду рослинних угруповань (червень – липень) 2005–2007 рр. Дослідні ділянки для кожної з порівнюваних екосистем мали розмір 10м×10м.

Зразки рослин та комах визначені до видівого таксону. Дошові черви (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) відібрані стандартним методом ручного сортування з дослідної ділянки 1м³. Мікробіологічний аналіз ґрунту базувався на посіві послідовних розведень ґрунтових суспензій на тверді поживні середовища, підібрані відповідно для кожної з досліджуваних груп мікроорганізмів: для бактерій-гетеротрофів – м'ясо-пептонний агар, для мікроміцетів – середовище Чапека-Докса з додаванням стрептоміцину, для актиноміцетів – крохмально-аміачний агар. Мікроміцети інкубували при 20-25 °С, бактерії та актиноміцети при 28-30 °С. Подалі визначали середню кількість клітин відповідних груп мікроорганізмів у перерахунку на 1 г абсолютно-сухого ґрунту. Щільність великої рогатої худоби (далі ВРХ) визначали як число особин /100 м².

Деякі групи фауни опущені в дослідженні через ліміт наявних ресурсів. Це має певний вплив на опис харчових мереж, але все ж дозволяє здійснити науково значущий порівняльний аналіз.

Побудова трофічних мереж. Визначення трофічних елементів мережі базувалося на чітких відмінних трофічних ролях організмів у пасторальній екосистемі. Базові категорії трофічних еле-

ментів були наступними: види рослин, їх пилок та нектар, ВРХ, онтогенетичні стадії, а також статі комах у випадку їх відмінної трофічної ролі на пасовищі, дошові черви, гетеротрофні бактерії, гриби, актиноміцети, відмерлі рослини, відмерлі тварини, детрит, а також екскрменти ВРХ.

Для побудови та візуалізації трофічних мереж ми застосовували програму для аналізу великих сіток *Pajek* (Batagelj & Mrvar, 2010) та програмний пакет для соціального мережевого аналізу *Ucinet 6* (Borgatti, et al., 2002).

Для кожної мережі ми створили бінарну матрицю суміжності елементів $A_{n \times n} = (a_{ij})$, де $i, j = 1, \dots, n$ елементів, орієнтовану від рядів (i) до колонок (j). Вхідна матриця $a_{ij} = 1$ якісно відображає наявність трофічного потоку f_{ij} [$ML^{-2}T^{-1}$ (M –маса, L –довжина, T –час)] біомаси, що направлений від елемента рядка матриці i до елемента колонки j . Вхідна $a_{ij} = 0$ показує відсутність трофічного потоку від i до j ($f_{ij} = 0$). Для побудови трофічних мереж ми використовували Теорію Енвайронів, що передбачає наявність межових (зовнішніх) входів в систему та межових виходів з неї, оскільки екосистеми, – термодинамічно відкриті системи. Отже, кожний елемент i в мережі має межевий вхід (потік у систему ззовні) z_i [$ML^{-2}T^{-1}$], та межевий вихід (за межі системи) y_i [$ML^{-2}T^{-1}$].

Для переведення якісної інформації бінарної матриці в кількісну, ми трансформували матрицю $A_{n \times n}$ в матрицю потоків $F_{n \times n} = (f_{ij})$, використовуючи концепцію рівноймовірності з теорії ймовірностей. Відповідно до принципу індеферентності Лапласа входам матриці f_{ij} та межевим виходам y_i присвоювалася ймовірність $1/N_i$, де N_i – число сумісно виключних харчових потоків від елемента i рядків матриці до елементів колонок матриці, включаючи межевий вихід y_i . Межеві входи z_i та постійний запас елементів x_i параметризовані як рівний 1. Постійний запас елемента відображає величину досліджуваної субстанції (маси, речовини, енергії) в ньому.

Визначення трофічних класів. Для визначення числа трофічних класів (*CI*) в трофічних мережах ми застосовували метод регулярної еквівалентності адаптований з Соціальної Теорії Мереж (Borgatti, et al., 2002). Алгоритм регулярної еквівалентності (доступний в прогамі *Ucinet 6*) оцінює подібність трофічних ролей елементів мережі на основі бінарної матриці $A_{n \times n}$ зв'язків між ними. Ієрархічне кластерування (Johnson, 1967) вихідної матриці подібності з аналізу регулярної еквівалентності дозволило виділити окремі трофічні класи в досліджуваних сітках. Більш детально алгоритм регулярної еквівалентності та дані методи агрегації мереж представлені в роботах Боргатті та Еверета (Borgatti & Everett, 1993) та Лужкові-

ча та ін. (Luczkovich et al., 2003).

Виходячи з вищеописаних методів нами виділено 15 наступних трофічних класів в межах досліджуваної території: (1) придатні для стравлення ВРХ рослини; (2) толерантні для стравлення ВРХ рослини; (3) пилок та нектар; (4) ВРХ; (5) травоядні комахи; (6) запилювачі; (7) кровосисні паразити ВРХ; (8) комахоїдні комахи; (9) всеїдні комахи; (10) непасторальні види комах (харчуються поза межами системи); (11) редуценти; (12) мертві рослини; (13) мертві тварини; (14) екскременти ВРХ; та (15) детрит.

Моделювання трофічних мереж. Для моделювання досліджуваних мереж ми користувалися програмою для мережевого аналізу та програмування EcoNet 2.1 Beta (Kazanci, 2007), (Schramski et al., 2010).

Мережевий аналіз виконували на фінальній стадії відтворення системи, коли вона досягала статичного стану стійкості (коли $dx_i/dt=0$, оскільки вхід в систему та вихід з неї рівні в статичному стані стійкості).

Показники організації систем. Як зазначалося вище, EcoNet доводить модельну систему від заданих початкових умов (модель що ми створили на основі емпіричних даних) до повністю стійкого її стану, та на цій фінальній стадії продукує загальносистемні показники. Десять параметрів організації систем, які є об'єктами нашого аналізу, широко представлені в літературі. Однак короткий опис та аббревіація до них представлені нижче.

Поряд з загальносистемними параметрами ми оцінювали **розмір системи N** (число трофічних елементів), **число зв'язків** в мережі **L** ($\sum a_{ij}$), та **число трофічних класів C** як додаткові показники мереж необхідні для інтерпретації результатів.

Щільність зв'язків (LD) оцінюють як співвідношення **числа зв'язків L** до **розміру системи N** (Bersier et al., 2002; Dell et al., 2005): $LD = L / N$.

Ступень зв'язності (C) це співвідношення **числа зв'язків L** до **числа потенційно можливих зв'язків N²** (Gardner & Ashby, 1970; Martinez, 1992; Parrott, 2010): $C = L / N^2$.

Загальна пропускна здатність (TST) – сума усіх потоків крізь мережу (Hannon, 1973; Finn, 1976; Han, 1997):

$$TST = \sum T_i,$$

де T_i це загальна сума потоків крізь елемент $i=1, \dots, n$.

Індекс циркуляції Фіна (FCI) – фракція суми потоків крізь мережу задіяна в колообіг (Finn, 1976):

$$FCI = TST_c / TST,$$

де TST_c , період циркуляції, це зважена сума циркуляційних ефективностей усіх елементів (Kazanci et al., 2009):

$$TST_c = C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n.$$

Циркуляційна ефективність це $C_i = n_{ii} - 1/n_{ii}$, де n_{ii} це кількість випадків коли потік повернеться до i перед виходом із системи (Finn, 1976; Fath and Borrett, 2006).

Домінування опосередкованих (непрямих) ефектів (IEI) – кількість потоків що мають місце в системі через непрямі зв'язки в порівнянні з прямими зв'язками (Higashi and Patten, 1989).

$$IEI = \sum (N - I - G)z / \sum Gz,$$

N – це безмірна інтегральна (межеві входи + прямі потоки + непрямі потоки) матриця потоків:

$$N = I + G^1 + G^2 + \dots + G^m + \dots = (I - G)^{-1}$$

G – це матриця безмірних прямих потоків від i до j :

$$G = (g_{ji}) = f_{ji} / T_i,$$

де T_i це загальна сума потоків крізь елемент $i=1, \dots, n$.

$I = G^0$ це межеві потоки, зовнішні початкові входи в систему;

як зазначено вище G^1 це матриця прямих потоків,

$G^2 \dots G^m$ – це матриці непрямих потоків (фракція межевих потоків що прямує від елемента i до елемента j крізь усі шляхи довжиною m , де m вказує показник до якого підносять матрицю ($m=2, \dots, \infty$).

Інтегральна матриця N помножена на вектор межевих входів z в результаті повертає вектор сумарних потоків T : $T = Nz$.

Синергізм мережі (SI) – співставлення утилітів (загального прибуття в систему до загальних втрат системи) (Patten, 1991, 1992); співвідношення загальних додатніх утилітів $\sum(+U)$ до загальних негативних утилітів $\sum(-U)$ в системі що базуються на взаємовідносинах елементів попарно (Patten, 1991, 1992; Fath & Patten, 1998; Fath & Borrett, 2006):

$$SI = b/c = \sum(+U) / \sum(-U),$$

де U – це безмірна інтегральна (межеві входи + прямі потоки + непрямі потоки) матриця утилітів (приходів/втрат) (Patten, 1991, 1992):

$$U = I + D^1 + D^2 + \dots + D^m + \dots = (I - D)^{-1}$$

D – це пряма матриця утилітів (матриця інтенсивності потоків) де:

$$D = (d_{ij}) = f_{ij} - f_{ji} / T_i,$$

де d_{ij} може бути як додатнім, так і від'ємним ($-1 \leq d_{ij} < 1$) оскільки воно відображає прямий утиліт (пряме співвідношення приходів до втрат) між елементами j та i (потік між j та i виражений у відповідності до загальної суми потоків крізь елемент i (T_i);

$I = D^0$ це матриця утилітів межевих входів;

$D^2 \dots D^m$ матриці непрямих утилітів що відповідають потокам того ж ступеня $m = 2, \dots, \infty$.

Мутуалізм мережі (MI) – співвідношення додатніх (+) до від'ємних (-) знаків в матриці утилітів (приходів/втрат) U що базуються на по-

парних взаємовідносинах елементів (Patten, 1991, 1992; Fath and Patten, 1998, 1999; Fath & Borrett, 2006; Fath, 2007):

$$MI = \sum \text{sign}_+(U) / \sum \text{sign}_-(U),$$

де U (як було описано вище) інтегральна матриця утилітів (Patten, 1991, 1992),

sign^+ та sign^- це відповідно додатні та від'ємні знаки в матриці утилітів U .

Висхідність системи (AS) – це ступінь розвитку мережі що включає в себе середню інформацію відповідності мережі (AMI) та загальну пропускну здатність мережі (TST) (Ulanowicz, 1986, 1997; Patrício et al., 2004; Ulanowicz et al., 2006; Morris et al., 2005):

$$AS = TST \times AMI,$$

де AMI (в бітах) – інформація відповідності, це ступінь організації що реалізує обмін субстанцією між елементами:

$$AMI = \sum p(T_{ij}) \times \log_2[\{p(T_{ij}) / p(T_j)\} / p(T_i)],$$

де T_{ij} – це потік від j до i ;

$p(T_{ij})$ – це ймовірність що являє собою наступне:

$$p(T_{ij}) = T_{ij} / TST, p(T_i) = \sum_j p(T_{ij}), p(T_j) = \sum_i p(T_{ij}).$$

Ємність розвитку системи (DC) – це організація потоків мережі, верхня межа висхідності системи (AS). Визначається як співвідношення загальної пропускну здатності мережі (TST) та різноманіття структури потоків (H_f) (Ulanowicz, 1986; Christian et al., 2005):

$$DC = TST \times H_f,$$

різноманіття структури потоків H_f визначають застосовуючи інформаційну формулу Шеннона

(Shannon, 1948) та базується на індивідуальній вірогідності потоків від кожного з видів j до кожного з видів i :

$$H_f = \sum (-p(T_{ij}) \times \log_2(p(T_{ij}))),$$

де T_{ij} – це потік від j до i ;

$p(T_{ij})$ – це ймовірність, як представлено вище.

Ступінь аградації (аккумуляційна здатність) системи (AI) – мультиплікативний ефект мережі за Самюелсоном (Samuelson, 1948); середня довжина траекторій потоків в мережі за Фінном (Finn, 1976), здатність мережі до збільшення потоків за Ханом (Han, 1997), – це середня кількість випадків коли певна кількість межового потоку пройде крізь систему перш ніж покинути її (Patten & Fath, 1998; Fath & Patten, 2001; Ulanowicz et al., 2006):

$$AI = TST / \sum z_i,$$

де z_i це межевий вхідний потік до елемента $i = 1, \dots, n$;

TST – загальна пропускну здатність мережі.

Результати та їх обговорення. Діапазон значень та варіація загальносистемних показників. Трофічні мережі, що є об'єктами даного аналізу, різняться як за розмірами ($49 \leq N \leq 113$), так і за числом зв'язків ($98 \leq L \leq 856$) та трофічних класів ($12 \leq CI \leq 15$).

Діапазони значень показників системного рівня, їх середня величина (m), середньоквадратичне відхилення (SD), та коефіцієнт варіації (CV) узагальнені в таблиці 1.

Таблиця 1

Діапазон значень та варіація загальносистемних показників у межах досліджуваних пасторальних екосистем Буковинських Карпат

Table 1

Network Properties Range and Variability within the study area

Загальносистемні показники	Досліджувані пасторальні екосистеми							m	SD (\pm)	CV , %
	Stebnyk	Lopushna	Dolyshnij Shepit	Ust-Putyla	Selatyn	Shepit	Percalab			
LD	2	6.7	7.6	3.3	5.2	3.6	3	4.47	0.3	7
C	0.04	0.07	0.07	0.04	0.05	0.05	0.03	0.05	0.002	4
TST	109	288	343	219	319	193	249	245.64	11.5	5
FCI	0.03	0.05	0.06	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.002	4
IEI	1.05	1.45	1.62	1.23	1.48	1.32	1.31	1.35	0.3	2
AS	179	489	583	373	525	319	417	412.19	19.6	5
DC	477	1345	1605	998	1444	877	1146	1127.57	54.7	5
AI	2.2	2.8	3	2.6	3.1	2.5	2.6	2.69	0.04	2
SI	2.1	1.72	1.69	1.75	1.71	1.9	1.75	1.8	0.02	1
MI	0.57	0.96	0.71	0.38	0.44	0.5	0.37	0.56	0.03	5

Примітка: m - середня величина, SD - середньоквадратичне відхилення, та CV - коефіцієнт варіації.

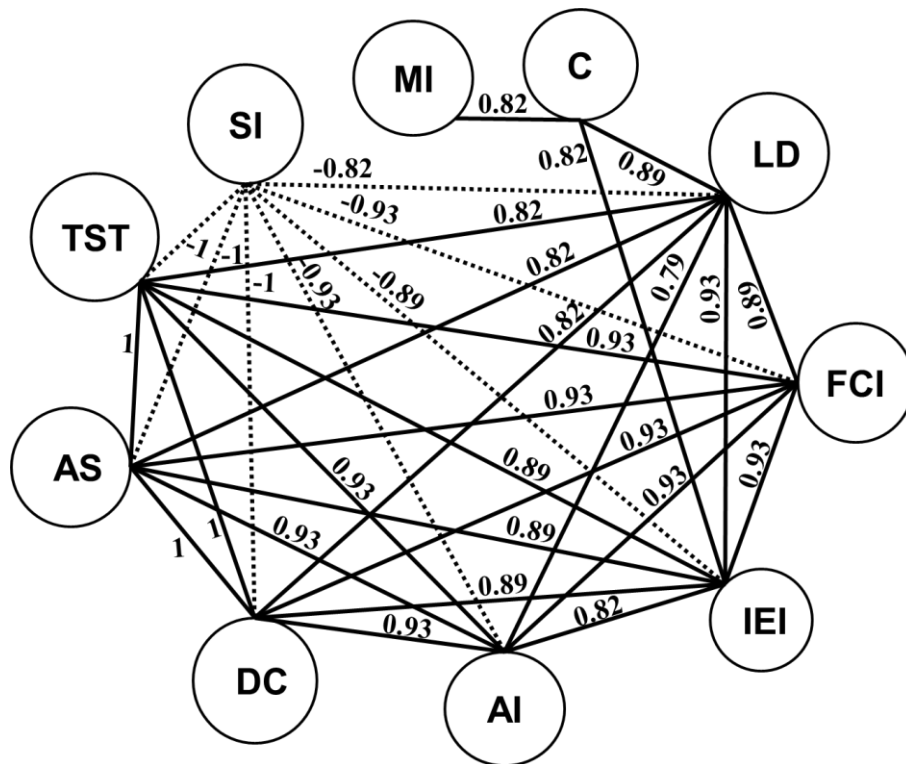


Рис. 1. Статистично значущі (з імовірністю помилки $p < 0.05$) взаємозв'язки (на основі нелінійної кореляції Спірмена) між показниками системного рівня

Примітка: C - ступінь зв'язності, LD - щільність зв'язків, TST - пропускна здатність, FCI - ступінь циркуляції, AS - висхідність, DC - ємність розвитку, IEI - домінування непрямих ефектів, AI - ступінь аградації, SI - синергізм, MI - мутуалізм. Суцільна лінія ілюструє зростаючий зв'язок, переривчаста, – спадний.

Fig. 1. Statistically significant ($P < 0.05$) interrelationships (non-linear Spearman correlations) between the system-wide network properties

Note: C - degree of system connectance, LD - link density, TST - total system throughflow, FCI - cycling degree, AS - ascendancy, DC - developmental capacity, IEI - indirect effects dominance, AI - system aggradation, SI - network synergism, and MI - network mutualism. Dotted and solid lines illustrate the decreasing and increasing directions of interrelations, respectively.

Боррет та Осіделі (Borrett & Osidele, 2007) дійшли висновку, що найбільш стійкими та надійними є ті системні показники, які найменш варіюють в значеннях. Порівняно із середньоквадратичним відхиленням, яке виражено в тих же одиницях що і досліджувані показники, коефіцієнт варіації є відносною величиною і відображає рівень коливань порівнюваних системних індексів. Наші дані показали низький ступінь варіації, а отже і високу надійність досліджуваних параметрів системного рівня ($1\% \leq CV \leq 7\%$) та стабільність отриманих результатів. Найвищий ступінь надійності визначений для показника синергізму **SI** ($CV=1\%$). В спадному напрямку за ним слідує домінування непрямих ефектів **IEI** ($CV=2\%$) та ступінь аградації **AI** ($CV=2\%$). Порівняно вища варіація виявлена для ступеня зв'язності системи **C** ($CV=4\%$) та показника циркуляції **FCI** ($CV=4\%$), а також для загальної пропускної здатності мережі **TST** ($CV=5\%$), висхідності системи **AS** ($CV=5\%$), ємності розвитку **DC** ($CV=5\%$) та мутуалізму мережі **MI** ($CV=5\%$). Порівняно з іншими досліджуваними індексами найвищий рівень варіації виявлений для ступеня щільності зв'язків **LD** в мережі ($CV=7\%$), що цілком вважається слабким рівнем коливань якщо $CV \leq 10\%$.

Отже, керуючись отриманими результатами побудовано ряд спадання рівня надійності вихідних ЕМА системних показників: **SI > IEI=AI > C=FCI > TST=AS=DC=MI > LD**.

Взаємозалежності загальносистемних показників. Аналіз взаємозалежностей між показниками організації екосистем показав наявність різних поведінкових схем цих індексів. Більшість оціночних показників, а саме **LD, C, TST, FCI, IEI, AS, DC, AI**, та **MI** позитивно асоціюють один з одним попарно та негативно, – з ступенем синергізму мережі **SI**. Така поведінкова лінія **SI** свідчить про зворотній напрямок внеску даного індексу в ЕМА.

Рис. 1 ілюструє статистично значущі (з імовірністю помилки $p < 0.05$) взаємозв'язки (на основі нелінійної кореляції Спірмена) між показниками системного рівня.

Непараметричний кореляційний аналіз виявив найбільшу кількість взаємозалежностей з іншими

ми ЕМА індексами (8 значущих зв'язків з 9 можливих) для щільності зв'язків **LD** та домінування непрямих ефектів **IEI**. Зі спадним трендом за ними слідують пропускна здатність мережі **TST**, ступінь циркуляції **FCI**, висхідність системи **AS**, ємність її розвитку **DC**, та ступінь аградації **AI**. Кожен з них показав 7 статистично значущих з 9 можливих залежностей з іншими індексами. Ступінь зв'язності мережі **C** корелює з двома із 9 індексів, а мутуалізм мережі **MI** має лише один значущий зв'язок.

Отже, з отриманих результатів видно що рівень чутливості загальносистемних показників щодо взаємозв'язків один з одним спадає відповідно:

$$IEI=LD > TST=FCI=AS=DC=AI=SI > C > MI.$$

Число незалежних теоретичних та емпіричних досліджень забезпечили фундаментальну основу для вихідних ЕМА параметрів. Наші результати засвідчують певну кількість усталених ЕМА гіпотез, а також відкривають додаткові грані в схемі якісних та кількісних взаємозалежностей між параметрами системного рівня.

Рис. 2 відображає кластерування системних показників на основі рівня непараметричної кореляції між ними.

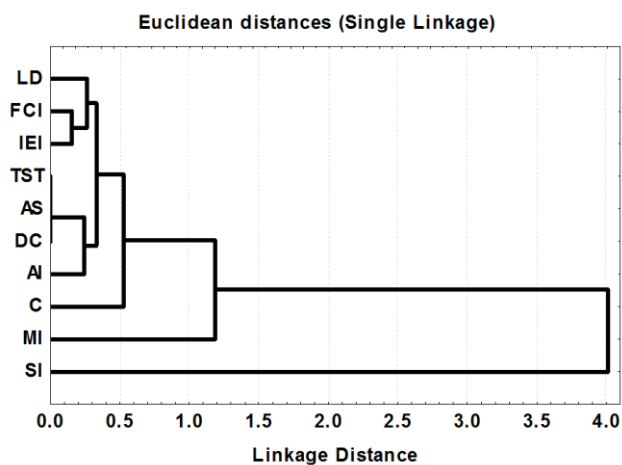


Рис. 2. Кластерна дендрограма системного рівня параметрів, що базується на рівнях непараметричних залежностей (кореляції Спірмена) між ними.

Примітка: **C** - ступінь зв'язності, **LD** - щільність зв'язків, **TST** - пропускна здатність, **FCI** - ступінь циркуляції, **AS** - висхідність, **DC** - ємність розвитку, **IEI** - домінування непрямих ефектів, **AI** - ступінь аградації, **SI** - синергізм, **MI** - мутуалізм.

Fig. 2. Clustering dendrogram of the system-wide properties based on the degree of nonparametric correlations between them (Spearman correlations)

Note: **C** - degree of system connectance, **LD** - link density, **TST** - total system throughflow, **FCI** - cycling degree, **AS** - ascendancy, **DC** - developmental capacity, **IEI** - indirect effects dominance, **AI** - system aggradation, **SI** - network synergism, and **MI** - network mutualism.

Загальна пропускна здатність мережі **TST**, висхідність системи **AS**, та ємність розвитку системи **DC** об'єднані в дендрограмі як найбільш подібні серед порівнюваних системних властивостей. Рангова кореляція Спірмена показала ідеальну позитивну залежність ($r_s = 1, p = 0.000$) між цими індексами. Це свідчить що кожен з них є ідеальною монотонною функцією іншого при попарному порівнянні. Більше того, статистично значуща зростаюча лінійна кореляція за Пірсоном відповідає цим даним з близькою до ідеальної лінійною залежністю ($r = 0.999, p = 0.000$ для будь-якого попарного порівняння **TST**, **AS**, та **DC**). Звертаючись до формул показників **AS**, та **DC** стає зрозумілим, що обидва вони обумовлені пропускною здатністю мережі **TST**, а отже і лімітовані цим параметром. Всі три показники мають пряму високу нелінійну кореляцію із більшістю інших ЕМА похідних, а саме: **LD**, **FCI**, **IEI**, та **AI**. Факт позитивної залежності **TST** та **IEI** зазначений в дослідженнях Паттена та Хігаші (Higashi and Patten, 1986; Patten, 1991). Крім того, ряд наукових робіт засвідчують наявність значущої кореляції між **TST** та **FCI** (Fath et al., 2001; Borrett & Osidele, 2007), а також **TST** та **AI** (Borrett & Osidele, 2007), що доведено результатами і наших досліджень.

Ряд досліджень щодо ЕМА показали вплив розміру мережі **N** на системні індекси (Fath, 2004). Відповідно до доводів Фіна (Finn, 1976) пропускна здатність мережі **TST** є чутливою до збільшення її розмірів **N** (збільшення елементів). Наші дані засвідчують монотонну залежність між розміром системи **N** та трьома пов'язаними індексами **TST**, **AS** та **DC**, оскільки вони мають ідеальну монотонно зростаючу кореляцію ($r_s = 1, p = 0.000$ для будь-якого з трьох порівнюваних з **N**). Високий рівень позитивної лінійної кореляції між **N** та **TST** ($r = 0.98, p = 0.000$), **AS** ($r = 0.99, p = 0.000$), та **DC** ($r = 0.99, p = 0.000$) є також статистично значущим. Крім того виявлена лінійна регресія з низькою ймовірністю помилки ($Y_{TST} = 3.667 \cdot X_N - 81.79; r^2 = 0.99, F(1,5) = 157.72, p = 0.0001$; $Y_{AS} = 6.27 \cdot X_N - 147.7; r^2 = 0.97, F(1,5) = 157.72, p = 0.00004$; $Y_{DC} = 17.5 \cdot X_N - 436.89, r^2 = 0.97, F(1,5) = 7656.4, p = 0.000$).

Нами також досліджено, що **TST**, **AS**, **DC**, та **N** мають ідеальну негативну кореляцію Спірмена з показником синергізму мережі **SI** ($r_s = -1, p = 0.000$ для кожного попарно). Це передбачає монотонну спадну залежність між **SI** та цими чотирма порівнюваними індексами. Крім того **SI** виявило високу значущу лінійну залежність з кожним із **TST** ($r = -0.92, p = 0.003$), **AS** ($r = -0.93, p = 0.003$), **DC** ($r = -0.93, p = 0.003$), та **N** ($r = -0.96, p = 0.003$).

Наші дані узгоджуються з дослідженнями Фес

(Fath, 2004), який продемонстрував спад **ступеня синергізму** мережі при зростанні кількості елементів N в ній. Більше того наші результати також показують значущу високу негативну кореляцію за Спірменом між **SI** та **LD** ($r_s = -0.82, p = 0.02$), **IEI** ($r_s = -0.89, p = 0.007$), **FCI** ($r_s = -0.93, p = 0.003$), та **AI** ($r_s = -0.93, p = 0.003$). Такий спадний тренд поведінки **SI** у співвідношеннях з іншими ЕМА похідними відображений у найбільшій дистанції при кластеруванні (рис. 2).

Ступінь циркуляції **FCI** та домінування непрямих ефектів **IEI** утворюють другий за подібністю зв'язків кластер після **TST**, **AS**, та **DC**. Хіґаші та Паттен (Higashi & Patten, 1989) алгебраїчно довели що **непрямі ефекти** в системі зростають при збільшенні її розмірів N . Порівнюючи кібер-мережі великих розмірів Фес (Fath, 2004) отримав такі ж результати що й Хіґаші та Паттен, а також він довів наявність високої прямої кореляції між ступенем циркуляції **FCI** та домінуванням непрямих ефектів **IEI**. Наші результати підтверджують високу залежність між **FCI** та **IEI** ($r_s = 0.93, p = 0.003$), **FCI** та N ($r_s = 0.93, p = 0.003$), а також **IEI** та N ($r_s = 0.89, p = 0.007$). Однак Фес виявив, що **IEI**, порівняно з **FCI**, проявляє вищу залежність від розміру системи N . Наші дослідження узгоджуються з цим лише у випадку лінійної оцінки взаємозв'язків. Нелінійний кореляційний аналіз засвідчив вищу залежність **FCI** ніж **IEI** від числа елементів мережі N .

Тісна взаємозалежність показника **домінування непрямих ефектів** з декількома іншими похідними ЕМА, окрім зазначених вище параметрів (**SI**, **TST**, **FCI**, **AS**, **DC**, N), також засвідчена в літературі. Паттен та Хіґаші (Higashi and Patten, 1986; Patten, 1991) показали що зв'язність мережі C посилює в ній **домінування непрямих ефектів**. Боррет та ін. (Borrett et al., 2006), при вивченні колообігу нітрогену в трофічних мережах естуарій, довели також високу пряму асоціацію між **IEI** та ступенем аградації **AI**. Наші результати засвідчують зазначені в літературі залежності **IEI** з C ($r_s = 0.82, p = 0.02$), та з **AI** ($r_s = 0.82, p = 0.02$), а додатково і відкривають високу пряму кореляцію **IEI** з **LD** ($r_s = 0.93, p = 0.003$).

З іншого боку, ряд досліджень доводять що параметри мережі мають високу залежність від **ступеня циркуляції** (колообігу) **FCI** в ній (Fath, 2004). Порівняльний аналіз водних екосистем Крістенсена (Christensen, 1995) показав високу пряму кореляцію **FCI** від ступеня аградації системи **AI**, що підтвердилось і в дослідженнях інших вчених (Thomas & Christian, 2001; Borrett & Osidele, 2007). Окрім **FCI**, показник аградації мережі **AI** є одним з альтернативних шляхів оцінки процесу колообігу субстанції в системі (Finn, 1976). Наш порівняльний аналіз підтвер-

джує високу взаємозалежність між **FCI** та **AI** ($r_s = 0.79, p = 0.04$). Окрім вищезазначених виявлених нами взаємозалежностей **FCI** зі **SI**, **TST**, **AS**, **DC**, **IEI**, **AI** та N , наші дані засвідчують також і пряму непараметричну кореляцію даного індексу з **LD** ($r_s = 0.89, p = 0.01$). Крім того, нами виявлена висока пряма залежність між **AI** та **LD** ($r_s = 0.79, p = 0.04$), а також між **AI** та N ($r_s = 0.93, p = 0.003$) додатково до зазначених вище взаємозалежностей **AI** з **FCI**, **SI**, **TST**, **AS**, **DC**, та **IEI**.

В кластерній дендрограмі (рис. 2) кластер **FCI** та **IEI** з'єднується зі ступенем щільності зв'язків **LD** з порівняно невеликою дистанцією подібності. Протилежно кластеру показника **LD** ступінь зв'язності мережі C приєднується до кластерів інших ЕМА параметрів з 0.1 більшою дистанцією подібності. Крізь призму досліджуваних нами трофічних мереж **LD** та C проявили значущу високу пряму кореляційну залежність за Спірменом ($r_s = 0.89, p = 0.007$), а також і значущу просту лінійну регресійну залежність ($r^2 = 0.85, F(1,5) = 28.9, p = 0.003$).

Незважаючи на такий високий взаємозв'язок між ними **LD** виявив на 70% більше статистично значущих взаємозалежностей з ЕМА похідними (а саме з **FCI**, **SI**, **TST**, **AS**, **DC**, **IEI**, та **AI**) порівняно із C (корелює з **LD**, **IEI**, та **MI**). Декілька наукових підходів в ЕМА базуються на ідеї константності щільності зв'язків **LD** при варіюванні розмірів мереж N (Yodzis, 1980; Cohen & Briand, 1984; Sugihara et al., 1989). Однак, число досліджень не підтвердили цю ідею (Winemiller, 1990; Havens, 1992; Martinez, 1992; Deb, 1995). Результати наших досліджень не підтримують інваріантність показника **LD** при змінах розміру системи N , що базується на виявленій нами високій непараметричній залежності між ними ($r_s = 0.82, p = 0.02$). Більше того, проста лінійна регресія для **LD** в залежності від N є статистично значущою ($Y_{LD} = 0.08 * X_N, r^2 = 0.7, F(1,5) = 10.1, p = 0.02$).

Деякі теоретичні роботи прогнозують гіперболічну спадну залежність ступеня зв'язності C від розміру системи N (Fonseca & John, 1996). На відміну від цього, Мартінез (Martinez, 1992) дослідив що при оцінці трофічних мереж C проявляє себе майже постійною величиною. Декілька порівняльних аналізів емпіричних харчових сіток не показали монотонної взаємозалежності між C та N (Martinez, 1991; Christian & Luczkovich, 1999; Garlaschelli, 2004).

Наші результати підтверджують "**гіпотезу постійності ступеня зв'язності**" оскільки нами не виявлено чіткого тренду взаємозалежностей C з іншими порівнюваними показниками, що засвідчує інваріантність даного індексу не лише до варіації числа елементів в мережі N , але й до змін в значеннях більшості інших індексів.

З іншого боку, тільки ступінь зв'язності C з усіх інших оцінюваних параметрів продемонстрував наявність значущої як лінійної, так і нелінійної кореляційних залежностей з показником мутуалізму мережі MI ($r_s = 0.82, p = 0.02$; and $r = 0.85, p = 0.02$). Цей факт відображений в кластерній дендрограмі (рис. 2) у вигляді порівняно великої дистанції подібності при приєднання MI до кластерів інших показників ЕМА. Більше того, нами не виявлено значущих залежностей між MI та жодним з L, N , чи CI .

Зростання числа трофічних елементів у системі N призводить до зростання числа взаємозв'язків між ними L . Наше порівняльне дослідження показало наявність прямих залежностей LD ($r_s = 0.89, p = 0.007$), TST ($r_s = 0.93, p = 0.003$), AS ($r_s = 0.93, p = 0.003$), DC ($r_s = 0.93, p = 0.003$), AI ($r_s = 0.79, p = 0.04$), IEI ($r_s = 0.93, p = 0.003$), FCI ($r_s = 1, p = 0.000$) та зворотної залежності SI ($r_s = -0.93, p = 0.003$) до числа трофічних зв'язків L у мережі. Цікавим є факт, що показник FCI виявився ідеальною монотонною функцією L . Кореляція Пірсона також показала значущу залежність між FCI та L ($r = 0.95, p = 0.003$). Нами не виявлено значущої параметричної залежності ступеня зв'язності C від L , однак регресійний аналіз показав наявність лінійної залежності: $Y_C = 0.00004 * X_L + 0.03$ ($r^2 = 0.77, F(1,5) = 17.1, p = 0.009$).

Крізь досліджувані трофічні мережі показник кількості трофічних класів CI проявив пряму не-параметричну кореляційну залежність із TST ($r_s = 0.97, p = 0.0002$), AS ($r_s = 0.97, p = 0.0002$), DC ($r_s = 0.97, p = 0.0002$), AI ($r_s = 0.9, p = 0.006$), IEI ($r_s = 0.9, p = 0.006$), FCI ($r_s = 0.9, p = 0.006$) та зворотну залежність з SI ($r^2 = -0.97, p = 0.0002$).

Висновки. Результати здійсненого нами порівняння загальносистемних показників екологічного мережевого аналізу, який базується на дослідженнях емпіричних трофічних мереж екосистем пасторального типу, можуть бути підсумовані в наступних висновках:

- Більшість оціночних показників, а саме ступінь зв'язності C , щільність зв'язків LD , загальна пропускна здатність TST , ступінь циркуляції FCI , висхідність системи AS , ємність розвитку DC , домінування непрямих ефектів IEI та ступінь аградації AI позитивно асоціюють один з одним попарно, та негативно, – зі ступенем синергізму мережі SI , що свідчить про зворотній напрямок внеску SI в ЕМА.
- Рівень чутливості загальносистемних показників щодо взаємозв'язків один з одним спадає відповідно:

$$IEI=LD > TST=FCI=AS=DC=AI=SI > C > MI.$$

- Низька варіація значень похідних ЕМА підтверджує високу надійність загальносистемних показників та стабільність отриманих результатів. Ряд спадання рівня надійності системних показників – наступний:

$$SI > IEI=AI > C=FCI > TST=AS=DC=MI > LD.$$

Список літератури:

1. Aarii, K, Derome R., Parrott L. Examining the potential effects of species aggregation on the network structure of food webs // Bulletin of Mathematical Biology – 2007. – 69. – с.119–133.
2. Batagelj, V. and Mrvar, A. 2010. Pajek. <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>
3. Bersier, L.-F., Banašek-Richter, C., Cattin M.-F., 2002. Quantitative descriptors of food web matrices. Ecology 83, 2394–2407.
4. Borgatti, S.P., Everett, M.G., 1993. Two algorithms for computing regular equivalence. Social Networks 15, 361–376.
5. Borgatti, S.P., Everett, M.G., Freeman, L.C., 2002. UCINET VI. Software for Social Network Analysis. Natick: Analytic Technologies.
6. Borrett, S.R. Osidele, O.O., 2007. Environ indicator sensitivity to flux uncertainty in a phosphorus model of Lake Sidney Lanier, USA. Ecol. Model. 200, 371–383.
7. Borrett, S.R., Whipple, S.J., Patten, B.C., Christian, R.R., 2006. Indirect effects and distributed control in ecosystems. Temporal variability of indirect effects in a seven-compartment model of nitrogen flow in the Neuse River Estuary (USA) – Time series analysis. Ecol. Model. 194, 178–188.
8. Brown, M.T., Herendeen R., 1996. Embodied energy analysis and emergy analysis: a comparative view. Ecological Economics 19, 219–236.
9. Christensen, V., 1995. Ecosystem maturity–towards quantification. Ecol. Model. 77, 3–32.
10. Christian, R.R., et al., 2005. Role of network analysis in comparative ecosystem ecology of estuaries, in: Belgrano, A., Scharler, U.M., Dunne, J., Ulanowicz, R.E. (Eds.), Aquatic Food Webs, An Ecosystem Approach. Oxford University Press Inc., New York, pp. 25–40.
11. Christian, R.R., Luczkovich, J.J., 1999. Organizing and understanding a winter's seagrass food web network through effective trophic levels. Ecol. Mod. 117, 99–124.
12. Cohen, J.E. et al., 1993. Improving food webs. Ecology 74, 252–258.
13. Cohen, J.E., Briand, F., 1984. Trophic links of community food web. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 81, 4105–4109.
14. Deb, D., 1995. Scale-dependence of food web structures, tropical ponds as paradigm. Oikos 72, 245–262.
15. Dell, A.I. et al., 2005. How do complex food webs persist in nature? in: Ruiter, P.C., Wolters, V., Moore, J.C., (Eds.), Dynamic Food Webs: Multispecies Assemblages, Ecosystem Development and Environmental Change. Theoretical Ecology Series, 3. Academic Press, London, UK, pp. 425–436.

16. Elton, C.S., 1958. Ecology of Invasions by Animals and Plants. Chapman & Hall, London.
17. Fath, B.D., 2004. Network analysis applied to large-scale cyber-ecosystems. *Ecol. Model.* 171, 329–337.
18. Fath, B.D., 2007. Network mutualism, positive community-level relations in ecosystems. *Ecol. Model.* 208, 56–67.
19. Fath, B.D., Borrett, S.R., 2006. A MATLAB function for network environ analysis. *Environ. Model. & Soft.* 21, 375–405.
20. Fath, B.D., Patten, B.C., 1998. Network synergism, emergence of positive relations in ecological systems. *Ecol. Model.* 107, 127–143.
21. Fath, B.D., Patten, B.C., 1999. Review of the foundations of Network Environ Analysis. *Ecosystems* 2, 167–179.
22. Fath, B.D., Patten, B.C., 2001. A progressive definition of network aggradation, in: Ulgiati, S., Brown, M.T., Giampietro, M., Herendeen, R.A., Mayumi, K. (Eds.), *Proceedings of the Second International Workshop on Advances in Energy Studies, Exploring Supplies, Constraints and Strategies*. May 23–27, 2000, Porto Venere, Italy, pp. 551–562.
23. Fath, B.D., Patten, B.C., Choi, J.S., 2001. Complementarity of ecological goal functions. *J. Theor. Biol.* 208, 493–506.
24. Fonseca, C.R., John, J.L., 1996. Connectance, a role for community allometry. *Oikos* 77, 353–358.
25. Gardner, M.R., Ashby, W.R., 1970. Connectance of large (cybernetic) systems, critical values for stability. *Nature* 228, 784.
26. Garlaschelli, D., 2004. Universality in food webs. *European Physical Journal B.* 38, 2, 277–285.
27. Garlaschelli, D., Caldarelli, G., Pietronero, L., 2003. Universal scaling relations in food webs. *Nature* 423, 165–168.
28. Han, B.P., 1997. On several measures concerning flow variables in ecosystems. *Ecol. Model.* 104, 289–302.
29. Hannon, B., 1973. The structure of ecosystems. *J. Theor. Biol.* 41, 535–546.
30. Hannon, B., 1985. Linear dynamic ecosystems. *J. Theor. Biol.* 116, 89–110.
31. Havens, K.E., 1992. Scale and structure in natural food webs. *Science* 257, 1107–1109.
32. Herendeen, R.A., 1981. Energy intensities in ecological and economic systems. *J. Theor. Biol.* 91, 607–620.
33. Herendeen, R.A., 1989. Energy intensity, residence time, exergy, and ascendancy in dynamic ecosystems. *Ecol. Model.* 48 (1–2), 19–44.
34. Higashi, M., Patten, B.C., 1989. Dominance of indirect causality in ecosystems. *American Naturalist* 133, 288–302.
35. Higashi, M., Patten, B.C., 1986. Further aspects of the analysis of indirect effects in ecosystems. *Ecol. Model.* 31, 69–77.
36. Johnson, S.C., 1967. Hierarchical clustering schemes. *Psychometrika* 32, 241–253.
37. Jørgensen, S.E., 1986. Structural Dynamics model. *Ecol. Model.* 31, 1–9.
38. Jørgensen, S.E., 2002. *Integration of Ecosystem Theories: A Pattern*, vol. 432, 3rd ed. Kluwer Academic Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands.
39. Kazanci, C., 2007. EcoNet: A new software for ecological modeling, simulation and network analysis. *Ecol. Model.* 208, 3–8.
40. Kazanci, C., Matamba, L., Tollner, E.W., 2009. Cycling in ecosystems: An individual based approach. *Ecol. Model.* 220, 2908–2914.
41. Leontief, W.W., 1936. Quantitative input-output relations in the economic system of the United States. *Rev. Econ. Stat.* 18, 105–125.
42. Leontief, W.W., 1966. *Input-Output Economics*. Oxford University Press, London / New York.
43. Lindeman, R., 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology* 23, 399–418.
44. Luczkovich, J.J. et al., 2003. Defining and Measuring Trophic Role Similarity in Food Webs Using Regular Equivalence. *J. Theor. Biol.* 220(3), 303–321.
45. MacArthur, R.H., 1955. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology* 36, 533–536.
46. Margalef, R., 1963. On certain unifying principles in ecology. *Am. Nat.* 97, 357–374.
47. Martinez, N.D., 1994. Scale-dependent constraints on food-web structure. *Amer. Natur.* 144, 935–953.
48. Martinez, N.D. 1992. Constant connectance in community food webs. *The Amer. Natur.* 139, 1208–1218.
49. Martinez, N.D., 1991. Artifacts or attributes? Effects of resolution on the Little Rock Lake food web. *Ecol. Monog.* 61, 367–392.
50. Matis, J.H., Patten, B.C., White, G.C. (Eds.), 1979. *Compartmental Analysis of Ecosystems Models*. International Co-operative Publishing House, Fairland, Maryland, USA.
51. May, R.M., 1973. *Stability and complexity in model ecosystems*. Princeton Univ. Press.
52. Morris, J.T., Christian, R.R., Ulanowicz, R.E., 2005. Analysis of size and complexity of randomly constructed food webs by information theoretic metrics, in: Belgrano, A., Scharler, U.M., Dunne, J., Ulanowicz, R.E. (Eds.), *Aquatic Food Webs, An Ecosystem Approach*. Oxford University Press Inc., New York, pp. 73–85.
53. Odum, E.P., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164, 262–270.
54. Paine, R.T., 1988. Food webs: road maps of interactions or grist for theoretical development. *Ecology* 69, 1648–1654.
55. Parrott, L. 2010. Measuring ecological complexity. *Ecological Indicators* 10, 1069–1076.
56. Patrício, J. et al., 2004. Ascendancy as an ecological indicator: a case study of estuarine pulse eutrophication. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60, 23–25.
57. Patten, B.C., 1978. Systems approach to the concept of environment. *Ohio Journal of Science* 78, 206–222.
58. Patten, B.C., 1981. Environs: the super niches of ecosystems. *American Zoology* 21, 845–852.

59. Patten, B.C., 1982. Environs: relativistic elementary particles for ecology. *American Naturalist* 119, 179–219.
60. Patten, B.C., 1991. Network ecology, indirect determination of the life-environment relationship in ecosystems, in: Higashi, M., Burns, T. (Eds.), *Theoretical Studies of Ecosystems, The Network Perspective*. Cambridge University Press, New York, pp. 288–351.
61. Patten, B.C., 1992. Energy, emergy and environs. *Ecol. Modell.* 62, 29–69.
62. Patten, B.C., Fath, B.D., 1998. Environ theory and analysis, relations between aggradation, dissipation, and cycling in energy-matter flow networks at steady-state. In: Ulgiati, S., Brown, M.T., Giampietro, M., Herendeen, R.A., Mayumi, K. (Eds.), *Advances in Energy Studies, Energy Flows in Ecology and Economy*. MUSIS Publisher, Rome, Italy, pp. 483–497.
63. Patten, B.C., in prep., *Holoecology: The Unification of Nature by Network Indirect Effects*.
64. Pimm, S. L. 1982. *Food webs*. Chapman & Hall, London.
65. Samuelson, P.A., 1948. *Economics: An Introductory Analysis*. McGraw-Hill Book Co., New York.
66. Schramski, J.R., Kazanci, C, Tollner, E.W., 2010. Network environ theory, simulation and EcoNet 2.0. *Environ. Model. Softw.* 26, 419–428.
67. Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Tech. J.* 27, 379–423.
68. Sugihara, G., Schoenly, K., Trombla, A., 1989. Scale invariance in food web properties. *Science* 245, 48–52.
69. Sugihara, G.K., 1984. Graph theory, homology and food webs, in Levin S.A. (Eds.), *Population biology. Proceedings of Symposia in Applied Mathematics*. Vol. 30. American Mathematical Society, Providence, pp. 83–101.
70. Thomas, C.R., Christian, R.R., 2001. Comparison of nitrogen cycling in salt marsh zones related to sea-level rise. *Marine Ecology-Progress Series* 221, 1–16.
71. Ulanowicz, R.E., 1980. An hypothesis on the development of natural communities. *J. Theor. Biol.* 85 (2), 223–245.
72. Ulanowicz, R.E., 1986. *Growth and Development, Ecosystems Phenomenology*. Springer-Verlag, NY.
73. Ulanowicz, R.E., 1997. *Ecology, the Ascendant Perspective*. Columbia University Press, NY.
74. Ulanowicz, R.E., Jorgensen, S.E., Fath, B.D., 2006. Exergy, information and aggradation: An ecosystems reconciliation. *Ecol. Model.* 198, 520–524.
75. Warren, P. H. 1994. Making connections in food webs. *Trends in Ecology and Evolution* 9, 136–141.
76. Williams, R.J., Martinez, N.D., 2000. Simple rules yield complex food webs. *Nature* 6774, 180–183.
77. Winemiller, K.O., 1990. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. *Ecol. Monog.* 60, 331–367.
78. Yodzis, P., 1980. The connectance of real ecosystems. *Nature* 284, 544–545.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SYSTEM-LEVEL PROPERTIES INTERRELATIONSHIPS IN TROPHIC NETWORKS

O. Y. Buzhdygan, S. S. Rudenko, B. C. Patten, S. S. Kostyshyn

*Ecological Network Analysis (ENA) has been used for the assessing of the empirical trophic networks of pastoral ecosystems. Comparative study of the following ENA output system-wide properties has been performed: degree of system connectance **C**, link density **LD**, total system throughflow **TST**, cycling degree **FCI**, ascendancy **AS**, developmental capacity **DC**, indirect effects dominance **IEI**, system aggradation **AI**, system synergism **SI**, and mutualism **MI**. Most of the assessed network indices demonstrate positive associations with one other, but negative relation with **SI**. It shows network synergism **SI** to run counter in interrelations with the other network properties at the ENA. Sensitivity and robustness of system-level measures has been investigated. The highest level of robustness has been assessed for the network synergism index in comparison with the other network properties.*

Key words: *trophic network, connectance, link density, throughflow, cycling, indirect effects dominance, ascendancy, developmental capacity, aggradation, synergism, mutualism.*

Отримано редколегією 07.05.2011

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ *PINUS PALLASIANA* D. DON У ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ ГІРСЬКОГО КРИМУ

В.П. КОБА

*Нікітський ботанічний сад-Національний науковий центр, м. Ялта, пмт Нікіта,
e-mail: KobaVP@mail.ru*

*Розглянуто особливості структури і якості насіння *Pinus pallasiana* D. Don у природних популяціях Гірського Криму. Виявлено зональні оптимуми розвитку жіночої і чоловічої генеративних сфер. Описано деякі аномалії формування і розвитку насіння.*

Ключові слова: сосна, насіння, схожість, енергія проростання

Вступ. В даний час однією з головних задач при вивченні процесів природного поновлення природних популяцій сосни кримської є оцінка й аналіз кількісних та якісних характеристик насінневої продуктивності. Формування насіння є кінцевим результатом ембріологічних процесів, їхні біологічні властивості характеризують успішність проходження всього генеративного циклу (Некрасова, 1986, Черепнин, 1980). У структурі врожаю насіння у сосни головну роль грає кількість шишок на дереві, число насіння у кожній шишці. Кількість шишок визначається генетичними особливостями, а також погодними умовами в період закладки зачатків і перших етапів їхнього розвитку. Число насінневих чешуй зв'язане з процесом диференціації зачатка навесні наступного року. Воно лімітує загальне число насіння, їхній максимальний врожай (Минина, 1979).

У роботах деяких дослідників приведені результати оцінки врожайності і якості насіння сосни кримської (Некрасов и др., 1979, Харитонович, 1968). Однак не досить висвітлені питання специфіки формування насіння у зв'язку з динамікою умов зростання в гірській місцевості, відсутні також оцінка впливу ендегенних та екзогенних чинників на результативність проходження різних етапів ембріогенезу.

Мета досліджень – вивчення кількісних та якісних характеристик врожаю насіння сосни кримської, особливостей динаміки даних показників у зв'язку з висотною поясністю зростання її лісів у Гірському Криму.

Об'єкти і методи. Дослідження проводили в природних популяціях сосни південного макросхилу Головного пасма Кримських гір. *P. pallasiana* вивчали в районі найбільш великого масиву її природних лісів, що простирається від селища Запрудно до селища Сімеіз. По трьох гіпсометричних профілях у межах висот від 400 до 1200 м над рівнем моря на схилах південної ек-

позиції було закладено 10 постійних пробних площ розміром 20х20 м. Перший профіль знаходиться в східній частині досліджуваного масиву (східний профіль на схилі Нікітського хребту) і має три пробні площі з висотами 400, 600 і 900 м над рівнем моря. Другий профіль закладений у центральній частині масиву безпосередньо над Ялтою (центральний профіль на схилі хребта Юграф) і складається з чотирьох пробних площ з висотними відмітками 400, 600, 900 і 1200 м. Третій західний профіль закладений у районі Алупки, він включає три пробні площі на висотах 400, 600 і 900 м над рівнем моря.

На кожній пробній площі, використовуючи методи лісової таксації, було обрано 10 модельних дерев, з яких у зимовий період збирали шишки по 30-40 шт., усього для досліджень було зібрано 3800 шишок (Анучин, 1982). У лабораторних умовах вимірювали: довжину, ширину, масу і кількість чешуй у шишок (Некрасова, 1960, Некрасова, 1972). Форму шишок визначали відношенням довжини до ширини (Правдин, 1964).

Для витягу насіння шишки висушували в термостаті. Щоб виключити перегрів насіння використовували примусову вентиляцію. Зміст у шишці і процентне співвідношення насіння різної якості (здорові, порожні, гнилі, ушкоджені, недорозвинені) аналізували у десяти типових шишок з кожного модельного дерева. При встановленні маси 1000 шт. насіння визначали їхню вологість. Енергію проростання і всхожість насіння оцінювали у відсотках відповідно за 7 і 15 днів пророщення, у чотириразовій повторності за кожним зразком насіння (Ростовцев и др., 1975). Рентгенографічний аналіз якості насіння проводили відповідно до ОСТ 56-94-88, використовуючи стандартну методіку (Некрасов и др., 1979). Гаметофітну виживаність насіннябруньок визначали за методикою М.Г. Романовського (1997) (Романовский, 1997). Кількісні дані результатів

спостережень аналізували, використовуючи методи варіаційної статистики (Лакин, 1990).

Результати та їх обговорення. Вивчення біометричних характеристик шишок сосни кримської показало, що їх середня довжина по окремих деревах змінюється в межах 50-89 мм, ширина 25-45 мм, число чешуй 60-125 шт., коефіцієнт форми шишок 1,60-2,38. Ці біометричні характеристики шишок близькі до показників, приведених у роботах інших дослідників (Привалов и др., 1975). Однак у більш ранніх роботах відзначалося, що на початку ХХ ст. шишки сосни кримської мали більш великі розміри: довжина їх змінювалася в межах 50-100 мм, ширина 45-60 мм (Вульф, 1925, Станков, 1919, Сукачев, 1938). Таке значне зменшення розмірів шишок може бути пов'язане з тим, що в першій половині ХХ ст. Кримські ліси були піддані безсистемним рубкам, які у деяких випадках мали хижацький характер. З архівних документів відомо, що під час Другої Світової війни окупанти масово вирубували найбільш коштовні високопродуктивні лісові масиви сосни кримської. Таким чином, зниження біометричних характеристик шишок може бути пов'язано з негативною селекцією, як результат ліквідації елітних особин популяцій.

Коефіцієнт варіації довжини шишки по окремих деревах складає 4-7%, ширини 3-5%, числу лусок 8-11%, коефіцієнту форми шишок 3-6%. Варіювання середніх показників між окремими деревами має наступні характеристики: по довжині шишки 7-10%, ширині 7-8%, числу лусок 9-16%, коефіцієнту форми 8-10%. Отже, найбільш консервативними морфологічними ознаками є ширина і коефіцієнт форми шишок. Розміри шишок виявляють зв'язок з погодними умовами, у сприятливі роки формуються більш великі шишки, однак рангове положення дерев у групі не змінюється, що пов'язано зі спадковою обумовленістю біометричних характеристик шишок.

У цілому більш великі шишки формуються в деревостанах середнього та верхнього поясу поширення лісів сосни кримської на південному макросхилу Головного пасма Кримських гір у межах висот 600-900 м над рівнем моря. Тут також шишки мають більше кількість насінних чешуй (табл. 1). Найбільш дрібні шишки формуються на пробній площі № 9 нижнього пояса західної частини досліджуваного масиву лісів сосни кримської. У центральній частині масиву на пробних площах середнього пояса були зібрані самі великі шишки, що перевищують по довжині на 10-12% і по ширині на 5-6% біометричні характеристики шишок пробної площі №9.

Аналіз виживаності насіннябруньок, проведений за методикою М.Г. Романовського (1997), виявив у деревостанах нижнього та середнього по-

ясу високу виживаність насіннябруньок першого року вегетації (Романовский, 1997). Це відображає високий рівень запилення мегастробілів у період рецепторної фази. У деревостанах нижнього поясу запилення може відбуватися за участю пилка середнього, а в деякі роки, як свідчать багаторічні феноспостереження, і пилка верхнього поясу (Коба, 2003). У насадженнях середнього поясу, розташованих у центрі масиву, у загальному процесі запилення з однаковою імовірністю бере участь пилок із деревостанів нижнього і верхнього поясів. У той же час у період настання рецепторної фази мегастробілів у деревостанах верхнього пояса в насадженнях нижньої границі пилення майже цілком завершується, а в середньому поясі звичайно спостерігається друга половина пилення, коли його інтенсивність різко йде на спад. Таким чином, запилення мегастробілів у верхній частині масиву відбувається в основному пилом, продуцируемым безпосередньо в цій зоні, що крім зниження обсягу присутності пилка в повітрі, збільшує імовірність близькородинного запилення і самозапилення. Очевидно, з цим зв'язаний невисокий відсоток виживаності насіннябруньок першого року вегетації в деревостанах верхнього поясу, до того ж тут поряд з низькою запиленістю істотною роль у зниженні насінневої продуктивності може грати невідповідність чоловічого і жіночого гаметофіту (Ругузов, 1988).

Для насіннябруньок другого року вегетації більш високий показник виживаності в цілому відзначається в деревостанах нижнього поясу, за винятком східного профілю (табл. 2). Деякі дослідники загибель насіннябруньок другого року вегетації також зв'язують зі слабкою запиленістю мегастробілів (Хромова, 1985). На думку інших авторів причину загибелі насіннябруньок до запилення, з огляду на високу індивідуальну мінливість даної ознаки, не можна пояснити тільки недозапиленістю (Некрасова, 1986, Романовский, 1977). Висувається припущення, що найбільш важливою причиною індивідуальної мінливості в даному випадку є існування в популяціях сосни двох морфологічних типів з різною виживаністю насіннябруньок (Романовский, 1977, Романовский, 1992). У цьому зв'язку вважається, що в крайових територіях ареалу, через різку перевагу одного з типів, на перший план буде виступати вплив запиленості. У центральній частині ареалу більшого значення набуває популяційно-біологічний диморфізм сосни за рівнем виживаності насіннябруньок.

Порівняльна оцінка ембріональної виживаності насіннябруньок показала, що у нижньому поясі більша кількість насіннябруньок досягає стадії зрілих виконаних насіння (табл.2). У цілому виживаність насіннябруньок на всіх стадіях їх-

нього розвитку в нижньої поясі масиву досліджуваних лісів, за винятком східної частини, має найбільш високі значення, у верхньому поясі – мінімальні. Це вказує на те, що в нижньому поясі сучасного поширення природних лісів сосни кримської в Гірському Криму в межах висот 400-500 м над рівнем моря складаються найбільш сприятливі умови для розвитку в гаплофазі й ембріональному етапі онтогенезу. Тут також відзначається самий короткий термін періодичності максимумів насінневої продуктивності. Сосна кримська в нижньому поясі може формувати насіння практично щороку (Харитонович, 1968). У той же час найбільш сприятливі умови для формування і розвитку чоловічого гаметофіту (менша нарушенність, висока енергія проростання і жит-

тєздатність) відзначається в деревостанах середнього поясу. Очевидно, це зв'язано з тим, що жіноча стать і її репродуктивна сфера реалізують консервативні доцентрові тенденції стабілізуючого добору, а чоловічий – оперативні, відцентрові тенденції лабілізуючого (Геодакян, 1977, Геодакян, 1981, Грант, 1984). У розвитку жіночої складової репродуктивного циклу виявляється «атавізм» (Геодакян, 1977), що несе в собі від поколінь до покоління споконвічну інформацію про оптимум розвитку в центральній частині ареалу даного виду. Чоловіча складова виступає в ролі еволюційного «авангарду», здійснюючи більш активний пошук шляхів еволюції, черпаючи нову інформацію від навколишнього середовища.

Таблиця 1
Біометричні показники шишок сосни кримської

Table 1.

Biometric indicators of Crimean pine cones

№ пр. площ.	Висота над рів.м.	Довжина, мм	Ширина, мм	Коеф. форми	Число чешуй	Число насіння в 1-ої шишки
		M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
1	400	67±0,9	32±0,3	2,09±0,06	86,5±4,3	45,6±3,8
2	600	68±0,8	33±0,3	2,06±0,05	81,5±2,3	43,7±3,4
3	900	70±0,8	35±0,3	1,98±0,05	83,0±3,1	42,9±3,9
4	400	72±0,9	34±0,4	2,08±0,05	91,0±3,7	51,3±4,9
5	500	77±0,9	34±0,4	1,93±0,06	94,7±4,8	45,8±3,9
6	600	71±0,9	37±0,5	1,92±0,05	97,9±4,2	44,1±3,7
7	900	73±0,8	35±0,4	2,08±0,05	88,6±2,2	39,2±4,2
8	1200	65±0,8	35±0,4	1,86±0,04	85,7±3,2	39,5±5,1
9	400	63±0,8	31±0,3	1,86±0,04	86,3±4,5	44,2±3,8
10	600	70±0,9	35±0,5	2,00±0,05	93,4±2,7	49,2±3,6
11	900	71±0,9	34±0,4	2,10±0,04	85,9±2,9	41,8±4,8

Таблиця 2

Table 2

Вживаність насіннябруньок сосни кримської

The survival of Crimean pine ovules

№ пр. площ.	Висота над рів.м.	Вживаність 1-го року		Вживаність 2-го року		Ембріональна виживаність	
		M ± m	V %	M ± m	V %	M ± m	V %
1	400	78,2±2,6	19,7	80,1±2,9	18,9	90,2±1,7	9,3
2	600	84,1±2,3	18,2	84,5±2,7	16,5	89,3±1,6	8,7
3	900	71,2±2,7	20,3	86,7±2,7	18,7	82,6±1,7	10,4
4	400	79,3±2,9	22,1	86,3±2,5	15,4	89,7±1,4	8,4
5	500	78,4±2,6	19,6	89,5±1,7	9,8	89,8±1,9	8,1
6	600	81,5±2,7	20,1	86,7±1,9	11,3	87,5±2,1	7,6
7	900	70,6±3,2	23,2	85,4±2,4	16,4	82,1±2,0	9,4
8	1200	69,4±3,4	22,7	86,2±2,5	15,2	80,2±3,9	15,8
9	400	84,3±2,6	14,9	89,8±2,1	12,1	91,8±1,7	7,5
10	600	88,6±2,3	12,3	88,4±2,0	10,5	92,8±1,6	6,9
11	900	72,1±3,2	22,4	88,2±2,7	14,7	88,4±1,7	10,8

Ліси сосни кримської у Криму є північною границею її ареалу, де великого значення набуває дія факторів середовища, що лімітують. В умовах крайової території ареалу, екологічна неоднорідність яка в значній мірі посилена гірською місцевістю, різна філогенетична пластичність полов з'явилася причиною формування Біологічні системи. Т. 3. Вип. 3. 2011

двох зональних оптимумів розвитку жіночих і чоловічих генеративних структур. Це має велике значення для більш повного розуміння етапів репродуктивного циклу й аналізу можливих тенденцій їхнього подальшого розвитку. В даний час нижній пояс зростання лісів сосни кримської на південному макросхилі Головного пасма Крим-

ських гір з ряду причин негативно характеризується в порівнянні з середнім і верхнім: менше

опадів, висока аридність, ізрідженість деревостанів, підвищений антропогенний пресинг.

Таблиця 3

Table 3

Якість насіння сосни кримської

The quality of Crimean pine seeds

№ пр. площ.	Висота над рів.м.	Всхожість		Енергія проростання	Пусте насіння	Недорозвинене насіння
		пророщування	рентгенографія			
1	400	80,7	88,3	71,5	8,4	10,2
2	600	88,6	91,4	86,1	7,6	9,7
3	900	87,2	82,8	82,4	12,4	12,4
4	400	87,2	88,2	72,8	8,8	10,9
5	500	89,3	89,9	79,8	8,7	10,7
6	600	84,9	92,1	81,7	7,3	11,3
7	900	86,2	87,5	82,3	13,1	12,4
8	1200	82,7	80,3	81,5	13,8	12,3
9	400	85,1	88,4	83,8	4,7	6,3
10	600	89,6	94,7	84,3	3,8	9,7
11	900	88,4	88,7	86,2	11,8	11,8

У цих умовах негативні прояви в розвитку чоловічих генеративних структур можуть частково компенсуватися за рахунок жіночої сфери в силу того, що нижня зона найбільш оптимальна для її розвитку. Однак, на визначеній стадії, коли буферні можливості жіночих репродуктивних структур будуть вичерпані, деструктивні процеси в репродуктивній сфері можуть придбати необоротні наслідки.

Про те, що такі тенденції намітилися уже сьогодні, свідчить аналіз якості насіння (табл. 3). Найнижча схожість і енергія проростання спостерігається в нижньому поясі. Особливо великі розходження по енергії проростання насіння. Якщо в середньому і верхньому поясах різниця показників всхожості й енергії проростання мали невеликі розходження (2-3%), то в нижньому поясі енергія проростання насіння на 9-10% менше всхожості. Це свідчить про зниження життєвого потенціалу насіння із деревостанів нижнього поясу. У природних умовах активність проростання насіння є одним з головних факторів успішної реалізації насінного поновлення. У Горном Криму ґрунтова волога, що накопичилась в зимовий період, з настанням тепла швидко іде з верхніх шарів ґрунту в нижні і коренева система у багатьох сіянців першого року вегетації, не встигаючи досягти вологих шарів ґрунту, усихає (Харитонович, 1968). По цьому зниження інтенсивність формування коренів впливає на рівень виживання сіянців сосни кримської.

У деяких насіння спостерігалось уповільнене проростання, проростки в них починали з'являтися на 25-30 день пророщення, надалі ростові процеси також мали більш розтягнуті періоди, або припинялися на стадії проростка, що проклонувався. Подібні випадки описані Т.П. Некрасової (1984) для сосни звичайної, дане явище вона зв'язує з недоліком вологи в період основного росту зародка (Некрасова, 1984).

При дослідженні якості насіння за допомогою рентгенографічного аналізу показники життєздатності незначно відрізнялися від характеристик, отриманих з використанням методу пророщення. У деяких випадках рентгенографічний спосіб давав завищення 5-10%, що, очевидно, зв'язано з явищем уповільненого проростання насіння.

Однієї з особливостей ембріогенезу хвойних є множинна закладка зародків – поліембріонія й утворення суспензору у виді ембріональних трубок, за допомогою яких недиференційований зародок впроваджується в тканину заростку. Багато дослідників зв'язують поліембріонію з негативним впливом факторів зовнішнього середовища (Козубов, 1974, Шимака, 1973).

При аналізі рентгенівських знімків частіше відзначалася подвійна гаметофітна поліембріонія, що, по класифікації М. Шимака (1973), відноситься до аномального поліембріонії (Шимака, 1973). Такі насіння містять два гаметофіта, кожний з яких має власну ендоспермальну камеру з розвитим зародком. Це відхилення відбувається в момент запліднення, коли розвиваються дві мікроспори (Шимака, 1973). При пророщенні такі насіння формували два корінці. По швидкості проростання і розвитку вони трохи відставали від нормальних насіння. Кількість сім'ядоль у таких проростків «близнюків» у більшості випадків було різне, що вказує на їхню генетичну неідентичність.

До інших аномальних явищ у розвитку насіння варто віднести зміну полярності зародка, коли при проростанні замість кореневого проростка з'являються сім'ядолі. Велика рідкість подібних

До інших аномальних явищ у розвитку насіння варто віднести зміну полярності зародка, коли при проростанні замість кореневого проростка з'являються сім'ядолі. Велика рідкість подібних

явищ (0,4 – 0,8%) не дозволяє дати досить визначену статистичну характеристику їх зустрічальності по висотним профілям. Слід тільки зазначити деяке збільшення частоти таких аномалій по центральному профілі.

Висновки.

1. Вживаність насіннябруньок першого і другого років вегетації, ембріональна виживаність у деревостанах нижнього поясу вище, ніж у середньому і верхньому, що є показником кращих умов розвитку в гаплофазі й ембріональному етапі онтогенезу в нижньому поясі зростання лісів сосни кримської на південному макросхилу Головного пасма Кримських гір.

2. Зміна умов зростання в зв'язку з висотною поясністю, а також різна філогенетична пластичність полов обумовили формування двох зональних оптимумів розвитку жіночої і чоловічої генеративних сфер.

3. Негативні тенденції у формуванні чоловічих генеративних структур у деревостанах нижнього поясу в даний час частково компенсуються за рахунок кращого розвитку жіночих структур.

Список літератури:

1. Ануцин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 512 с.
2. Вульф Е.В. Растительность восточных яйл Крыма, их мелиорация и хозяйственное использование. – М.: Новая деревня, 1925. – 166 с.
3. Геодакян В.А. Количество пыльцы как показатель эволюционной пластичности перекрестноопыляющихся растений // Докл. АН СССР. – 1977. – Т. 234. – № 6. – С. 1460-1463.
4. Геодакян В.А. Половой диморфизм и «отцовский эффект» // Журн. общ. биологии. – 1981. – Т. 42. – № 5. – С. 657-668.
5. Грант В. Видообразование у растений. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
6. Коба В.П. Фенологія пилення *Pinus pallasiana* D. Don у Гірському Криму // Питання біоіндикації та екології: Міжвідом. зб. наук. праць ЗДУ. – Запоріжжя, 2003. – Вип. 8, № 1. – С. 10-16.
7. Козубов Г.М. Биология плодоношения хвойных на Севере. – Л.: Наука, 1974. – 133 с.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
9. Минина Е.Г., Ларионова Н.А. Морфогенез и проявление

- пола у хвойных. – М.: Наука, 1979. – 216 с.
10. Некрасов В.И., Подгорный Ю.К., Смирнов Н.Г. Изменчивость качества семян сосны крымской // Лесоведение. – 1979. – № 3. – С. 51-56.
11. Некрасова Т.П. Плодоношение сосны в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1960. – 130 с.
12. Некрасова Т.П. Биологические основы плодоношения кедра сибирского. Новосибирск: Наука Сиб. отд-ние, 1972. – 272 с.
13. Некрасова Т.П. Качество шишек и семян сосны обыкновенной на семенных участках лесостепи Приобского плато // Экология семенного размножения хвойных Сибири. – Красноярск: Ин-т леса и древесины, 1984. – С. 51-63.
14. Некрасова Т.П. Изменчивость числа семян в шишках сосны от опыления // Лесоведение. – 1986. – № 1. – С. 45-55.
15. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. – М.: Наука, 1964. – 192 с.
16. Привалов Г.Ф., Рубцов Н.И. Рындина Г.П., Кузнецов С.И. Культивируемые и дикорастущие голосеменные растения Крыма // Тр. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1975. – Т. 62. – С. 83-130.
17. Романовский М.Г. Формирование урожая семян сосны обыкновенной в норме и при мутагенном загрязнении. – М.: Наука, 1997. – 112 с.
18. Романовский М.Г., Морозов Г.П. Эталонные характеристики двух форм сосны обыкновенной по наполненности шишек семенами // Лесоведение. – 1992. – № 3. – С. 86-89.
19. Ростовцев С.А., Любич Е.С., Соломонова А.А. Семена деревьев и кустарников, методы определения всхожести. – М., 1975. – 37 с.
20. Ругузов И.А., Склонная Л.У. Эколого-генетические закономерности адаптации хвойных растений Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1988. – Т. 104. – С. 6-25.
21. Станков С.С. К вопросу о синонимичности крымской сосны // Никит. ботан. сад. – Ялта, 1919. – 8 с.
22. Сукачев В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. – Л.: Гослестехиздат, 1938. – 575 с.
23. Харитонович Ф.И. Биология и экология древесных пород. – М.: Лесн. пром-сть, 1968. – 305 с.
24. Хромова Л.В. Эмбриологические процессы в неопыленных семязпочках и аномалии при ксеногамии // Лесоведение. – 1985. – № 2. – С. 47-52.
25. Черепнин В.Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1980. – 182 с.
26. Шимак М. Полиэмбриональные семена в арктических областях // Половая репродукция хвойных: Материалы I Всесоюз. симпозиум. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. – Ч. I. – С. 83-95.

THE STRUCTURE OF THE YIELD AND SEED'S QUALITY *PINUS PALLASIANA* D. DON IN NATURAL POPULATIONS OF THE MOUNTAIN CRIMEA

V.P. Koba

The features of Pinus pallasiana D. Don seed's structure and quality in natural populations of the Mountain Crimea are considered. Zone optimum of development female and male generative spheres are revealed. Some anomalies of formation and development of seeds are described.

Key words: pine, seeds, germination, energy of germination

Отримано редколегією 23.08.2011

СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ ПАВУКІВ-ГЕРПЕТОБІОНТІВ ЯК ІНДИКАТОР ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ УРБОЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ М. ТЕРНОПІЛЬ)

М. М. ФЕДОРЯК, В. М. ВОТА

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

У складі мезофауни поверхні ґрунту екосистем з різним ступенем техногенного забруднення м. Тернопіль у травні-червні 2010 р. методом ґрунтових пасток відловлено представників сімнадцяти рядів. Встановлено найбільш постійні і масові компоненти герпетобіої досліджених екосистем Тернополя: *Geophila*, *Isopoda*, *Araneae*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*. Наведено видовий склад і структуру домінування угруповань павуків-герпетобіонтів зелених зон чотирьох промислових підприємств і трьох умовно контрольних зелених масивів міста. Показано значне переважання видового багатства і відносної чисельності *Linyphiidae* на територіях умовно контрольних зелених масивів при порівнянні з зеленими масивами промислових підприємств. Угруповання павуків зелених масивів промислової зони характеризуються збільшенням рівня домінування окремих видів павуків родини *Lycosidae* (*Pardosa prativaga* (L. Koch, 1870), *Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757).

Ключові слова: павуки, угруповання, біоіндикація, техногенне забруднення.

Вступ. Відомо, що павуки становлять одну з найбільш значущих груп ентомофагів у складі мезофауни наземних екосистем. Широке розповсюдження, значна кількість видів, малорухливий спосіб життя та висока чисельність у екосистемах з різним рівнем антропогенної трансформації дозволяють рекомендувати цю групу в числі важливих біоіндикаторів стану середовища (Федоряк та ін., 2010; Clausen, 1986; Koronen, 2011).

Мета цієї роботи – порівняльний аналіз синекологічних показників угруповань павуків-герпетобіонтів зелених масивів промислових і селітебних зон м. Тернопіль і виокремлення серед них таких, які доцільно застосовувати у системі біомоніторингу.

Об'єкт і методи. Місто Тернопіль знаходиться на Тернопільському плато Подільської височини Східно-Європейської рівнини. Належить до помірного поясу зони широколистяних лісів. Клімат Тернополя помірно континентальний, з теплим вологим літом і м'якою зимою. З середини 1990-их рр. ХХ ст. промисловість міста почала занепадати, але в останні роки починається відродження промислового потенціалу (Крисоватий та ін., 2006).

Дослідження проводили на основі матеріалу, зібраного на території парків і скверів, а також чотирьох промислових підприємств методом ґрунтових пасток Барбера, які функціонували з 13.05 по 09.06 2010 р. Загальна експозиція ґрунтових пасток на території умовно контрольних зелених масивів склала 924 пастко-доби (33 пастки, 28 діб), зелених масивів промислової зони – 1764 пастко-доби (63 пастки, 28 діб).

Зелені масиви промислової зони (ЗМПЗ) досліджували на території підприємств, які відрізняються

характером виробничої діяльності та ступенем небезпеки. ВАТ «Тернопільське об'єднання «Текстерно» знаходиться по вул. Текстильна, 18. Здійснює виробництво та реалізацію бавовняних тканин; належить до 3 групи небезпеки. Найбільші об'єми забруднень утворюються при спалюванні природного газу, а також як викиди від кондиціонерів, що очищують повітря в цехах прядильно-ткацького виробництва і містять пил бавовняний. Тернопільський державний «Завод «Сатурн» знаходиться по вул. Л. Курбаса, 4. Виробляє антени супутникові, великогабаритну антенну техніку, запасні частини до легкових автомобілів (Каталог провідних підприємств України, 2010). ТОВ «Домобудівник» знаходиться по вул. Лозовецька, 13. Виробляє будівельні матеріали для всіх видів будівництва: цемент, будівельний камінь тощо (Бізнес-гід, 2010). ВАТ «Тернопільський радіозавод «Оріон» розташований по вул. 15 Квітня, 6. Основна спеціалізація – виробництво систем УКХ-радіозв'язку в діапазонах 30-76, 146-174 та 400-470 МГц. Викидає у атмосферу 42 забруднюючі речовини (Документи, в яких обґрунтовуються..., 2006).

Відомо, що фрагментація місцевих справляє значний негативний вплив на тварин урбанізованих територій (Вершинин, 2007; Gibb & Hochuli, 2002; Gibb et al., 2001). Тому при аналізі впливу техногенного забруднення на синекологічні показники павуків-герпетобіонтів, що населяють зелені масиви промислових зон Тернополя, нами спеціально підбрані для них умовно контрольні зелені масиви (УКЗМ) із співставними площами і загальним характером рослинності. Нами обстежено два парки міста і насадження дерев.

ППСПМ «Національного відродження» загалом

Таблиця 1

Динамічна щільність і розподіл мезофауни
поверхні ґрунту досліджених екосистем
м. Тернополя, екз./10 п-д

Table 1

Dynamic density and distribution of the ground mesofauna
of studied ecosystems in Ternopil, specimens/10 trapping
days

Систематична група	УКЗМ			ЗМПЗ			
	ТК ₁	ТК ₂	ТК ₃	Op	ЗС	TeT	Дбуд
Lumbricimorpha	+	+	+	+	+	+	+
Geophila	4,1	1,8	2,9	11,9	4,0	14,1	9,6
Isopoda	1,4	+	3,6	6,1	4,5	21,9	8,6
Opiliones	+	0	+	0	0	0	0
Araneae	4,0	1,9	3,0	8,9	4,8	6,1	3,1
Acari	+	0	0	0	0	0	0
Lithobiomorpha	+	0	0	0	+	0	+
Juliformia	1,4	+	+	+	+	0	2,7
Collembola	+	0	+	1,3	0	+	0
Orthoptera	0	+	0	+	0	+	+
Hemiptera	+	+	+	+	0	+	4,8
Homoptera	+	+	0	1,4	+	0	0
Coleoptera	5,6	2,8	2,4	6,6	3,9	4,1	3,7
Diptera	+	+	+	+	+	+	+
Hymenoptera	3,4	15,7	10,0	21,8	21,4	15,7	13,1
Lepidoptera	0	0	0	0	0	+	+
Insectivora	0	0	0	0	+	0	0

Примітки: + – динамічна щільність менше 0,1 екз. на 10 п-д; 0 – представників не виявлено; ТК₁ – ППСМ «Національного Відродження»; ТК₂ – ППСМ «Старий парк»; ТК₃ – насадження дерев по вул. Текстильний; Op – ВАТ «Тернопільський радіозавод «Оріон»; ЗС – Тернопільський державний «Завод «Сатурн»; TeT – ВАТ «Текстерно»; Дбуд – ТОВ «Домобудівник».

льною площею 54 га. Знаходиться в районі масиву «Східний». Закладений у 1978 р. Парк «Національного відродження» налічує близько 60 видів дерев, кущів. Серед них каштан кінський, клен ясенелистий, берези пухнаста і бородавчата, тополі берлінська, канадська, пірамідальна, верби біла, вавилонська, козяча, ялини колюча і звичайна, різні види і форми туї, ялівцю, спіреї, кипарисовика та ін. (Крисоватий та ін., 2006).

ППСПМ «Старий Парк» – найстаріший з парків Тернополя, засаджений наприкінці XIX ст. Розташований між вулицями Романа Шухевича, Веселою, Клінічною і центральним міським стадіоном, у привокзальному масиві. Площа складає 4,5 га. Нині в Старому парку нараховується близько 40 видів дерев та кущів. Серед них: хвойні – модрина, ялина, ялиця, козацький ялівець, ялина голуба; листяні – тополя біла, бук лісовий, клен ясенелистий, дуб, ясен, бук, граб, липа, каштан (Крисоватий та ін., 2006).

Насадження дерев на території Тернопільського центру професійно-технічної освіти №1. Зазначена ділянка розташована по вул. Текстильна, 8. Площа складає 0,5 га. Тут зростають різновікові верби, клени, горобини.

Матеріал фіксували і визначали за загальноприйнятими методами. Статевозрілих особин визначено до видового, ювенільних – до родового рівнів. Притримувалися номенклатури та систематичних назв, наведених у (Platnick, 2011). Для характеристики багатовидових угруповань павуків використовували фауністичні індекси видового різноманіття Шеннона і Сімпсона, індекс домінування Сімпсона, індекс вирівняності Пієлу, індекс Бергера-Паркера (частка найчисельнішого виду) (Песенко, 1982; Мэггаран, 1992). Класи домінування приймали за Stöcker & Bergmann (1977): 31,7-100 % – еудомінанти, 10,1-31,6 % – доміанти, 3,2-10,0 % – субдомінанти, 1,1-3,1 % – рецеденти, < 1 % – субрециденти.

Результати та їх обговорення. На територіях як УКЗМ, так і ЗМПЗ Тернополя обліковано представників п'ятнадцяти рядів тварин. Такі групи як Opiliones і Acari обліковані лише на території УКЗМ, тоді як Lepidoptera та Insectivora – лише на території ЗМПЗ м. Тернополя. Виявлено систематичні групи тварин, яким притаманне значне підвищення динамічної щільності на територіях ЗМПЗ відносно УКЗМ: Geophila, Isopoda, Araneae та Hymenoptera (табл. 1).

Аналіз літературних джерел показав, що окремі показники Hymenoptera і Geophila давно знайшли застосування у біоіндикаційних дослідженнях (Антонов, 2008; Гураль, 2010), тоді як щодо Acari і Araneae нам відомі лише фрагментарні відомості (Крон та ін., 2010; Почвенные беспозвоночные..., 1982; Прокопенко, 1999, 2000).

У період з 25.05. по 9.06. 2010 року в складі угруповань павуків УКЗМ Тернополя виявлено представників не менше ніж 24 видів з 7 родин, з них ідентифіковано до видового рівня 22 види з 7 родин; на території ЗМПЗ міста – 27 видів з 11 родин, з них ідентифіковано до видового рівня 24 види з 10 родин (таблиці 2-3). Зазначені таблиці також містять відомості щодо структури домінування аранеокомплексів досліджених біотопів.

Аналіз структури домінування досліджених аранеокомплексів показав, що в угрупованнях павуків територій обстежених УКЗМ види-еудомінанти відсутні (табл. 2). До класу доміантів парків Тернополя належали представники трьох родин: *Erigone dentipalpis*, *Troxochrus scabriculus* (Linyphiidae), *Pardosa amentata*, *P. lugubris*, *Trochosa ruricola* (Lycosidae) і *Pachygnatha degeeri* (Tetragnathidae). Аранеокомплекси ж територій усіх досліджених промислових підприємств Тернополя характеризувалися наявністю вида-еудомінанта (табл. 3). На ВАТ «Текстерно» еудомінантним видом виявилася

Alopecosa pulverulenta. На інших підприємствах – *Pardosa prativaga*, частка якого становила 45,02 % від загальної кількості відловлених на територіях всіх досліджених підприємств екземплярів павуків. Усі згадані види є представниками родини Lycosidae. Таким чином угруповання павуків ЗМПЗ Тернополя характеризуються збільшенням рівня домінування окремих видів павуків родини Lycosidae.

Таблиця 2
Павуки-герпетобіонти умовно контрольних зелених масивів м. Тернопіль

Table 2
Ground spiders of conditionally controlled green areas in Ternopil

Родина, вид	TK ₁	TK ₂	TK ₃
Gnaphosidae			
<i>Drassyllus pusillus</i> (C.L. Koch, 1833)	СД	—	Р
<i>Micaria pulicaria</i> (Sundevall, 1831)	—	СД	—
Haniidae			
<i>Hahnia nava</i> (Blackwall, 1841)	—	—	СД
Linyphiidae			
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	Р	—	—
<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	—	Д	Р
<i>Linyphia hortensis</i> Sundevall, 1830	Р	—	—
<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck, 1757)	СД	—	—
<i>Neriere clathrata</i> (Sundevall, 1830)	Р	—	—
<i>Troxochrus scabriculus</i> (Westring 1851)	—	Д	—
Genus sp.	Р	—	—
Lycosidae			
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (Clerck, 1757)	СД	—	—
<i>Pardosa amentata</i> (Clerck, 1757)	СД	—	Д
<i>Pardosa fulvipes</i> (Collett, 1876)	—	—	Р
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)	Д	—	—
<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)	СД	СД	СД
<i>Pardosa prativaga</i> (L. Koch, 1870)	Р	СД	СД
<i>Pardosa</i> sp.	—	Д	СД
<i>Trochosa ruricola</i> (De Geer, 1778)	Д	Д	Д
<i>Xerolycosa miniata</i> C.L. Koch, 1834	СД	СД	Р
Theridiidae			
<i>Enoplognatha thoracica</i> (Hahn, 1833)	—	—	Р
Tetragnathidae			
<i>Pachygnatha degeeri</i> Sundevall, 1830	—	Д	Д
Thomisidae			
<i>Ozyptila praticola</i> (C.L. Koch, 1837)	Р	СД	—
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	—	—	Р
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	—	—	Р
Ідентифіковано до видового рівня	13	9	13

Примітки: TK₁ – ППСІМ «Національного Відродження»; TK₂ – ППСІМ «Старий парк»; TK₃ – насадження дерев по вул. Текстильній; тут і у табл. 3: ЕУ – еудомінанти; Д – домінанти; СД – субдомінанти; Р – рецеденти; СР – субрециденти (СР).

Загалом родина Lycosidae у герпетобії порівнюваних біотопів представлена найбільшою кількістю видів (ідентифіковано до видового рівня 10 видів з 4 родів). При цьому як за кількістю видів, так і за відносною чисельністю значним переважанням Lycosidae характеризуються на території-

ях ЗМПЗ при порівнянні з УКЗМ Тернополя.

Родина Linyphiidae представлена у герпетобії досліджених екосистем Тернополя 7 видами з 6 родів. При цьому на території УКЗМ виявлено 6 видів, тоді як на території ЗМПЗ – тільки 2.

Таблиця 3
Павуки-герпетобіонти зелених масивів деяких підприємств м. Тернопіль

Table 3
Ground spiders of green areas of some enterprises in Ternopil

Родина, вид	Op	ЗС	Дбуд	TeT
Agelenidae				
<i>Tegenaria lapicidinarum</i> Spassky, 1934	—	—	Р	—
Clubionidae				
<i>Clubiona neglecta</i> O. P.-Cambridge, 1862	СР	—	—	—
Coriiniidae				
<i>Phrurolithus festivus</i> (C.L. Koch, 1835)	Р	—	Р	—
Dictynidae				
<i>Dictyna</i> sp.	Р	СР	—	—
Gnaphosidae				
<i>Callilepis nocturna</i> (Linnaeus, 1758)	—	—	—	Р
<i>Drassyllus pusillus</i> (C.L. Koch, 1833)	Р	СД	СД	Р
<i>Micaria nivosa</i> (C.L. Koch, 1866)	Р	—	Р	Р
<i>Micaria pulicaria</i> (Sundevall, 1831)	Р	—	—	—
Linyphiidae				
<i>Diplocephalus cristatus</i> (Blackwall, 1833)	СР	—	—	—
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	СР	—	—	—
Genus sp.	—	СР	—	—
Lycosidae				
<i>Alopecosa cuneata</i> (Clerck, 1757)	Р	—	—	—
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (Clerck, 1757)	СД	—	—	ЕУ
<i>Pardosa amentata</i> (Clerck, 1757)	—	СД	—	—
<i>Pardosa fulvipes</i> Collett, 1876	—	—	—	СД
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)	—	СД	—	Р
<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)	Д	СР	—	СД
<i>Pardosa prativaga</i> (L. Koch, 1870)	ЕУ	ЕУ	ЕУ	Д
<i>Pardosa pullata</i> (Clerck, 1757)	Р	—	—	—
<i>Pardosa</i> sp.	Р	Д	СД	Д
<i>Trochosa ruricola</i> (De Geer, 1778)	Р	СД	СД	СД
<i>Xerolycosa miniata</i> C.L. Koch, 1834	Д	Р	Д	—
Pisauridae				
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)	—	Р	—	—
Tetragnathidae				
<i>Pachygnatha degeeri</i> Sundevall, 1830	Р	—	СД	СР
Thomisidae				
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	СР	—	—	Р
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	—	—	—	Р
Zodariidae				
<i>Zodarion rubidum</i> Simon, 1914	—	—	Д	—
Ідентифіковано до видового рівня	16	8	9	12

Примітки: Op – ВАТ «Тернопільський радіозавод «Оріон»; ЗС – Тернопільський державний «Завод «Сатурн»; Дбуд – ТОВ «Домобудівник»; TeT – ВАТ «Текстерно».

Середня динамічна щільність лініфід на території парків складала 0,026 екз./пастко-добу, тоді як на територіях підприємств – лише 0,004 екз./пастко-добу. Виявлення аналогічних тенде-

нцій на території екосистем різних класів геме-робності трьох ландшафтних районів м. Чернівці (Федоряк та ін., 2010) дозволяє рекомендувати використання видів цих родин у біомоніторингу урбоекосистем. Крім того, зменшення у біотопах чисельності Linyphiidae під впливом промислових підприємств показано нещодавно для субарктичних територій (Коронен, 2011).

Структуру аранеокомплексів із територій УКЗМ і ЗМПЗ м. Тернополя порівнювали з використанням низки загальноприйнятих при проведенні еколого-фауністичних досліджень індексів (табл. 4).

Таблиця 4

Індекси видового різноманіття, домінування та вирівняності досліджених аранеокомплексів м. Тернопіль

Table 4

Indices of species diversity, dominance and evenness of investigated spider assemblages in Ternopil

Еколого-фауністичні індекси	Op	ЗС	Дбуд	TeT	TK ₁	TK ₂	TK ₃
Видового різноманіття Шеннона	1,99	1,47	1,71	1,72	2,17	2,20	2,23
Видового різноманіття Сімпсона	5,00	2,70	3,94	3,31	6,36	7,37	7,01
Вирівняності Пієлу	0,69	0,59	0,74	0,65	0,85	0,96	0,84
Домінування Сімпсона	0,20	0,37	0,25	0,30	0,16	0,14	0,14
Домінування Бергера-Паркера	0,33	0,57	0,42	0,52	0,31	0,26	0,23

Примітки: Op – ВАТ «Тернопільський радіозавод «Оріон»; ЗС – Тернопільський державний «Завод «Сатурн»; Дбуд – ТОВ «Домобудівник»; TeT – ВАТ «Текстерно»; TK₁ – ППСІМ «Національного Відродження»; TK₂ – ППСІМ «Старий парк»; TK₃ – насадження дерев по бул. Текстильній.

На території УКЗМ м. Тернополя значення індексу видового різноманіття Шеннона варіювало у вузьких межах (2,17-2,23) і в середньому складало 2,2. Аранеокомплекси ЗМПЗ Тернополя характеризувалися нижчими показниками і більшою амплітудою коливань значень аналізованого індексу від 1,47 до 1,99 (в середньому 1,73). Досить високі значення індексу видового різноманіття Шеннона для аранеокомплексів окремих підприємств можуть бути пов'язані зі зменшенням обсягів виробництва, а, відтак, і викидів забруднюючих речовин цими підприємствами. Про можливість відновлення екологічного потенціалу біогеоценозів, що зазнавали значного забруднення, свідчать дослідження О. М. Сумарокова. Автор показав, що зменшення пестицидних навантажень призводить до збільшення кількості видів Біологічні системи. Т. 3. Вип. 3. 2011

і динамічної щільності твердокрилих всіх трофічних груп, а особливо – зоофагів (Сумароков, 2009). У літературі наявні також відомості про поетапне відновлення біоценотичних характеристик населення павуків на різних стадіях генезису на породних відвалах вугільних шахт м. Донецька (Прокопенко, 1999).

Усереднене значення індексу вирівняності Пієлу для аранеокомплексів УКЗМ виявилось дещо вищим у порівнянні з таким для підприємств (0,89 і 0,67 відповідно). Натомість показники домінування аранеокомплексів виявилися більш інформативними для біоіндикації територій, що зазнають вираженого техногенного забруднення. Для зелених масивів Тернополя зафіксовано значно нижчі абсолютні значення індексу домінування Сімпсона: максимальне значення для ЗМПЗ наближалось до 0,4 (завод «Сатурн»), а серед УКЗМ – до 0,2 (ППСПМ «Національного відродження»).

Висновки. На досліджених територіях екосистем з різним ступенем техногенного забруднення м. Тернопіль виявлено представників сімнадцяти рядів. Lepidoptera та Insectivora обліковані лише на територіях досліджених промислових підприємств, тоді як Opiliones і Acari – лише на територіях парків. Встановлено найбільш постійні і масові компоненти герпетобіо екосистем з різним ступенем техногенного забруднення Тернополя: Geophila, Isopoda, Araneae, Coleoptera, Hymenoptera.

Встановлено зменшення видового різноманіття павуків-герпетобіонтів і порушення структури їх угруповань на територіях досліджених промислових підприємств, порівняно із парками м. Тернополя. Показано значне переважання видового багатства і відносної чисельності Linyphiidae на територіях умовно контрольних зелених масивів при порівнянні з зеленими масивами промислових підприємств. Угруповання павуків зелених масивів промислової зони характеризуються збільшенням рівня домінування окремих видів павуків родини Lycosidae.

Автори висловлюють щире вдячність Євгену Михайловичу Жуковцю за уточнення видової приналежності окремих екземплярів, а також керівництву досліджених підприємств за надану можливість збору матеріалу.

Список літератури:

1. Антонов И. А. Мирмекокомплексы урбанизированных территорий Южного Прибайкалья : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / И. А. Антонов. – Улан-Удэ, 2008. – 19 с.
2. Бізнес-гід [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу : <http://016e831e2e42209000282c92804077d4.bg.ua/>.
3. Вершинин В. Л. Биота урбанизированных тер-

- риторий / В. Л. Вершинин. – Екатеринбург, 2007. – 85 с.
4. Гураль Р. І. Прісноводні малакокомплекси басейну верхів'я Дністра : структура, вплив природних і антропогенних чинників : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Р. І. Гураль. – Чернівці, 2010. – 22 с.
 5. Документи, в яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для ВАТ «Тернопільський радіозавод «Оріон» – Тернопіль : ТОВ «Промбудпроект», 2006. – 194 с.
 6. Каталог провідних підприємств України [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу : <http://www.rada.com.ua/ukr/catalog/8275/>.
 7. Крисоватий Б. В. Географія Тернопільської області : навч. посібник / Крисоватий Б. В., Миколів І. М., Царик Л. П. – Т. : Астон, 2006. – 80 с.
 8. Крон А. А. Угруповання ґрунтових панцирних кліщів (Oribatida, Acari) в умовах хронічного електромагнітного стресу / А. А. Крон, В. Г. Рошко, В. В. Меламуд // Проблеми вивчення і охорони тваринного світу у природних і антропогенних екосистемах : матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 50-річчю з часу опублікування регіонального зведення «Животный мир Советской Буковины» (13 листопада 2009 р.) / ред. І. В. Скільський, Н. А. Смірнов. – Чернівці : Друк-Арт, 2010. – С. 102–104.
 9. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М. : Мир, 1992. – 184 с.
 10. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Песенко Ю. А. – М. : Наука, 1982. – 287 с.
 11. Почвенные беспозвоночные и промышленные загрязнения / (Э. И. Хотько, С. Н. Ветрова, А. А. Матвеев, Л. С. Чумаков). – М. : Наука и техника, 1982. – 264 с.
 12. Прокопенко Е. В. Особенности комплексов пауков (Aranei) на породных отвалах города Донецка / Е. В. Прокопенко // Известия Харьковского энтомологического общества. – 1999. – Т. 7, вып. 2. – С. 71–76.
 13. Прокопенко Е. В. Особенности распределения аранеофауны (Aranei) в урбанизированных ландшафтах / Прокопенко Е. В. // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2000. – Т. 7, вып. 2. – С. 191–193.
 14. Сумароков А. М. Восстановление биотического потенциала биогеоценозов при уменьшении пестицидной нагрузки / А. М. Сумароков. – Донецк : Вебер (Донецкое отделение), 2009. – 193 с.
 15. Федоряк М. М. Трансформація угруповань павуків-герпетобіонтів як індикатор техногенного забруднення урбоєкосистем (на прикладі м. Чернівці) / М. М. Федоряк, Л. В. Брушнівська, С. С. Руденко // Доповіді НАН України. – 2010. – № 4. – С. 198–204.
 16. Clausen I.H.S. The use of spiders (Araneae) as ecological indicators / I.H.S. Clausen // Bulletin of the British Arachnological Society. – 1986. – 7(3). – 83–86.
 17. Gibb H. Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages / H. Gibb, D. F. Hochuli // Biological Conservation. – 2002. – №106. – P. 91–100.
 18. Gibbs J. P. Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites, and flies / J. P. Gibbs, E. J. Stanton // Ecological Applications. – 2001. – 11 (1). – P. 79–85.
 19. Koponen S. Ground-living spiders (Araneae) at polluted sites in the Subarctic / S. Koponen // Arachnologische Mitteilungen. – 2011. – V. 40. – P. 80–84.
 20. Platnick N. I. The World Spider Catalog, Version 12.0 [Електронний ресурс] / N. I. Platnick // American Museum of Natural History. – 2000-2011. – Режим доступу : <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>.
 21. Stöcker G. Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung / G. Stöcker, A. Bergmann // Arch. Naturschutz u. Landschaftforsch. – Berlin, 1977. – 17 (1). – S. 1–26.

STRUCTURE OF SPIDER-HERPETOBIONTES ASSEMBLAGES AS AN INDICATOR OF TECHNOGENIC POLLUTION OF URBAN ECOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF TERNOPIL)

M.M. Fedoriak, V.M. Vota

Representatives of seventeen orders of animals have been collected by pitfall traps in May-June 2010 in the ecosystems with different levels of technogenic pollution of Ternopil. The most constant and numerous components of herpetobium of investigated ecosystems of Ternopil are: Geophila, Isopoda, Araneae, Coleoptera and Hymenoptera. The species composition and dominance structure of spiders-herpetobiontes assemblages of green areas of four industrial enterprises and three conventional control green areas of the city are discussed. A significant predominance of species richness and relative abundance of Linyphiidae on the territories of conventionally control green areas in comparison with the green areas of industrial enterprises has been found out. Spider assemblages of green areas of industrial enterprises are characterized by increasing of the level of dominance of certain species of Lycosidae (Pardosa prativaga (L. Koch, 1870), Alopecosa pulverulenta (Clerck, 1757)).

Key words: spiders, assemblages, bioindication, technogenic pollution.

Одержано редколегією 15.09.2011

БІОТОПІЧНИЙ РОЗПОДІЛ СИРФІД (DIPTERA: SYRPHIDAE) ПІВНІЧНО-СХІДНОГО МАКРОСХИЛУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

В. Ю. ШПАРИК

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
Інститут природничих наук, кафедра біології та екології, м.Івано-Франківськ, вул. Галицька, 201
e-mail: shparuk@yandex.ru*

Сирфіди в екосистемах є ефективними регуляторами чисельності популяцій попелиць, а імаго більшості з них забезпечують ефективне запилення великої кількості квіткових рослин, серед яких численні сільськогосподарські культури. Нами вперше застосований синморфологічний (ступінь зімкнутості деревно-чагарникового та трав'яного ярусів) та фітосоціологічний (присутність певних рослинних угруповань – детермінантів окремих типів біотопів) підхід до класифікації біотопів. Найбільш спорідненими за видовим комплексом сирфід виявились рудеральні та алювіальні чагарниково-лучні екотони ($K_S = 50$; $K_M = 74$); гігрофільні лісо-лучні та мезофільні лісо-лучні екотони ($K_S = 60,3$; $K_M = 31,8$). У всіх біотопах домінують хижакі (більше 33%) і це життєва форма до якої входять переважно представники триб Syrphini, Pipizini і Paragini – специфічні та не специфічні афідофаги, що живуть в колоніях попелиць. Основну структуру в більшості біотопів складають гігро-ромезофіли та мезофіли і цей розподіл простежується для сирфід у всій зоні широколистяних лісів. Алювіальні та рудеральні біотопи відрізняються найвищим числом евритопних та геміксерофільних видів та низькою чисельністю видів. Найбільш схожими за принципом домінантності визначені: високогірні луки з алювіальними біотопами; вологі галявини і долини річок з буковими лісами; ксерофільні ліси з рудеральними біотопами. Види домінанти (з чисельністю 5–10%) відсутні у всіх біотопах.

Ключові слова: мухи-дзюрчалки, біотоп, трофічні зв'язки, класи домінування

Вступ. В Україні вертикальний розподіл сирфід у горах уперше вивчене в Закарпатті (Анікіна, 1965) з виділенням рівнини, передгірного поясу пагорбів, долин гірських річок, нижнього лісового поясу, верхнього лісового поясу і високогірного поясу. Пізніше (Анікіна, 1971) цей розподіл був доповнений біотопічний (діброви, відкриті біотопи, сади, галявини й узлісся, чагарники, полонини, городи, житлові будівлі, долини річок), причому доповнений саме біотопами долин річок (прирічкових луків). За межами України коротко описав населення сирфід чотирьох поясів у Кавказькому заповіднику К. В. Скуф'їн (Скуф'їн, 1967), високогір'я Тянь-Шаню і Паміру - Л. В. Пек (Пек, 1979) - вона ж описує фауну сирфід степового поясу Киргизького Алатау (Пек, 1981).

Проблема стаціональної приуроченості сирфід і багатьох інших комах розроблена менше. У вітчизняній літературі екологічні форми сирфід, як вираження стаціонального розподілу вивчала І. П. Леженіна (Леженіна, 1990), виділивши групи ксерофілів, мезофілів, гігрофілів і евритопіонів з підгрупами по методу Медведєва. Одним з найбільш докладних сучасних досліджень біотопічного розподілу сирфід Палеарктики є монографія Р. Баньковською (Banikowska, 1980) по фауні Польщі.

Згідно з поширеним у літературі підходом до класифікації біотопів імаго дзюрчалок на тери-

торії монтанних регіонів, як правило використовують вертикальний розподіл, з виділенням рівнин, передгір'я, долин гірських річок, нижнього і верхнього лісового, та високогірного поясу. Такий підхід є достатньо грубим враховуючи те, що такі активні аеробіонти-геліофіли як імаго дзюрчалок, можуть ігнорувати більшість біотопів в межах висотного поясу, але масово зустрічатись в окремих з них, при цьому тяжіти до кормових і генеративних стацій. Тому при описі біотопів дзюрчалок ми керувалися синморфологічними та фітосоціологічними критеріями. Під синморфологічним критерієм розуміємо ступінь зімкнутості деревно-чагарникового та трав'яного ярусів, під фітосоціологічним – присутність певних рослинних угруповань – детермінантів окремих типів біотопів (Канарський, 2006). Власне ці два критерії визначають присутність в біотопі достатньої кількості сонячного світла і кормових рослин.

Екологічна характеристика проводилась за 3 критеріями:

1. Трофічна спеціалізація личинки:

N – заселенці гнізд суспільних перетинчастокрилих;

D – ксилофаги;

G – сапрофаги-гідробіонти;

K – копрофаги;

F – фітофаги;

Р – хижаки (головним чином для попелиць, личинок листовійок та дрібних комах);

? – види з невідомою біологією.

2. *Екологічна група:*

Е – евритопні, **ГК** – геміксерофіли, **М** – мезофіли, **ГМ** – гігромезофіли, **Г** – гігрофіли.

3. *Класи домінування видів:*

Ед – еудомінанти (понад 10%);

Д – доміанти (5–10%);

Сд – субдомінанти (1–5%);

Р – рецеденти (0,1–1%);

Ср – субрецеденти (менше 0,1%).

Екологічну характеристику проводили для 7 типових екотонів досліджуваної території, для яких характерний масовий літ дзюрчалок:

1. Високогірські луки і сланці, болота (Альп., скорочення для таб. 1). Субальпійські та альпійські луки і криволісся, оліготрофні болота. 2. Мезофільні лісо-лучні екотони (Хг). Галявини та узлісся мезофільних хвойних лісів, свіжі та вологі післялісові сінокісні й пасовищні луки на багатих ґрунтах. 3. Гігрофільні лісо-лучні екотони (Др). Галявини та узлісся вологих долинних лісів, гігрофільні паркові рідколісся. 4. Мезофільні листяні ліси (Бг). Свіжі (переважно суходільні) зімкнуті листяні й мішані ліси. 5. Алювіальні чагарниково-лучні екотони (Ал). Прирусові та заплавні чагарниково-високотравні угруповання. 6. Ксерофільні листяні ліси (Дг). Сухі та свіжі термофільні діброви із зімкнутістю деревного ярусу до 75%. 7. Мезофільні та ксерофільні рудеральні біотопи (Руд).

Результати досліджень та їх обговорення.

Як бачимо із результатів проведених досліджень (таб. 1) найбільш спорідненими по видовим комплексам сирфід виявились рудеральні та алювіальні чагарниково-лучні екотони ($K_S = 50$; $K_M =$

74); гігрофільні лісо-лучні та мезофільні лісо-лучні екотони ($K_S = 60,3$; $K_M = 31,8$). Це пояснюється близькими значеннями низки екологічних параметрів зазначених екотонів: близькими за видовим складом флористичними комплексами, показниками температурних коливань та ін.

Загалом, застосовані два підходи у дослідженні фауністичної спорідненості різних екотонів – Жаккара та Маунфорда – дали близькі результати – у дендрограмах збудованих на основі цих критерії наявні аналогічні тенденції – відмінності стосуються тільки показника зв'язку відстаней (рис. 1).

У всіх угрупованнях дзюрчалок за типом живлення личинки спостерігається певний сталий розподіл. У всіх біотопах домінують хижаки (більше 33%) і це життєва форма до якої входять переважно представники трибам *Syrphini*, *Pipizini* і *Paragini* – специфічні та не специфічні афідофаги, що живуть в колоніях різних видів попелиць.

Група гідробіонтів є також чисельна (13-34%) завдяки своїй пластичності, через можливість розвитку в тимчасових водоймах, хоча чисельність даної групи залежить від кількості опадів і в посушливі роки може значно знижуватись. Наступна група, близька по чисельності до гідробіонтів – фітофаги. В переважній більшості це представники роду *Cheilosia* та представники триби *Eumerini*, які в більшості є поліфагами, і можуть розвиватись в хлорофілоносних частинах рослин, або цибулинах різних видів рослин. Наступна за чисельністю життєва форма ксилофагів. Даний тип живлення личинки притаманний представникам триби *Milesiini*, вони живляться деревиною, яка перебуває на останніх стадіях розкладання, живуть в ходах інших комах.

Таблиця 1.

Матриця показників ступенів фауністичної спорідненості досліджуваних біотопів за видовими комплексами сирфід (верхня права половина – коефіцієнт Жаккара (%) (K_S), нижня ліва – коефіцієнт Маунфорда (%) (K_M)).

Table 1.

The matrix of faunal affinity exponents of investigated habitat for hover-fly species complexes (upper right half – Jaccard's coefficient (%) (K_S), lower left – Mountford's coefficient (%) (K_M)).

Біотопи	Альп	Хг	Др	Бг	Ал	Дг	Руд
Альп		30,3	29,4	18,5	26,3	21,1	16,4
Хг	15,2		60,3	23,1	17,5	14,0	13,0
Др	12,0	31,8		18,3	16,0	14,0	26,8
Бг	8,3	8,7	6,3		38,8	21,4	26,8
Ал	13,1	7,3	7,6	31,6		26,0	50,0
Дг	10,1	7,6	9,1	16,1	24,2		20,0
Руд	11,6	8,5	8,3	22,2	74,0	16,4	

* - пояснення скорочень в тексті.

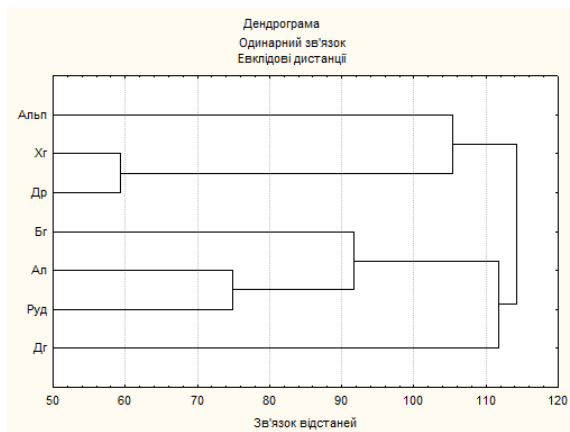


Рис. 1. Дендрограма фауністичної спорідненості досліджених біотопів Українських Карпат збудована на основі коефіцієнту Жаккара (справа) та Маунфорда (зліва).

Примітка: позначення біотопів як в табл. 1 – пояснення позначень в тексті вище.

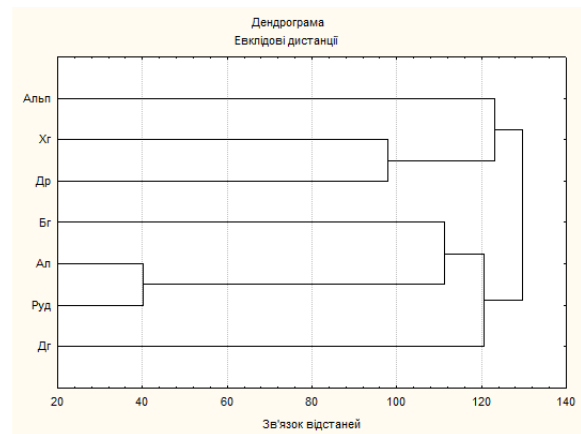


Fig. 1. Dendrogram of faunal affinity of investigated habitat of Ukrainian Carpathians built based on the Jaccard's coefficient (right) and Mountford's coefficient (left).

Note: The designation of habitat as in Table. 1 - explanation of symbols in the text above.

Мала кількість представників даної трофічної групи спостерігається в алювіальних та рудеральних біотопах, і вказує на відсутність субстрату для живлення личинки. Серед представників долин гірських річок більше 10 % видів з невідомим для науки метаморфозом. Представники наступних двох трофічних груп є найменш чисельні. В першому випадку це паразити суспільних перетинчастокрилих, через специфіку розвитку, загальна чисельність видів яких є низька. В другому випадку це група копрофагів, представників даної групи не багато (2 – 5 %), але їх популяції найчисельніші і визначальну роль в цьому відіграє синантропність цих видів.

Питання розподілу сирфід по відношенню до відносної вологості та температури повітря ви-

вчене достатньо добре. Проте розподіл на екологічні групи в межах конкретних біотопів не вивчався на досліджуваній території.

Основну структуру в більшості біотопів складають гігрозомезофіли та мезофіли, це класичний розподіл який простежується для сирфід по всій зоні широколистяних лісів (рис. 5.). Такий розподіл характерний для високогірних луків, вологих галявин, долин гірських річок та букових лісів. Хоча в останньому випадку спостерігається збільшення кількості геміксерофільних видів. Для ксерофільних лісів характерний високий рівень евритопних видів (37%), та середній рівень гігрофільних (14,5%), мезофільних (22%) та геміксерофільних (18%) видів.

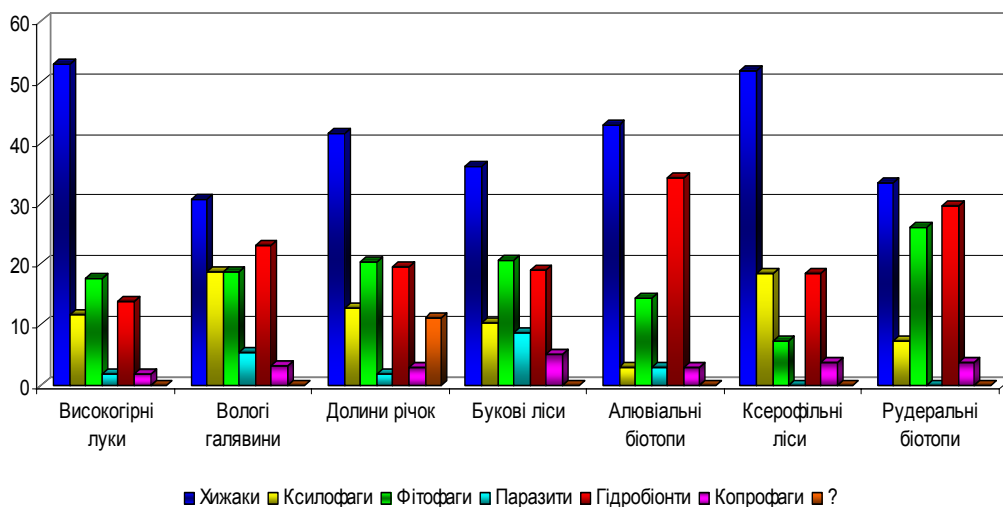


Рис. 2. Трофічний розподіл угруповань сирфід різних біотопів Українських Карпат. Показано відсоток видів до загальної кількості видів сирфід виявлених у цьому біотопі.

Fig. 2. Trophic groups of different biotopes hover-flies distribution in Ukrainian Carpathians. The percentage of species related to the total number of hover-fly species found in this habitat is shown.

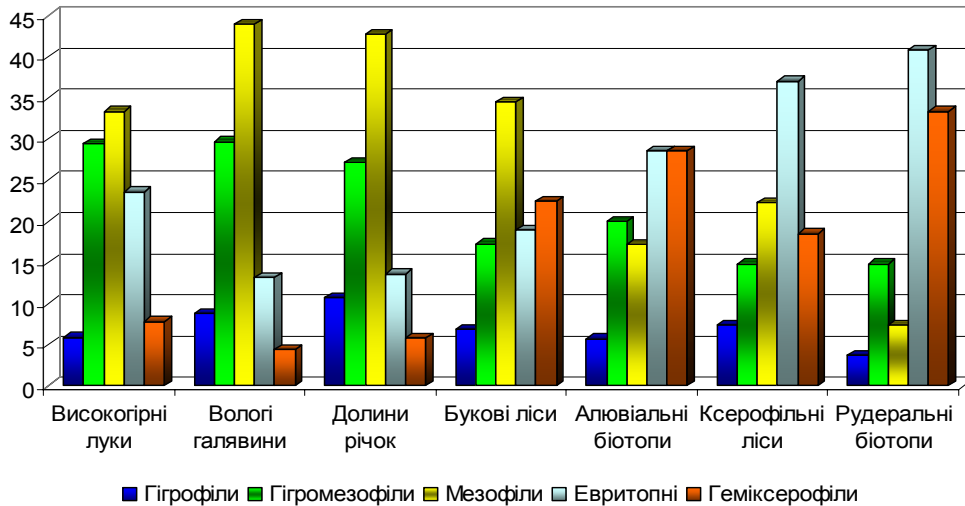


Рис. 3. Розподіл екологічних форм сирфід різних біотопів північного макросхилу Українських Карпат. Показано відсоток видів до загальної кількості видів сирфід виявлених у цьому біотопі.

Fig. 3. The distribution of hover-flies environmental forms of different habitats of Ukrainian Carpathians Northern macroslope. The percentage of species to the total number of hover-flies found in this habitat is shown.

Алювіальні та рудеральні біотопи відрізняються найвищим числом евритопних та геміксерофільних видів та загальною низькою чисельністю видів. В алювіальних біотопах це пояснюється заплавним гідрологічним режимом і ґрунтовим покривом, які зумовлюють утворення специфічної «запlavної флори».

Алювіальні біотопи дуже бідні на кормові рослини, і через нестійкість ландшафтів не підходять сирфідам як генеративні стації. У рудеральних біотопах помітний екстримально високий рівень евритопів та геміксерофілів.

За ступенем участі певного відсотка видів в

угрупованнях сирфід вирізняють 5 класів домінування, які розділилися на 2 групи (рис. 6.): до першої групи еудомінантів входить лише один вид *E. tenax* (найчисельніший, полівольтинний вид-космополіт, що заселяє всі біотопи, без виключення), до другої групи входять субдомінанти, резиденти та субрециденти. Найбільш схожими за принципом домінантності виявилися: 1. Високогірні луки та алювіальні біотопи; 2. Вологі галявини, долини річок та букові ліси; 3. Ксерофільні ліси та рудеральні біотопи. Види домінанти (з чисельністю 5–10%) відсутні у всіх біотопах.

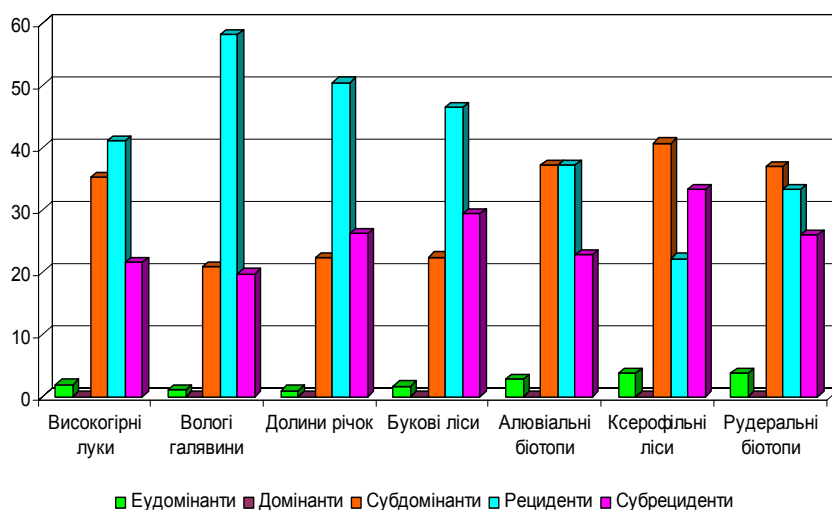


Рис. 4. Розподіл сирфід за ступенем домінантності в біотопах північного макросхилу Українських Карпат. Показано відсоток видів до загальної кількості видів сирфід виявлених у цьому біотопі.

Fig. 4. The distribution of hover-flies by the degree of dominance in Ukrainian Carpathians Northern macroslope habitats. The percentage of species to the total number of hover-flies found in this habitat is shown.

Висновки. Найбільш спорідненими за видовими комплексами сирфід виявились рудеральні та алювіальні чагарниково-лучні екотони ($K_S = 50$; $K_M = 74$); гігрофільні лісо-лучні та мезофільні лісо-лучні екотони ($K_S = 60,3$; $K_M = 31,8$). У всіх біотопах домінують хижаки (більше 33%), це життєва форма до якої входять переважно представники триб Syrphini, Pipizini і Paragini – специфічні та не специфічні афідофаги, що живуть в колоніях різних видів попелиць. Основну структуру в більшості біотопів складають гігромезофіли та мезофіли, це класичний розподіл який простежується для сирфід по всій зоні широколистяних лісів. Для ксерофільних лісів характерний високий рівень евритопних видів (37%), та середній – гігрофільних (14,5%), мезофільних (22%) та геміксерофільних (18%) видів. Алювіальні та рудеральні біотопи відрізняються найвищим числом евритопних та геміксерофільних видів та загальною низькою чисельністю видів. Найбільш схожими за принципом домінантності визначені: високогірні луки з алювіальними біотопами; вологі галявини і долини річок з буковими лісами; ксерофільні ліси з рудеральними біотопами. Види домінанти (чисельністю 5–10%) відсутні у всіх біотопах. Таким чином, коливання в трофічній, домінантній і гігрофільній структурі угруповань сирфід дає можливість проілюструвати «якість» певних біотопів північно-східного макросхилу Українських Карпат.

Список літератури:

1. Bańkowska R. Fly communities of the family Syrphidae in natural and anthropogenic habitats of Poland // Mem. Zool. — 1980. — № 33. — P. 3–93.
2. Анікіна З. Л. До фауни Syrphidae Закарпатської області // Тези доповідей та повідомлень до XIX наукової конференції. Сер. біологічна. — Ужгород, 1965. — С. 67–70.
3. Анікіна З. Л. Трофические связи сирфид-афидофагов (Diptera, Syrphidae) // Тез. докл. конф. “Биологическая защита плодовых и овощных культур”. — Кишинев, 1971. — С. 11–12.
4. Канарський Юрій Васильович. Угрупування денних лускокрилих (Lepidoptera, Diurna) як структурний елемент лучних екосистем Українського Розточчя: дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16 / Канарський Юрій Васильович. — Дніпропетровськ, 2006. — 201 с. — с. 48.
5. Леженина И. П. Мухи-журчалки (Diptera, Syrphidae) Левобережной Украины (фауна, экология, практическое значение): Дис. канд. биол. наук: 03.00.09 / Ленинградск. гос. ун-тет. — Ленинград, 1990. — 260 с.
6. Пэк Л. В. К фауне Syrphidae (Diptera) высокогорий Тянь-Шаня и Памира // Энтомол. исследования в Киргизии. — Фрунзе, 1979. — Вып. 13. — С. 24–30.
7. Пэк Л. В. Сирфидофауна (Diptera, Syrphidae) горных пастбищ степного пояса северного макросклона Киргизского Ала-Тоо // Энтомол. исследования в Киргизии. — Фрунзе, 1981. — Вып. 14. — С. 44–52.
8. Скуфьин К. В. Материалы по фауне мух сирфид (Diptera, Syrphidae) Кавказского государственного заповедника // Тр. Воронеж. гос. запов. — Воронеж: Центрально-чернозёмное книжн. изд-во, 1967. — Т. 15. — С. 50–66.

HABITAT DISTRIBUTION OF HOVERFLIES (DIPTERA: SYRPHIDAE) NORTHEAST MACROSLOPES OF UKRAINIAN CARPATHIANS

V. Y. Shparyk

Hoverflies (Diptera: Syrphidae) in ecosystems have gained much attention recently because the larvae of some species are efficient control agents of crop aphids, and adult hoverflies provide pollination services to wild flowers and flowering crops. We first applied synmorphology (closeness degree of tree and herb layer) and fitosociology (presence of certain plant communities - the determinants of individual habitat types) approach to the classification of habitats. Ruderal and alluvial shrub-meadow ecotones ($K_S = 50$; $K_M = 74$) and gigrophilic forest-meadow and mesophilic forests habitat ($K_S = 60,3$; $K_M = 31,8$) were most related to species complexes. Gigromesophilic and mesophilic species are main in most habitats – a classic distribution is observed for hoverflies throughout zone of deciduous forests. The most similar according to the principle of dominance were habitats as follow: 1. Alpine meadows and alluvial habitats. 2. Wet meadows, river valleys and beech forests, 3. Xerophilic forests and ruderal habitats.

Key words: hoverflies, habitats, trophic links, classes of dominance.

Одержано редколлегією 03.07.2011

ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ҐРУНТІВ І РОСЛИН *GENTIANA ASCAULIS* L. З ПОПУЛЯЦІЙ НА ГОРАХ ТУРКУЛ ТА РЕБРА У ЧОРНОГОРІ

Г.І. ПАСІЧНИК¹, О.Ю. МАЙОРОВА¹, В.Б. ВОЙТЮК¹, Л.Р. ГРИЦАК¹,
В.М. МЕЛЬНИК², Н.М. ДРОБИК¹

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса 2, м. Тернопіль, 46027, e-mail: galuna.pasichnyk@gmail.com

²Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, вул. Академіка Заболотного, 150, Київ, 03680, e-mail: v.m.melnyk@imbg.org.ua

Досліджено вміст макро- (Ca, Na, K, Fe, Mg) і мікроелементів (Cu, Zn, Co, Mn) у рослинах *Gentiana acaulis* L. та в ґрунтах з гір Туркул та Ребра (хребет Чорногора, Українські Карпати). У ґрунтах на фоні низьких значень рН виявлено високий вміст рухомих форм більшості елементів. Встановлено відмінності вмісту макро- та мікроелементів у різних органах *G. acaulis* та у рослинах з різних популяцій. Визначено коефіцієнти біологічного накопичення (КБН) досліджених елементів. При цьому чіткої закономірності більшого чи меншого значення КБН у певному органі рослин з обох популяцій для усіх елементів нами не виявлено.

Ключові слова: елементний склад, ґрунт, органи рослини, *Gentiana acaulis* L., міжпопуляційні відмінності, коефіцієнт біологічного накопичення.

Вступ. Відомо, що вміст хімічних елементів у рослині генетично успадковується, що й забезпечує специфічність елементного складу рослинної сировини. Поряд із цим, ґрунт як один із важливих екологічних факторів у значній мірі визначає хімічний склад рослин, які на ньому ростуть (Ильин, 1985).

У цьому контексті цікавим для дослідження вмісту хімічних елементів є вид тирлич безстебловий (*Gentiana acaulis* L.). Це європейський ендемік, південно-середньоевропейський високогірний субальпійський вид, ареал якого охоплює гори Середньої Європи: Піренеї, Юра, Центральні Альпи, Карпати, гори Балканського півострова (Ho, Liu, 1990).

В Україні *G. acaulis* – рідкісний червонокнижний вид, що росте лише у Карпатах, де проходить східна межа його поширення (Червона книга України, 2009). Результати аналізу літературних джерел (Кобів та ін., 2009; Малиновський та ін., 1998) та власних хорологічних досліджень (Майорова та ін., 2010) показали, що на сьогодні популяції *G. acaulis* збереглися лише у важкодоступних місцях та в умовах заповідання на Чорногірському, Мармароському та Свидовецькому масивах.

Відомо, що рослини *G. acaulis* ростуть на скелях, кам'янистих розсипах, щебенистих ґрунтах, на свіжих задернованих ділянках на висоті від 1500 до 2000 м н.р.м. За даними В.І. Чопика (1976), цей вид належить до кальцефобних. К.А. Малиновський та співавт. (2002) наводять його у складі угруповань із затінених вапнякових скель із високим вмістом кальцію. Інші дослід-

ники (Кобів та ін., 2009) зараховують т. безстебловий до раритетних петрофітних кальцефільних видів, для яких характерна стенофільність, тобто вузька приуроченість до особливих умов середовища.

Метою роботи було з'ясування особливостей накопичення елементів мінерального живлення у різних органах рослин *G. acaulis* та залежності елементного складу рослин від вмісту макро- та мікроелементів у ґрунтах із двох місцевиростань у Чорногорі.

Об'єкт і методи. У роботі використовували зразки ґрунтів, а також корені, генеративні пагони та листки рослин із двох оселищ *G. acaulis* на Чорногірському хребті – гора Ребра (1650 м н.р.м.) (ділянка №1) та гора Туркул (1850-1900 м н.р.м.) (ділянка №2). У ході власних експедиційних досліджень (серпень, 2009 р., липень, 2010 р.) із різних частин цих локалітетів відбирали по 5 зразків ґрунту і рослин *G. acaulis*.

У зразках ґрунтів досліджували вміст рухомих форм, а у пробах рослинного матеріалу – загальний вміст макро- (Ca, Na, K, Fe, Mg) та мікроелементів (Cu, Zn, Co, Mn). Відібрані зразки рослин і ґрунту висушували до повітряно-сухої маси. Відтак проби рослин подрібнювали; проби ґрунту розтирали у фарфоровій ступці, просіювали через сито в 3 мм і сушили при температурі 105° С до абсолютно сухої маси. Визначення вмісту елементів проводили на основі азотнокислої витяжки зразків з наступним випарюванням H₂O₂ методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії на ААС С-115 М-1 та С-600 (Методы определения...,

1974; Методические указания..., 1992).

Для з'ясування інтенсивності поглинання макро- і мікроелементів рослинами розраховували їхні коефіцієнти біологічного накопичення (КБН) за формулою:

$$КБН = \frac{\text{вміст елементу в сухій біомасі, мг / кг}}{\text{вміст елементу в ґрунті, мг / кг}}$$

Також було визначено рН ґрунтів у водній витяжці на іонометрі універсальному ЭВ-74 за методикою (Ващенко и др., 1991).

Показники вмісту важких металів (Zn, Cu, Mn і Со) порівнювали з гранично допустимими концентраціями (ГДК) (Якість ґрунту..., 2004) та фоновими показниками цих елементів у ґрунтах Карпатського регіону (Фоновий вміст..., 2003).

Отримані дані опрацьовували статистично (Лакин, 1980).

Результати та їх обговорення. У результаті проведених досліджень нами встановлено вміст рухомих форм макро- та мікроелементів у ґрунтах з г. Ребра та г. Туркул. Отримані дані (середнє значення та діапазон) представлені у таблиці 1.

Нами виявлено суттєві відмінності елементного складу ґрунтів з різних місцевиростань *G. acaulis*. Найменше відрізнялися показники концентрації Zn і Mn, а найбільше – К (табл. 1). Вміст Na, Cu, Ca та Со у ґрунтах з ділянки №2 був більшим у 1,2-1,7 рази, тоді як, Mg, Fe і К навпаки, меншим у 1,3–5,4 рази порівняно з ділянкою №1. За вмістом у пробах макро- та мікроелементи можна розташувати у порядку змен-

шення їхньої кількості в такі ряди: для г. Ребра – Mg>Fe>Na>K>Ca>Mn>Zn>Cu>Со; для г. Туркул – Mg>Na>Fe>Ca>K>Mn>Zn>Cu>Со. За розташуванням елементів у рядах консервативним є усі досліджені мікроелементи та Mg.

Отримані нами результати узгоджуються з літературними даними щодо кількості цих елементів у ґрунтах Карпат (Козловський, 2002; Фоновий вміст..., 2003; Панас, 2006; Скиба та ін., 2006) та в гірських ґрунтах з інших територій (Фоновий вміст..., 2003; Панас, 2006; Radanovic et al, 2007). Концентрації більшості елементів у зразках з г. Туркул і г. Ребра були близькими до таких, визначених нами раніше з двох місцевиростань *G. lutea* на горі Пожижевській та полонині Лемській. Суттєво відрізнялися лише показники вмісту Ca та Mn: на г. Ребра та г. Туркул Ca було у 22–194 рази більше, а Mn – у 1,7–4,8 рази менше, порівняно з г. Пожижевською та пол. Лемською. У той же час, кількість К у ґрунті з г. Туркул була значно меншою порівняно як з г. Ребра (у 5,4 рази), так і з отриманими раніше значеннями для зразків з г. Пожижевської (в 1,8 рази) та пол. Лемської (у 4,2 рази) (Пасічник та ін., 2011).

Досліджені мікроелементи Zn, Cu, Mn і Со належать до ВМ, тому їхній вміст у ґрунті порівнювали з ГДК (Якість ґрунту..., 2004). Як видно з табл. 1, кількість Mn у ґрунтах з обох ділянок не виходила за межі ГДК, а Zn і Cu перевищувала ГДК у 2,4–4,3 рази.

Таблиця 1

Вміст рухомих форм макро- та мікроелементів у ґрунтах, мг/кг

Table 1

The content of mobile forms of macro-and microelements in soil, mg / kg

Місця відбору проб	рН водний	Ca	K	Na	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Со
№1 середнє	3,99 ±0,07	739,5 ±43,90	4006,7 ±67,82	4947,2 ±110,71	7900,5 ±190,43	6092,2 ±119,43	56,2 ±2,04	10,2 ±0,33	65,4 ±1,0	4,4 ±0,09
Min	3,8	136,6	1808,0	1600,0	4400,0	4460,0	50,2	9,8	62,0	3,3
Max	4,1	746,0	4200,0	5280,0	8800,0	6208,0	121,2	14,3	88,0	4,8
№2 середнє	4,12 ±0,18	1086,4 ±37,60	739,2 ±24,20	5795,2 ±225,82	6296,2 ±734,81	2090,8 ±206,14	57,2 ±1,15	13,0 ±0,42	64,3 ±2,44	7,7 ±0,13
Min	3,7	936,3	736,4	1940,0	4600,0	2043,0	53,5	7,7	59,1	3,1
Max	4,7	2000,0	3020,0	6240,0	6688,0	6060,0	120,4	20,8	84,3	8,0
ГДК*	–	–	–	–	–	–	23	3	1500	5
Фоновий вміст**	–	–	–	–	–	–	50-70	20-38	500-1000	15-30

Примітка: ділянка №1 – гора Ребра, ділянка №2 – гора Туркул; * – ГДК подані за (Якість ґрунту..., 2004); ** – фоновий вміст наведений за (Фоновий вміст..., 2003); середні дані у таблиці – це усереднені значення вмісту елементів у пробах ґрунту, відібраних у липні 2010 р.; діапазон вмісту (Min, Max) – це верхня і нижня межі вмісту елементів у пробах ґрунту за два роки (серпень, 2009 р. і липень, 2010 р.).

Вміст Со у ґрунті з ділянки №2 був вищим за ГДК у 1,5 рази, тоді як з ділянки №1 – лежав у межах ГДК. Дані вмісту Fe, Zn, Cu та Со у ґрунтах з г. Туркул та г. Ребра були близькими до результатів, отриманих нами та іншими авторами при дослідженні різних ділянок Чорногірського масиву Карпат (Козловський, 2002; Пасічник та ін., 2011).

Високі концентрації ВМ, зокрема Zn та Cu, у ґрунтах визначаються, у першу чергу, їхнім вмістом у материнській породі (Безуглова, Орлов, 2000), і є характерною особливістю Карпатського регіону, про що свідчать фонові показники цих елементів (табл. 1). У всіх досліджених нами зразках ґрунту як мінімальні, так і максимальні значення Со, Mn та Cu були нижчими або лежали у межах фонових показників для даного регіону, тоді як максимальні концентрації Zn перевищували фонові (Фоновий вміст..., 2003).

Відомо, що у ґрунтового середовищі головними чинниками, що впливають на розчинність і рухомість елементів, є: рН середовища, окисно-відновний потенціал, наявність і властивості органічної речовини, присутність супутніх катіонів і аніонів, ємність поглинання, мінералогічний склад (Безуглова, Орлов, 2000). При визначенні водного рН досліджених зразків нами виявлено, що цей показник у ґрунтах ділянки №1 коливався від 3,8 до 4,1; №2 – від 3,7 до 4,7 (табл. 1), тобто згідно з класифікацією (Ващенко і др., 1991), ґрунти з обох ділянок за реакцією середовища можна віднести до сильнокислих.

Отримані нами дані узгоджуються з результатами досліджень П.С. Войтківа (2008) та М.З. Гамкало (1998), які вивчали кислотно-основні властивості буроземів пралісів Українських Карпат та, зокрема, ґрунти Карпатського Біосферного Заповідника. Значення $pH_{вод}$ ґрунтів з г. Ребра та г. Туркул були близькими до таких, визначених нами раніше для ґрунтів з г. Пожижевської і пол. Лемської (Пасічник та ін., 2011) і є характерними для Чорногірського масиву Карпат. Згідно даних В.І. Канівця (1958), буроземі Карпат – це сильнокислі ґрунти з $pH_{вод}$ 4,8-4,6 і нижче. Зсув кислото-основної рівноваги ґрунтів у бік кислотності свідчить про дефіцит ряду буферних систем, таких як карбонату кальцію, гідрокарбонатів, а також гідратованих оксидів і гідроксидів алюмінію та функціональних груп гумусу (COOH, NH₂) (Гамкало, 1998).

Нами визначено вміст дев'яти макро- і мікроелементів у коренях, генеративних пагонах та листках рослин *G. acaulis* реберської (оселище №1) та туркульської (оселище №2) популяцій і виявлено відмінності елементного складу різних органів (табл. 2).

Дослідження зразків *G. acaulis* показало, що деякі макро- (К, Na) та мікроелементи (Cu, Mn та Со) у найбільшій кількості накопичувалися у надземній частині, а Fe – у коренях рослин обох популяцій (табл. 2). Вміст макроелементів Са і Mg та мікроелемента Zn був вищим у листках і генеративних пагонах рослин реберської популяції, тоді як у рослинах з г. Туркул кількість цих елементів була більшою у коренях.

Такі особливості накопичення макро- та мікроелементів у різних органах тирличу безстеблового пов'язані, у першу чергу, з біологічною роллю елементів, а також з різною швидкістю їх переміщення по рослині (Школьник, 1974; Безуглова, Орлов, 2000; Панас, 2006). Зокрема, для Са характерна низька швидкість руху, тому цей елемент найчастіше накопичується у кінці ксилемного транспорту – у листках (Безуглова, Орлов, 2000). Саме така особливість виявлена нами для рослин реберської популяції, у яких серед досліджених органів вміст Са був найвищим у листках. У той же час, у рослинах туркульської популяції найбільше Са було в коренях, що, ймовірно, пов'язано з його порівняно високою концентрацією у ґрунтах на г. Туркул (див. табл. 1).

Встановлено суттєві міжпопуляційні відмінності елементного складу органів рослин з різних популяцій. У листках рослин з оселища №1 виявлено значно вищий (у 2,7-4,6 рази) вміст Fe, Na та Со порівняно з оселищем №2. Концентрації Zn та Са при цьому були практично однаковими. Мало відрізнялися і показники вмісту Mg, К, Mn та Cu: їхня кількість була в 1,2-1,8 рази більшою у листках рослин туркульської популяції. У генеративних пагонах рослин обох оселищ вміст Со та Cu був практично однаковим, тоді як кількість інших досліджених елементів, за винятком К, була більшою (у 1,2-4,1 рази) у рослинах реберської популяції. У коренях рослин оселища №1 вміст Na, Fe та Со був у 2-3,7 рази вищим, а усіх інших елементів – у 1,3-2,8 рази нижчим, ніж у рослинах туркульської популяції.

Концентрації більшості макро- та мікроелементів у різних органах *G. acaulis* були близькими до таких у досліджених нами раніше рослинах *G. lutea*. Значно відрізнявся лише вміст Са, дещо менше – К. Зокрема, концентрації Са та К у різних органах рослин *G. acaulis* у 36,8-75,0 та 1,2-10,3 рази відповідно перевищували такі у *G. lutea* (Пасічник та ін., 2011). Відомо, що видоспецифічні особливості обміну Са можуть визначати екологічну поведінку виду, у тому числі приуроченість до ґрунтів певного мінерального складу (Ильин, 1985).

Таблиця 2.
Вміст макро- та мікроелементів у різних органах
рослин *G. acaulis* з двох популяцій, мг/кг сухої маси

Table 2.
The content of macro- and microelements in different
organs of plants *G. acaulis* from two populations,
mg / kg of dry weight

Орган	Популяція	Макроелементи					Мікроелементи			
		Ca	K	Na	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Co
Листки	№1 середнє	424,8 ±13,85	5120,8 ±310,30	3188,2 ±78,20	4768,1 ±51,23	5186,5 ±131,20	77,3 ±6,0	13,1 ±0,52	83,9 ±3,81	6,4 ±0,18
	Min Max	393,6 451,2	5067,2 5208,0	3016,0 3336,0	4680,0 4872,0	4816,0 5424,0	75,9 78,8	12,1 14,0	76,1 90,4	6,1 6,8
	№2 середнє	401,7 ±8,29	6837,2 ±90,97	1086,4 ±53,58	5836,2 ±186,06	1891,4 ±136,96	83,9 ±2,54	23,1 ±1,05	146,1 ±3,52	1,4 ±0,01
	Min Max	385,2 418,8	1900,0 7032,0	1012,8 2220,0	1356,0 6136,0	1240,0 2264,0	80,2 99,2	8,1 24,9	26,2 154,8	1,3 2,9
Генеративні пагони	№1 середнє	278,6 ±26,31	722,2 ±12,72	3402,9 ±100,56	3183,6 ±198,12	1734,1 ±14,31	54,1 ±2,0	21,1 ±0,31	132,5 ±3,99	6,9 ±0,33
	Min Max	274,2 285,1	698,1 741,3	3204,0 3528,0	3144,0 3204,9	1705,8 1751,8	53,8 54,5	20,6 21,4	124,8 138,0	6,3 7,4
	№2 середнє	239,0 ±41,06	1069,3 ±24,51	825,8 ±19,68	1629,1 ±49,76	608,5 ±37,20	44,1 ±3,47	20,8 ±0,33	79,8 ±8,10	6,5 ±0,28
	Min Max	116,0 281,7	1031,8 2400,0	798,4 6120,0	1534,9 5380,0	605,1 1820,0	43,2 65,8	8,2 20,4	6,2 81,2	2,4 7,0
Корені	№1 середнє	264,3 ±14,72	3692,0 ±144,22	1599,7 ±71,03	3021,6 ±89,92	5414,0 ±106,0	42,7 ±2,11	120,0 ±7,61	61,6 ±5,10	6,1 ±0,14
	Min Max	236,8 287,2	3672,0 3720,0	1464,0 1704,0	2912,8 3200,0	5202,0 5520,0	40,0 46,8	10,5 12,8	61,0 62,6	5,8 6,3
	№2 середнє	487,7 ±7,90	4616,0 ±74,33	819,5 ±25,43	6701,3 ±194,06	2133,3 ±60,99	118,6 ±3,17	16,1 ±0,41	144,6 ±3,16	1,6 ±0,03
	Min Max	474,4 501,6	4472,0 4720,0	769,8 853,6	6360,0 7032,0	2040,0 2248,0	112,3 122,2	15,3 16,7	141,4 150,9	1,6 1,7

Примітка. №1 – оселище реберської популяції, №2 – оселище туркульської популяції; середні дані у таблиці – це усереднені значення вмісту елементів в органах рослин, відібраних у липні 2010 р.; діапазон вмісту (Min, Max) – це верхня і нижня межі вмісту елементів у органах рослин за два роки (серпень, 2009 р. і липень, 2010 р.).

Відносно високі концентрації Ca у рослинах *G. acaulis* можна пояснити впливом умов росту, а саме високим вмістом Ca у ґрунті. У той же час відомо, що кисла реакція ґрунту погіршує засвоєння рослинами кальцію, а досліджені нами ґрунти як з г. Туркул, так і з г. Ребра, за реакцією середовища можна віднести до сильнокислих. Ґрунти з вивчених нами ділянок відрізнялися за вмістом у них Ca, тоді як суттєвих відмінностей щодо кількості цього елемента в органах рослин, за винятком коренів не виявлено. Вміст Ca у над-

земній частині рослин обох популяцій практично однаковий і, очевидно, визначається генетично обумовленою потребою виду. Здатність живої речовини вибірково поглинати і накопичувати деякі хімічні елементи характеризується коефіцієнтом біологічного накопичення (КБН). Це емпіричний біогеохімічний показник, який характеризує інтенсивність біологічного накопичення елементів і показує у скільки разів вміст елемента в сухій масі рослин відрізняється від такого у ґрунті.

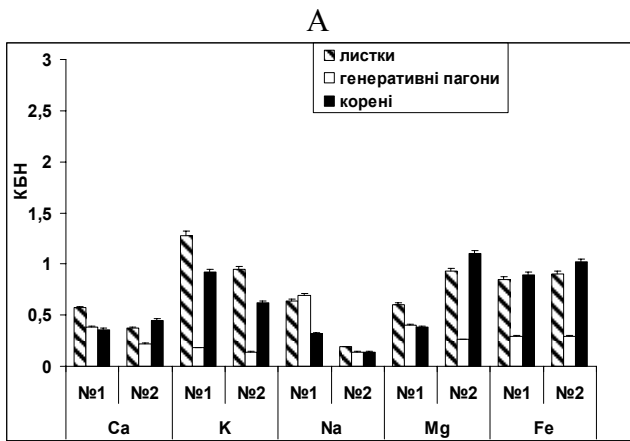


Рис. 1. Коефіцієнти біологічного накопичення (КБН) макроелементів (А) та мікроелементів (В) у різних органах рослин *G. acaulis* з реберської (№1) та туркульської (№2) популяцій

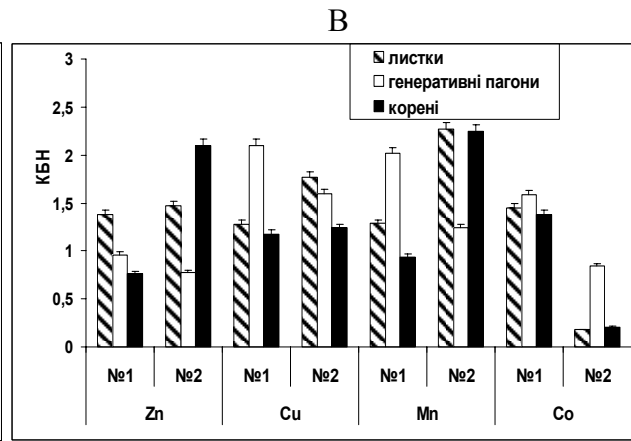


Fig. 1. Coefficients of biological accumulation (CBA) of macroelements (A) and microelements (B) in various organs of plants *G. acaulis* from population № 1 and population № 2

КБН – не константи, вони можуть змінюватися залежно від пори року, фази вегетації, віку рослини, властивостей ґрунту та ін. Залежить поглинання елементів з ґрунту і від виду рослини. КБН вказує на індивідуальну значимість того чи іншого елемента для рослини. Якщо КБН <1, то це є свідченням низького рівня поглинання певного елемента рослиною (Безуглова, Орлов, 2000).

Результати розрахунків КБН досліджених елементів у зразках *G. acaulis* показали, що його значення в тій чи іншій мірі відрізнялися у різних органах рослин (рис. 1).

Для рослин обох оселищ виявлено наступне: у листках найвищими були КБН Zn (1,4 і 1,5), Cu (1,3 і 1,8) та Mn (1,3 і 2,3), у генеративних пагонах – Mn (1,2 і 2) та Cu (1,6 і 2,1), в коренях – Cu (1,2) (рис. 1, Б). Як видно з представленого рисунка, лише у випадку Cu її КБН у всіх органах рослин обох популяцій були більшими 1.

Незважаючи на виявлені особливості для окремих елементів, чіткої закономірності більшого чи меншого значення КБН у певному органі рослин з обох популяцій для усіх елементів нами не виявлено. Поряд із цим, встановлено значні міжпопуляційні відмінності коефіцієнтів накопичення окремих елементів. Зокрема, показники КБН K, Na і Co в усіх органах рослин *G. acaulis* реберської популяції в 1,3-8,2 рази перевищували такі у рослинах туркульської (рис. 1, А, Б).

Отже, нами встановлено, що за вмістом досліджених елементів (за винятком Ca і Mn) та кислотністю ґрунту г. Туркул та г. Ребра мало відрізняються від вивчених нами раніше інших ділянок Чорногірського масиву та від літературних даних, наведених для карпатських ґрунтів загалом. Отримані нами результати стосовно *G. acaulis* підтверджують дані інших дослідників про залежність елементного складу рослин як від особливостей генотипу, так і від умов зростання.

Висновки. У ґрунтах з обох ділянок встановлено високий вміст рухомих форм досліджених макро- та мікроелементів на фоні низьких (3,7-4,7) значень рН. Виявлено відмінності концентрацій більшості елементів між ґрунтами з г. Туркул і г. Ребра. Серед досліджених елементів найменше відрізнялися показники концентрації Zn та Mn і найбільше – K.

Для рослин *G. acaulis* характерним було те, що K, Na, Cu, Mn та Co у найбільшій кількості накопичувалися у надземній частині, а Fe – у коренях. Встановлено суттєві міжпопуляційні відмінності елементного складу рослин.

Визначено коефіцієнти біологічного накопичення елементів рослинами *G. acaulis*, які варіювали як в різних органах, так і в зразках з різних локалітетів.

Подяка. Автори статті висловлюють подяку директору Інституту екології Карпат НАНУ – д.б.н. Козловському М.П. та співробітникам відділу популяційної екології цього інституту, а також д.б.н, професору, завідувачу кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка Царику Й.В. за сприяння під час експедиційних досліджень у Карпатах.

Список літератури:

1. Безуглова О.С., Орлов Д.С. Биогеохимия. – Ростов н/Д: «Феникс», 2000. – 320 с.
2. Ващенко И.М., Ланге К.П., Меркулов М.П., Олексенко Т.Д. Практикум по основам сельского хозяйства. – М.: Просвещение, 1991. – 431 с.
3. Войтків П. Кислотно-основні властивості буроземів пралісів Українських Карпат // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2008. – Вип. 35. – С.40-48.
4. Гамкло М.З. Особливості кислотно-лужної рівноваги ґрунтів Карпатського Біосферного Заповідника // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. – 1998. – Вип. 23. – С. 272-276.
5. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений. – Новосибирск: Наука, 1985. – 154 с.

6. Канивец В.И. Буроземообразование в лесных почвах Украинских Карпат. – Львів: Вид-во Львів ун-ту, 1958. – С. 168-178.
7. Кобів Ю., Прокопів А., Борсукевич Л., Гелеш М. Поширення, стан популяцій та характеристика оселищ рідкісних і загрожених видів рослин у північній частині Свидовця (Українські Карпати) // Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2009. – №49. – С. 63-82.
8. Козловський В.І. Важкі метали в мохах та лишайниках альпійського поясу Чорногори (Українські Карпати) // Науковий вісник УкрДЛТУ. – 2002. – Вип. 2.1. – С. 96-102.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 293 с.
10. Майорова О.Ю., Грицак Л.Р., Пасічник Г.І., Будзан І.В., Мельник В.М., Дробик Н.М. Зміни стану популяцій *Gentiana acaulis* L. у Чорногорі (Українські Карпати) // «Наукові записки» Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2010. – №4 (45). – С. 136-141.
11. Малиновський К.А., Крічфалушій В.В. Рослинні угруповання високогір'я Українських Карпат. – Ужгород, 2002. – 244 с.
12. Малиновський К.А., Царик Й.В., Жилиєв Г.Г., Дмитрах Р.І., Кияк В.Г., Кобів Ю.Й., Манчур М.М. Структура популяцій рідкісних видів флори Карпат. – К.: Наук. думка, 1998. – 176 с.
13. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (2-е изд. перераб. и доп.). – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.
14. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах / Под ред. Ваденина И.Г. – М.: Колос, 1974. – 285 с.
15. Панас Р.М. Грунтознавство: навчальний посібник. – Львів: Новий Світ-2000, 2006. – 372 с.
16. Пасічник Г.І., Майорова О.Ю., Войтюк В.Б., Грицак Л.Р., Мельник В.М., Дробик Н.М. Вміст деяких макро- і мікроелементів у ґрунтах та рослинах *Gentiana lutea* L. з двох чорногірських популяцій Українських Карпат // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. – 2011. – № 30. – С.183-187.
17. Скиба С., Скиба М., Позняк С. Ґрунти північно-західної частини Чорногірського масиву Українських Карпат // Екологія та ноосферологія. – 2006. – Т.17, № 1-2. – С.105-111.
18. Фононий вміст мікроелементів у ґрунтах України / за ред. А.І. Фатєєва і Я.В. Пашенко. – Харків, 2003 – 115 с.
19. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 487.
20. Чопик В.І. Високогірна флора Українських Карпат. – К.: Наук. думка, 1976. – 269 с.
21. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – Изд-во «Наука», Ленингр. отд. – 1974. – 324 с.
22. Якість ґрунту. Визначання дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин (ISO 11269-2:1995, IDT) : ДСТУ ISO 11269-2:2002. – [Чинний від 2004-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. –14 с. – (Національний стандарт України).
23. Ho T.-N., Liu T.-N. The infrageneric classification of *Gentiana* (*Gentianaceae*) // Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.), Bot. – 1990. – Vol. 20, N 2. – P. 169-192.
24. Radanovič D., Antic-Mladenovič S., Jakovljevič M., Kresovič M. Content of heavy metals in *Gentiana lutea* L. roots and galenic forms // J. Serb. Chem. Soc. – 2007. – Vol. 72, N 2. – P. 133-138.

THE ELEMENTAL COMPOSITION OF SOILS AND *GENTIANA ACAULIS* L. PLANTS FROM POPULATIONS ON THE TURKUL AND REBRA MOUNTAINS IN CHORNOHORA

G.I. Pasichnyk, O.YU. Mayorova, V.B. Voytyuk, L.R. Hrytsak, V.M. Mel'nyk, N.M. Drobyk

The content of macro- (Ca, Na, K, Fe, Mg) and microelements (Cu, Zn, Co, Mn) in Gentiana acaulis L. plants and soils of the Turkul and Rebra mountains (Chornohora ridge, the Ukrainian Carpathians) were investigated. At the background of low pH in the soils a large amount of moving forms of most elements were found. The differences in the content of macro- and microelements in various organs of G. acaulis and plants from different populations are found. Bioaccumulation factor (BAF) of the investigated elements is defined. At that we didn't find precise patterns of greater or lesser BAF value for all the items in certain organs of plants from both populations.

Key words: elemental composition, soil, Gentiana acaulis L., plant organs, interpopulation distinctions, coefficient of biological accumulation.

Одержано редколегією 13.06.2011

ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМИ КУЛЬТУРАМИ ПРИАВТОМАГІСТРАЛЬНОЇ ТЕРИТОРІЇ ТРАНСПОРТНО-ШЛЯХОВОЇ МЕРЕЖІ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ (М-07 КИЇВ – КОВЕЛЬ – ЯГОДИН)

С. С. ВОЛОЩИНСЬКА

*Волинський національний університет імені Лесі Українки, пр. Волі 13, м. Луцьк, Волинської обл.
e-mail: Voloschunsk@ukr.net*

Досліджено екологічний стан ґрунтів, рослинності у приавтомагістральній смузі дороги загальнодержавного значення Волинської області (М-07 Київ-Ковель-Ягодин) та встановлені загальні закономірності акумуляції поліютантів у сільськогосподарській продукції. Вивчалися агрохімічні властивості ґрунту та їх вплив на акумуляцію важких металів. Виявлено перевищення вмісту важких металів у ґрунтових пробах у порівнянні з фоном, особлива увага приділена головному токсиканту – свинцю. При дослідженні інтенсивності накопичення токсикантів у сільськогосподарській продукції спостерігаємо відмінність акумуляції важких металів у картоплі та буряку столовому.

Ключові слова: важкі метали, рослини, акумуляція, приавтомагістральна зона, дерново-підзолистий ґрунт, сільськогосподарська продукція, картопля, буряк столовий.

Вступ. Транспорт відіграє значну роль у виникненні небезпеки забруднення і руйнування природного середовища, особливо на урбанізованих територіях. Найбільш небезпечним є його вплив на придорожні території, які забруднюються важкими металами (Кубанцев и др., 2000, Мислива, Білявський, 2005, Челнаков, Ющенко, 2001).

Гумусовий горизонт ґрунту характеризується значною фіксацією важких металів. У той же час поверхневий шар ґрунту забезпечує люду продуктами харчування. Вирощування сільськогосподарських культур на забрудненій території призводить до підвищення вмісту токсикантів в отриманій продукції та їх негативному впливу на здоров'я людини (Давидова, Тагасов, 2002, Жовинський, Кураева, 2002, Колесников и др., 2002, Smilde, 1981, Tyutyunnik et al., 2000).

Актуальність даного питання полягає ще й в тому, що населення, незважаючи на заборону, приавтодорожні смуги інтенсивно використовує для вирощування сільськогосподарської продукції (картопля та буряк столовий), що в свою чергу зумовлює необхідність наявності достовірної інформації про вміст важких металів у ґрунті та їх міграцію у рослини.

Метою нашої роботи було визначення поліметалічного забруднення приавтомагістральної території транспортно-шляхової мережі Волинської області (М-07 Київ – Ковель – Ягодин) й виявлення закономірностей акумуляції та міграції важких металів у ґрунтовому покриві та в сільськогосподарській продукції.

Матеріали і методи дослідження. Для визначення ступеня забруднення кислоторозчинними та рухомими формами важких металів при-

автомагістральної території транспортно-шляхової мережі Волинської області (М-07 Київ–Ковель–Ягодин) були відібрані проби ґрунту з горизонту 0–10см (з підвітреної сторони) на відстані 0,2м та 10м від полотна дороги.

З метою вивчення міграційної здатності важких металів у системі «ґрунт – рослина», із зони досліджень, паралельно з ґрунтовими пробами з підвітреної сторони (0,2-10м), відбирались зразки сільськогосподарських культур (картопля і буряк столовий). Для встановлення акумуляційної тенденції важких металів рослинами визначалась концентрація поліютантів у вегетативних органах.

Результати та їх обговорення. Автомагістраль загальнодержавного значення Волинської області М-07 (Київ-Ковель-Ягодин), яка знаходиться в північній частині території дослідження, є вагомим джерелом забруднення довкілля шкідливими речовинами, в тому числі й важкими металами (в першу чергу – свинцем) (Челнаков, Ющенко, 2001, Survey of the plant..., 1989). Свинець, навіть в нанограмових кількостях, здатний переходити у високотоксичні, дуже легкі й згубні для всього живого організму форми.

Дерново-підзолисті ґрунти, які складають основу ґрунтового профілю зони досліджень, характеризуються збідненим вмістом макроелементів. Дані результати досліджень відповідають показникам А. І. Фатєєва, викладеним у науковій праці (Фатєєв и др., 2001).

Щодо вмісту гумусу в ґрунті (градація за Тюрінім) біля автомагістралі, було встановлено низькі значення показника на відстані 10м від полотна дороги (1,51%) та середній його вміст (на відстані 0,2м) – 2,41%. Отримані дані узгоджу-

ються з дослідженнями О. С. Безугловой та Т. М. Минкиной (Влияние высоких..., 1999, Минкина и др., 2006) про збільшення концентрації гумусу із збільшенням кількості важких металів у ґрунтовому профілі. Показники кислотності ґрунту (pH_{KCl}) відповідно будуть 6,6 та 5,8.

Враховуючи значну небезпечність забруднення довкілля важкими металами, нами було визначено, в першу чергу, концентрацію їх кислоторозчинних та рухомих форм у ґрунті в порівнянні з природним фоном та з ГДК (за В. В. Медведевым) (Медведев, 2002). Головним поліютантом є свинець, який у 13,5 рази перевищує фон та у 5,4 рази – ГДК (0,2м). З віддаленістю від автодороги вміст токсиканта зменшується і перевищення фону спостерігається лише у 5,1 рази, а ГДК – у 2,1 рази (10м). Наступними в ранговому ряду забруднювачів знаходяться мідь та цинк. Фактичні значення міді становлять 4,6 мг/кг (0,2м) та 1,7 мг/кг (10м) при фоні 0,4 мг/кг та ГДК 3,0 мг/кг. Концентрація цинку перевищує лише фон у 8,6 рази та 5,8 рази відповідно. Щодо кобальту та кадмію, то було встановлено незначне збільшення концентрації в ґрунті (0,2м) в порівнянні з природним фоном. Фактичний вміст марганцю характеризується низькими значеннями.

Вздовж автомагістралі загальнодержавного значення Волинської області М-07 (Київ-Ковель-Ягодин), з навітренної сторони в межах санітарної зони, розміщені ділянки ґрунту на яких, всупереч забороні, вирощуються сільськогосподарські культури (картопля та буряк столовий). Рослини відображають несприятливий екологічний стан свого району, акумулюючи токсиканти, які по ланцюгу живлення надходять в організм людини

(Методичні рекомендації..., 2005, Мислива, Білявський, 2005, Надточій та ін., 2004, Сільське господарство..., 2006). Головним токсикантом є свинець, вміст якого був визначений нами в картоплі (сорт Санта й Бородеянка) та в буряку столовому.

Серед досліджених рослин картопля виявилась акумулятором Рb по відношенню до буряка столового (різниця в 1,8 рази). У картоплі найбільша кількість свинцю накопичується в надземній фітомасі, а найменша – в бульбах картоплі, в буряку столовому аналогічно.

При визначенні концентрації Рb у бульбах картоплі сортів Бородеянка та Санта було встановлено перевищення вмісту токсиканта вдвічі у першому сорті, ніж у другому відповідно.

Додатково визначалась концентрація Рb в очищених бульбах та лущинні картоплі, і встановлено практично однаковий вміст даного елемента. Незважаючи на значну перевагу свинцю, як головного токсиканта природного середовища, вздовж полотна дороги визначався вміст й інших важких металів, у буряку столовому (рис. 1.). Найбільшим накопичувачем важких металів є надземна фітомаса, а власне корінь буряка столового характеризується меншими показниками акумуляції токсикантів (майже вдвічі). Картопля теж була піддана аналізу на вміст важких металів за вегетативними органами (рис.2.). Аналізуючи отримані дані стосовно вмісту важких металів у картоплі, спостерігаємо, як правило, перевагу в накопиченні токсикантів у надземній фітомасі, проте різниця у показниках не є такою суттєвою, як у буряка столового.

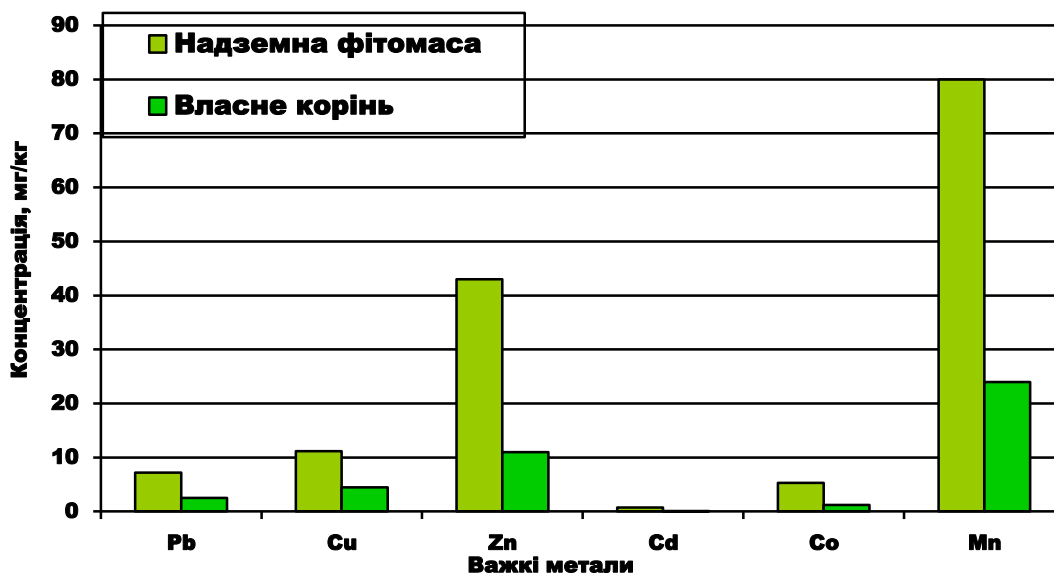


Рис. 1. Вміст важких металів в буряку столовому, який зростає на приватомагістральній смузі М-07 (Київ-Ковель-Ягодин), мг/кг

Fig.1. The content of heavy metals in table beet, which grows on private highway lane M-07 (Kyiv-Kovel-), mg / kg

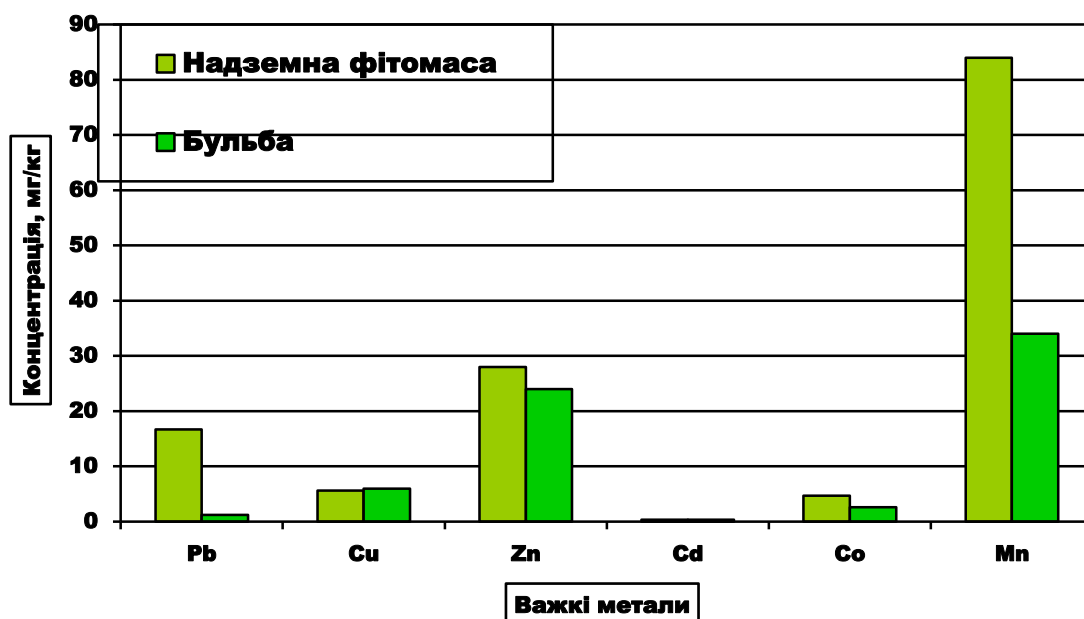


Рис. 2. Вміст важких металів в картоплі, яка зростає на приватомагістральній смузі М-07 (Київ-Ковель-Ягодин), мг/кг

Fig.2. The content of heavy metals in potato growing on private highway lane M-07 (Kyiv-Kovel-), mg / kg

Таким чином, незалежно від виду сільськогосподарської продукції, найбільшою здатністю до акумуляції характеризується марганець та цинк, а найменшою – кадмій. Існує варіювання концентрацій даних токсикантів за вегетативними органами, що, ймовірно, пов'язано з видовими особливостями рослин.

Для об'єктивної оцінки забруднення важкими металами сільськогосподарської продукції, яка зростає на приватомагістральній території (0,2-10м), визначався коефіцієнт переходу (Кп) металів в рослини, який розраховувався як відношення концентрації хімічного елементу в рослині до його вмісту в ґрунті (табл. 1). Згідно з отриманими даними, для обох сільськогосподарських культур спостерігаємо більший коефіцієнт переходу важких металів у надземну фітомасу, ніж у

бульби картоплі та у власне корінь буряка столового. Найбільший коефіцієнт переходу характерний для кадмію, цинку та марганцю, найменший – для свинцю. Вміст кадмію характеризується невисокими показниками накопичення (в порівнянні з іншими важкими металами), проте має найвище значення коефіцієнту переходу в рослини. Іншою особливістю кадмію є його однакові значення показника коефіцієнту переходу за вегетативними органами для картоплі (Кп=5,7-5,8), а для буряка столового - показники суттєво відмінні (Кп=1,8 - власне корінь та Кп=12,3 - надземна фітомаса). Аналогічне явище спостерігаємо для свинцю, але у картоплі: різниця у показниках становить 11 (Кп=0,2 – бульби та Кп=2,2 - надземна фітомаса).

Таблиця 1. Коефіцієнт переходу (Кп) металів в сільськогосподарські культури

Table 1. Conversion factor (K) of metals in crops

Культура	Важкі метали					
	Pb	Cu	Zn	Cd	Co	Mn
Буряк столовий:						
надземна фітомаса	0,97	3,6	5,0	12,3	3,0	4,1
власне корінь	0,3	1,4	1,3	1,8	0,7	1,2
Картопля						
надземна фітомаса	2,2	1,8	3,3	5,8	2,7	4,3
бульби	0,2	1,9	2,8	5,7	1,5	1,7

Висновки. Згідно з результатами досліджень, спостерігаємо перевищення вмісту важких металів у ґрунтових пробах та їх акумуляцію у сільськогосподарській продукції, яка вирощується в санітарній зоні всупереч суворій забороні. Виявлена тенденція зміни екологічного стану приавтомагістральної території вимагає більш розширених комплексних досліджень та інформативності отриманих результатів населенню.

Список літератури:

- Smilde K. W. Heavy-Metal Accumulation in Crops Grown of Sewage Sludge Amended with Metal Soils / K. W. Smilde // Plant and Soil, 1981. – Vol. 62. - № 1. – P. 3 - 14.
- Survey of the plant kingdom for the ability to bind heavy metals through phytochelatins / [Gekeler W., Grill E., Winnacker E.- L., Zenk M.] // Z. Naturforsch. 1989. В. 44. № 5-6. S. 361 - 369.
- Тютунник Y. Statistical conformity of the accumulation of heavy metals in depositive media and their use for monitoring of air and surface water pollution / Y. Tyutyunnik, V. Belokon, O. Blum // Ecology (Bratislava). 2000. - №3. Vol. 19. – P. 33 - 340.
- Влияние высоких концентраций тяжелых металлов на гумусное состояние и биологическую активность чернозема обыкновенного карбонатного / О. С. Безуглова, В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев [и др.] // Известия высших учебных заведений. - Северо-Кавказский регион. Сер. Естественные науки. – 1999. - №2. – С. 65 - 71.
- Давыдова С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века : учеб. пособие / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – М. : Изд. РУДН, 2002. – 140 с.
- Жовинский Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – К. : Наукова думка, 2002. – 214 с.
- Колесников С. И. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков // Почвоведение. – 2002. – № 12. – С. 1509 – 1514.
- Кубанцев Б. С. Экология урбанизированных территорий : учеб. пособие. / Б. С. Кубанцев, Н. П. Дьяченко, О. П. Бузинова. – Волгоград. : Перемена, 2000. – 124 с.
- Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В. В. Медведев. – Харьков. : «Антиква», 2002. – 428 с.
- Методичні рекомендації з агроекологічного моніторингу селітебних територій ; за ред. Н. А. Марченко. – К., 2005. – 26 с.
- Минкина Т. М. Взаимодействие тяжелых металлов с органическим веществом чернозема обыкновенного / Т. М. Минкина, Г. В. Мотузова, О. Г. Назаренко // Почвоведение. – 2006. - № 7. – С. 804 - 811.
- Мислива Т. М. Агроекологічний моніторинг рослинницької продукції з присадибних ділянок Поліської та Лісостепової частин Житомирської області / Т. М. Мислива, Ю. А. Білявський // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів : матеріали III-ї міжнар. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2005. -Т. II. – С. 254.
- Надточій П. П. Агроекологічний моніторинг присадибних ділянок на радіонуклідно забруднених територіях Житомирської області / П. П. Надточій, Т. М. Мислива, В. А. Трембіцький // Актуальні питання розвитку земельної реформи в Україні : матеріали 2-ої Міжнар. конф. – Херсон, 2004. – С. 35 - 41.
- Сільське господарство України за 2005 рік : стат. зб. / Держкомстат України. - К., 2006. – 372 с.
- Фатеев А. И. Миграция, транслокация и фитотоксичность тяжелых металлов при полиэлементном загрязнении почвы / А. И. Фатеев, Н. Н. Мірошниченко, В. Л. Самохвалова // Агрехимия. – 2001. - №3. – С. 57 – 61.
- Челнаков А.А., Ющенко Л.Ф. Основы промышленной экологии; Учеб. пособие для студ. вузов. – Минск: Вышэйшая шк., 2001. – 334 с.

THE FEATURES OF HEAVY METALS ACCUMULATION BY AGRICULTURAL PLANTS OF THE PREMOTORWAY TERRITORY OF VOLYN REGION ROAD (M – 07 KYIV – KOVEL - YAHODYN)

S. S. Voloschynska

It is investigated the ecological state of soils and vegetation near the premotorway strip of the road of national importance in Volyn region (M – 07 Kyiv – Kovel - Yahodyn) and general results of accumulation of pollutants concerning agricultural production are established. Agrochemical properties of soil and their influence on the accumulation of heavy metals were studied. It is revealed exceeding content of heavy metals in soil in comparison with phonology, and special attention is paid to lead which is the main toxicant. It the research about intensity of accumulation of toxicants concerning agricultural production we can see the difference of accumulation of heavy metals in potatoes and beet..

Key words: heavy metals, plants, accumulation, motorway – side zone, turfpodzol soils, agricultural production, potato, beet.

Одержано редколегією 16.02.2011

ТРОФІЧНІ ПРЕФЕРЕНДУМИ *CALATHUS AMBIGUUS* (COLEOPTERA, CARABIDAE) ІЗ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПІВДЕННОГО ЛІСОСТЕПУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. С. КОМАРОВ, О. Є. ПАХОМОВ

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, Дніпропетровськ, 49050, Україна, alekskomaroff@rambler.ru

Досліджені переваги *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) у виборі об'єктів живлення в умовах лісових біогеоценозів південного Лісостепу Полтавської області. Проаналізовані таксономічна, розмірно-вагова та трофічна структури комплексів безхребетних, запропонованих *C. ambiguus*. Установлені критерії вибору *C. ambiguus* потенційних трофічних об'єктів: міцність покривів та розміри здобичі, а також її здатність до швидкого пересування.

Ключові слова: *Calathus ambiguus*, південний Лісостеп, Полтавська область.

Вступ. Підстилка – постійне або тимчасове середовище перебування різноманітних груп безхребетних. Грунтові та надгрунтові безхребетні становлять значну частину видового складу, чисельності та біомаси тваринного населення екосистем (Гиляров, 1953; Грюнталь, 1978; Белова, Травлев, 1999). Тваринне населення бере участь у деструкційних процесах, впливає на біологічний кругообіг підстилкового біогеоценозу шляхом опосередкованого стимулювання активності грибів, бактерій тощо. Підстилкова мезофауна прискорює проходження екосистемою певних етапів багаторічної динаміки, на кожному з яких змінюється структура герпетобію. У лісовій підстилці, як структурному елементі біогеоценозу, концентруються топічні та трофічні зв'язки більшості консорцій лісових автотрофів (Дубина, 1972; Дубина, 1975; Грюнталь, 1996). Дослідження особливостей формування герпетобію має практичне та загальноекологічне значення.

На Полтавщині поширені понад 50 типів природних і штучних лісів (Бельгард, 1971; Бригадиренко, Комаров, 2007; Комаров, Бригадиренко, 2008; Комаров, 2008а; Комаров, 2008б; Комаров, 2008в). Дані про особливості формування підстилкової мезофауни Полтавської області, розташованої в межах Лівобережного Придніпров'я, переважно у лісостеповій зоні України, лише зрідка наводяться у науковій літературі, є фрагментарними та застарілими і потребують спеціальних екологічних та ентомологічних досліджень (Андрієнко та ін., 1999; Никифоров, 2003). Серед підстилкової мезофауни особливий інтерес становлять популяції доміантних видів

зоофагів, які виконують роль регуляторів чисельності консументів першого та другого порядків. Це, насамперед, представники родини Carabidae.

Один з поширених видів – *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) – мезоксерофільний вид, стратобіонт підстилковий (Шарова, 1981). Характерний мешканець лісів, часто трапляється на луках та полях, віддає перевагу піщаним і супіщаним ґрунтам, міксофітофаг. Окрім тваринної їжі жуки зрідка поїдають проростки кукурудзи, гороху, конюшини, салату, плоди полуниці, падалицю у садах. Вид широко поширений на всій території України, звичайний у лісах Європи (за виключенням північної частини Фенноскандії), також на Кавказі, в Малій Азії та Західному Сибіру.

Мета даної роботи – визначити трофічні преферендуми *C. ambiguus* та роль хижака у регулюванні чисельності доміантних видів ґрунтово-підстилкової мезофауни природних лісових біогеоценозів південного Лісостепу Полтавської області.

Матеріал та методи досліджень. Екологічні дослідження підстилкової мезофауни та трофічних спектрів турунів у герпетобії природних лісових угруповань проводились у Кременчуцькому та Козельщанському районах Полтавської області. Безхребетних збирали за допомогою пасток Барбера (Маталін, 1996; Barber, 1931) без фіксатора з невеликою кількістю сухого листя або хвої, та методом ручного розбирання підстилки (Тихомирова, 1975) рано вранці або у першій половині дня.

Для перебування безхребетних у лабораторних умовах, їх довгого утримання, використовувались пластикові контейнери з

вентиляцією та зразками підстилки і ґрунту тих лісових біогеоценозів, які є звичайними для даної групи безхребетних. При проведенні досліджень з трофіки використовувались чашки Петрі зі зволеним піском. Під час експерименту до хижака у окремій чашці Петрі (з відповідним номером) підсаджувався один екземпляр потенційної жертви. Чашку Петрі заносили у темне прохолодне приміщення і залишали на декілька годин (від 6 до 24). Потім перевіряли результат. У тих випадках, коли жертва не була з'їдена (негативний результат), її замінювали на іншу особину цього виду. Таким чином, кратність експериментів у середньому дорівнює 10. Виключеннями є тільки ті випадки, коли не було можливості дістати кормові об'єкти у необхідній кількості.

Результати проведених дослідів з вивчення трофічної спеціалізації *C. ambiguus* схематично відображені на просторово-функціональній моделі (рис. 2). Для окремого біогеоценозу (підстилки), модель побудована у двовимірній системі координат. Шкала осі абсцис відображає середню суху вагу тварин. Окремі трофічні рівні на осі ординат роз'єднані: знизу розподілені фітофаги та сапрофаги (разом із фіто-сапрофагами, копрофагами та некрофагами), над ними – зоофаги I, II і III порядків (із паразитами та пантофагами включно). Таким чином, на моделі схематично показано розподіл безхребетних у окремо взятому біогеоценозі в залежності від їх ваги та трофічної спеціалізації.

Результати та їх обговорення. Для визначення трофічної спеціалізації *C. ambiguus* було проведено 3413 лабораторних експериментів. Перелік безхребетних, які увійшли до раціону *C. ambiguus* наведено в таблиці.

Представники підряду Entomobryomorpha поїдалися туруном не охоче. Це пов'язано з характером пересування колембол, що заважало турунам полювати на них. Незважаючи на малу вагу (до 1 мг), невисокий відсоток поїдання Asagi (вийняток *Mesostignata sp.*) та *Syntomus truncatellus* Linnaeus, 1761, що пояснюється твердим хітинізованим покривом. Численні напади на здобич фіксували візуально при пропозиції личинок *Cetonia aurata* (Linnaeus, 1758), які мали вагу більшу за хижака (понад 60 мг), але кількість з'їдених екземплярів виявилася незначною. Вкриті щільним та жорстким волоссяним покривом личинки *Lepidoptera sp.*, викликали позитивну реакцію у туруна (з'їдено 10%), проте малий відсоток поїдання говорить, що личинки з такими зовнішніми покривами не складають його основного раціону.

Таблиця

Трофічні зв'язки *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) із доміантними групами безхребетних лісових біогеоценозів (Полтавська обл.)

Table

Trophic relationships of *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) with the dominant groups of invertebrates of forest biocenosis (Poltava region).

Вид харчового об'єкта	Загальна кількість дослідів	Частка особин (%), з'їдених <i>Calathus ambiguus</i> (Paykull, 1790)
<i>Entomobryidae sp.</i>	51	3,9
<i>Acari sp.</i>	45	4,4
<i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus, 1758) (larvae)	33	6,1
<i>Syntomus truncatellus</i> Linnaeus, 1761	58	6,9
<i>Lepidoptera sp.</i>	30	10,0
<i>Porcellio scaber</i> Latreille, 1804 (3 мм)	32	12,5
<i>Megalonotus chiragrus</i> (Fabricius, 1794)	60	16,7
<i>Dermestes lanarius</i> Illiger, 1801	36	30,6
<i>Geophilidae sp.</i>	107	38,3
<i>Harpalus sp. (larvae)</i>	50	50,0
<i>Porcellio scaber</i> Latreille, 1804 (2 мм)	45	64,4
<i>Megalonotus dilatatus</i> (Herrich-Schäffer, 1840)	44	65,9
<i>Lygaeidae sp. (larvae)</i>	87	77,5
<i>Forficula tomis</i> (Kolenati, 1846) (larvae)	17	76,5
<i>Thanasimus formicarius</i> Linnaeus, 1758	19	84,2
<i>Mesostignata sp.</i>	39	89,7
<i>Porcellio scaber</i> Latreille, 1804 (1 мм)	38	92,1
<i>Nabis sp.</i>	14	92,9
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Saviginy, 1826)	39	97,4
<i>Curculionidae sp. (pupa)</i>	41	97,6
<i>Opiliones sp.</i>	7	100,0
<i>Asilidae sp. (larvae)</i>	7	100,0
<i>Inocellia crassicornis</i> (Schummel, 1832) (larvae)	9	100,0
<i>Anthororidae sp.</i>	21	100,0
<i>Elateridae sp. (larvae)</i>	42	100,0
<i>Chrysomelidae sp. (pupa)</i>	38	100,0
<i>Diptera sp. (larvae)</i>	38	100,0
<i>Leptothorax crassispinus</i> Karavaiev, 1926	39	100,0
<i>Serica brunnea</i> (Linnaeus, 1758)	40	100,0
<i>Cantharis sp. (pupa)</i>	42	100,0
<i>Prosternon tessellatum</i> Linnaeus, 1758 (pupa)	42	100,0
<i>Lagria hirta</i> (Linnaeus 1758)	42	100,0
<i>Nematocera sp.</i>	65	100,0

Із Isopoda у підстилковому горизонті лісових біогеоценозів Полтавської області поширенні *Porcellio scaber* Latreille, 1804 (Бригадиренко, Комаров, 2007; Комаров, Бригадиренко, 2008; Комаров, 2008а; Комаров, 2008б; Комаров, 2008в). Досліди показали, що турун доволі активно поїдає мокриць залежно від їх віку. Так,

дрібні личинки перших стадій розвитку доповнюють основний раціон *C. ambiguus*. Відомо, що дорослі особини *P. scaber* виявляють турботу про нащадків. Для того щоб поживитися личинками, хижаку спочатку треба знищити «опікуна».

Доволі інтенсивно турун живився клопами, які поширені у досліджених біогеоценозах (*Megalonotus chiragrus* (Fabricius, 1794), *M. dilatatus* (Herrich-Schäffer, 1840), *Lygaeidae sp.* (larvae), *Nabis sp.*). Хоч відсотки поїдання не досягають абсолютного показника (60–75 % в середньому), ми вважаємо, що вони є частими об'єктами поживи турунів, спираючись на дані їх чисельності в підстилці обстежених лісових біогеоценозів.

Зазначимо отримані позитивні результати у дослідках із згодовуванням *Geophilidae sp.* та личинками перших поколінь *Forficula tomis* (Kolenati, 1846).

Серед безхребетних, які мали найбільший відсоток поїдання, або наблизений до нього, переважну більшість становлять личинки і лялечки з м'якими зовнішніми покривами (*Asilidae sp.* (larvae), *Curculionidae sp.* (pupa), *Diptera sp.* (larvae), *Prosternon tessellatum* Linnaeus, 1758 (pupa), *Inocellia crassicornis* (Schummel, 1832) (larvae) та інші) та тварини з незначними хітиновими покривами (*Opiliones sp.*, *Leptothorax crassispinus* Karavaiev, 1926 тощо). Привертає увагу висока інтенсивність поїдання *Serica brunnea* (Linnaeus, 1758) та *Lagria hirta* (Linnaeus 1758), які становлять основну здобич у періоди їх масового поширення у підстилковому горизонті.

Кількість спожитих безхребетних залежить від розмірів здобичі та належності її до певної трофічної групи (рис. 1). Отримані дані свідчать, що найбільш привабливі для туруна тварини вагою до 1 мг. Фітофаги, які належать до цієї розмірної групи поїдалися всі з запропонованих, відсоток споживання сапрофагів даної вагової групи – найбільший. При згодовуванні зоофагів зафіксовані середні результати, порівняно з названими вище трофічними групами безхребетних.

Привертає увагу зниження числа з'їдених комах, вага яких знаходиться в межах від 1 до 2 мг. Раціон туруна серед безхребетних даної вагової категорії складають переважно фітофаги, сапрофаги – відсутні.

Кормові об'єкти вагою 2–32 мг майже однаково привабливали хижак, проте не відзначалися високими відсотками поїдання. Найбільше спожито фітофагів. Серед безхребетних вагою 4–8 мг турун вживав тільки зоофагів. Безхребетні понад 32 мг не

приваблюють туруна, але до раціону потрапляють личинки фітофагів із м'якими покривами.

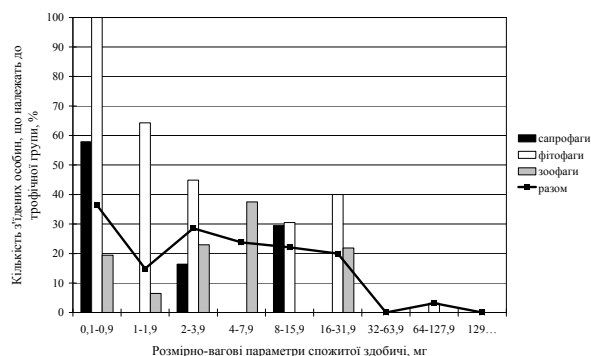


Рис. 1. Показники поїдання здобичі *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) залежно від розмірів та належності до функціональних груп

Fig. 1. Data on eating of preys by *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) depending on their size and association with functional groups

Аналіз спожитої здобичі на таксономічному рівні ілюструє трофічну спеціалізацію *C. ambiguus*. Зафіксовано максимальні відсотки поїдання серед дев'яти таксономічних груп (рис. 3). Менше за інших приваблювали туруна Entomobridae та деякі представники Lepidoptera.

Таким чином, із запропонованих кормових об'єктів *C. ambiguus* у більшості випадків надавав перевагу безхребетним, що належать до другого та третього трофічних рівнів (рис. 2). Серед загальної чисельності здобичі, що була з'їдена, найбільший відсоток поїдання зареєстровано при згодовуванні зоофагів першого порядку. Не зафіксовано випадків поїдання зоофагів другого та третього порядків, проте до раціону туруна постійно потрапляють пантофаги, наприклад *Leptothorax crassispinus* Karavaiev, 1926 та *Forficula tomis* (Kolenati, 1846).

Із запропонованих об'єктів живлення турун не споживав наступні: серед Carabidae невеликі (до 6 мг) і середні (8–16 мг) за розмірами комахи такі як: *Badister bullatus* (Schrank, 1798), *B. sadalis* (Duftschmid, 1812), *Notiophilus hypocrita* Curtis, 1829, *Pterostichus ovoideus* (Sturm, 1824), *Harpalus tardus* (Panzer, 1797), *H. caspius* (Steven, 1806).

Серед зоофагів, які не поїдаються *C. ambiguus*, виявлено родини: Lithobiidae, Mutillidae, Elateridae (*Conoderini sp.* (larvae) та *Prosternon tessellatum* (Linnaeus, 1758)); представників Aranei: Linyphiidae (*Linyphia sp.*), Lycosidae (*Pardosa sp.*, *Trochosa terricola* Thorell, 1856), Philodromidae (*Philodromus sp.*), Tetragnathidae (*Pachygnatha listeri* Sundevall,

1830), Theridiidae (*Robertus lividus* (Blackwall, 1836)).

стафілінід (17–25 мг) серед яких були такі, як *Staphylinus erythropterus* Linnaeus, 1758, *Quedius* sp.

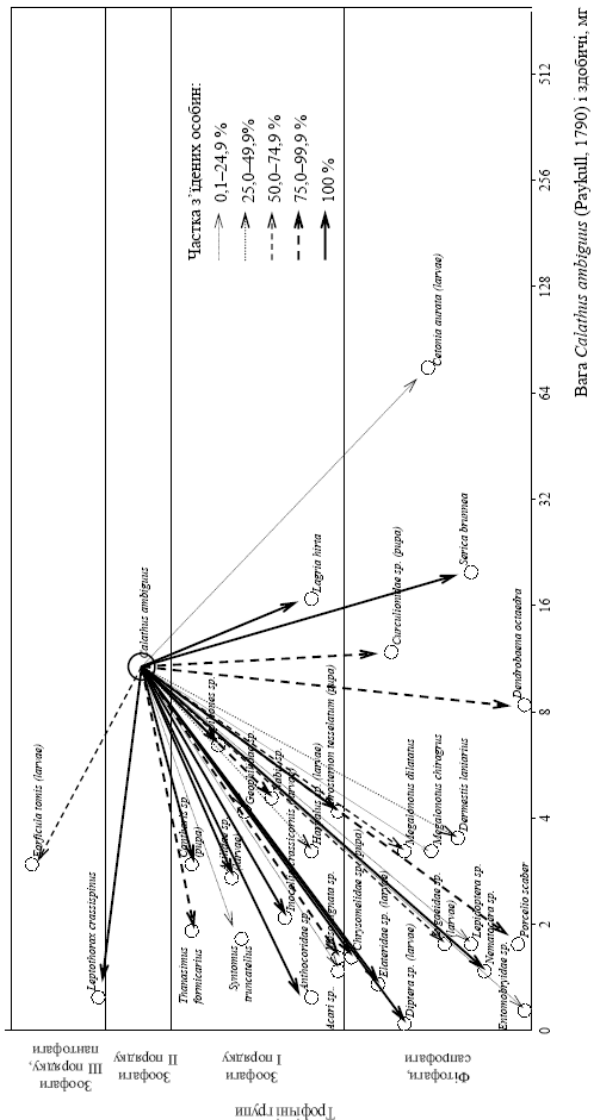


Рис. 2. Спектр живлення та трофічні преферендуми *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) у лабораторних умовах

Fig. 2 The range of nutrition and trophic preferences of *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) in laboratory conditions

Staphylinidae, які поширені в обстежених лісових біогеоценозах (Бригадиренко, Комаров, 2007; Комаров, Бригадиренко, 2008; Комаров, 2008а; Комаров, 2008б; Комаров, 2008в) не приваблюють *C. ambiguus*. Це *Gabrius* sp., *Habrocerus capillaricornis* (Gravenhorst, 1806), *Astenus* sp., *Tachyporus hypnorum* (Fabricius 1775), *Lathrobium* sp., *Drusilla canaliculata* (Fabricius, 1787), *Stenus humilis* Erichson, 1839, *Oxydopa* sp., *S. clavicornis* (Scopoli, 1763), *Bryoporus* sp., *Gabrius osseticus* (Kolenati, 1846), *Tachinus signatus* Gravenhorst 1802, *Rugilus rufipes* Germar, 1863, *Xantholinus* sp., та більших за вагою

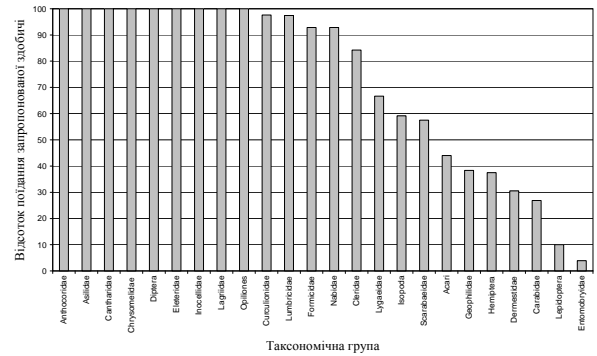


Рис. 3. Таксономічні групи, що домінують у раціоні *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790)

Fig. 3. Taxonomic groups that dominate in the diet of *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790)

Доволі широкий ряд експериментів проведено для дослідження реакції туруна на представників Formicidae. Не зафіксовано випадків поїдання: *Dolichoderus quadripunctatus* (Linnaeus, 1771), *Lasius platythorax* Seifert, 1991, *L. fuliginosus* (Latreille, 1798), *L. flavus* (Fabricius, 1781) *L. alienus* (Forster, 1850), *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758), *M. rugulosa* Nylander, 1846, *M. scabriorodis* Nylander, 1849, *Formica glauca* Ruzsky, 1895, *F. imitans* Ruzsky, 1902. Проте активно поїдався туруном *Leptothorax crassispinus* Karavaiev, 1926.

У дослідях із рослиноїдними безхребетними залишилися не з'їденими представники Curculionidae (*Otiorrhynchus raucus* (Fabricius, 1776) та *O. ovatus* (Linnaeus, 1758)), Hemiptera (*Dicranoccephalus agilis* (Scopoli, 1763), *Canthophorus* sp., *Ceraleptus gracilicornis* Herrich-Schaeffer, 1835), *Pyrrhocoris apterus* Linnaeus, 1758, Scutellaridae (*Aelia accuminata* Fieber, 1868, *Eurugaster integriceps* Puton, 1881), Lucanidae (*Dorcus parallelepipedus* (Linnaeus, 1758)) та *Psychidae* sp.

Серед саркофагів, яких не споживає турун відзначено наступних: *Geophila* (*Trichia hispida* (Linnaeus, 1758)), *Julidae* (*Rossiulus kessleri* (Lochmander, 1927)), *Latridiidae* sp., *Silphidae* (*Silpha tristis* Illiger, 1798 (larvae), *S. carinata* Herbst, 1783 (larvae)), *Tenebrionidae* (*Crypticus ruberi* Marsuel, 1875, *Crypticus quisquilius* (Linnaeus, 1761) *Uloma rufa* (Piller et Mitterpacher, 1783)).

Висновки. Трофічні характеристики *C. ambiguus* мають низку специфічних особливостей. Кількість спожитих туруном тварин залежить від міцності покривів і розмірів здобичі, здатності її швидко рухатись. Нерухливі

або малорухливі невеликі об'єкти з відносно м'якими покривами тіла складають основний спектр живлення *C. ambiguus*. Турун не споживає об'єктів більших за себе та з твердим міцним хітиновим покривом. Із запропонованих кормових об'єктів *C. ambiguus* у більшості випадків надавав перевагу безхребетним, що належать до другого та третього трофічних рівнів. Основу раціону дослідженого виду складають фітофаги, зоофаги, та фітосапрофаги, які належать до таких систематичних груп: Anthocoridae, Asilidae, Cantharidae, Chrysomelidae, Cleridae, Curculionidae, Diptera, Eleteridae, Forficulidae, Inocellidae, Lagriidae, Lumbricidae, Opiliones.

Список літератури:

1. Андрієнко Т. Л., Байрак О. М., Залудяк М. І. та ін. Заповідна краса Полтавщини. – Полтава: Астрія, 1996. – 184 с.
2. Белова Н. А., Травлев А. П. Естественные леса и степные почвы. – Д.: ДГУ, 1999. – 348 с.
3. Бельгард А. Л. Степное лесоведение. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
4. Бригадиренко В. В., Комаров О. С. Різноманіття угруповань підстилкових безхребетних долинних лісів ріки Псел (Полтавська область) // Вісник Білоцерківського державного аграрного ун-ту. – 2007. – Т. 10. – С. 88–94.
5. Гиляров М. С. Почвенная фауна байрачных лесов и её значение для диагностики почв // Зоолог. журн. – 1953. – Т. 32, № 3. – С. 328–347.
6. Грюнталь С. Ю. О распределении жуличиц (Coleoptera, Carabidae) в лесах волосисто-осокового цикла в условиях Подмоскovie // Фауна и экология беспозвоночных животных. – М.: МГПИ, 1978. – С. 68–77.
7. Грюнталь С. Ю. Комплексы жуличиц в различных типах леса средней тайги // Бюлл. Московского общества испытателей природы. Отд. биол. – 1996. – Т. 101, № 1. – С. 50–60.
8. Дубина А. А. Лесная подстилка как компонент естественных лесных биогеоценозов юго-востока Украины и Гырнецовых лесов Молдавии. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Д.: ДГУ, 1972. – 18 с.
9. Дубина А. А. Сезонная динамика накопления и разложения подстилки в различных типах лесных биогеоценозов Присамарского стационара // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – Вып. 5. – С. 32–37.
10. Комаров О. С. Підстилкова мезофауна галофільних лісів ріки Дніпро в умовах Лісостепу Полтавської області // Науковий вісник Ужгородського ун-ту. Серія Біологія. – 2008а. – Вып. 24. – С. 59–64.
11. Комаров О. С. Розподіл підстилкових безхребетних довгозаплавних лісових екосистем ріки Дніпро в умовах Лісостепу Полтавської області // Вісник Львівського ун-ту. Серія біологічна. – 2008б. – Вып. 46. – С. 119–128.
12. Комаров О. С. Туруни (Coleoptera, Carabidae) як компонент герпетобію заплавних гігомезофільних дібров у межах Лісостепу України // Моніторинг природних та техногенних середовищ. Матер. Всеукр. наук. конф. – Сімферополь: ДІАІП, 2008в. – С. 178–180.
13. Комаров О. С., Бригадиренко В. В. Особливості формування фауни підстилкових безхребетних аренних лісів ріки Дніпро в умовах Полтавської області // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, № 1–2. – С. 59–68.
14. Маталін А. В. Об использовании световых ловушек в экологических исследованиях жуличиц (Coleoptera, Carabidae) // Зоол. жур. – 1996. – Т. 75, № 5. – С. 744–756.
15. Никифоров В. В. Экологическая сеть Среднего Приднепровья современное состояние и пути ее оптимизации. – Д.: ДГУ, 2003. – 187 с.
16. Тихомирова А. Л. Учёт напочвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – С. 73–81.
17. Шарова И. Х. Жизненные формы жуличиц (Coleoptera, Carabidae). – М.: Наука, 1981. – 360 с.
18. Barber H. S. Traps for cave-inhabiting // J. Elish. Mitcell. Sci. Sos. – 1931. – Vol. 46, N 3. – P. 259–266.

TROPHIC PREFERENCES OF *CALATHUS AMBIGUUS* (COLEOPTERA, CARABIDAE) FROM BIOGEOCENOSSES OF SOUTH FOREST-STEPPE OF POLTAVA REGION

O. S. Komarov, O. Y. Pakhomov

Oles' Gonchar Dnipropetrovsk National University Gagarin ave., 72, Dnipropetrovsk, 49050, Ukraine

The specific trophic preferences of Calathus ambiguus (Paykull, 1790) as one of the mass ground litter zoophages in forests biogeocenoses of south Forest-steppe of Poltava region were investigated. Taxonomic, size-weight and trophic structures of potential food objects offered to the C. ambiguus were analyzed. C. ambiguus choice criteria of potential food objects were established: hardness of exoskeleton and size of victims and also victim's ability for fast moving.

Keywords: Calathus ambiguus, southern forest-steppe, Poltava region.

Отримано редколегією 07.05.2011

UDK 582.794.1-19 (234.421.1)

INVASION ECOLOGY OF GREEN ASH *FRAXINUS PENNSYLVANICA* MARSH. IN THE TRANSCARPATHIA (UKRAINE)

B. PROTS¹, A. DRESCHER², B. VYKHOR¹

¹State Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine, 18 Teatralna Str., Lviv-8, 79 008 Ukraine
e-mail: bohdan.prots@gmail.com

²Institute for Plant Sciences, Karl-Franzens University of Graz, Holteigasse 6, A-8010 Graz, Austria
email: anton.drescher@uni-graz.at

Green Ash Fraxinus pennsylvanica is one of most invasive floodplain plant species in Europe. The invasion dynamics of the species in the Transcarpathia may be divided into two phases ('lag' and 'exponential') due to differences in the rate of spread. Up to now Green Ash occupies just 11% of the total number of the Transcarpathian mapping grid squares. The distribution map of *F. pennsylvanica* of the study area and invasion preferences of the species are presented. High competitive abilities of the species and conservation management implications are discussed.

Keywords: plants invasion, spread, Fraxinus pennsylvanica, Transcarpathia

Introduction. The function of floodplains as a corridor for alien plant dispersal is well known (Pyšek & Prach, 1993; Müller & Okuda, 1998; Tickner et al., 2001). There are several reasons for that:

- repeatedly disturbance as a feature of natural floodplain ecosystems;
- scattered areas with naturally open habitats;
- availability of floating water as a transport agent and other dispersal agents;
- intensity of forest management (e.g. experimental plantings of various exotic species on the fertile floodplain sediments).

Many successful invasive species were first observed in floodplains. Twelve of the 13 most frequent invaders of Central Europe can be found in floodplains (Lohmeyer and Sukopp, 1992). *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. (Green Ash, Swamp Ash and Water Ash) is one of these species (Fig.1). It is one of the most rapidly spreading woody alien species in Central Europe during the past 25 years.

The studies on *Fraxinus pennsylvanica* were carried out in the Transcarpathian region of Ukraine (upper part of Tysa-Tisza basin). The present study addresses the following questions: (1) what are the distribution and dynamic patterns of *Fraxinus pennsylvanica* in the Transcarpathia? (2) what is management implication to control a spread of invasive *Fraxinus pennsylvanica*?

The Transcarpathian part of Ukraine (Western Ukraine, Zakarpatska Oblast) is bordering with Slovakia, Hungary, Poland and Romania. The rivers Tysa (Tisza), Borzhava, Latorytsia (Latorica), Uzh,

and others, originating on the Transcarpathian slopes, form the north eastern part of the Pannonia plain, which belongs to the Danube catchment. The great parts of the Transcarpathian Rivers show a natural runoff regime. All morphological river types from straight to meandering occur depending on valley morphology, sediment upload floating velocity and precipitation regime. Sites of the braided type are characterized by fluvisols with a cover of fine grained sediments. Depending on the thickness and the grain diameter they are suffering on water shortage during longer periods of drought. Along meandering river courses alluvial gley soils on quaternary sediments with a high ground water table are the dominant soil type groups. They are flooded periodically connected with snow melt in spring or rain periods all over the year. The bottom of the valleys was used for extensive grazing; the willow-poplar woodlands for short rotation forestry, the remaining forested areas along meandering reaches are covered by hardwood floodplain forests. They can serve as a model for natural renewal of former extensively used parts of floodplains (e.g. wet and moist meadow types). Old drainage channels, established during Austro-Hungarian monarchy times, show a well developed aquatic and swamp vegetation. The lowland dominates by *Quercus robur*, *Fraxinus angustifolia*, *Salix* and *Populus* species stands, which are well adapted to changing water regime. The increasing occurrence of devastating floods in the Transcarpathian region, and downstream in the Danube basin, has been linked to the degradation of the floodplain habitats.



Fig. 1. Young tree of Green Ash (*Fraxinus pennsylvanica* March.) along Borzhava (near the village of Kvasove, 2009) is very rich on fruits

Only in the Transcarpathian Plain an area of about 13,000 ha of floodplain forests has been destroyed over the last century, that is about 44 % of total (Drescher & Prots, 2005).

Methods and characteristics of the species.

The distribution has been recorded using the grid-map approach of the Central European Mapping Project (Niklfeld, 1971, 1994). The ecological demands have been studied with the usual field methods. The database has been compiled from the available field protocols of the floristic mapping, herbarium data [Uzhgorod National University (U), Lviv National Universities (LW), State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine (Lviv) (LWS), M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv) (KW)], and our field studies between 1981 and 2010. Analysis of variance (ANOVAR) and multiple regressions (Sokal & Rohlf, 1981) have been used for statistical purposes.

Fraxinus pennsylvanica (Fig. 1) is the species, which it is not easy to identify, especially young specimens. For reconstructing of invasion process needs certain experience.

Taxonomy and Morphology. *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. (Green Ash, Swamp Ash, Water Ash) has got several other names today treated as synonyms (e.g. *F. lanceolata* Borkh., *F. pubescens* Lam., *F. campestris* Britt., *F. darlingtonii* Britt.).

Up to 25 meters tall (Fig.2) it looks very similar to the common European *F. excelsior*. Differentiating features to *F. excelsior* are:

- winter buds brown, terminal bud usually wider than long;
- samara with a subterete body and a flat wing, linear to spatulate, the wing extending to the middle (or more) down the body;
- bark furrowed into scaly ridges, with reddish inner layer;
- flowers unisexual (= male and female flowers on different individuals);
- twigs and leaves pubescent to glabrous, at least later becoming grey and hairless;
- leaflets shiny green above, turning yellow in autumn; leaf scars with a truncate or only slightly concave upper margin, not or scarcely indented by the bud.

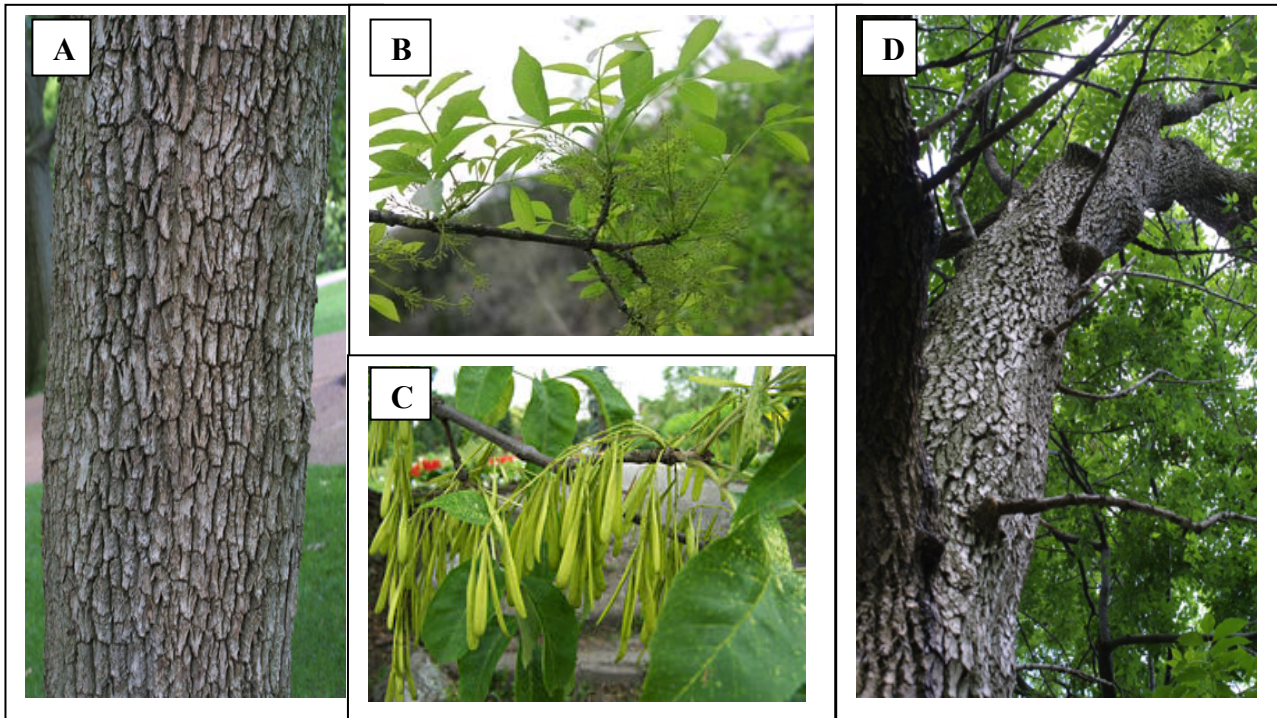


Fig. 2. Morphological parts of Green Ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) (A - trunk, B - shoot, C - shoot with high number of fruits, D – brunch of the tree (by www.wikipedia.org))

Ecological niche. Some of the vernacular names in North America “Swamp Ash”, “Water Ash” explain the ecological niche pretty well: It prefers moist alluvial soils (fluvisols, gleysols) along streams in floodplain forests (Little, 1980). But also less moist stands are settled. *F. pennsylvanica* can survive longer dry periods; referring to the water support it shows a wide range of stand types. It is fast growing and therefore one of the most successful hardwoods in the Great Plains shelterbelts. In Europe in depressions of frequently flooded areas it is most competitive compared with native species. Along Elbe River it is spreading spontaneous in these depressions as it is at least as flood tolerant *Quercus robur*.

Green ash cannot stand very long flooding periods with following standing shallow water. Especially young trees up to 15-20 years are dying (own observations along Danube near Wallsee in 2002). Because of rapid growth in youth *F. pennsylvanica* is outcompeting *Quercus robur*. Some other adaptation features (Schroeder, 1998) can be identified, like

- high and regular production of a high number of fruits;
- light wind dispersed diaspores;
- strong and fast vegetative resprouting of logged individuals;
- wide range of ecological demands / withstanding extreme floods;

High demands on light during the first growing period, fast growing when young and a maximum age of 120 to 150 years are characters of pioneer species. Anyway in North America it also penetrates climax forests.

Fruiting is already with 7 to 10 years, when resprouting even earlier. It is very light demanding and rapidly spreading in gaps. They are fruiting every year; the fruits survive no longer than one year in the seed bank. After cutting it is rapidly resprouting and therefore difficult to control (Schmiedel & Schmidt, 2008).

These features allow a fast settlement of free stands and the migration into more or less dense woodland stands. Grime (1979, 1985) included the species with the above mentioned attributes in the “Ruderal/Disturbance” functional group. *F. pennsylvanica* is not clearly fitting in this scheme and shows also strategies of competitors.

Depending on the status of naturalness and the hydromorphological river type floodplain plant communities show different sensitivity to invasive non indigenous plant species. Near natural or old growth stands are hardly affected by invasions, they serve as a buffer against invasion. Highly dynamic stand types in the active channel promote the spread of invasive species.

Results and discussion. Short overview of Green ash *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. spread in Europe. *Fraxinus pennsylvanica* (Green Ash, Swamp Ash, Water Ash) is the most widespread na-

tive ash species in North America. It covers the eastern part of the nemoral zone of North America and extends westwards into the plains and nearly to the Rocky Mountains. It is characterized as a facultative wetland species as “common in alluvial woods, stream banks and moist fields” (Rhoads & Block 2000; Schroeder 1974, 1979; Breucker & Zacharias, 2008).

First introduced to Europe it was for a long period planted in parks of cities (DASIE, 2009). The today distribution of *Fraxinus pennsylvanica* in Central Europe is still unclear, because the species might have been widely overlooked. Beside that in European Floras it is still often not well differentiated from *F. americana* (Rhoads & Block 2000, Fischer, 2008).

The highest density of *F. pennsylvanica* stands in Middle Europe we find along “Mittlere Elbe” (North East part of Germany, Reichhoff & Reichhoff 2008) and along Tisza in Hungary, where it dominates the tree layer accompanied by *Amorpha fruticosa* in the shrub layer (Drescher & al., 2003). Along the Bulgarian and Romanian Danube river course it is reported from several localities without any notes on the density of the stands (Sirbu & Oprea, 2010). In the Danube Delta (Romania and Ukraine) Green Ash is established in *Salix alba* woodland along arms of the Danube and artificial channels. Even in the special reserves e.g. “Grindul Letea” (Romania) we found in 2008 already individuals producing large number of fruits.

At least along the Elbe River the species was consequently planted since the end of 19th century (Patzak & Gutzweiler 2008). Up to now we could not find any notes about the time and way of introduction in the area of the Danube-Auen National Park (Lower Austria). The two regional floras from the 19th century (Neilreich 1859; Beck v. Managhetta, 1890) do not mention the species. From Morava river course *F. pennsylvanica* is mentioned in Janchen (1963) and was planted near Marchegg in the late 1950ies (Drescher & al., 2005).

In the Danube-Auen National Park the orographic right river bank and the young stands have been penetrated during the past 40 years. The management with clear cutting of *Salix-Populus* stands and subsequent deforestation with poplar hybrids offer in the first years enough light for the optimal growth of seedlings of *F. pennsylvanica*. From such single trees established from the beginning of the 1960ies an intense seed rain puts pressure on neighbouring stands. There facing higher cover of the tree layer they are waiting for the next cutting to start with fast growing and to outcompete native tree species.

In near natural old growth forests in the southern part of WWF-Schutzgebiet Marchauen Marchegg another “tactics is applied”. In these stands observed

since the 1970ies during the past 25 years *F. pennsylvanica* subsequently replaces old individuals of *Quercus robur*, *Populus alba* and *Ulmus laevis* because they reached their maximum age. Unfortunately *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis* (Small leaved ash) is growing too slow and almost completely outcompeted by *F. pennsylvanica* (Drescher & al., 2005).

The distribution pattern and spread of *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. in the Transcarpathia. The history of invasion of *F. pennsylvanica* in the Transcarpathia started at the end of 1940s after the Second World War. The note on planted specimens of the species has been found in the archive of the State Committee for Forestry of the Transcarpathia. The first records dated by 1949 for Varievo forest area (near the villages of Vary and Chetfalva, Beregovo County). Since that time and till 1991 our reconstruction process has been based on the data of the archive, no published records have been found. After 1991 the data has been collected based on our field studies. Also it was just one publication Drescher, Prots & Mountford (2003) on new findings of the species. Therefore there was still no idea about the distribution pattern of Green Ash.

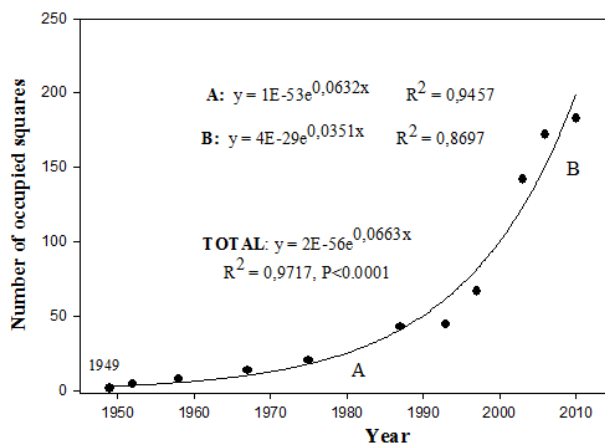


Fig. 3. Cumulative number of squares occupied by Green Ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) in the Transcarpathia (A - 'lag' phase and B - 'exponential' phase).

The invasion of the species in the study area started with the planting in forest areas for forestry purpose, later for ornamental purpose in the cities, also to stop erosion process along melioration channels and rivers. After 4-7 years, when the first fruits are ripe, it escaped and naturalised on near areas preferably in floodplain habitats. The increasing use of *F. pennsylvanica* as forestry plantation species and also erosion stop species decisively supported the adaptation, establishment and expansion of this plant in the Transcarpathia.

The spontaneous invasion of the Green Ash in the Transcarpathia may be divided into two separate phases due to differences in the rate of spread (Fig. 3).

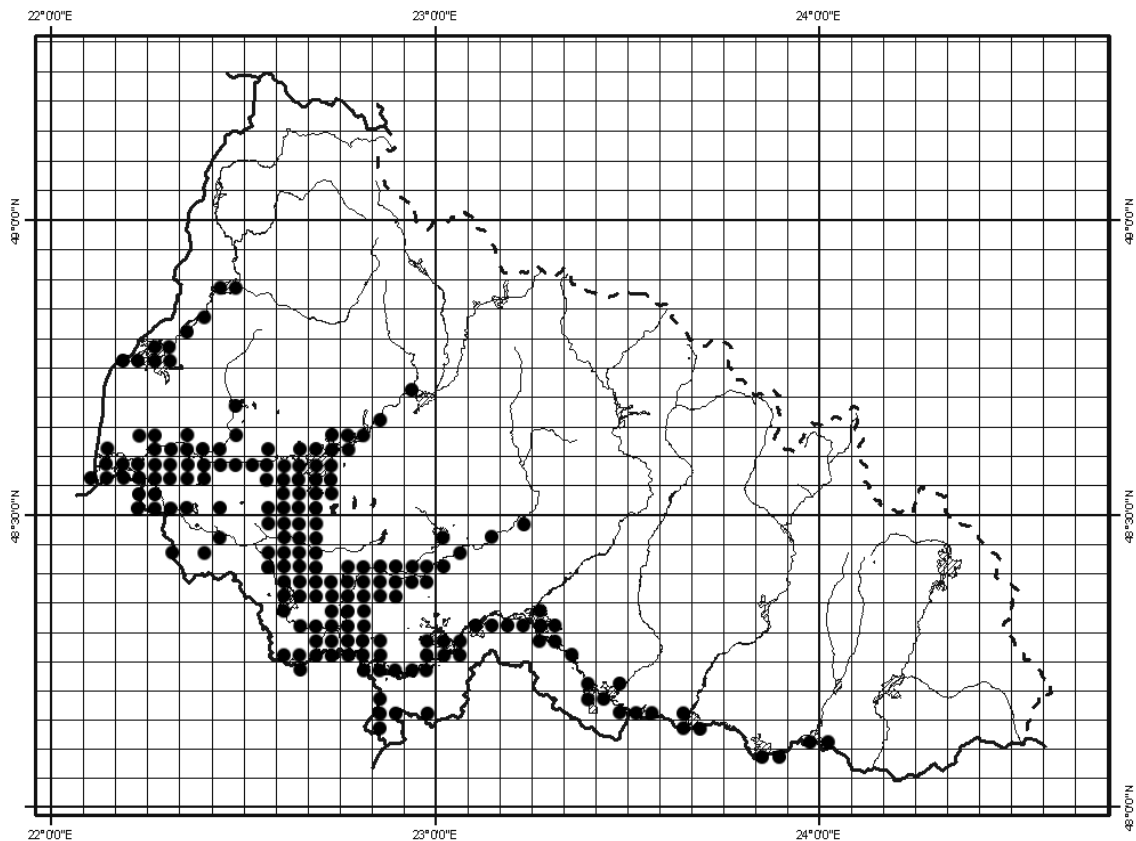


Fig. 4. Distribution map of Green Ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) in the Transcarpathia (Ukraine).

The 'lag' phase (A) of the invasion process lasted 53 years (1949–2002) and can be described by the equation A: $y = 1E-53e^{0,0632x}$ ($R^2 = 0,9457$). During this phase the species occurred in a limited range of habitats, notably forest areas around plantations of the species along rivers. The first plantations have been arranged in meliorated forests. So, distribution to neighbouring habitats took a long time. It was no direct support for further distribution of the species by water. We have found Green Ash in second tree layer of the forest habitats around the village of Varievo.

The 'exponential' phase (B) lasts just over 8 years (started from 2003) and refers to the equation B: $y = 4E-29e^{0,0351x}$ ($R^2 = 0,8697$). This remarkable increase in the number of occupied mapping squares could be caused by the catastrophic floods of 1998 and 2001 and anti erosion planting. The exponential phase supposes to continue, because many riverside, channels and damp roadside habitats potentially could be invaded by the species. However, it must be kept in mind that this exponential phase starts at the similar time as our intense studies on riverine forests (Drescher, Prots & Mountford, 2003; Drescher & Prots, 2005), which provided an enormous number of new records. Probably, part of localities has been overlooked before.

Up to now *F. pennsylvanica* occupies just 11% of the total number of the Transcarpathian mapping

grid squares (Fig. 4). The Transcarpathian Lowland is occupied by the species in 41% of the Green Ash already. However, only around 50% of all grid squares, which potentially can be colonised, are occupied by the species. In general, the number of localities decreases with increasing elevation. The major number of records (about 90%) has been reported between 98 and 199 metres above sea level (a.s.l.). The highest localities are up to 350 metres a.s.l. However, process of global warming, raising tourism and industry activities might contribute to an increase of the distribution range of this species towards higher altitudes.

Around 43% of the total numbers of records of the species were found in alluvial riparian habitat types along rivers (semi-natural type). Up to 24% of total records were found in the melioration channels, road ditches and embankments (Fig. 5). The share of records in natural riparian habitats (mixed forests with dominance of *Salix* sp., *Fraxinus angustifolia*, *Populus nigra* or *Quercus robur*) with a very low human impact is around 22%. The Green Ash shows broad ecological requirements, high degree of plasticity and a ruderal strategy type. The *F. pennsylvanica* stands grow in a low to high light intensity, on soils of a high-medium nitrogen and moisture of high-medium content.



Fig. 5. Planted and escaped in large numbers of Green Ash (*Fraxinus pennsylvanica* March.) along roads and channels of meliorated bog Chornyi Mochar (Serne Mochar) near the village of Hat' (Transcarpathia).

The reproductive capabilities of *F. pennsylvanica* are an important factor, which supports rising of localities number. That disperses seeds up to 2–40 m, depending on the height of plant above the ground and the direction and velocity of the prevailing wind during dehiscence. On slopes most of the seeds could be washed out of the stands by frequent rains or heavy floods at least few metres down and move against the gravitation is hardly possible. Size and weight of the seeds enable them to penetrate through the vegetation cover, reach the soil surface and to be picked up by the different dispersal agents, like water, man or probably animals.

Large scale forestry plantations can prepare the base for future expansion of the species. There are plenty evidences about using Green Ash as forestry plant in the lowlands with following escape on neighbouring habitats and large expansion in planted habitats. Long distance dispersion of *F. pennsylvanica* in the hilly landscape with a raise of altitude is supported by unintentional spread of the species, including transportation of top soil with the seed bank from the river site to the upper part of the hill or upstream by cars, trucks, caterpillars or excavators for house building and river channelization. Furthermore, the seeds could be transported attached to people's shoes and vehicle wheels. Intentional ornamental use of the species in the cities like Beregove, Vynogradiv also can contribute to further ex-

pansion. Large seeds collected at the autumn and winter have been brought at the garbage heaps, where it could naturalise easily and distribute further.

The distribution of Green Ash downstream is obvious. River dynamics conducts the seeds spread together with the sediment material along the water course. Geomorphology of river, structure of the bank, duration of flood, speed of water flow and type of the sediment material create different possibilities for dispersal and establishment of the species. The dominant part of the seeds will be floating downstream during the autumn-spring floods and will have a chance to germinate and be established in a new habitat.

Nowadays *F. pennsylvanica* continues to invade the river sites of the Transcarpathian lowland and along lower mountain valleys. Human activity including garbage pollution along rivers in the Transcarpathia stimulates the invasion by creating open micro sites and eliminating riparian vegetation. Any corrections of Transcarpathian river systems could sharply increase the amount of fine sediment fractions and nutrient deposition in the inundated areas further downstream. These soil changes are very suitable for the establishment of Green Ash and make even natural riverine habitats vulnerable to invasion including types of forests.

The individuals of the species will penetrate into natural habitats with human help or without. It is one

of few most highly invasive species for Transcarpathian Lowland, which strongly effect native floodplain vegetation through replacing it.

Conservation management implications. It is clear we need to slow down the invasion dynamics of Green Ash in the Transcarpathia. However, the active management (logging, girdling etc) to eliminate *Fraxinus pennsylvanica* has not been efficient for selected areas of the Danube-Auen National Park (Austria) highly invaded by the species (Drescher et al., 2005). And it seems to us might not be realistic also for another areas. Active management can be effective only at early invasion stage or dealing with low number of seedlings or trees.

High competitive abilities of Green Ash can be proven also through analysis of gaps observation in the old growth hardwood forests of the Atak Local Reserve. This observation showed that *F. pennsylvanica* has got the highest renewal potential compare even to natives *Fraxinus angustifolia* and *Acer*

campestre (Fig. 6). Just still relatively high productivity of *F. angustifolia* and high stands density of the forests still keeps invasion of *F. pennsylvanica* in the old-growth forests at very low stage.

The conservation advices on slowing down invasion abilities of *F. pennsylvanica* in managed forest, plantations and near natural forests are following:

- (1) keep a high cover of the tree layer / avoid to much light on the surface, that brings benefit compared to slowly growing hardwood species;
- (2) keep natural hydrologic and especially morphologic dynamics of the rivers, which brings some advantages for native tree and shrub floodplain species against *F. pennsylvanica*;
- (3) do not use Green Ash as planting material for any of forest restoration cases or settlements greening.
- (4) eliminate fruiting trees of the species if financially and technically is possible.

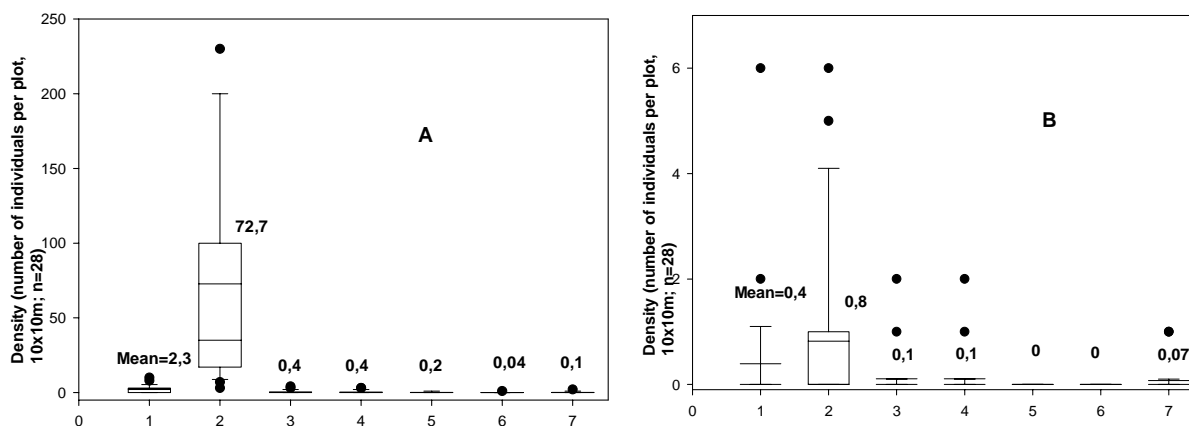


Fig. 6. Survivorship of woody species in the gaps of the old-growth floodplain forest stands of Atak Local Reserve (Beregovo county, Transcarpathia): A- for individuals less than 1 meter height, B – for individuals 1-2 m height; species: 1. *Acer campestre*; 2. *Fraxinus angustifolia*; 3. *F. pennsylvanica*; 4. *Carpinus betulus*; 5. *Quercus robur*; 6. *Prunus avium*; 7. *Ulmus minor*

However, it is obvious we would not be able eliminate that species from floodplain habitats at current economic circumstances. The conservation management in floodplain habitats possible would need to be considered with inclusion of invasive species. At the same time it would lead to structural and functional changes of these habitats bringing some of them at the critical level of development and existence.

References

1. Beck v. Managetta, G. (1890): Flora von Niederösterreich. 2 Bände. -C. Gerold's Sohn, Wien, 1396+74 pp.
2. Breucker, A. & D. Zacharias (2008): Zur Biologie der Rot-Esche (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) – Vergleich Nordamerika mit dem Mittelberaum. – Veröffentlichungen der LPR Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH 4: 33-40.
3. DASIE (2009): Handbook of Alien Species in Europe. Springer Series in Invasion Ecology 3. - Springer Science. 399 pp.
4. Drescher, A., Fraissl, C. & Magnes, M. (2005): Neobiota in Österreichs Nationalparks – Kontrollmaßnahmen. 8.2. Nationalpark Donauauen. In: Wallner, R.M. (Red.) Aliens. Neobiota in Österreich. Grüne Reihe vol. 15: 222-254.
5. Drescher, A., Prots, B. & Mountford, O. (2003): The world of old oxbowlakes, ancient riverine forests and drained mires in the Tisza river basin (International excursion to Eastern Hungary and Transcarpathia, Ukraine 31.08.–04.09.2002. — [Fritschiana](#) (Graz) 45: 43–69.
6. Drescher, A., Prots, B. (2005): European floodplain forests: a case study in Transcarpathia (Zakarpattia), Ukraine. In: Commarmot, B.; Hamor, F.D. (eds): Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. Conference 13-17 October 2003, Mukachevo, Ukraine. Proceedings. Birmensdo-

- erf, Swiss Federal Research Institute WSL; Rachiv, Carpathian Biosphere Reserve, 440-446.
7. Fischer, M. A. (red.) (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. – Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz. 1391 pp.
 8. Grime, J. P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. - Wiley, London, 222 pp.
 9. Grime, J. P. (1985): Toward a functional description of vegetation. In: White, J. (ed.): The population structure of vegetation. - Handbook of Vegetation Science 3. 503-514.
 10. Janchen, E. (1963): Catalogus Florae Austriae. I. Teil Pteridophyten und Anthophyten (Farne und Blütenpflanzen). Ergänzungshefte 1-4. - Springer, Wien, 128, 83, 84, 221.
 11. Little, E.L. (1980): The Audubon Society Field Guide to North American Trees. – A.A. Knopf, New York, 714 pp.
 12. Lohmeyer, W. & Sukopp, H. (1992) Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Schriftenreihe für Vegetationskunde 25. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg.
 13. Magnes, M. (1995): Die Naturräume Rumäniens. – Carinthia II 185/105: 59-69.
 14. Müller, N. & Okuda, S. (1998): Invasion of alien plants in floodplains – a comparison of Europe and Japan. – In: Starfinger, U., Edwards, K., Kowarik, I. & Williamson, M. Plants Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses, 321-332.
 15. Neilreich, A. (1859): Flora von Nieder-Oesterreich. - C. Gerold's Sohn, Wien, 1010 pp.
 16. Niklfeld, H. (1971): Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. – Taxon (Utrecht) 20: 545-571.
 17. Niklfeld, H. (1994): Der aktuelle Stand der Kartierung der Flora Mitteleuropas und angrenzender Gebiete. Florist Rundbr 28: 200-220.
 18. Patzak, U. & Gutzweiler, K. (2008): Waldbauliche Möglichkeiten der Rückdrängung und Eindämmung der Rot-Esche in künftig nicht bewirtschafteten Waldbeständen. – Veröffentlichungen der LPR Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH 4: 55-61.
 19. Prots, B. (2010). Europas unbekannte Urwälder in Transkarpatien // Ost-West. Europäische Perspektiven,- 11 (3). P.212-218.
 20. Pyšek, P. & K. Prach (1995): Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera* – a century of spreading reconstructed. – Biological Conservation 74: 41-48; *Heraclium mantegazzianum* in the Czech Republic: the dynamics of spreading from the historical perspective. – Folia geobot. Phytotax. (Praha) 26: 439-454.
 21. Reichhoff, L. & Reichhoff, K. (eds.) (2008): Die Rot-Esche (*Fraxinus pennsylvanica*) – eine invasive Baumart in den Hartholzauenwäldern des Mittelbegebietes? - Veröffentlichungen der LPR Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH 4, 72 pp.
 22. Rhoads A.F. & Block, T.A. (2000): The plants of Pennsylvania. An illustrated manual. – University of Pennsylvania Press, 1061 pp.
 23. Schmiedel, D.; Schmidt, P. A. (2008): Wind and Water Seed Dispersal of the Alien Tree Species *Fraxinus pennsylvanica* in Floodplain Forests of the River Elbe, Germany. In: PYSEK, P.; PERGL, J.: NEOBIOTA: Towards a Synthesis. 5th European Conference on Biological Invasions Prague (CZ), 23.-26. September 2008. Book of Abstracts. S. 109.
 24. Schroeder, F.-G. (1974): Waldvegetation und Gehölzflora in den Südpalachen (USA). – Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft 67: 128-163.
 25. Schroeder, F.-G. (1979): Dendrologische Studienreise nach Südost-Nordamerika 1979. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft 72: 251-296.
 26. Schroeder, F.-G. (1998): Lehrbuch der Pflanzengeographie. – Quelle & Meyer, Wiesbaden, 457 pp.
 27. Sirbu, C. & Oprea, A. (2010): New and rare plants from the flora of Moldavia (Romania). – Cercetări Agronomice în Moldova 43: 31-42.
 28. Sokal, R. R. & F. J. Rohlf (1981): Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. Second Edition. – New York: Freeman.
 29. Tickner, D. P., Angold, P. G., Gurnell, A. M. & Mountford, O. J. (2001): Riparian plant invasions: hydrogeomorphological control and ecological impacts. – Progress in Physical Geography 25: 22-52.

ІНВАЗІЙНА ЕКОЛОГІЯ ЯСЕНА ПЕНСІЛЬВАНСЬКОГО *FRAXINUS PENNSYLVANICA* MARSH. НА ЗАКАРПАТТІ (УКРАЇНА)

Б.Г. Проць, А. Дрешер, Б.Вихор

Ясен пенсільванський Fraxinus pennsylvanica є одним із найбільш інвазійних видів рослин заплавної екосистем Європи. Інвазійна динаміка популяції виду на Закарпатті складається із двох фаз («початкової» та «експоненціальної»), враховуючи різницю динаміки поширення. На сьогодні, ясен пенсільванський проник на території 11% усіх квадратів, виділених на Закарпатті, у системі картування флори Середньої Європи. Представлено карту поширення виду на території дослідження та характеристику його інвазійних особливостей. Обговорено високу конкурентну спроможність ясена та особливості природоохоронних заходів з метою зменшення впливу цього виду на заплавні екосистеми.

Ключові слова: інвазія рослин, поширення, Fraxinus pennsylvanica, Закарпаття

Одержано редколегією 11.07.2011

ПОШИРЕННЯ ТА ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *SERRATULA CORONATA* L. (ASTERACEAE DUMORT.) У ЧЕРНІВЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

А.І. ТОКАРЮК, О.Д. ВОЛУЦА

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
факультет біології, екології та біотехнології, кафедра ботаніки та охорони природи,
вул. М. Коцюбинського, м. Чернівці, 258012
e-mail: volutsa@list.ru

З'ясовано хорологічні, еколого-ценотичні особливості популяції *Serratula coronata* L. у Чернівецькій області та складено карту поширення виду. Встановлено, що у дослідженому регіоні угруповання за участю *S. coronata* належать до порядку Galietalia veri Mirkin et Naumova 1986 класу Molinio-Arrhenatheretea Tx. 1937 і приурочені до субацидофільних, евтрофних, гемітрофільних, мезофітних, акарбонатопільних умов. Оцінено соціологічну цінність досліджених лучних комплексів і ступінь загрози їх існуванню. Беручи до уваги ступінь антропогенної трансформації Буковинського Прут-Дністер'я, характерну тенденцію до скорочення площ і деградації лучних угруповань регіону та специфіку ценотичної приуроченості, *S. coronata* варто віднести до переліку видів, що потребують охорони на регіональному рівні та запровадити моніторингові популяційні дослідження.

Ключові слова: *Serratula coronata*, поширення, еколого-ценотична приуроченість, збереження, Чернівецька область.

Вступ. Під час польових досліджень 2009 р. у складі лучних угруповань, розташованих між меліоративним каналом і насипом залізничної колії поблизу с. Ванчиківці Новоселицького району, нами виявлено нові місцезнаходження *Serratula coronata* L.

S. coronata – понтичний вид (Ciocârlan, 2009), ареал якого охоплює Кавказ, Західний і Східний Сибір (південь), Далекий Схід (південь), Середню Азію (північ), Середню Європу (південний схід), Монголію, Японію, Китай (Мордак, 1994).

Для України *S. coronata* наводиться лише з південної частини Полісся, Лісостепу (окрім західної частини) та півночі Лісостепу (Клоков, 1965; Заверуха, 1987). У суміжній Румунії вид поширений у повітах Клуж, Муреш, Брашов, Вранчя, Яси, Сучава, Ботошани (Nyárády, 1964; Ciocârlan, 2009).

Інформація щодо існування локалітетів виду на території Буковини висвітлювалася у давніх літературних джерелах, передусім, у публікаціях російських та румунських дослідників (Пачоский, 1912; Guşuleac, 1934; Ґора, 1934; Ґора, 1936) і порівняно представлена у фондах Гербаріїв Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (CHER) та Львівського національного університету імені Івана Франка (LW), однак узагальнюючого повідомлення стосовно хорологічні та еколого-ценотичні характеристик виду не було, отже з'ясування саме цих особливостей стало метою наших досліджень.

Об'єкт і методи дослідження. Об'єктом

дослідження є популяція *S. coronata*. Поширення виду у регіоні вивчали за матеріалами фондів Гербаріїв CHER, LW, літературних джерел і результатів власних польових досліджень. Карту поширення виду складено адаптованим до території Чернівецької області методом сіткового картування, який застосовується у «Atlas Florae Europaeae...» (Atlas..., 1972; Буджак, Чорней, Токарюк, 2009). Для з'ясування ценотичної приуроченості популяції *S. coronata* було використано геоботанічні описи, виконані авторами у Новоселицькому районі. Екологічні характеристики угруповань за участю *S. coronata* отримано методом синфітоіндикації із застосуванням уніфікованих фітоіндикаційних шкал (Дідух, 1994). Розрахунок бальних показників провідних екологічних факторів проведено за допомогою програми «ECODID». Номенклатуру таксонів наведено згідно зведення С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Результати та їх обговорення. Уперше для Чернівецької області цей вид наводить Й. Пачоский, зазначаючи його для лучних угруповань, вкритих чагарниками в околицях Новоселиці (Пачоский, 1912). У 1934 р. Е. Цопа вказує про існування двох локалітетів виду також неподалік Новоселиці: у пухівковому болоті між лучними схилами та р. Рингач в урочищі «Хулпарія» та на періодично зволжених місцях в урочищі «Ґредінь» (Ґора, 1934). У цей же час М. Гушуляк засвідчує наявність одного екземпляра *S. coronata* у зволжених місцях на схилах північної

експозиції станції Лігочени (Guşuleac, 1934). У 1936 р. Е. Цопа наводить нові місцезнаходження виду поблизу с. Топорівці Новоселицького району: урочища «Ярки», «Кут» і «Чагри» (Ґора, 1936).

Перший гербарний зразок *S. coronata* зібрано Е. Цопою в урочищі «Кромада» в околицях с. Веренчанка Заставнівського району (11.08.1928, Е. Ґора, *CHER*), крім того, у фондах Гербарію Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича зберігається ексикат «Flora Romaniae exsiccata» з цього локалітету «Bucovina, distr. Cernăuți. In infundibulo gypsaceo locu «Hromada» dicto prope pagum Vrânceni, una cum Calamagrostis epigeios, Cirsium canum etc. copiosissima, 14.08.1928, M. Guşuleac et E. Ґора». Згодом у Новоселицькому районі було винайдено ще одне місцезнаходження виду: між селами Колінківці та Топорівці (24.08.1934, Е. Ґора, *CHER*), а також виявлено і в околицях м. Чернівці (Рогізна, 08.06.1937, Е. Ґора, *CHER*). Усі наведені вище локалітети до цього часу не є підтвердженими. Отже, враховуючи літературні відомості, гербарні матеріали та результати власних досліджень, на сьогодні *S. coronata* у Чернівецькій відома з таких місцезнаходжень:

Новоселицький р-н:

- 1) Новоселиця (Пачоский, 1912); 21.08.1934, 24.08.1934, Е. Цопа (*CHER*);
- 2) Новоселиця, урочище «Хулпарія» (Ґора, 1934);

- 3) Новоселиця, урочище «Ґредінь» (Ґора, 1934);
- 4) між селами Колінківці та Топорівці, р. Ракитна (190 м), 24.08.1934, Е. Цопа (*CHER*);
- 5) с. Топорівці, урочище «Ярки» (Ґора, 1936);
- 6) с. Топорівці, урочище «Кут» (Ґора, 1936);
- 7) с. Топорівці, урочище «Чагри» (Ґора, 1936);
- 8) станція Лігочени (Guşuleac, 1934);
- 9) окол. с. Ванчиківці, хут. Ванчинець, сінокісні луки вздовж залізничної колії, 27.08.2009, О. Волуца, С. Ткачук, А. Токарюк (*CHER*); окол. с. Ванчиківці, сінокісні луки вздовж залізничної колії, 28.08.2009, О. Волуца, А. Токарюк, С. Ткачук (*CHER*);
- 10) між селами Маршинці та Тарасівці, сухі луки на схилі, 09.09.2009, О. Волуца, А. Токарюк, О. Дісар, І. Чорней, В. Буджак (*CHER*).

Заставнівський р-н:

- 11) с. Веренчанка, ур. «Кромада», 14.08.1928, М. Гушуляк, Е. Цопа (*CHER*); с. Веренчанка, ур. «Кромада», 256 м, 14.08.1928, М. Гушуляк, Е. Цопа (*CHER*); Bucovina, distr. Cernăuți. In infundibulo gypsaceo locu «Hromada» dicto prope pagum Vrânceni, una cum Calamagrostis epigeios, Cirsium canum etc. copiosissima, 14.08.1928, M. Guşuleac et E. Ґора (Flora Romaniae exsiccata) (*CHER*; *LW*); с. Веренчанка, ур. «Кромада», 16.05.1930, Е. Цопа (*CHER*) (рис.).

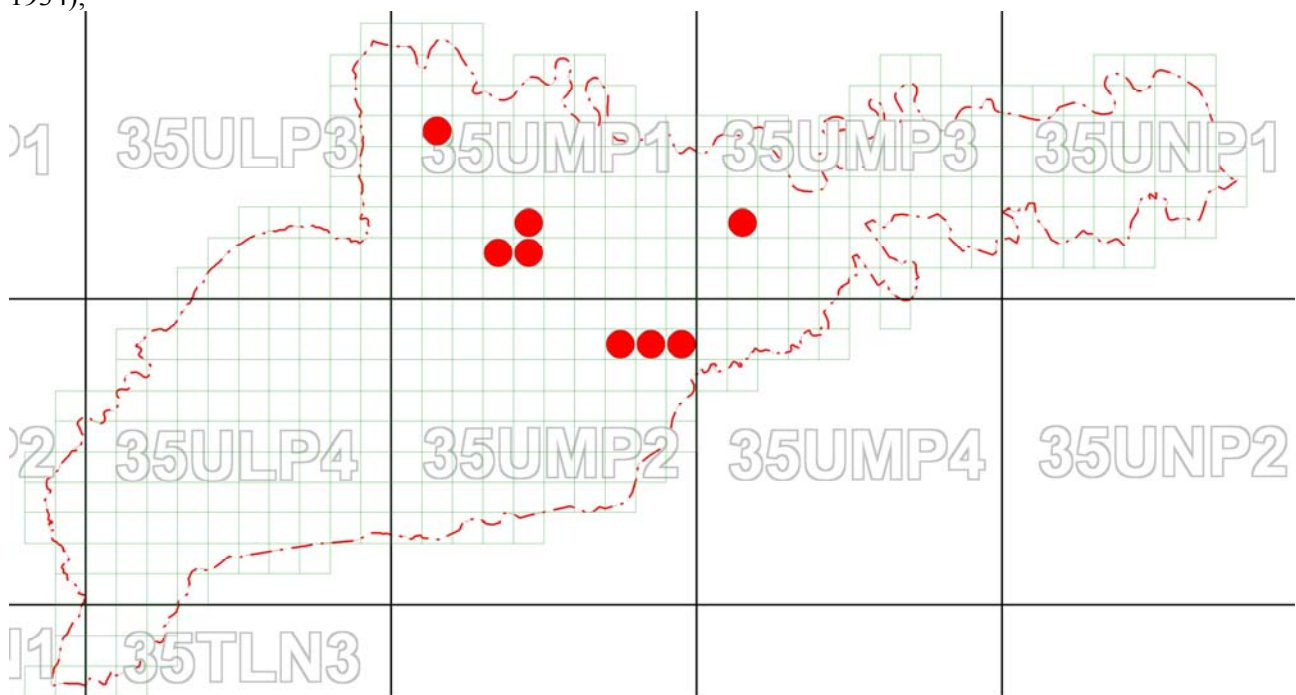


Рис. Поширення *Serratula coronata* L. у Чернівецькій області

Fig.1. Distribution *Serratula coronata* L. in Chernivtsi region

Хотинський р-н:

12) окол. с. Ставчани, вологі луки, 05.08.1945, І. Артемчук (CHER).

Узагальнюючи хорологічні особливості виду, відзначимо, що з 13 місцезнаходжень, зафіксованих у літературі та гербарних зразках, 11 локалітетів не є підтвердженими, два виявлено у 2009 р. На нашу думку, однією з причин відсутності відомостей щодо поширення *S. coronata* є те, що упродовж майже 60 років науковцями у цьому регіоні не здійснювалися флористичні та геоботанічні дослідження.

У межах ареалу *S. coronata* росте у широколистяних лісах, на лісових полянах і узліссях, серед степових чагарників, на заплавах лук (Никитина, 1965; Гейдеман, 1986; Мордак, 1994; Габриэлян, 1995), крім того, зазначається для солончакових лук та осокових боліт (Борисова, 1963; Флора..., 1966).

У Румунії *S. coronata* входить до складу угруповань асоціації *Iretum pseudacori* Eggler 1933 союзу *Phragmition communis* Koch 1926 порядку *Phragmitetalia communis* Koch 1926 класу *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novák 1941. Є компонентом угруповань асоціації *Trifolio-Lolietum perennis* Krippelova 1967 союзу *Arrhenatherion* Koch 1926 порядку *Arrhenatheretalia* R. Tx. 1926 класу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937, крім того, як характерний вид порядку *Molinietalia* Koch 1926 входить до складу угруповань асоціацій *Junco-Molinietum caeruleae* Preising 1951 та *Ranunculo repenti-Alopecuretum pratensis* Ellmauer et Mucina et al. Також у межах цього ж класу, але іншого порядку *Potentillo-Polygonetalia* Tx. 1947 *S. coronata* росте у ценозах асоціацій *Agrostietum stoloniferae* Burduja et al. 1967, *Rorippo austriacae-Agropyretum repentis* (Timar 1947) R. Tx. 1950, *Poëtum pratensis* Räv., Căzăc. et Turenschi ex Räv. et Mititelu 1958 союзу *Potentillion anserinae* Tx. 1947. Крім того, приурочений до угруповань асоціації *Carici humilis-Brachypodietum pinnati* Soó союзу *Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944 порядку *Brometalia erecti* Br.-Bl. 1936 класу *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. in Br.-Bl. 1949 та асоціацій *Agrostio-Festucetum valesiaca* Borisavljevič et al. 1955 союзу *Festucion valesiaca* Klika 1931 порядку *Festucetalia valesiaca* Br.-Bl. et Tx. 1943 цього ж класу. Отже на території Румунії, як компонент угруповань входить до складу дев'яти асоціацій шести союзів шести порядків трьох класів рослинності (Flora..., 2006).

В умовах Прут-Дністер'я виявлена популяція *S. coronata* приурочена до флористично багатих лучних комплексів (кількість видів у описах – 31–57) із загальним проективним покриттям –

90–100 %. Проективне покриття *S. coronata* коливається від 1–2 % до 35–40 %. У складі ценозів переважає *Festuca rupicola* Heuff. (до 20 %), з якою співдомінують *Galium verum* L. (3–7 %), *Filipendula vulgaris* Moench (1–5 %), *Serratula tinctoria* L. (3–20 %), *Agrostis capillaris* L. (15–20 %), подекуди домінує *Inula salicina* L. (55–60 %). Кількісно провідну роль в угрупованнях відіграють звичайні лучні види класу *Molinio-Arrhenatheretea* (*Achillea submillefolium* Klokov & Krytzka (1–2 %), *Arrhenatherum elatius* (L.) J.Presl & C.Presl (1–3 %), *Centaurea jacea* L. (1–2 %), *Dactylis glomerata* L. (1–10 %), *Festuca pratensis* Huds. (1–2 %), *Lathyrus pratensis* L. (1–2 %), *Ononis arvensis* L. (1–2 %)) та порядку *Molinietalia* Koch 1926 (*Lythrum virgatum* L., *Inula britannica* L., *Allium angulosum* L.). Блок видів класу *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947 розріджений, поодинокі ростуть *Bromus hordeaceus* L., *Cirsium pannonicum* (L.f.) Link, *Galatella linosyris* (L.) Rechb., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Stachys recta* L., *Thalictrum minus* L., проективне покриття *Salvia nemorosa* L. – 2–5 %. Ценотичний режим зі змінним гідрорежимом є сприятливим для самопідтримання популяції такого галофітного виду як *Lotus tenuis* Waldst. & Kit. ex Willd., крім того, у складі цього оселища виявлено *Senecio umbrosus* Waldst. & Kit., який у регіоні потребує охорони на регіональному рівні.

Наявність у флористичному складі угруповань видів адвентивних рослин (*Ambrosia artemisiifolia* L. і *Conyza canadensis* (L.) Cronq.), а також видів класу *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951 (*Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Linaria vulgaris* Mill., *Carduus acanthoides* L.) свідчить про синантропізацію ценозів.

Попередньо ці угруповання віднесено до порядку *Galietales* veri Mirkin et Naumova 1986 класу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937. Точне визначення синтаксономічної приналежності угруповань потребує залучення більшої кількості описового матеріалу оселищ, до складу яких приурочений цей вид.

За допомогою програми «ECODID» було розраховано показники таких едафічних факторів: кислотність (*Rc*), загальний сольовий режим (*Tr*), вміст мінерального азоту (*Nt*), вологість (*Hd*) та вміст карбонатів (*Ca*).

Визначено, що у дослідженому регіоні *S. coronata* за відношенням до кислотного режиму ґрунту є субацидофілом (8,36), тобто росте на слабо кислих ґрунтах; за відношенням до узагальненого сольового режиму ґрунту належить до групи семіевтрофів (7,97) – рослин, приурочених до ґрунтів, збагачених солями (150–200 мг/л) із вмістом HCO_3^- – 4–16 мг/100 г ґрунту і слідами SO_4^{2-} , Cl^- ; за відношенням до вмісту за-

своєвих форм азоту вид є гемінітрофілом (5,47), тобто росте на відносно бідних щодо мінерального азоту ґрунтах (0,2–0,3 %, або 20–30 мг/100 г ґрунту); за відношенням до водного режиму ґрунтів – мезофітом (11,03), приуроченим до свіжих лісо-лучних екотопів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами і талими водами ($W_{пр} = 100–145$ мм); за відношенням до вмісту карбонатів у ґрунті вид належить до групи акарбонатофілів (6,73) – рослин нейтральних екотопів, що витримують незначний вміст карбонатів у ґрунті ($CaO, MgO = 0,5–1,5$ %) (сірі ґрунти, солонці).

З групи кліматичних факторів розглядається терморежим – радіаційний баланс (T_m), контрасторежим – континентальність клімату (K_n) та кріорежим – морозність клімату (Cr). За відношенням до термічного режиму клімату *S. coronata* віднесено до групи субмезотермів (8,38); за відношенням до континентальності клімату він належить до геміконтиненталів (8,74); за відношенням до суворості зим цей вид є субкріофітом (за шкалою морозності -14 °C – -10 °C) (7,67).

Слід відзначити, що межі толерантності дослідженого виду до провідних едафічних факторів у Чернівецькій області знаходяться в рамках екологічних амплітуд, зазначених для України (Didukh, 2011).

Отже, *S. coronata* у Чернівецькій області характеризується вузькою фітоценотичною амплітудою, росте у складі лучних угруповань порядку *Galietales veri*, приурочених до субацидофільних, семіевтрофних, гемінітрофільних, мезофітних, акарбонатофільних умов.

Заслуговує на увагу той факт, що біля описаного місцезростання росте один з найрідкісніший видів Буковини та України – *Iris brandzae* Prodan, який вперше виявлено Е. Цопою у 30-х роках ХХ століття (Тора, 1939а, 1939б), а дослідження 2009 р. дали змогу виявити його повторно (Волуца, 2011). Разом з *I. brandzae* у межах угруповання виявлено низку регіонально рідкісних видів: *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze, *Peucedanum latifolium* DC., *Galatella punctata* (Waldst. & Kit.) Nees, *Trinia kitaibelii* M. Bieb., *Hylotelephium argutum* (Haw.) Holub та ін.

Варто зауважити, що на прилеглих незначних територіях внаслідок розорювання і супутньої антропогенної діяльності лучну рослинність було перетворено на сегетальні ценози, в які проникає низка адвентивних видів з насипу залізничної колії. З цих причин, а також через випасання сільськогосподарськими тваринами спостерігається зменшення площі лучних угруповань, що призводить до поступових змін чисельності та площі популяції низки раритетних видів у регіо-

ні. Тому обов'язковою має бути моніторингова програма стану популяцій *S. coronata* у регіоні.

Зауважимо, що у Румунії *S. coronata* є рідкісною рослиною і включена до «Червоного списку Румунії» (Oltean, Negrean, Popescu și al., 1994). У Молдові вид також належить до групи раритетних рослин (Negru, Șabanov, Cantemir și al., 2002; Pânzaru, Negru, Izverschi, 2002), однак не включений до «Червоної книги Молдови» (Cartea..., 2002).

Висновки. Отже, з огляду на ступінь антропогенної трансформації Буковинського Прут-Дністер'я, характерну тенденцію до скорочення площі і деградації лучних угруповань регіону та специфіку ценотичної приуроченості, *S. coronata* варто віднести до переліку видів, що потребують охорони на регіональному рівні. Враховуючи високу флористичну і ценотичну унікальність та цінність виявленого лучного комплексу, вважаємо доцільним запровадити моніторингові дослідження, не допускати заростання цих ділянок шляхом скошування, заборонити розорювання та випасання, яке відзначається у суміжних оселищах. Можливо, крім виявлених оселищ, існують ще інші подібні ділянки з лучною рослинністю, тому варто особливу увагу приділяти лучним комплексам у осередках, зазначених у літературних джерелах і гербарних матеріалах.

Список літератури:

1. Борисова А.Г. Род 1607. Серпуха – *Serratula* L. // Флора СССР / Ред. Е.Г. Бобров и С.К. Черепанов. – М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – Т. XXVIII. – С. 259-301.
2. Буджак В.В., Чорней І.І., Токарюк А.І. До методики картування видів флори (на прикладі Чернівецької області) // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2009. – Вип. 455. Біологія. – С. 168-170.
3. Волуца О.Д. *Iris brandzae* Prodan (*Iridaceae*) у флорі Чернівецької області // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених (09-13 серпня 2011 р., м. Березне, Рівненська обл., Україна). – К.: ТОВ «Лазурит-Поліграф», 2011. – С. 54-55.
4. Габриэлян Э.Ц. Подтриба 2. *Centaureinae* Dumort. // Флора Армении / Ред. В.Е. Аватесян и М.Э. Оганесян. – Koeltz Scientific Books (CR), 1995. – Т. 9. – С. 307-450.
5. Гейдеман Т.С. Определитель высших растений Молдавской ССР. – Кишинев: Штиинца, 1986. – С. 566.
6. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
7. Заверуха Б.В. Род Серпуха (Серпій) – *Serratula* L. Определитель высших растений Украины / Отв. ред. Ю.Н. Прокудин. – К.: Наук. думка, 1987. – С. 353-354.

8. Клоков М.В. Рід 922. Серпій – *Serratula* L. // Флора УРСР / Під ред. О.Д. Вісюліної. – К.: Наук. думка, 1965. – С. 8-23.
9. Мордак Е.В. Род 106. Серпуха – *Serratula* L. // Флора Европейской части СССР / Ред. Н.Н. Цвелев. – СПб.: Наука, 1994. – Т. 7. – С. 251–256.
10. Никитина Е.В. Род 84. *Serratula* L. – Серпуха // Флора Киргизской ССР / Под ред. А.И. Введенский. – Фрунзе: Илим, 1965. – Т. XI. – С. 369-382.
11. Пачоский Й. Материалы для Флоры Бессарабии // Труды Бессарабского общества естествоиспытателей и любителей естествознания. – Кишинев: Типография Бессараб. Губернии права, 1912. – Т. III. – С. 49.
12. Флора КазССР / Гл. ред. акад. АН КазССР Н.В. Павлов. – Алма-Ата: Наука, 1966. – С. 355.
13. Atlas Florae Europaeae: Distribution of vascular plants in Europe / Ed. J. Jalas, J. Suominen; On the basis of team-work of European botanist. 1. Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae). – Helsinki, 1972. – 121 p.
14. Cartea Roşie a Republicii Moldova – The Red Book of the Republic of Moldova. ed. a 2-a. – Ch.: Ştiinţa, 2002. – 288 p.
15. Ciocârlan V. Flora Ilustrată a României: Pteridophyta et Spermatophyta / prof. dr. Vasile Ciocârlan. – Bucureşti: Ceres, 2009. – P. 832.
16. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. – Kyiv: Phytosociocentre, 2011. – 176 p.
17. Flora şi vegetaţia Moldovei: România. Vol. 1. Flora / Toader Chifu, Ciprian Mânzu, Oana Zamfirescu – Iaşi: Editura Universităţii “Al. I. Cuza”, 2006. 2 vol. – P. 216.
18. Guşuleac M. Urme de vegetaţie halofită în Bucovina // Buletinul Facultăţii de Ştiinţe din Cernăuţi. – 1934. – Vol. VII. – P. 329-340.
19. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. – Kiev, 1999. – 346 p.
20. Negru A., Şabanov G., Cantemir V. şi al. Plantele rare din flora spontană a Republicii Moldova. Ch.: CE USM, 2002. – 198 p.
21. Nyárády E.I. Genul 580. *Serratula* L. // Flora Republicii Populare Romîne. – Vol. IX. – Editura Academiei Republicii Populare Romîne, 1964. – P. 771-783.
22. Oltean M., Negrean G., Popescu A. şi al. Lista roşie a plantelor superioare din România // In: Oltean M. (coord.). Studii, Sinteze, documentaţii de ecologie. – Bucureşti: Academia Română, Institutul de Biologie, 1994. – 1: 52 p.
23. Pânzaru P.Ia., Negru A.Gr., Izverschi T.D. Taxoni rari din flora Republicii Moldova. Colaboratori: A. Istrati, V. Chirtoacă, K. Vitko, Gh. Simonov, V. Canthemir, E. Chiriac, Gh. Gânju, V. Ghendov, V. Baclanov, G. Şabanova. Redactor ştiinţific: Gh. Coldea (Cluj-Napoca). Chişinău: 2002. – 82 p.
24. Țopa E. Contribuţiuni la flora Basarabiei de Nord // Buletinul Facultăţii de Ştiinţe din Cernăuţi. – 1934. – Vol. VII. – P. 321-328.
25. Țopa E. Fragmente floristice din Bucovina şi Basarabia de Nord // Bul. Grădinii Botanice şi al Muzeului Botanic de la Univ. din Cluj. – 1936. – 15. – P. 209-218.
26. Țopa E. Vegetaţia halofitelor din Nordul României în legătură cu cea din restul ţării // Buletinul Facultăţii de Ştiinţe din Cernăuţi. – 1939. – Vol. XIII. – 79 p.
27. Țopa E. Flora Halofitelor din Nordul României (numiri populare, distribuţie, origine şi vechime) // Bul. Grădinii Botanice şi al Muzeului Botanic de la Univ. din Cluj. – 1939. – Vol. XIX, № 3-4. – P. 127-142.

**DISTRIBUTION, ECOLOGICAL AND COENOTICAL PECULIARITIES
OF *SERRATULA CORONATA* L. (*ASTERACEAE* DUMORT.)
ON THE TERRITORY OF CHERNIVTSY REGION**

A.I. TOKARYUK, O.D. VOLUTSA

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

Faculty of biology, ecology and biotechnology Department of Botany and Nature Protection

58012 Chernivtsi, M. Kotsubynskiy Str., 2

e-mail: volutsa@list.ru

*The chorological, ecological and coenotical peculiarities of *Serratula coronata* L. populations in the Chernivtsy region was determinate and the map of distribution was prepare. In this region the communities of *S. coronata* are included to the order *Galietales* veri *Mirkin et Naumova* 1986 class *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 and timed to subacid, eutrofic, hemynitrophilous, mesophytes, acarbanatophyl conditions. A sozological value of investigational meadows complexes and degree of threat their existence were appraised. Having regard to the degree of anthropogenic transformation of Bukovyns'cke Prut-Dnister'ya, characteristic tendency to reduction of areas and degradation of regional meadows complexes and specific of coenotical peculiarities, *S. coronata* costs to attribute to the list of species, that need to protect at regional level and inculcate monitoring populations researches.*

Key words: Serratula coronata, distribution, ecology-coenotical belonging, conservation, Chernivtsy region.

Одержано редколегією 10.05.2011

РОСЛИННИЙ ПОКРИВ ОЛІГОТРОФНОГО БОЛОТА «АНДРОМЕДА» (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Д.П. ВОРОНЦОВ, І.М. ДАНИЛИК, Ю.В. КАНАРСЬКИЙ

Інститут екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79026, Україна
e-mail: voronzo@ukr.net

Досліджено рослинний покрив і стан збереженості оліготрофного пухівково-сфагнового болота «Андромеда» (с. Чорна Тиса, Рахівський р-н, Закарпатська обл.). У флорі болота переважають оліготрофні та мезооліготрофні бореальні види. Рослинні угруповання належать до асоціації *Eriophoro vaginati* - *Sphagnetum recurvi* Hueck 1925 (клас *Oxycocco-Sphagnetea Br.-Bl. et Tx. 1943*, порядок *Sphagnetalia magellanici* (Pawl. 1928) Moore (1964) 1968, союз *Sphagnion magellanici Kästner et Flössner 1933 em. Dierss. 1975*). У зв'язку із раритетністю подібних рослинних угруповань у межах південно-західного макросхилу Українських Карпат, пропонується впровадження моніторингу за станом рослинного покриву. Доцільним є також включення цього об'єкту до складу Карпатського біосферного заповідника.

Ключові слова: оліготрофне болото, оселище, Українські Карпати, флора, рослинність, охорона, асоціація *Eriophoro vaginati* - *Sphagnetum recurvi*

Вступ. В Українських Карпатах оліготрофні болота займають незначну площу, та є оселищами рідкісних видів флори та фауни. Тут сформувалися рослинні угруповання зі значною кількістю реліктових видів. Зокрема до такого типу оселищ належить болотний масив – пам'ятка природи «Андромеда» (місцева назва – Чорне Багно), що знаходиться на території с. Чорна Тиса (Рахівський р-н, Закарпатська обл.). Це – оліготрофне пухівково-сфагнове болото площею близько 7 га, розташоване в міжгірній улоговині, на терасі р. Чорна Тиса (близько 20 км від витоків), на висоті 715 м н. р. м. На сьогодні воно є залишком колись набагато більшого болотного масиву, який, очевидно, був значною мірою знищений унаслідок осушувальної меліорації. Антропогенна трансформація цієї території має місце і тепер. Болото частково використовується як спонтанне сміттєзвалище, куди скидаються побутові відходи.

За геоморфологічним районуванням України (Цись, 1962), болото розташоване в межах геоморфологічного району Ясинської улоговини (Вододільно-Верховинська область). Згідно з геоботанічним районуванням України (Геоботанічне..., 1977) досліджене болото знаходиться в Чорногірсько-Мармароському районі смерекових лісів (Верхньотисянський підрайон буково-ялицево-смерекових лісів). Район характеризується прохолодно-помірним гумідним кліматом (велика кількість опадів, відсутність різких коливань температури й вологості). За даними метеостанції Ясіня, середня річна температура повітря становить 6,2 °С (у січні –6,0 °С, у липні 16,6 °С), середня річна кількість опадів 915 мм і сума ак-

тивних температур (вище 10 °С) – 2180 °С (Природа Закарпатської області, 1981). Грунтотвірними породами є переважно флішові глинисті й піщані сланці. Серед ґрунтів переважають глибокі лісові буроземи (Геоботанічне..., 1977).

Для Українських Карпат верхові оліготрофні болота відомі з Горган (Андрієнко, 1968), Передкарпаття (Андрієнко, 1970), Свидовця, північно-східних схилів Чорногори (Брадів, Бачуріна, 1969), з Вулканічних Карпат (Комендар, Фодор, 1960; Попов, 1949), Сколівських Бескидів (Воронцов, 2004; Воронцов, Коханець, Мілкіна, 2004; Воронцов, Підгребельна, 2002; Воронцов, Пука, Козловський, 2004; Мілкіна, 1998) та Стрийсько-Сянської Верховини (Підгребельна, 2001).

Болото «Андромеда» є оселищем рідкісного реліктового аркто-бореального виду лускокрилих – *Boloria aquilonaris* (Stichel, 1908), який дуже локально поширений лише в кількох місцях Українських Карпат (Попов, 2004, Попов, Плющ, 2004), а також рідкісних видів рослин і рослинних угруповань державного (Червона книга України, 2009; Зелена книга України, 2009) та місцевого (Крічфалушій, Будніков, Мигаль, 1999) рівнів охорони, піддається значному ступеню антропогенної трансформації. Це все свідчить про актуальність проведення тут досліджень рослинного покриву з метою запровадження комплексного моніторингу цього оселища.

Матеріали та методи. Дослідження болотного масиву «Андромеда» були проведені у 2010 році під час експедиційної роботи в цьому районі.

Ідентифікацію рослинних угруповань болота проведено на підставі 12 фітоценологічних описів, виконаних за методикою Браун-Бланке (Мир-

кин, Наумова, Соломеш, 2001; Braun-Blanquet J., 1964). Проективне покриття оцінювалося за такою шкалою: «+» – менше 1%, «1» – 1-10%, «2» – 11-25%, «3» – 26-50%, «4» – 51-75%, «5» – 76-100%. Для кожного виду в таблиці наведено клас константності (К, I–V), під якою розуміємо відносну кількість описів, у яких траплявся вид: I – до 20%; II – 21-40%; III – 41-60%; IV – 61-80%; V – 81-100%. Синтаксономію рослинності прийнято за В.А. Соломахою (Соломаха, 2008). Збір і опрацювання флористичного матеріалу проводили за загальноприйнятими методиками (Скворцов, 1977; Fogman, Bridson, 1992). Видові назви судинних рослин подано за С.К. Черепановим (Черепанов, 1995), а назви мохоподібних – за Д.К. Зеровим і Л.Я. Партикою (Зеров, Партика, 1975).

Результати досліджень. Болото «Андромеда» майже овальної форми (рис. 1), видовжене з заходу на схід. Залишки колись потужного боло-

тного масиву тепер представлені трьома окремими частинами, які розділені сіножатями (меліоровані ділянки). Найбільший фрагмент має площу близько 5 га. Раніше, судячи з геоморфологічного положення, болото було значно більшим, і займало всю улоговину площею до 30 га. Унаслідок осушувальної меліорації площа болотного масиву значно скоротилася, що становить загрозу для залишків болотного масиву, та, відповідно, для самої пам'ятки природи.

Поверхня болота дещо опукла, лінзоподібна, купинчаста (рис. 2). Купини різної форми, висотою 30-50 см і діаметром 30-200 см. Між купинами домінує *Eriophorum vaginatum* L., на купинах – *Empetrum nigrum* L. По всій площі відмічено пригнічене смерекове рідколісся з домішкою *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L., *Salix* sp.

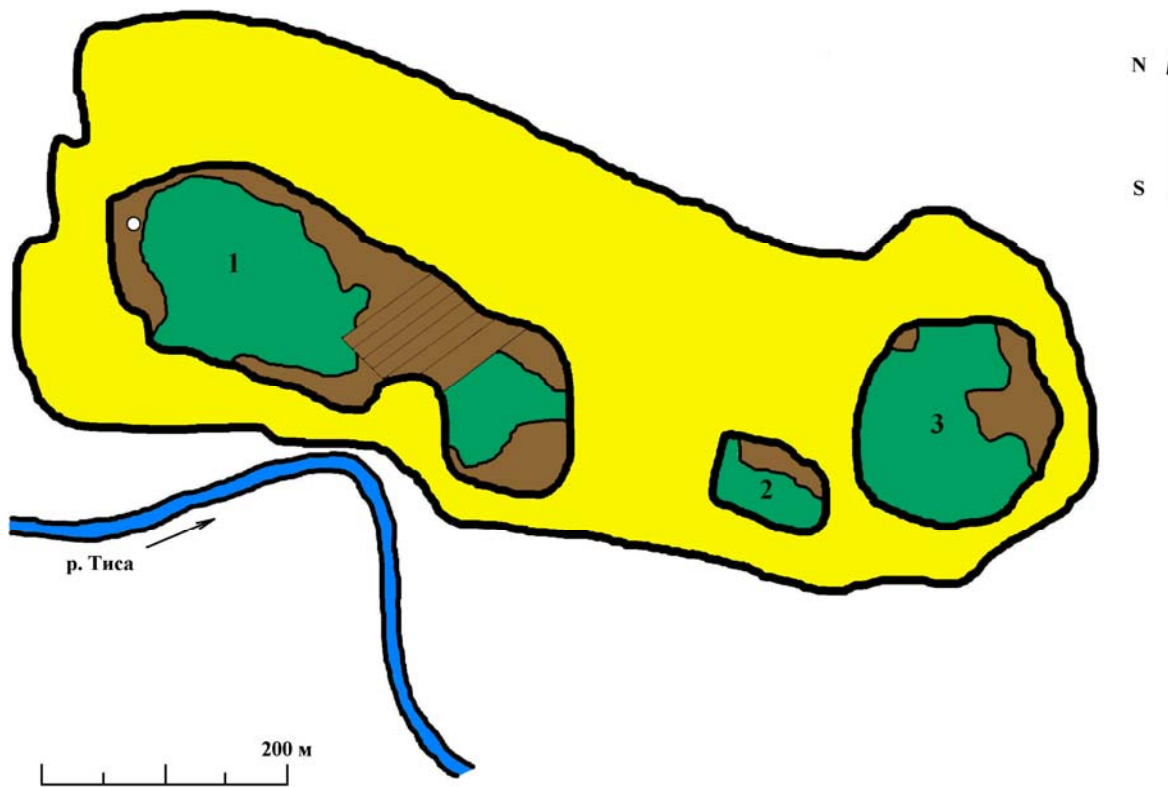


Рис. 1. Картохема рослинного покриття болотного масиву «Андромеда».

Примітка: 1, 2, 3 – фрагменти залишків колись цілісного болотного масиву.

Умовні позначення:

- Меліоровані сіножаті (імовірно, контур співпадає з колишньою територією болота).
- Угруповання *Eriophoro vaginati* – *Sphagnetum recurvi*.
- Ділянки болота, зарослі деревами (*Picea abies*, *Betula pendula*, *Salix* sp.).
- Куртини *Ledum palustre*
- Канави і рови після видобування торфу.

Fig. 1. The scheme of marsh vegetation array "Andromeda."

Note: 1, 2, 3 – the fragments of residues of former whole swamp array.

Legend:

- Reclaimed meadows (presumably, the path coincides with the former swamp area).
- Grouping *Eriophoro vaginati* - *Sphagnetum recurvi*.
- Lots of swamps, overgrown with trees (*Picea abies*, *Betula pendula*, *Salix* sp.).
- Curtain *Ledum palustre*
- Ditches and ditches after peat extraction.



Рис. 2. Оліготрофне пухівково-сфагнове болото «Андромеда». Загальний вигляд.

Fig.2. Oligotrophic sphagnum bog "Andromeda." A general view

У флористичному складі болота виявлено лише 26 видів судинних рослин, що належать до 14 родин та 21 роду. Найбільшою кількістю видів тут представлена родина *Ericaceae* (7 видів), значна частка належить родині *Salicaceae* (4 види). По два види налічують родини *Cyrtaceae*, *Onagraceae*, *Pinaceae*. Зокрема, на торфовищі ростуть *Andromeda polifolia* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Betula pendula*, *Carex nigra* (L.) Reichard, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Drosera rotundifolia* L., *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fucks, *Empetrum nigrum*, *Epi-lobium montanum* L., *Eriophorum vaginatum*, *Fran- gula alnus* Mill., *Ledum palustre* L., *Luzula multi- flora* (Retz.) Lej., *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr. (Червона книга України, 2009), *O. palustris* Pers., *Picea abies* (L.) Karst., *Pinus sylvestris* L., *Populus tremula*, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Salix aurita* L., *S. caprea* L., *S. cinerea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Vaccinium myrtillus* L., *V. uliginosum* L., *V. vitis-idaea* L.

Серед виявлених видів за проективним по- криттям переважають оліготрофні та мезоолігот- рофні бореальні види, які звичайно трапляються й на інших верхових болотах Українських Кар- пат (*Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*, *Empetrum nigrum*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus microcarpus*, *O. palustris*, *Vac- cinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*). Знайдено також декілька окремих куртин *Ledum*

palustre, діаметром близько 2-3 м та проективним по- криттям до 100%. Раніше осередків *L. palustre* було значно більше. Однак, їхня площа скорочується, імовірно, унаслідок осушувальної меліорації та поступового заліснення залишків колись суцільного болотного масиву.

У трав'яно-чагарничковому ярусі домінують *Eriophorum vaginatum* (40-60%) і *Empetrum nigrum* (10-35%). Доволі значною є участь *Andromeda polifolia* (20%), *Oxycoccus palustris* (місцями до 50%), *O. microcarpus*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis- idaea*. Серед інших видів трапляються *Drosera ro- tundifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *Carex nigra*, *Epi- lobium montanum* (табл.).

Щільний моховий покрив формують види ро- ду *Sphagnum*¹ (до 90%), зокрема, *Sphagnum fallax* (Klinngr.) Klinngr., *S. capillifolium* (Ehrh) Hedw.). З незначною домішкою в проективному покриві виявлені *Polytrichum commune* L., *P. strictum* Brid. та *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.

Болото є оселищем багатьох рідкісних для пів- денно-західного макросхилу Українських Карпат видів вищих судинних рослин: *Andromeda polifo- lia*, *Drosera rotundifolia*, *Empetrum nigrum*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus microcarpus*, *O. palustris* (Чер- вона книга України, 2009; Крічфалушій, Будніков, Мигаль, 1999). За домінантною класифікацією ро-

¹ Види мохоподібних визначив І.С.Данилків, за що автори висловлюють йому щирі подяку.

слинність болота представлена асоціацією *Sphagnetum (magellanicum) depressiceetosum (abietis)*, яка включена до Зеленої книги України (Зелена книга України, 2009).

На підставі даних про флористичний склад і фітоценотичну структуру рослинних угруповань (табл.), ми зараховуємо угруповання болота «Андромеда» до асоціації *Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi* Hueck 1925 (клас *Oxycocco-Sphagnetum* Br.-Bl. et Tx. 1943, порядок *Sphagnetalia magellanicum* (Pawl. 1928) Moore (1964) 1968, союз *Sphagnion magellanicum* Kästner et Flössner 1933 em. Dierss. 1975).

У рослинному покриві болота панують або трапляються з високою постійністю види, характерні для асоціації *Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi*, союзу *Sphagnion magellanicum* та класу *Oxycocco-Sphagnetum* (див. табл.). Це *Eriophorum vaginatum* (V²⁻⁵), *Empetrum nigrum* (V¹⁻³), *Andromeda polifolia* (V¹⁻²), *Oxycoccus palustris* (V⁺³), *O. microcarpus* (IV⁺¹), *Drosera rotundifolia* (III⁺), сфагнові мохи (*Sphagnum fallax*, *S. capillifolium*) (V³⁻⁵), з домішкою *Polytrichum commune*, *P. strictum* (V¹⁻³).

Таблиця
Фітоценологічна характеристика рослинних угруповань оліготрофного пухівково-сфагнового болота «Андромеда» («Чорне Базно»)

Table
Fitocoenotic characteristic of plant communities of oligotrophic sphagnum bogs "Andromeda" ("Black mud")

Номер опису		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	K
Середня висота ярусу А, м	A	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	-	-	-	-	-	3-5	
Зімкнутість крон ярусу А	A	0,01	0,01	0,01	+	-	-	-	-	-	-	-	0,01	
Середня висота ярусу В, м	B	1-2	1-2	1-2	1,0	1,0	1,0	1-2	1-2	-	1-2	1-2	1-2	
Проект. покр. ярусу В, %	B	1	2	5	2	1	2	2	1	-	1	1	10	
Проект. покр. ярусу С, %	C	80	90	85	90	90	95	85	95	95	90	80	95	
Проект. покр. ярусу D, %	D	100	100	100	100	100	100	90	90	100	95	100	90	
Кількість видів у описі		14	17	18	18	16	17	14	14	11	13	11	16	
Площа тест-ділянки, м. кв.		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
D.s. Ass. Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi														
<i>Eriophorum vaginatum</i>	C	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	3	3	V
<i>Drosera rotundifolia</i>	C	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	III
Ch. All. Sphagnion magellanicum, O. Sphagnetalia magellanicum														
<i>Andromeda polifolia</i>	C	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	V
<i>Oxycoccus palustris</i>	C	1	1	1	1	1	+	1	1	2	-	3	1	V
<i>Oxycoccus microcarpus</i>	C	+	1	+	+	+	+	+	-	+	-	1	-	IV
<i>Sphagnum sp.*</i>	D	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	4	V
<i>Polytrichum sp.**</i>	D	2	2	2	2	2	2	3	3	2	1	1	2	V
Ch.Cl. Oxycocco-Sphagnetum														
<i>Empetrum nigrum</i>	C	2	3	3	2	3	2	1	1	1	2	2	1	V
<i>Ledum palustre</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	I
Ch.Cl. Vaccinio-Piceetea														
<i>Picea abies</i>	A	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	IV
<i>Picea abies</i>	B	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	
<i>Picea abies</i>	C	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pinus sylvestris</i>	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	I
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	C	-	1	+	1	1	2	1	1	-	-	-	-	III
<i>Vaccinium myrtillus</i>	C	-	+	+	1	1	1	1	1	-	1	-	3	IV
<i>Vaccinium uliginosum</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	I
<i>Pleurozium schreberi</i>	D	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	2	II
Інші види:														
<i>Salix sp.***</i>	B	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	II
<i>Salix sp.***</i>	C	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Betula pendula</i>	B	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	1	V
<i>Betula pendula</i>	C	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Populus tremula</i>	B	-	-	-	1	+	1	-	-	-	+	+	1	III
<i>Populus tremula</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Frangula alnus</i>	B	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	1	II
<i>Frangula alnus</i>	C	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sorbus aucuparia</i>	B	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	II
<i>Epilobium montanum</i>	C	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	III
<i>Carex nigra</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	I
<i>Cladonia sp.</i>	D	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I
Примітка: * <i>Sphagnum capillifolium</i> , <i>Sph. fallax</i> ; ** <i>Polytrichum commune</i> , <i>P. strictum</i> ; *** <i>Salix caprea</i> , <i>S. cinerea</i> .														

До них приєднуються також у значній кількості характерні види класу *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939: *Vaccinium myrtillus* (IV⁺³), *Rhodococcum vitis-idaea* (III⁺²), *Vaccinium uliginosum* (I²), *Picea abies* (IV⁺), *Pleurozium schreberi* (II²⁻³). До складу асоціації *Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi* належать угруповання верхових боліт, що формуються на кислих оліготрофних місцезростаннях і живляться переважно за рахунок атмосферних опадів. Вони утворюють дуже кислий сфагновий торф, поклади якого можуть сягати значної потужності. В Україні ці угруповання приурочені до льодовикових форм рельєфу на торф'яних ґрунтах або підтоплених дощовими чи ґрунтовими водами депресій і азонально поширені в Карпатах на висотах 800-1600 м н. р. м. (Соломаха, 2008).

Зважаючи на європейський тренд розвитку та необхідність впровадження в Україні методології оселищної концепції охорони природи, яка зокрема визначена Бернською конвенцією про збереження природних видів флори й фауни та середовищ існування (оселищ) у Європі, важливим є проаналізувати болото “Андромеда” з позиції NATURA 2000, метою якої є організація системи територій з особливим природоохоронним статусом (Special Areas of Conservation) (Interpretation manual of European Union habitats, 2007). Отже, за характером рослинного покриву та особливостями генезису болото “Андромеда” належить до типових оліготрофних боліт з добре вираженою в рельєфі піднятою центральною частиною. За класифікацією оселищ (habitats) NATURA 2000 воно зараховане нами до категорії деградованих верхових (оліготрофних) боліт, здатних до природної регенерації (код 7120).

Загалом, болото “Андромеда” є свідченням “згасаючого” оселища. Попри те, що його площа скоротилася до 20-25% від первинної, залишки болота оточені меліоративними каналами й місцями прорізані глибокими (2-3 м) rovami, викопаними для дренажу або для добування торфу. Навколо цих ровів і по периферії основного масиву відбувається інтенсивне заростання болота деревами та чагарниками. Фрагменти угруповання за участю *Vaccinium uliginosum* і куртини *Ledum palustre* збереглися лише в західному кінці найбільшого болотного масиву, хоча вони очевидно є залишками екотонної рідколісно-болотної рослинності, близької до угруповань асоціації *Ledo-Sphagnetum magellanicum* Sukopp 1959 em. Neuhausl 1969 (клас *Oxycocco-Sphagnetum*, порядок *Sphagnetalia magellanicum*, союз *Sphagnion magellanicum*), яка облямовує підібні болота по периферії.

Незважаючи на те, що болото “Андромеда” має статус пам'ятки природи місцевого значення,

на ньому немає жодних охоронних знаків. За свідченнями місцевих жителів, у минулому воно використовувалося як скотомогильник (кістки тварин трапляються і тепер) і для розробки торфу в потребах городництва. Тепер менший, східний фрагмент болота площею близько 1,5 га майже повністю перетворений на сміттєзвалище, побутові відходи у значній кількості скидають і на більшому болотному масиві. Підвищена частина тераси, на якій розташоване болото, забудована і зайнята присадибними ділянками, а її осушена частина використовується як сіножаті. Тому проекти з ренатуралізації всього болотного масиву не мають перспектив, можливим є лише збереження найбільшого фрагменту – за умови, якщо будуть засипані рови і припиниться скидання сміття.

Висновки. Встановлено, що болото “Андромеда” належить до типових верхових боліт з добре вираженою в рельєфі піднятою центральною частиною. Згідно з класифікацією оселищ (habitats) NATURA 2000 воно належить до категорії деградованих верхових (оліготрофних) боліт, здатних до природної регенерації (код 7120). Болото такого типу є рідкісними для південно-західного макросхилу Українських Карпат, тому потребують охорони та регулярного ботанічного обстеження з метою виявлення сукцесійних змін їх фітоценотичної структури.

Незначні площі таких біотопів у поєднанні з сильним антропогенним пресом (осушення та ін.) і високим ризиком деградації та знищення дозволяють віднести їх до біотопів високого охоронного пріоритету в контексті збереження регіонального біорізноманіття.

Болото “Андромеда” є надзвичайно цінним з соціологічної точки зору об'єктом, стан збереженості якого не є задовільним, а площа поступово зменшується внаслідок осушувальної меліорації. Подальше зменшення площі болота, а також використання окремих його частин у якості сміттєзвалища (масив знаходиться майже у центрі с. Чорна Тиса), як і спонтанне заростання деревно-чагарниковою рослинністю, становить загрозу для існування наявних тут рідкісних видів флори та ентомофауни.

З метою збереження цього оселища необхідно встановити жорсткіший охоронний режим і запровадити моніторингові дослідження з впровадженням контролю за станом рослинних угруповань. Для часткового відновлення й підтримання гідрологічного режиму доцільно засипати рови, які залишилися після добування торфу і виконують дренажну роль.

Список літератури:

1. Андрієнко Т.Л. Болота Горган // Укр. ботан. журн. 1968. Т.25, №3. С. 67-72.

2. Андриєнко Т.Л. Оліготрофні болота Передкарпаття // Укр. ботан. журн. 1970. Т.27, №2. С. 209-215.
3. Брадіс Є.М., Бачуріна Г.Ф. Рослинність УРСР. Болота УРСР. Київ: Наук. думка, 1969. С. 128-134.
4. Воронцов Д.П. Пропозиції до розширення території НПП "Сколівські Beskidi" // Наукові записки Державного природознавчого музею. – Львів, 2004. – Т. 19. – С. 159-166.
5. Воронцов Д.П., Коханець М.І., Мілкіна Л.І. Угрупування "Зеленої книги" у національному природному парку "Сколівські Beskidi" // Науковий вісник: Заповідна справа в Галичині, на Поділлі та Волині. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 14.8. – С. 334-338.
6. Воронцов Д.П., Підгребельна О.М. Флора і рослинність верхового болота "Селище" (Східні Beskidi) // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія біологічна. – 2002. – Вип. 31. – С. 77-87.
7. Воронцов Д., Пука Є., Козловський В. Рослинний покрив оліготрофного пухівково-сфагнового болота "Журавлине" (НПП "Сколівські Beskidi") // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія біологічна. – 2004. – Вип. 37. – С. 114-124.
8. Геоботанічне районування Української РСР / за ред. А. І. Барбарича. – К.: Наук. думка, 1977. – 303 с.
9. Зелена книга України / за ред. Я.П.Дідуха – К.: Альтерпрес, 2009. – 448 с.
10. Зеров Д.К., Партика Л.Я. Мохоподібні Українських Карпат. – К.: Наук. думка, 1975. – 231 с.
11. Комендар В.І., Фодор С.С. Вересово-сфагнове болото в Закарпатській області УРСР // Укр. ботан. журн. – 1960. – Т.17, № 3. – С.79-81.
12. Крічфалушій В.В., Будніков Г.Б., Мигаль А.В. Червоний список Закарпаття: види рослин та рослинні угрупування, що знаходяться під загрозою зникнення. – Ужгород, 1999. – 196 с.
13. Мілкіна Л.І. Українські Карпати // Раритетні фітоценози західних регіонів України (Регіональна "Зелена книга"). – Львів: Поллі, 1998. – С.30-97.
14. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности / Б. М. Миркин, – М.: Логос, 2001. – 264 с.
15. Підгребельна О.М. Знахідка оліготрофного болота на території Стрийсько-Сянської верховини (Українські Карпати) // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – Львів, 2001. – Вип. 3. – С.46-50.
16. Попов М.Г. Очерк растительности и флоры Карпат. – М.: Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, новая серия, отд. ботан. – 1949. – 13, №5. – 303 с.
17. Попов С.Г. Види денних метеликів (*Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea*), що потребують охорони в Закарпатській області // Наук. вісник Ужгородського університету. Сер. Біологія. – 2004. – 15. – С.98-101.
18. Попов С.Г., Плющ И.Г. Булавоусые чешуекрылые (*Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea*) Западной Украины. – Ужгород: М-Студия, 2004. – 577 с.
19. Природа Закарпатської області / За ред. К.І. Геренчука. – Львів: Вища школа. Вид-во при Львов. ун-ті, 1981. – 156 с.
20. Скворцов А. К. Гербарий: Пособие по методике и технике. – М.: Наука, 1977. – 199 с.
21. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України. Третє наближення. – К.: Фітосоціоцентр, 2008. – 296 с.
22. Цись П.М. Геоморфологія УРСР. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1962. – 224 с.
23. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П.Дідуха – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.
24. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – Санкт-Петербург: Мир и семья, 1995. – 992 с.
25. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. – Wien-New-York: Springer-Verlag, 1964. – 865 s.
26. Forman L., Bridson D. The herbarium Handbook. – R. B. G. Kew, 1992. – 303 p.
27. Interpretation manual of European Union habitats, 2007. – Eur., 27. – 142 p.

VEGETATION COVER OF «ANDROMEDA» RAISED BOG (UKRAINIAN CARPATHIANS)

D.P. Vorontsov, I.M. Danylyk, Y.V. Kanarskyi

*Vegetation cover and preservation status of "Andromeda" bog (Chorna Tysa village, Rakhiv district) is investigated. Oligotrophic and mesoligotrophic species prevail in the flora of the bog. The vegetation communities belong to association *Eriophoro vaginati* - *Sphagnetum recurvi* Hueck 1925 (class *Oxycocco-Sphagneteta* Br.-Bl. et Tx. 1943, order *Sphagnetalia magellanici* (Pawl. 1928) Moore (1964) 1968, alliance *Sphagnion magellanici* Kästner et Flössner 1933 em. Dierss. 1975). In connection with the rarity of the same communities within SW macro-slope area of Ukrainian Carpathians implementation of monitoring of the vegetation cover is proposed. The inclusion of this object to Carpathian biosphere reserve area is also recommended.*

Key words: raised bog, habitat, Ukrainian Carpathians, flora, vegetation, conservation, association *Eriophoro vaginati* - *Sphagnetum recurvi*

Одержано редколегією 12.05.2011

ВПЛИВ СУМІСНОЇ ДІЇ ФУНГІЦИДУ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ ДОБРИВАМИ НА УРАЖЕНІСТЬ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ СЕПТОРІОЗОМ

Н.В. САНДЕЦЬКА, В.В. ШВАРТАУ

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,
вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022
e-mail: Isnv@ukr.net

В умовах польового дослідження вивчали вплив позакореневого підживлення азотом, фосфором, сіркою із одночасною обробкою фунгіцидом Альто Супер на ураженість септоріозом високопродуктивних сортів озимої пшениці. Встановлено, що позакореневе підживлення озимої пшениці сортів Смуглянка, Подолянка, Фаворитка добривами спільно з Альто Супер знижують рівень захворювань рослин септоріозом.

Ключові слова: озима пшениця (*Triticum aestivum* L.), септоріоз, фунгіцид, позакореневе підживлення

Вступ. Захист насіння та сходів від уражень грибковими хворобами є необхідною складовою сучасних технологій вирощування озимої пшениці. Це важливий резерв збільшення виробництва сільськогосподарської продукції (Моргун В.В. та ін. 2011; Швартау В.В., 2006). За даними ФАО, щорічні втрати зерна пшениці від хвороб в кінці ХХ сторіччя у світі дорівнювали 33,3 млн. т, що становить 9,1 % врожаю цієї важливої культури (Животков Л.А. та ін., 1989). Для лісостепової зони України серед найбільш розповсюджених і шкодочинних хвороб озимої пшениці септоріоз займає чільне місце, зменшуючи урожайність культури до 30-40 % (Дудка Є.Л. та ін., 2000; Лисенко С.В., Коломієць С.І., 1998). Збудником цієї хвороби є мікроскопічний гриб *Septoria tritici* Rob. et Desm., який уражає рослини на всіх фазах розвитку і проявляється на листках у вигляді світло-бурих плям. На колосі уражуються колоскові луски, де з'являються темно-бурі, а згодом - світлі плями, на яких проявляються пікніди. Потім хвороба переходить на зерно, яке не має чітких симптомів ураження, але відрізняється від здорового меншою масою і щуплістю (Трибель С.О. та ін., 2010). Показано, що в зерні пшениці, ураженому септоріозом, вміст білкового азоту може зменшуватися на 0,32 %, енергія проростання зернівок - на 16 %, а посівна схожість - на 9 % (Сядриста О., 2005).

Септоріоз на рослинах озимої пшениці проявляється вже восени, а навесні симптоми ураження посилюються. Масовий розвиток хвороби відбувається при вологій погоді і температурі повітря 14-25° С (Трибель С.О. та ін., 2010). Важливими методами захисту від септоріозу є сівозмінні, впровадження стійких до хвороб сортів та сучасний хімічний захист. Фунгіцид Альто Супер 330 ЕС к.е. фірми "Сингента" (Швейцарія) на

основі ципроконазолу та пропіконазолу, що застосовують у дозі 0,5 л/га, має широкий спектр фунгіцидної активності, тривалий період захисної дії та низький ризик виникнення стійких видів патогенів (Моргун В.В. та ін., 2011).

Відомості щодо позакореневого підживлення рослин азотом разом із фунгіцидом є загальновідомими, а щодо впливу фосфору та сірки за позакореневої обробки на розвиток септоріозу - обмежені. Внесення при позакореневих підживленнях лише азоту, або внесення його в надлишковій кількості, може призводити до подовження періоду вегетації рослин. При цьому, в травостої довше підтримуються умови для розвитку хвороб (Ретьман С.В. та ін., 2001).

У зв'язку з цим, метою даної роботи було дослідити вплив позакореневої обробки рослин озимої пшениці високопродуктивних сортів азотом, фосфором, сіркою разом із фунгіцидом Альто Супер на ураження сортів озимої пшениці септоріозом.

Об'єкти і методи. Дослідження проводили впродовж 2010-2011 рр. на полях Дослідного сільськогосподарського виробництва ІФРГ НАН України (сmt. Глеваха Васильківського району Київської обл.) на світло-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах з використанням загальноприйнятої агротехніки.

Присутність збудника ураженості рослин озимої пшениці *S. tritici* визначали за допомогою тестової системи компанії «Сингента».

Обприскування рослин фунгіцидом проводили у фазу виходу в трубку. Оцінку ураження рослин озимої пшениці септоріозом проводили у фазу прапорцевого листка візуально після детектування присутності збудника за допомогою тестової системи компанії «Сингента». На обліковій ділянці відбирали для аналізів по 50 рослин в п'яти різних місцях, рівномірно розміщених на

площі посіву. Дослідження проводили на рослинах озимої пшениці високопродуктивних сортів: Смуглянка, Подолянка та Фаворитка.

Варіанти досліду включали різні фони мінеральних добрив з обробкою та без обробки фунгіцидом: I – контроль без внесення добрив; II – обробка N₃₀ кг/га; III – обробка N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀ кг/га; IV – обробка фунгіцидом Альто Супер у дозі 0,5 л/га без внесення добрив; V – обробка N₃₀ кг/га + фунгіцид Альто Супер у дозі 0,5 л/га; VI – обробка N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀ кг/га + фунгіцид Альто Супер у дозі 0,5 л/га. Облікова площа ділянок – 20 м², розміщення ділянок рендомізоване, повторність досліду – 5 кратна.

Поширеність хвороби визначали за кількістю уражених збудником хвороби рослин чи окремих органів, вираженої у відсотках від загальної кількості рослин в експерименті, за формулою (Трибель С.О. та ін., 2001):

$$P = \frac{100 \times n}{N}, \text{ де} \quad (1)$$

P - поширеність хвороби, %;

N - загальна кількість рослин, шт.;

n - кількість уражених хворобою рослин, шт.

Інтенсивність розвитку хвороби визначали за площею ураженої поверхні органів, вкритих плямами, нальотом чи за інтенсивністю прояву інших симптомів. Цей показник розраховували за формулою (Трибель С.О. та ін., 2001):

$$R = \frac{100 \times \sum ab}{N}, \text{ де} \quad (2)$$

R - інтенсивність розвитку хвороби, %;

a - кількість рослин, уражених хворобою, шт.;

b - відповідний % ураження;

N - загальна кількість рослин.

Облік поширення і ступінь ураження хворобою здійснювали за загальноприйнятою шкалою (Saari E.E., Prescott J.M., 1975).

Результати та їх обговорення. Показано, що позакореневе підживлення рослин добривами – N₃₀ або N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀, - призводила до невеликого зменшення розвитку септоріозу на рослинах всіх 3-х сортів, особливо сорту Смуглянка, порівняно з контрольними рослинами (див. табл.). Поверхня листків, уражена хворобою, була меншою на 2-4 % при застосуванні позакореневого підживлення N₃₀ та на 7-8 % за обробки N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀.

Показники поширення та інтенсивності розвитку хвороби для сорту Смуглянка у оброблених добривами варіантах порівняно з контролем були нижчими, ніж у сортів Фаворитка та Подолянка. Так, за підживлення посівів озимої пшениці карбамідом (N₃₀) поширення та інтенсивність розвитку септоріозу у сорту Смуглянка бу-

ло меншим на 10 % щодо контролю, тоді як такий показник у сорту Фаворитка був на 6 %, а показник інтенсивності розвитку захворювання - на 4 % нижчим від контролю. Показник поширення хвороби для варіанту N₃₀ для сорту Подолянка був лише на 4 %, а показник інтенсивності розвитку захворювання - на 8 % нижчим від відповідного контролю.

Для варіантів досліду з N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀ спостерігалася подібна тенденція. Якщо поширення хвороби порівняно з контрольними варіантами у дослідному варіанті на сорті Подолянка було нижчим на 8 %, на сорті Фаворитка – на 12 %, то на сорті Смуглянка – на 16 %. Відповідно, показники інтенсивності розвитку хвороби були більш високими для сортів Подолянка та Фаворитка, відрізняючись від показників контрольних варіантів на 14 %, у порівнянні з рослинами сорту Смуглянка, де різниця складала 16 %.

Обробка фунгіцидом Альто Супер разом із добривами призвела до значного зниження ураженості рослин. Так, бал ураженості для всіх контрольних варіантів без внесення добрив та обробки фунгіцидом досягав 7, тоді як у варіантах з позакореневою обробкою N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀ та фунгіцидом дорівнював 1 для рослин всіх досліджених сортів пшениці.

Без внесення добрив обробка рослин фунгіцидом Альто Супер дозволила зменшити загальну ураженість поверхні листків рослин озимої пшениці на 42-46 % порівняно із контролем. У варіантах із підживленням N₃₀ ураженість рослин всіх сортів зменшилася на 46 %, а з підживленням N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀ – на 50-54 % щодо контрольних варіантів. Порівнюючи ступінь ураженості рослин у варіантах, оброблених Альто Супер із необробленими фунгіцидом варіантами з однаковою схемою підживлення, можна відмітити, що, незалежно від сорту озимої пшениці, за підживлення комплексом елементів спостерігається тенденція до вищої ефективності (зниження на 47-48 %), ніж одним карбамідом (зниження на 42-44 %).

Найкращі показники за обробки фунгіцидом Альто Супер були у сорту Фаворитка, де кількість уражених септоріозом рослин в посівах була меншою, ніж у контрольному в 10 разів у варіанті із N₃₀ та у 40 разів у варіанті із N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀, тоді як для сорту Подолянка відповідне зниження по варіантах досягало 7 та 21 рази, а для сорту Смуглянка – у 6 та 14 разів. Інтенсивність розвитку хвороби була найнижчою на ділянках сорту Фаворитка у варіанті з використанням позакореневої обробки добривами N₃₀P₁₀K₁₀S₁₀ разом із фунгіцидом, складаючи всього 4 %.

Таким чином, отримані дані свідчать, що позакоренева обробка азотом, фосфором, сіркою разом із фунгіцидом дала змогу зменшити ураже-

ність й підвищити ступінь стійкості сортів озимої пшениці високопродуктивних сортів Смуглянка,

Подольанка і Фаворитка до септоріозу.

Таблиця
Ураженість сортів озимої пшениці септоріозом при застосуванні Альто Супер та позакореневої обробки добривами (Київська обл., ДСВ ІФРГ НАН України, 2010-2011 рр.)

Table
Septorioses affection of winter wheat when using Super Alto and foliar fertilizer treatment (Kyiv region, DSV IFRH National Academy of Sciences of Ukraine, 2010-2011)

Варіанти дослідів	Сорт											
	Смуглянка				Подольанка				Фаворитка			
	Охоплено поверхні листків %	Бал ураженості**	Поширення хвороби, %	Інтенсивність розвитку хвороби, %	Охоплено поверхні листків %	Бал ураженості**	Поширення хвороби, %	Інтенсивність розвитку хвороби, %	Охоплено поверхні листків %	Бал ураженості**	Поширення хвороби, %	Інтенсивність розвитку хвороби, %
Контроль	58	7	82	96	52	7	84	98	54	7	80	94
N ₃₀	56	7	72	86	50	6	78	90	50	6	76	88
N ₃₀ P ₁₀ K ₁₀ S ₁₀	51	7	66	80	44	6	76	84	46	6	68	80
Фунгіцид Альто Супер 0,5л/га	12*	4	15	20	10*	2	15	18	10*	4	10	19
N ₃₀ + фунгіцид Альто Супер 0,5л/га	12*	4	14	22	6*	2	12	16	8*	4	8	16
N ₃₀ P ₁₀ K ₁₀ S ₁₀ + фунгіцид Альто Супер 0,5л/га	4*	1	6	8	2*	1	4	6	2*	1	2	4

Список літератури:

1. Дудка Є.Л., Пінчук Н.І., Явдошенко М.П., Ліпс П.Є., Міллер С.А. Септоріоз озимої пшениці в Степу України // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2000. – Вип. 12-13. – С.45-49.
2. Лисенко С.В., Коломієць С.І. Септоріоз листя. Вплив мікроклімату травостою на розвиток хвороби в посівах озимої пшениці // Захист рослин. – 1998. – № 3. – С. 8.
3. Лісовий М.П., Лисенко С.В., Секун М.П. Особливості захисту // Прогноз. 1997. – С. 4-5.
4. Моргун В.В., Санін Є.В., Швартау В. В. та ін. Клуб 100 центнерів. - К.: Логос, 2011. – 121 с.
5. Животков Л.А., Бірюков С.В., Степаненко А.Я. и др. Пшениця / Под ред. Животкова Л.А. – К.: Урожай, 1989. – 320 с.
6. Ретьман С.В., Джам О.В., Глим'язний В.А. Захист озимини восени // Захист рослин. – 2001. - № 10. – С.4-5.
7. Сядриста О. Здорове насіння – важлива складова майбутнього врожаю // Пропозиція. – 2005. – № 1. – С. 88-91.
8. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибель. – К.: Світ, 2001. – 448 с.
9. Трибель С.О., Гетьман М.В., Стригун О.О. та ін. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / за ред. С.О. Трибеля. – К.: Колобіг, 2010. – 392 с.
10. Швартау В.В. Сучасний захист насіння високопродуктивних сортів озимої пшениці // Пропозиція. – 2006. – № 8. – С. 47.
11. Saari E.E., Prescott J.M. Plant Disease Report. – 1975 - v. 59. – 377 p

INFLUENCE COMBINED TREATMENT BY OF FUNGICIDE AND FOLIAR FERTILIZER ON DAMAGE OF WINTER WHEAT VARIETIES BY SEPTORIOSES

N.V. Sandetska, V.V. Schwartau

In the field experiment the effect of foliar fertilization with nitrogen, phosphorus, sulfur, with the fungicide Alto Super on damage of winter wheat by septorioses was studied. It is established that foliar treatments of plants high-yielding varieties of winter wheat by nitrogen, phosphorus, with the sulfur and fungicide Alto Super reduce of the damage by septorioses.

Key words: winter wheat (Triticum aestivum L.), septorioses, fungicide, foliar treatment

Одержано редколегією 17.06.2011

РІД *THYMUS* L. (*LABIATAE* JUSS.) У ФЛОРИ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ

В. О.НАЧИЧКО

Львівський національний університет імені Івана Франка, біологічний факультет,
кафедра ботаніки, вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005
e-mail: nachichko@rambler.ru

Наведені результати критико-таксономічного та хорологічного дослідження видів роду *Thymus* L. у флорі Волино-Поділля. Встановлено, що рід *Thymus* L. на даній території представлений 9-ма видами: *Th. serpyllum* L., *Th. pulegioides* L., *Th. ×oblongifolius* Opiz, *Th. marschallianus* Willd., *Th. ×pilisiensis* Borb., *Th. pannonicus* All., *Th. alternans* Klok., *Th. moldavicus* Klok. et Shost. та *Th. glabrescens* Willd. З'ясовано поширення виявлених видів у регіоні дослідження.

Ключові слова: *Thymus*, флора, Волино-Поділля, таксономія, хорологія.

Вступ. Рід *Thymus* L. є критичним і досить проблемним у систематичному відношенні. Складнощі таксономічної інтерпретації представників роду зумовлені високим рівнем внутрішньо- і міжпопуляційного поліморфізму у даній групі, що ускладнюється гінодієцією (жіночою дводомністю) та сильно вираженими гібридизаційними процесами у межах роду. Наведені особливості є причиною відсутності чітких меж між окремими видами, що ускладнює їх ідентифікацію. Як наслідок, на сьогодні немає сталого уявлення щодо концепції виду у роді *Thymus* та його видового різноманіття, в системі роду накопичилась велика кількість номенклатурних комбінацій, яка зараз сягає близько двох тисяч (World checklist..., 2011) і синоніміка для яких недостатньо з'ясована. Все це вимагає проведення широкої таксономічної ревізії роду *Thymus*. Для цього просто незамінним є критико-таксономічне та хорологічне дослідження роду, здійснене для певних територій. Власне метою нашої роботи було з'ясування видового різноманіття роду *Thymus* на території Волино-Подільської височини та вивчення хорології виявлених видів.

Об'єкт і методи дослідження. Об'єкт дослідження – види роду *Thymus* L. у флорі Волино-Подільської височини.

Волино-Подільська височина – це височинна область, територіально розташована у 8-ми західних областях України. Геоморфологічні межі Волино-Поділля приймаємо згідно з схемою районування, запропонованою Б. В. Заверухою (1985).

Вивчення роду *Thymus* на території дослідження проводилось протягом 2008-2011 років. Основу його становлять критичний аналіз літературних джерел та гербарних колекцій гербарію Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного

НАН України (KW), Львівського національного університету імені Івана Франка (LW), Державного природознавчого музею НАН України (LWS), Інституту екології Карпат НАН України (LWKS), кафедри ботаніки і садово-паркового господарства Волинського національного університету ім. Лесі Українки та результати власних польових досліджень. Нами переважно використана концепція виду у роді *Thymus*, запропонована Ю. Л. Меницьким (Меницький, 1978). Картосхеми поширення видів виконані на карті-основі точковим методом з використанням програми настільного картографування MapInfo Professional ver. 10.0.1.

Результати та їх обговорення. За результатами дослідження флора Волино-Поділля нараховує 9 видів роду *Thymus* L. Ще два види, через відсутність гербарних зразків з території дослідження, ми не включили до загального списку, хоч вони й наводяться в літературних джерелах. Нижче подаємо конспект видів з основними номенклатурними синонімами, критичними анотаціями та картосхемами поширення на території дослідження.

1. *Th. serpyllum* L. 1753, Sp. Pl.: 590; Besser, 1822, Enum. Pl. Volhyn.: 24; Andr. 1862, Изв. Киев. унив. 7: 128; Клок. і Дес.-Шост. 1932, Вісн. Київ. бот. саду, 16: 15-16; Клок. и Шост. 1938, Уч. зап. Харьк. гос. унив. 14: 129-130; Мотука, 1947, Ann. UMCS C, 3: 330; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 537-538; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 331-332; Pawł. 1966, Fragm. Flor. Geobot. 12: 397-398; id. 1967, Fragm. Flor. Geobot. 13: 27-29; id. 1967, Fl. Poł. 11: 188-192; Jalas, 1972, Fl. Europ. 3: 182; Меницк. 1978, Фл. европ. части СССР, 3: 200. – *Th. angustifolius* auct. non Pers.: Besser, 1822, Enum. Pl. Volhyn.: 24; Andr. 1862, Изв. Киев. унив. 7: 129. – *Th. muscosus* Zaverucha, 1962, Укр.

бот. журн. 19, 5: 59.

Типовий бореальний вид. Тому на теренах Волино-Подільської височини південна межа його поширення, згідно даних опрацьованих гербарних зразків, обмежується територією Малого Полісся і крайньою північною частиною Подільської височини (рис. 1). Тут він трапляється на галявинах та узліссях соснових і мішаних лісів, сформованих на пісках.

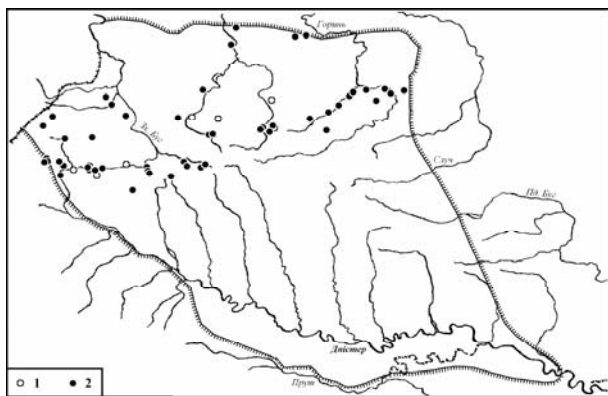


Рис. 1. Місцезнаходження *Th. serpyllum* L.: 1 – згідно даних літературних джерел; 2 – згідно даних гербарних зразків

Fig.1. Location *Th. serpyllum* L.: 1 - According to the literature, 2 - According to herbarium specimens

2. *Th. pulegioides* L. 1753, Sp. Pl.: 592; Motyka, 1947, Ann. UMCS C, 3: 329; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 487; Pawł. 1966, Fragm. Flor. Geobot. 12: 398-399; id. 1967, Fragm. Flor. Geobot. 13: 30-33; id. 1967, Fl. Poł. 11: 193-198; Jalas, 1972, Fl. Europ. 3: 182; Меницк. 1978, Фл. европ. части СССР, 3: 201. – *Th. montanus* auct. non Waldst. et Kit: Besser, 1822, Enum. Pl. Volhyn.: 24; Andrzej. 1862, Изв. Киев. унив. 7: 128. – *Th. ucrainicus* (Klok. et Shost.) Klok. 1954, Фл. СССР, 21: 486-487; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 303-305.

Даний вид добре диференційований від інших за ознакою чотирьохгранного, опушеного лише по ребрах граней стебла генеративного пагона. Трапляється спорадично по всій території дослідження на сухих луках, вологих кам'янистих відслоненнях, узліссях і галявинах лісів (рис. 2).

М. В. Клоков для території України наводить вид *Th. ucrainicus* (Klok. et Shost.) Klok., як східноєвропейську форму збірного *Th. pulegioides* L. s. l., котрий відрізняється від *Th. pulegioides* L. s. str. коротшими (на 0,5 мм!) чашечками квіток та більшими розмірами листків. Типовий же *Th. pulegioides* L. s. str., на його думку, у нас не представлений або ж трапляється на Закарпатті (Клоков, 1960). Тенденція до розгляду таксонів *Th. pulegioides* та *Th. ucrainicus*, як окремих одиниць видового

рангу, спостерігається і у деяких сучасних номенклатурних списках (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Якщо враховувати наведені діагностичні ознаки, то слід зазначити, що як форми *Th. pulegioides*, так і форми *Th. ucrainicus* представлені на Волино-Поділлі. Однак ми вважаємо, що ознаки відмінності між даними таксонами не настільки суттєві, щоб надавати статус виду формам *Th. ucrainicus*. Тому у даній публікації, аналогічно до поглядів монографів роду Ю. Меницького (Меницкий, 1978) та Б. Павловського (Pawłowski, 1967 b), видову назву *Th. ucrainicus* (Klok. et Shost.) Klok. вважаємо номенклатурним синонімом для *Th. pulegioides* L.

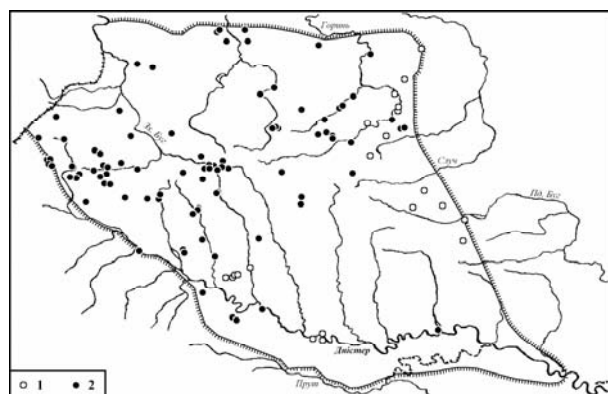


Рис. 2. Місцезнаходження *Th. pulegioides* L.: 1 – згідно даних літературних джерел; 2 – згідно даних гербарних зразків

Fig.2. Location *Th. pulegioides* L.: 1 - According to the literature, 2 - According to herbarium specimens

3. *Th. ×oblongifolius* Opiz, 1825, Naturalientausch, 10: 241; Pawł. 1967, Fragm. Flor. Geobot. 13: 47-48. – *Th. ×podolicus* Klok. et Shost. 1936, Журн. Инст. бот. АН УРСР, 9 / 17: 193-194, p. min. p.; id. 1938, Уч. зап. Харьк. гос. унив. 14: 121, p. min. p.; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 496, p. min. p.; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 321-323, p. min. p.; Заверуха, 1965, Укр. бот. журн. 22, 6: 99, p. min. p.; Клок. 1973, Росообр. в роде *Thymus*: 19, p. min. p. – *Th. pulegioides* L. × *Th. serpyllum* L.

Гібридний вид, що знаходить неоднозначне трактування в літературних джерелах. В одних публікаціях під цією назвою фігурує гібрид F1 – продукт природної гібридизації *Th. pulegioides* та *Th. serpyllum*. Відповідно і каріотип його $2n=26$, складений з половинних наборів каріотипів *Th. pulegioides*: $2n=28$ та *Th. serpyllum*: $2n=24$ (Ložienė, Kamašina, 2006). В інших же публікаціях під цим видом розуміють форми описаного М. Клоковим та Н. Шостенко *Th. ×podolicus*, розглядаючи останню видову назву номенклатурним синонімом до пріоритетно обнародованої *Th. ×oblongifolius* Opiz (Mosyakin,

Fedoronchuk, 1999; World checklist..., 2011). Для *Th. ×podolicus* К. Є. Гогіна (Гогіна, 1990) наводить хромосомні числа $2n=58$ і $2n=60$. Тому, очевидно, що в цьому випадку *Th. ×oblongifolius* виступає як вид гібридогенного походження, який у філогенезі стабілізувався шляхом алополіплоїдії. Однак такий висновок змушує переглянути вірогідне походження цього виду, оскільки хромосомні числа $2n=58$ і $2n=60$ не можна вивести шляхом можливого подвоєння каріотипу $2n=26$, характерного для гібриду *Th. pulegioides* × *Th. serpyllum*. Зразки ж *Th. ×podolicus*, представлені в колекції гербарію Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного, – це в основному зібрання морфологічно ухильних форм *Th. marschallianus* Willd. та його гібридів; лише декілька з них є гібридами *Th. pulegioides* × *Th. serpyllum*. Зокрема, формою *Th. marschallianus* є неотип виду *Th. ×podolicus*, який нам вдалось побачити: Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н, с. Цибулівка (13.06.1949, Кузнєцова, KW № 025648). У зв'язку з цим пропонуємо видову назву *Th. ×podolicus* Klok. et Shost. вважати номенклатурним синонімом для *Th. marschallianus*, на що вказував ще Б. Павловський (Pawłowski, 1967 b). З наведеної вище причини тут *Th. ×oblongifolius* розглядаємо як гібрид *Th. pulegioides* × *Th. serpyllum*, видовий статус якого дискусійний. Справа в тому, що на відміну від деяких інших видів гібридного походження (наприклад, *Th. ×dimorphus* Klok. et Shost.), форми *Th. ×oblongifolius* не ізольовані від батьківських видів окремою екологічною нішею і постійно контактують з останніми. Тому, вірогідно, *Th. ×oblongifolius* у природі являє собою конгломерат гібридів F1 *Th. pulegioides* × *Th. serpyllum* та продуктів їх зворотних схрещувань з батьківськими формами. За габітусом *Th. ×oblongifolius* займає проміжне положення між видами *Th. pulegioides* та *Th. serpyllum*.

На території Волино-Подільської височини *Th. ×oblongifolius*, згідно даних нечисельних гербарних зразків, поширений в місцях спільного зростання батьківських видів. Фактично територія його суцільного поширення лімітується територією суцільного поширення *Th. serpyllum*, яка є вужчою, ніж така у *Th. pulegioides*. Вона включає території Волинської височини, Малоого Полісся та крайньої півночі Подільської височини (рис. 3).

4. *Th. marschallianus* Willd. 1801, Sp. Pl. 3, 1: 141; Besser, 1822, Enum. Pl. Volhyn.: 24; Andrzej. 1862, Изв. Киев. унив. 7: 129; Клок. і Шост., 1932, Вісн. Київ. бот. саду, 16: 11-12; id. 1938, Уч. зап. Харьк. гос. унив. 14: 126-127; Мотука,

1947, Ann. UMCS C, 3: 329-330; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 511-512; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 330-331; Pawł. 1966, Fragm. Flor. Geobot. 12: 394-396; id. 1967, Fragm. Flor. Geobot. 13: 18-20; id. 1967, Fl. Poł. 11: 173-177; Меницк. 1978, Фл. европ. части СССР, 3: 202-203. – *Th. latifolius* (Bess.) Andrzej. 1862, Изв. Киев. унив. 7: 129; Клок. і Шост., 1932, Вісн. Київ. бот. саду, 16: 7-8; id. 1938, Уч. зап. Харьк. гос. унив. 14: 125-126; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 509-510; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 326-327. – *Th. loevyanus* auct. non Opiz: Клок. і Шост., 1932, Вісн. Київ. бот. саду, 16: 8-11; id. 1938, Уч. зап. Харьк. гос. унив. 14: 124-125; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 507; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 324-325. – *Th. pannonicus* auct. non All.: Клок. і Шост., 1932, Вісн. Київ. бот. саду, 16: 11; id. 1938, Уч. зап. Харьк. гос. унив. 14: 126; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 509; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 325-326. – *Th. podolicus* Klok. et Shost. 1936, Журн. Инст. бот. АН УРСР, 9 / 17: 193-194, р. тах. р.; id. 1938, Уч. зап. Харьк. гос. унив. 14: 121, р. тах. р.; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 496, р. тах. р.; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 321-323, р. тах. р.; Заверуха, 1965, Укр. бот. журн. 22, 6: 99, р. тах. р.; Клок. 1973, Ресообр. в роде *Thymus*: 19, р. тах. р. – *Th. amictus* Klok. 1954, Бот. мат. (Ленинград), 16: 297; id. 1954, Фл. СССР, 21: 495; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 319-320; Заверуха, 1965, Укр. бот. журн. 22, 6: 99; Клок. 1973, Ресообр. в роде *Thymus*: 19. – *Th. kosteleckyanus* auct. non Opiz: Pawł. 1966, Fragm. Flor. Geobot. 12: 394-396; id. 1967, Fragm. Flor. Geobot. 13: 20-22; id. 1967, Fl. Poł. 11: 177-179.

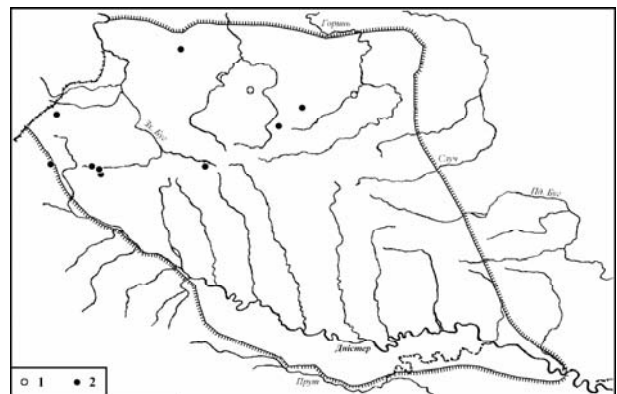


Рис. 3. Місцезнаходження *Th. ×oblongifolius* Opiz: 1 – згідно даних літературних джерел; 2 – згідно даних гербарних зразків

Fig.3. Location *Th. ×oblongifolius* Opiz: 1 - According to the literature, 2 - According to herbarium specimens

Досить поліморфний вид, що характеризується широкою пластичністю у вегетативній сфері. Так, для напівкущика *Th. marschallianus* властивий сезонний ритм

розвитку, що докорінно змінює вигляд рослини під час періоду вегетації (Гогина, 1975). Для представників даного виду характерні різноманітні за формою листки; також різноманітним є і опушення рослин, які ростуть у різних екологічних умовах. Крім наведених особливостей, наявний поліморфізм ще більше ускладнює виражене явище жіночої дводомності. Як наслідок, форми *Th. marschallianus* часто описувались різними дослідниками під окремими видовими назвами, під якими вони фігурують у гербарних матеріалах.

На території Волино-Поділля вид широко поширений на теренах Волинської та Подільської височин і менше – на території Малого Полісся, переважно у крайніх північній та південній його частинах (рис. 4). Останній факт пов'язаний, вірогідно, з тим, що цей вид приурочений до сухих лучних або степових місцезростань і не витримує перезволоження, яке часто характерне для рівнинної території Малого Полісся з розвинутою гідросіткою.

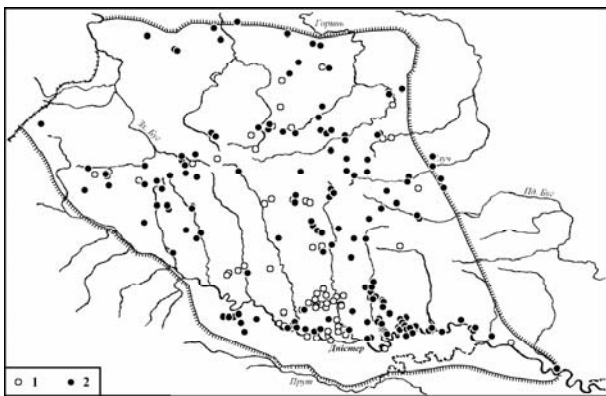


Рис. 4. Місцезнаходження *Th. marschallianus* Willd.: 1 – згідно даних літературних джерел; 2 – згідно даних гербарних зразків

Fig.4. Location *Th. marschallianus* Willd.: 1 - According to the literature, 2 - According to herbarium specimens

5. *Th. ×pilisiensis* Borb. 1890, Math. Term. Közl. 24: 94; Pawł. 1967, Fragm. Flor. Geobot. 13: 47. – *Th. marschallianus* Willd. × *Th. pulegioides* L.

Гібридогенний вид, що за морфологічними ознаками займає проміжне положення між батьківськими видами *Th. marschallianus* та *Th. pulegioides*. Загалом в опрацьованих колекціях є дуже мало гербарних зразків цього виду. Багато з них неправильно визначені і часто наводяться під назвою *Th. marschallianus*. Мало згадується вид для території дослідження і у публікаціях. Вірогідно, він, подібно до *Th. ×oblongifolius*, у природі являє собою конгломерат гібридів F1 та продуктів їх зворотних схрещувань з батьківськими формами. Тому видовий статус

форм *Th. ×pilisiensis* є дискусійним. Поширений спорадично по всій території дослідження у місцях спільного зростання батьківських видів (рис. 5).

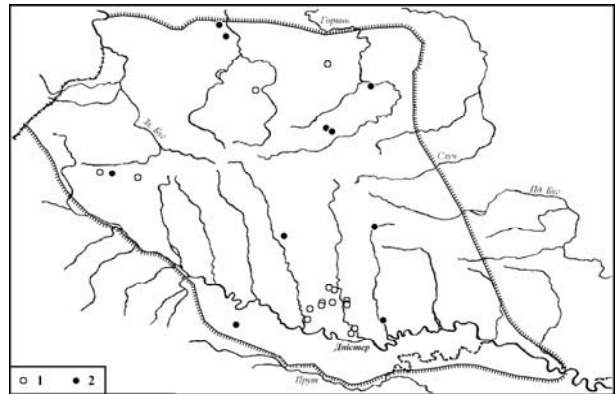


Рис. 5. Місцезнаходження *Th. ×pilisiensis* Borb.: 1 – згідно даних літературних джерел; 2 – згідно даних гербарних зразків

Fig.4. Location *Th. ×pilisiensis* Borb.: 1 - According to the literature, 2 - According to herbarium specimens

6. *Th. pannonicus* All. 1773, Auct. Syn. Meth. Stirp. Hort. Taurin.: 6.

Представники даного виду дуже подібні до опушених форм *Th. marschallianus* Willd. і відрізняються від них меншими розмірами рослин, більш сидячими, майже однаковими листками та вкороченими міжвузлями, довжина яких на генеративних пагонах не перевищує довжину листків. Тому деякі автори (Jalas, 1972; Mártonfi, 1997, 1998) розуміють *Th. pannonicus* більш широко, включаючи до його складу форми *Th. marschallianus*. Така інтерпретація має певні логічні причини, серед яких найвагомішими є неоднозначність типового матеріалу *Th. marschallianus* Willd. та змінене первинне розуміння об'єму цього виду, в складі якого пропонують розглядати опушені форми, котрі раніше описувались під окремими видовими назвами. Однак визнання назви *Th. marschallianus* Willd. номенклатурним синонімом до видової назви *Th. pannonicus* All. має і певні труднощі, що пов'язано з суперечностями типіфікації, проведеної для останнього виду (Меницький, 1973; Гогина, 1975).

В найновіших номенклатурних списках для усунення наведених протиріч взагалі пропонується не визнавати ці види, а назви *Th. marschallianus* Willd. та *Th. pannonicus* All. синонімізувати з *Thymus pulegioides* subsp. *pannonicus* (All.) Kerguélen, що, у свою чергу, є валідним синонімом для *Th. pulegioides* L. (World checklist..., 2011). На наш погляд, такий підхід є занадто радикальним, оскільки види *Th. marschallianus* та *Th. pannonicus* чітко

відрізняються один від одного з одного боку та від *Th. pulegioides* в звичному розумінні – з іншого. Тому ми погоджуємось з позицією Ю. Л. Меницького (Меницький, 1973) і розглядаємо таксони *Th. marschallianus* Willd. та *Th. pannonicus* All., як одиниці видового рангу. При цьому об'єм останнього виду приймаємо в первинному розумінні, що відповідає його діагнозу, вперше наведеному Галлером (Haller, 1768) для тетраноміалу *Thymus foliis ellipticis hirsutis*. На цей діагноз посилається Алліоні (Allioni, 1773 за Меницький, 1973), котрий опублікував біноміал *Th. pannonicus* All. без опису.

В опрацьованих колекціях гербаріїв (особливо у гербарії Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного) практично всі зразки, визначені як *Th. pannonicus* – це форми *Th. marschallianus*. Лише декілька з них, а також кілька гербарних зразків, які зібрані нами, належать до *Th. pannonicus*. Наведені зразки підтверджують поширення цього виду на локальних ділянках степової рослинності, що трапляються на теренах Волино-Поділля (рис. 6). Це, в принципі, відповідає екологічній амплітуді виду, котрий приурочений до угруповань степової рослинності (Начичко, 2011 а).

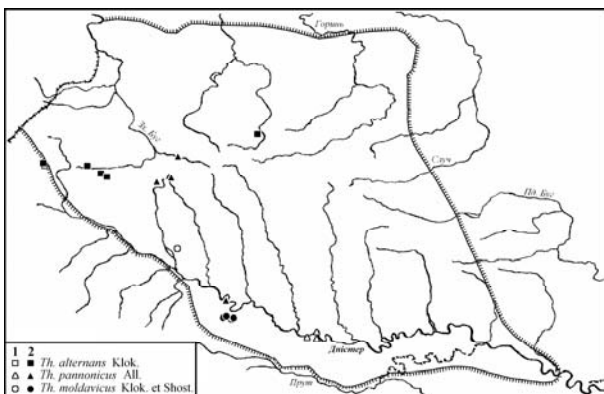


Рис. 6. Місцезнаходження *Th. alternans* Klok., *Th. pannonicus* All. та *Th. moldavicus* Klok. et Shost.: 1 – згідно даних літературних джерел; 2 – згідно даних гербарних зразків

Fig. 6. Location *Th. alternans* Klok., *Th. pannonicus* All. and *Th. moldavicus* Klok. et Shost.: 1 - According to the literature, 2 - According to herbarium specimens

7. *Th. alternans* Klok. 1954, Бот. мат. (Ленинград), 16: 293; id. 1954, Фл. СССР, 21: 481; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 302-303; Pawł. 1966, *Fragm. Flor. Geobot.* 12: 400; id. 1967, *Fl. Pol.* 11: 201-203; Jalas, 1972, *Fl. Europ.* 3: 182; Меницк. 1978, Фл. европ. части СССР, 3: 201.

Вид чітко відрізняється від інших за ознакою чотириохгранного стебла генеративного пагона, опушеного по двох протилежних гранях

поперемінно від міжвузля до міжвузля. У публікаціях він розглядається як ендемік Східних Карпат (Клоков 1960; Jalas, 1972; Меницький, 1978; Малиновський та ін., 2002). Однак для Волино-Поділля наводиться одне місцезнаходження виду, віддалене від території його суцільного поширення (с. Терновиця, Яворівський р-н, Львівська обл.; Клоков, 1960). Нами був перевірений цей локалітет, де дійсно виявлено *Th. alternans*. Опрацьовані ж гербарні зразки гербаріїв вказують на більш ширше поширення даного виду на досліджуваній території. Зокрема, вони підтверджують його зростання в околицях м. Львова та м. Кременця (Тернопільська обл.) (рис. 6). На даний час залишається невідомим походження цих локалітетів (природні чи занесені), а також чи є ці місцезнаходження відокремленими від території суцільного поширення виду, чи входять до неї (Начичко, 2011 б). Цілком імовірно, що наведені місцезнаходження можуть свідчити про природне дисперсне поширення *Th. alternans* на північний схід із Прикарпаття, де він досить типовий. Можливо, подальші польові дослідження підтвердять те, що територія суцільного поширення виду є набагато більшою, ніж вважалось до сьогодні і включає значні простори Волино-Подільської височини.

8. *Th. moldavicus* Klok. et Shost. 1932, Вісн. Київ. бот. саду, 16: 17; Клок. 1954, Фл. СССР, 21: 573; id. 1960, Фл. УРСР, 9: 336-337; Pawł. 1966, *Fragm. Flor. Geobot.* 12: 403; id. 1967, *Fragm. Flor. Geobot.* 13: 36-39; id. 1967, *Fl. Pol.* 11: 207-210; Меницк. 1978, Фл. европ. части СССР, 3: 196.– *Th. odoratissimus* auct. non M. B.: Koczwara, 1928, *Kosmos*, 52: 558-561.– *Th. zygoides* auct. non Griseb.: Jalas, 1972, *Fl. Europ.* 3: 178.

В літературних джерелах для території дослідження даний вид наводиться з 3-х локалітетів, зосереджених в Івано-Франківській області: с. Поділля (Галицький р-н; Заверуха, 1985), с. Жабокруки, с. Хотимир (Тлумацький р-н, Pawłowski, 1967 а). Останні два локалітети, а також місцезнаходження в околицях с. Гарасимів (Тлумацький р-н) підтверджені гербарними зразками гербарію Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного (рис. 6).

Влітку 2011 р. нами були здійснені експедиційні виїзди з метою перевірки наведених локалітетів. В околицях с. Поділля *Th. moldavicus* не був виявлений, натомість ми виявили місцезнаходження виду за 1,5 км на схід від с. Жабокруки (гора обабіч дороги до с. Гарасимів, на оголенні гіпсу; N 48°44'36,32'', E 25°10'48,49'', 265 м н. р. м.).

Територія суцільного поширення *Thymus moldavicus*, згідно даних опрацьованих

гербарних зразків, об'єднує південно-східну частину Молдови понад р. Дністер, південні причорноморські території України та півострів Крим. Виходячи з цього, невідомим є походження волино-подільських локалітетів виду, котрі сильно віддалені від території його суцільного поширення. Можливо, ці місцезнаходження є локальними залишками колишнього неперервного та широкого ареалу даного виду або ж мають вторинний заносний характер (Начичко, 2011 б).

9. *Th. glabrescens* Willd. 1811, Berlin. Baumz. 2: 507; Motyka, 1947, Ann. UMCS C, 3: 330; Pawł. 1966, Fragm. Flor. Geobot. 12: 395-396; id. 1967, Fragm. Flor. Geobot. 13: 22-25; id. 1967, Fl. Pol. 11: 182-185; Jalas, 1972, Fl. Europ. 3: 179. – *Th. austriacus* auct. non Bernh.: Motyka, 1947, Ann. UMCS C, 3: 330; Pawł. 1966, Fragm. Flor. Geobot. 12: 395-396; id. 1967, Fragm. Flor. Geobot. 13: 25-27; id. 1967, Fl. Pol. 11: 185-188.

За габітусом *Th. glabrescens* дещо нагадує *Th. ×dimorphus* та *Th. marschallianus*. Тому в гербарних колекціях його зразки часто неправильно визначені і фігурують під назвами двох останніх видів.

У багатьох публікаціях ставиться під сумнів наявність цього виду не тільки у флорі Волино-Поділля, але й у флорі України загалом (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Результати ж власних польових досліджень та опрацьовані гербарні зразки засвідчують спорадичне поширення *Th. glabrescens* на території Волино-Поділля (рис. 7). Більшість з відомих локалітетів зосереджені на теренах Подільської височини, незначна їх кількість – в крайній південній частині Малеого Полісся. З Волинської височини невідомо жодного місцезнаходження. Тому, вірогідно, тут вид не трапляється (Начичко, 2010). Згідно даних Б. Павловського (Pawłowski, 1967 а) на заході України проходить північно-східна межа поширення цього південно- та центрально-східноєвропейського виду. Найсхідніше розміщений його локалітет, який сильно віддалений від території суцільного поширення, автор наводить з околиць м. Житомира. Опрацьовуючи гербарні колекції, ми не спостерігали зразків, які б підтверджували зростання *Th. glabrescens* на схід від території Волино-Поділля. Тому, можливо, північно-східна межа поширення виду в Україні і в Європі взагалі, обмежується територією Волино-Подільської височини.

До загального списку нами не включені види *Th. pallasianus* Н. Braun та *Th. ×dimorphus* Klok. et Shost. Перший з них наводиться Ю. Меницьким (Меницкий, 1978) для території Поділля без конкретних вказівок на локалітети. Другий вид

наводиться М. Клоковим (1960) для смт. Стара Ушиця, Кам'янець-Подільського р-ну, Хмельницької обл. Як в першому, так і в другому випадках ми не бачили гербарних зразків, які б підтверджували дану інформацію.

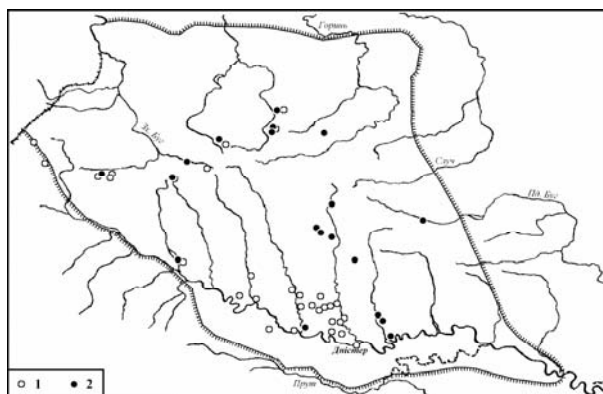


Рис. 7. Місцезнаходження *Th. glabrescens* Willd.: 1 – згідно даних літературних джерел; 2 – згідно даних гербарних зразків

Fig. 7. Location *Th. glabrescens* Willd.: 1 - According to the literature, 2 - According to herbarium specimens

Th. pallasianus, згідно даних опрацьованих гербарних зразків, поширений у центральних та східних областях України, де приурочений до річкових сарматських пісків. Найближчий відомий його локалітет знаходиться за 130 км на схід від крайньої південно-східної частини Волино-Поділля (околиці смт. Саврань, Одеська обл.). Аналогічно *Th. ×dimorphus*, будучи видом гібридного походження, поширений на території спільного зростання батьківських видів *Th. marschallianus* Willd. та *Th. calcareus* Klok. et Shost., яка об'єднує південні степові регіони України. Виходячи з цього, *Th. pallasianus* та *Th. ×dimorphus*, вірогідно, не трапляються на Волино-Поділля.

Висновки. Таким чином, у флорі Волино-Поділля рід *Thymus* L. представлений 9-ма видами. Більшість з них спорадично поширені по всій території дослідження, деякі ж зосереджені у певній її частині або мають нечисельні локальні місцезнаходження, сильно віддалені від території суцільного поширення цих видів. Подальші дослідження повинні стати передумовою детального таксономічного вивчення роду *Thymus* L. та з'ясування особливостей поширення його видів на території Волино-Подільської височини.

Список літератури

1. Гогина Е. Е. Род Чабрец (тимьян) – *Thymus* L. // Биологическая флора Московской области / Под ред. Т. А. Работнова. – Вып. 2. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. – С. 137-168.

2. Гогина Е. Е. Изменчивость и формообразование в роде Тимьян. – Москва: Наука, 1990. – 208 с.
3. Заверуха Б. В. Флора Волино-Подолії и ее генезис. – Киев: Наукова думка, 1985. – 192 с.
4. Клоков М. В. Рід 748. Чебрець – *Thymus* L. // Флора УРСР. – Т. 9. – Київ: Вид.-во АН УРСР, 1960. – С. 294-348.
5. Малиновський К., Царик Й., Кияк В., Нестерук Ю. Рідкісні, ендемічні, реліктові та погранично-ареальні види рослин Українських Карпат. – Львів: Ліга-Прес, 2002. – 76 с.
6. Меницкий Ю. Л. Надвидовые таксоны рода *Thymus* L. (*Labiatae*). II // Ботан. журн. – 1973. – Т. 58, № 7. – С. 988-994.
7. Меницкий Ю. Л. Род 35. Тимьян - *Thymus* L. // Флора европейской части СССР. – Т. 3. – Ленинград: Наука, 1978. – С. 191-204.
8. Начичко В. *Thymus glabrescens* Willd. на заході України // Молодь і поступ біології: Збірник тез VI Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів (21-24 вересня 2010 р., м. Львів). – Львів, 2010. – С. 58-59.
9. Начичко В. О. Видова різноманітність чебреців (*Thymus* L., *Lamiaceae*) Волино-Поділля // Ботаніка та мікологія: проблеми і перспективи на 2011-2020 роки: Матеріали Всеукраїнської наукової конференції (Київ, 6-8 квітня 2011 р.). – Київ, 2011 а. – С. 85-87.
10. Начичко В. *Thymus alternans* Klok. та *Thymus moldavicus* Klok. et Shost. на Волино-Поділлі // Молодь і поступ біології: Збірник тез VII Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів (5-8 квітня 2011 р., м. Львів). – Львів, 2011 б. – С. 83.
11. Haller A. Historia stirpium indigenarum Helvetiae. – Т. 1. – Bernae, 1768. – 444 s.
12. Jalas J. *Thymus* L. // Flora Europaea. – Vol. 3. – Cambridge: Univ. Press, 1972. – P. 172-182.
13. Ložienė K., Kamašina V. The evaluation of phenotypic diversity of *Thymus* × *oblongifolius* Opiz according to some morphological characters and comparison with parent species // Acta Biol. Univ. Daugavp. – 2006. – vol. 6, № 1-2. – P. 31-38.
14. Mártonfi P. Nomenclatural survey of the genus *Thymus* sect. *Serpyllum* from Carpathians and Pannonia // Thaiszia – J. Bot. – 1997. – vol. 7. – P. 111-181.
15. Mártonfi P. Tabul'kový kl'úč, taxonomické a nomenklatorické poznámky k rodu *Thymus* L. v karpatsko-panónskej oblasti // Bull. Slov. Bot. Spoločn. – 1998. – vol. 20. – S. 58-64.
16. Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatur checklist / Ed. by S. L. Mosyakin. – Kiev, 1999. – 345 p.
17. Pawłowski B. Rozmieszczenie geograficzne kilku macierzanek (*Thymus* L.) w Polsce i zachodniej Ukrainie // Fragm. Flor. et Geobot. – 1967 a. – Ann. 13, Pars 1. – S. 15-50.
18. Pawłowski B. *Thymus* L., Mazierzanka // Flora Polska. – Т. 11. – Warszawa, Krakow: Państwowe wydawnictwo naukowe, 1967 b. – S. 167-210.
19. World checklist of selected plant families / Royal botanic gardens, Kew. – 2011 [online] URL: <http://apps.kew.org/wcsp/home.do> .

THE GENUS *THYMUS* L. (*LABIATAE* JUSS.) IN THE FLORA OF VOLYNO-PODOLIA

V. O. Nachichko

Ivan Franko National University of Lviv, Faculty of Biology,
Department of Botany, Hrushevskogo St, 4, Lviv, 79005
e-mail: nachichko@rambler.ru

The results of critic-taxonomical and chorological study of the species of the genus *Thymus* L. in the flora of Volyno-Podolia are presented. It is established that 9 species of the genus *Thymus* L. in this territory is represented: *Th. serpyllum* L., *Th. pulegioides* L., *Th. ×oblongifolius* Opiz, *Th. marschallianus* Willd., *Th. ×pilisiensis* Borb., *Th. pannonicus* All., *Th. alternans* Klok., *Th. moldavicus* Klok. et Shost. and *Th. glabrescens* Willd. The distribution of the detected species in the region of a study is found out.

Keywords: *Thymus*, flora, Volyno-Podolia, taxonomy, chorology.

Отримано редколегією 04.07.2011

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОГРАМИ РОЗШИРЕННЯ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ КАРПАТСЬКОЇ КОНВЕНЦІЇ

В.Д. Солодкий

*Державне управління охорони навколишнього природного середовища
Мінприроди України в Чернівецькій області*

На підставі аналізу екологічної ситуації територій, що страждають внаслідок катастрофічних повеней запропоновано програму щодо удосконалення управління природними ресурсами Карпатського регіону і суміжних областей України на базі розширення сфери застосування Карпатської конвенції.

Встановлено причинно-наслідкові зв'язки антропогенної трансформації біорізноманіття та природно-ресурсного потенціалу Буковинських Карпат. Найбільшу небезпеку природному розвитку територій Чернівецької області та суміжних регіонів України і Румунії спричиняють повені в басейнах рік Прут, Черемош і Сірет. Вони є наслідком природних особливостей регіону та порушення лісового покриву верхнього поясу гір. Розвитку різноманіття ландшафтів і біоти загрожують ненормативне ведення лісового та сільського господарств.

З метою впровадження визначених завдань розроблено: методологію діяльності (визначено науково-методичну і законодавчо-нормативну базу, ресурсне та організаційне забезпечення); комплексну програму з цільових напрямів дій секторів економіки і охорони довкілля; етапи, перешкоди та законодавчо-інституційні рамки реалізації завдань; механізми співпраці суб'єктів суспільної діяльності на засадах інтегрованого управління та на водозбірно-басейновій основі. Запропоновано принципові схеми удосконалення системи моніторингу та управління екологічними ризиками Буковинських Карпат шляхом міжсекторальної прозорості взаємодії інституцій природокористування і охорони навколишнього природного середовища; основні напрями вдосконалення системи управління екологічними загрозами в регіоні за принципами Карпатської конвенції.

Реалізація напрацьованих пропозицій створить сприятливі умови для організації і підтримання збалансованого природокористування та розвитку Карпат та суміжних регіонів України.

Ключові слова: стихійне лихо, повінь, Карпатська конвенція, моніторинг загроз, запобіжні заходи, екстрені дії, збалансований розвиток.

Вступ. Протягом ряду років (1969, 1998, 2008, 2010), у результаті інтенсивних опадів у Карпатському регіоні, на ріках басейнів Дністра, Пруту та Сірету відбувається катастрофічний підйом рівня води, що призводить до підтоплень та затоплень територій Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької, Закарпатської, Тернопільської, Хмельницької, Вінницької та інших областей і суміжних держав (рис.1). Зокрема, у липні 2008 року в зонах формування повеней кількість опадів становила в середньому 85 мм за 12 годин, а на високогір'ях Буковинських Карпат досягла 130 мм. Максимальна їх кількість – до 145 мм за 12 годин – спостерігалась у басейнах рік Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірнянська на території Івано-Франківської області. Максимальні рівні підйому води у ріках басейнів Дністра, Пруту та Сірету становили 9 м. Унаслідок негативної дії повеней відбулося знищення природних екосистем, підтоплення сільськогосподарських угідь, руйнування будинків, об'єктів життєзабезпечення населення. Тільки у 2008 завдано збитків на загальну суму понад 7 млрд. гривень, у 2010 – 2.4 млрд. гривень (Матеріали..., 2008)

Матеріали та методи досліджень. Негативні

наслідки стихії свідчить, що з метою їх попередження в регіоні катастрофічних повеней слід внести низку змін у систему природокористування.



Рис.1. Карта-схема територій, де проявляються катастрофічні повені (нанесено сірим кольором).

Fig. 1. Map-scheme areas where catastrophic floods occur (marked gray).

Дослідження здійснювали на прикладі басейнів рік Дністер, Прут і Сірет в яких зосереджені основні запаси водних ресурсів Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької, Тернопільської, Закарпатської та Вінницької областей і періоди-

чно проявляються катастрофічні повені. Дослідження спрямовані на гармонізацію міжвідомчих відношень у сфері природокористування та охорони природних екосистем в рамках впровадження Стратегії державної екологічної політики України на період до 2020 року та Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011-2015 роки (Національний план дій, 2011; Основні засади..., 2011).

Методологічні підходи до гармонізації ресурсних і природоохоронних цільових стратегій удосконалення ведення сільського, лісового й водного господарств з метою покращення виконання екологічних функцій на водозборах розробляли, застосовуючи системний підхід (Голубець, 2007; Солодкий, 2003). Виходили з позиції, що для створення умов запровадження міжсекторально узгоджених екологічних режимів ведення господарства на єдиній водозбірно-екосистемній основі необхідно досягти раціональної територіальної і функціональної організації природокористування з дотриманням екологічних норм регулювання навантажень на природні екосистеми (Олійник, 2002; Солодкий, Лавров, 2009). Одночасно дослідженнями враховано положення Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат (далі – Карпатська конвенція) та Стратегії виконання Карпатської конвенції (Рамкова конвенція..., 2009; Стратегія..., 2007).

Результати досліджень та їх обговорення. У дослідженнях виходили з того, що з метою узгодження стратегій природокористування та галузевих напрямів розвитку, сфера застосування Карпатської конвенції визначається територією впливу негативних природних процесів, що зароджуються в Українських Карпатах та комплексно пов'язаних в одному або декількох регіонах. Слід наголосити, що в даний час сфера застосування Карпатської конвенції встановлена адміністративно, сюди відносяться гірські та передгірські райони Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької та Закарпатської областей (Рамкова конвенція..., 2009). Досвід показав, що вузьковідомчі підходи до цих питань є неефективними. Одночасно ст.1 Карпатської Конвенції передбачає, що кожна із країн, що її ратифікували (далі – Сторони) може поширити сферу застосування Конвенції на додаткові частини національної території, з метою створення економічних, технічних, організаційних і правових передумов для екологічно збалансованого господарського розвитку, збереження біологічного та ландшафтного біорізноманіття, вирішення питання місцевого розвитку і планування територій тощо (Концепція..., 1997; Стратегія..., 2007)

Для узгодження стратегій природокористування найбільш прийнятним є ландшафтний рі-

вень, що забезпечується шляхом гармонізації наукових парадигм природознавства та обґрунтовують розвиток секторів економіки, охорони довкілля на єдиній методологічній базі – концепції сталого розвитку (Голубець, 2007; Концепція..., 1997; Солодкий, 2003). Це пов'язано з тим, що у ландшафті суміщаються регіональна та типологічна характеристики природних систем – таксонів, які є найбільш вивченими як об'єкти природокористування різних секторів економіки. Як основна таксономічна одиниця географічного середовища, ландшафт у рівному ступені є категорією систематики геосистем та районування території. Тому гармонізацію діяльності секторів економіки між собою та з природоохоронними стратегіями в районі досліджень доцільно проводити на рівні ландшафтної екосистеми водозборів рік Дністра, Пруту і Сірету, оскільки водозбори містять у собі єдність взаємодій підсистем, останні ж є найбільш вивченими об'єктами управлінських рішень (Голубець, 2007; Олійник, 2002; Солодкий, 2003). Крім того басейни Дністра і Прута пов'язані розгалуженою спелеокарстовою системою, розташованою в Прут-Дністровському межиріччі (Солодкий, Лавров, 2009).

Слід зазначити, що сфера застосування Карпатської конвенції в першу чергу залежить від визначення поняття “Карпатський регіон”. Конвенцією передбачено, що конкретні його межі будуть встановлені на Конференції країн Сторін. На сьогодні в природоохоронній практиці України використовується лісогосподарське трактування поняття “Карпатський регіон”, що окреслює території Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької та Закарпатської областей (Солодкий, 2003). На основі наших досліджень, з метою забезпечення екологічно збалансованого природокористування, запобігання проявам згубних наслідків природних явищ, здійснення водоохоронних, захисних заходів попередження стихії пропонується виділити “зону впливу негативних стихійних факторів Карпатського регіону”, що включає Тернопільську, Хмельницьку і Вінницьку області, а для успішного функціонування програми запровадити зонування території прояву катастрофічних повеней, а саме:

1. Зона формування небезпечних повеней - гірська та передгірська зона Українських Карпат;
2. Зона активної дії повеней - території Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької та Закарпатської областей;
3. Зона впливу негативних стихійних факторів Карпатського регіону.

Як результат досліджень необхідно сформулювати “Програму розширення сфери застосування Карпатської конвенції”, в якій для забезпечення

успішного управління негативними стихійними явищами в кожній зоні доцільно передбачити три підпрограми: моніторингу загроз, запобіжних заходів та екстрених дій.

Підпрограма “Моніторинг загроз” передбачає організацію моніторингових досліджень, які доцільно гармонізувати з чинними в Україні іншими системами моніторингу довкілля та геосоціосистем (Голубець, 2007). Наслідки екстремальних антропогенно-природних впливів на довкілля регіону доцільно вивчати на пілотних річкових, балкових водозборах з використанням сучасних методів моніторингу, еколого-біологічного аналізу та об’єктів збору інформації тощо. В межах природних екосистем встановлюється причинно-наслідкові зв’язки “Екологічна загроза – вплив на ландшафти”. З метою виявлення найвідчутніших до антропогенного впливу ланок природних екосистем ландшафту, здійснюється формування переліку показників деградації природних екосистем.

Підпрограма “Запобіжні заходи” має враховувати ретроспективний аналіз розвитку ресурсно-екологічних проблем регіону, інформацію щодо господарського підсилення природних загроз, прогнозів їх екстремальних проявів та наслідків.

Підпрограма “Екстрені дії” має забезпечити адекватне й оперативне управління екологічними загрозами в екстремальних ситуаціях, в тому числі встановити територіальні і часові координати, причини екстремальних кризових ситуацій, а також оцінити порушення нормального стану природного середовища та динаміку загроз.

В програмі слід врахувати, що останніми роками державою недостатньо виділялися кошти по попередженню та ліквідації наслідків паводків на гірських річках – справжнього лиха для жителів гірських та передгірських районів. Важливою причиною розвитку паводків є надмірна вирубка гірських лісів, порушення їхньої структури та загальної структури рослинного покриву гірських ландшафтів, незадовільне впровадження прогресивних методів заготівлі деревини в горах, недотримання правил експлуатації лісосік, що знизило гідрологічну ємність природних екосистем і призвело до порушення гідрологічного режиму та розвитку ерозійних процесів у водозборах (рис.2).

Негативно впливає на стабільність екологічної ситуації і надмірний видобуток піщано-гравійної сировини. Наразі ці загрози посилюються за недостатньої ресурсної підтримки функціонування наявної системи інженерно-технічних протиповеневих і берегозахисних споруд, що має катастрофічні наслідки (рис.3).

Висновки

- Врегулювання міжрегіональних природо-

охоронних та економічних відносин може бути гарантованим шляхом виходу із складної ситуації успішного розв’язання проблем протиповеневого захисту природних і народногосподарських об’єктів Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької, Тернопільської, Закарпатської, Хмельницької та Вінницької областей. Для цього слід виконати комплекс взаємоузгоджених між суб’єктами природокористування заходів щодо управління процесами формування режиму рік у межах їхніх басейнів, що насамперед має враховувати:



Рис.2. Наслідок засмічення гірських річок і потоків відходами деревини (сmt.Селятин Путильського району Чернівецької області, 30.06.2010 року).

Figure 2. The consequence of clogging rivers and streams of waste wood (smt.Selyatyn Putyla district of Chernivtsi region, 30.06.2010 year).



Рис.3. Результат руйнівної дії повені на р.Черемош (с.Яблуниця Верховинського району Івано-Франківської області, 2008 р).

Fig. 3. The result of the devastating floods in Cheremosh river (s.Yablunitsya Verkhovyna district of Ivano-Frankivsk, 2008).

- проведення дієвої державної політики при реалізації програм нових протиповеневих підходів, заліснення територій, екологічного об-

грунтування всіх видів рубок;

- здійснення постійного екологічного моніторингу в зонах формування, активної дії та впливу паводків;

- виконання заходів з попередження виникнення небезпечних процесів стихійного лиха, насамперед, виваженого підходу до видобутку піщано-гравійної сировини;

- забезпечення ефективної співпраці в періоди екстремальних проявів техногенних, природних та антропогенно-природних явищ.

Результатом міжсекторального узгодження дій має стати “Програма розширення сфери застосування Карпатської конвенції”, що базується на реалізації Стратегії виконання Карпатської конвенції.

Список літератури:

1. Голубець М.А. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону. – Львів: Поллі, 2007. – 288 с.
2. Концепція збереження біологічного різноманіття України / Затв. Постановою КМУ № 439 від 12.05.1997 р. – К., 1997. – 28 с.
3. Матеріали виїзного розширеного засідання колегії Мінприроди України “Про стан реалізації заходів з ліквідації наслідків повені, що сталася у Вінницькій, Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській, Тернопільській та Чернівецькій областях”. - Івано-Франківськ, 3 жовтня 2008 року - 24 с.
4. Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011-2015 роки.- Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 р. N 577-р
5. Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2020 року // Відомості Верховної Ради України, 2011, N 26.- С. 218-234.
6. Олійник В.С. Закономірності гідрологічного режиму річок Карпат у зв'язку з антропогенними змінами лісистості водозборів // Лісівництво і агролісомеліорація. – Вип. 101. – Харків: Майдан, 2002. – С. 52-57.
7. Рамкова Конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат // Карпатська конвенція як фактор удосконалення природоохоронного законодавства України: Довідникове видання. – Чернівці: Зелена Буковина, 2009. – С. 15 -27.
8. Солодкий В.Д. Екосистемний підхід у лісокористуванні. – Чернівці: Зелена Буковина, 2003. – 56 с.
9. Солодкий В.Д., Лавров В.В. Збалансоване управління річковими басейнами і водними ресурсами Буковинських Карпат //Екологія та ноосферологія. – Т.30, № 1-2.- Київ-Дніпропетровськ, 2009. – С. 33-39.
10. Стратегія виконання Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 16 січня 2007 р. N 11-р.

CONCEPTUAL FOUNDATIONS PROGRAM EXPANSION SCOPE OF THE CARPATHIAN CONVENTION

V. Solodkyy

State Department of Environmental Protection Ministry of Ukraine in Chernivtsi region

Based on the analysis of the environmental situation in areas suffering as a result of catastrophic flooding proposed program to improve management of natural resources of Carpathian region and adjacent areas of Ukraine based on expanding the scope of the Carpathian Convention.

Cause-and-effect relations of anthropogenic transformation of biological diversity and natural resources potential of the Bukovyna Carpathians have been determined. The highest danger to natural development of Chernivtsi Region territories and adjacent areas of Ukraine and Rumania is caused by floods in Prut and Siret river basins. The floods are consequences of natural peculiarities of the region as well as of forest damage of high mountain zone. Development of landscape and biota diversity is also endangered by forestry, agriculture activities and indirect natural resources use performed not in compliance with the legal norms.

The following has been developed for application of principles and terms: methodology of the activity (scientific, methodological, legal norms base as well as resource and organization support have been defined); complex programme consisting of goal-oriented action plans in the field of different economy branches and environmental protection; areas, stages, impediments, legal and institutional limits of task fulfilment; procedures of social activity parties cooperation based on principles of integrated management and division according to water accumulation areas and basins. The following principal schemes have been proposed improvement of monitoring and management of ecological risks in the Bukovyna Carpathians by means of transparent inter-regional cooperation of the offices competent in the field of natural resources use and environmental protection; the main areas of improvement of ecological risks management system in the region in terms of the Carpathian Convention have been determined.

It has been proved that implementation of the proposals developed in this thesis will create favourable conditions for organization and maintenance of balanced natural resources use and development system in the Carpathians and adjacent areas of Ukraine.

Keywords: natural disaster, flood, Carpathian Convention, monitoring threats, precautions, emergency action, sustainable development.

Одержано редколегією 10.06.2011

ПРАВИЛА ДЛІА АВТОРІВ

У журналі «**Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)**» публікуються результати досліджень з таніки, ґрунтознавства, збереження біоти і біоресурсів.

Друкуються оригінальні експериментальні роботи, оформлені у вигляді статей, які раніше не друкувалися, а також наукові огляди, короткі повідомлення, матеріали конференцій та рецензії.

Повний обсяг (разом з таблицями, переліком літератури, рисунками та підписами до них, резюме двома мовами і ключовими словами) експериментальної статті не повинен перевищувати 6 повних сторінок, оглядової статті – 12 сторінок, короткого повідомлення – двох сторінок. Рукописи більшого обсягу приймаються до журналу тільки після попереднього узгодження з редколегією.

Повідомлення друкуються українською, англійською та російською мовами (в окремих випадках можливе опублікування німецькою, польською, румунською та словацькою мовами).

У певному конкретному випуску один автор має право надрукувати тільки одну самостійну статтю.

Матеріали для друку (текст, література, підписи до рисунків та ін.) подаються у паперовому (2 копії) та електронному (ідентично паперовому) вигляді, надруковані:

актуальних проблем біохімії, біотехнології, молекулярної генетики, екології, бо

➤ у форматі, який підтримується Microsoft Word;

➤ через 1 інтервал, без використання переносів;

➤ сторінки формату А4;

➤ шрифт – Times New Roman Cyr 14 пунктів (список літератури, текст у таблицях і резюме – 10 пунктів);

➤ поля з кожного краю по 2 см.

Кожен рукопис повинен містити:

1. **Титульний лист**, де подається українською та англійською мовами:

➤ назва статті, яка повинна коротко інформувати про її зміст;

➤ індекс УДК;

➤ прізвища та ініціали авторів;

➤ назва організації, у якій виконувалося дослідження (у тому числі кафедри, факультету, відділу);

➤ повна поштова адреса, телефон та електронна адреса (e-mail) для оперативної співпраці з авторами із зазначенням автора, з яким слід вести листування;

➤ резюме обсягом не менше 300 слів, яке повинно коротко описувати проведені дослідження, включаючи мету, методи, результати і головні висновки;

➤ ключові слова (до 10 слів).

2. **Експериментальну частину** (для експериментальних робіт), структуровану на розділи:

➤ вступ, де зазначається актуальність та новизна обраної теми дослідження;

➤ об'єкт і методи, де подається опис використаних методик, достатній для їх відтворення;

➤ результати та їх обговорення;

➤ висновки.

3. **Таблиці**, які мають бути пронумерованими відповідно до змісту тексту, кожна – на окремому аркуші; короткий опис кожної таблиці подається зверху (українською та англійською мовами), а статистична або інша деталізація подається внизу у виносках; шрифт тексту в таблицях Times New Roman Суг 10 пунктів.

4. **Ілюстрації**, пронумеровані у порядку їх обговорення у тексті та надруковані на окремому аркуші з підписами українською та англійською мовами; всі ілюстрації повинні бути якісними та читабельними після їх масштабування на 50 %, без використання великих кеглів шрифтів і стилів оформлення, які дають дуже тонкі елементи букв; вгорі на зворотному боці ілюстрації зазначається прізвище автора та назва статті.

Не припустиме повторення змісту таблиць ілюстраціями; за рівних умов надавайте перевагу ілюстраціям (графікам).

Ілюстрації повинні мати дві електронні копії у форматах Tiff- 4.0 or 5.0 (*.tif) або Paint (*.bmp); формули і рівняння необхідно подавати розробленими у спеціальних редакторах рівнянь і збереженими як окремі файли (Windows metafile, *.wmf); фінальна якість растрових ілюстрацій після 303 повинна бути не менше 200-300 пікселів на дюйм.

5. **Список літератури**, який подається через 1 інтервал шрифтом Times New Roman Суг

10; у переліку джерел літератури повинні переважати посилання на роботи останніх років; посилання у переліку літератури нумеруються в алфавітному порядку, а в тексті у круглих дужках подається прізвище автора і рік (якщо авторів один або двоє, наводимо всіх, а якщо більше ніж 2 автори слід наводити лише перше прізвище з наступним “та ін.”, “и др.”, “et al.”).

Приклади оформлення переліку літератури:

1. Лакин Г.В. Биометрия .– М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

2. Молекулярная клиническая диагностика. Методы: Пер с англ./ Под ред. Херрингтона С., Макги Дж. – М.: Мир, 1999. – 558 с.

3. Ландшафти міста Чернівці: Монографія / за редакцією В.М. Гуцуляка. – Чернівці: Рута, 2006. – 188 с.

4. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Волощук О.М. Функціональний стан мітохондріальних мембран печінки попередньо опромінених щурів з трансплантованою карциномою Герена // Доповіді НАН України. – 2007. – № 2. – С. 174 – 177.

Всі позначення і найменування фізичних та хімічних одиниць вимірювання слід наводити в системі СІ.

Публікація повинна супроводжуватися рекомендацією до друку кафедри або наукової установи, де виконувалося дослідження, та повинна бути підписаною всіма авторами на останній сторінці. Одноосібні публікації аспірантів повинні супроводжуватися дозволом керівника.

Статті рецензуються незалежними експертами, яких призначає редколегія, після

чого автору надсилається примірник рукопису статті із зауваженнями рецензентів. У випадку, коли матеріали повернені на доопрацювання, автор надає аргументовану відповідь, передруковує і надсилає матеріали на адресу редакційної колегії журналу не пізніше двох тижнів.

У разі відхилення статті рецензентами автору надсилається письмове повідомлення.

Редколегія має право редагувати текст статей, рисунків та підписів до них, погоджуючи відредагований варіант з автором, а також відхиляти рукописи, якщо вони не відповідають вимогам журналу «Науковий вісник

Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)».

Відповідальність за зміст матеріалів несуть автори.

Матеріали не повертаються.

Адреса редколегії: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, факультет біології, екології та біотехнології, вул. Коцюбинського 2, м. Чернівці, 58012, Україна.

e-mail: vb@chnu.edu.ua

Телефон для довідок: 0372-584849

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Journal «**Scientific Herald of Chernivtsy University. Biology (Biological Systems)**» publishes the results of the studies on actual problems of biochemistry, biotechnology, molecular genetics, ecology, botany, soil science, biota and bioresources preservation.

Unpublished previously and completed experimental works drawn up as articles, reviews, short communications, materials from congresses and conferences are published.

The total volume for the entire paper (including tables, references, figures and their legends, abstracts in three languages, and key words) of an experimental article should not exceed 6 pages, review – 12 pages, short communication – two pages. The papers of a larger size are submitted to the journal after previous agreement with the editorial board.

The papers are published in Ukrainian, English and Russian (in some cases it is possible to be published in German, Polish, Romanian and Slovakian).

One author is allowed to have only one single-author publication in a particular issue.

Materials for publishing (text, references, figure legends etc.) are submitted in paper (2 copies) and identical electronic version, typed:

- in Microsoft Word format;
- single line spacing, without hyphenation;
- page format A4;
- font – Times New Roman 14 (references, text in tables and abstracts – 10);
- all margins 2 cm.

Each manuscript must have:

1. **Title page**, where to provide in Ukrainian and English:

- title;
- UDC (Universal Decimal Classification) code;
- authors' surnames and initials;
- institution, where the study was performed (including department or faculty);
 - full postal address, telephone and e-mail, indicating corresponding author;
 - abstract (no less than 300 words), which has to describe briefly performed studies, including aim, methods, results and main conclusions;
 - key words (no more than 10).

2. **Experimental part** (for experimental studies), structured into chapters:

- introduction, where the urgency and novelty of the performed studies are indicated;
- object and methods, where the reproducible description of used methods is provided;
- results and discussion;
- conclusions.

3. **Tables**, which have to be numbered according to their citation in the text, each one – on a separate sheet; brief description of each table is provided on the top (in Ukrainian and English), statistical or other details are provided at the bottom in the notices; text font in the tables is Times New Roman 10.

4. **Illustrations**, numbered according to their discussion in the text and typed on a separate sheet (legends in Ukrainian and English); all illustrations have to be qualitative and readable after their scaling in 50 %; on the top of illustration underside the author and article title are provided.

The repeat of table content with illustrations is inadmissible; illustrations (figures) are primary under equal circumstances.

Illustrations must have two electronic copies in Tiff- 4.0/5.0 (*.tif) or Paint (*.bmp) formats; formulas and equations have to be provided by made in special equation editors and saved as separate files (Windows metafile, *.wmf); final quality of the illustrations after their scaling has to be no less than 200-300 pixels per inch.

5. **References**, which is provided with single line spacing, Times New Roman 10; works of the recent years should prevail in references; references in the list are numbered in an alphabetical order, and in the text author and year are provided in round brackets (if the number of authors is one or two, all of them are indicated in references, if there are three or more authors, only one name is given with following et al.).

Examples of references:

1. Sambrook J., Fritsch E., Maniatis T. Molecular cloning: a laboratory manual, 2nd ed. – Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989 – Vol. I. - 682 p.
2. Taub R. Liver Regeneration: from Myth to Mechanism // Nature Reviews. – 2004. – Vol. 5. – P. 836 – 847.
3. Kopylchuk H.P., Shmarakov I.O., Marchenko M.M. A possible mechanism of antitumor activity of 5-(5',6'- benzocoumaroyl-3')-methyl-aminouracil in vivo // Exp.Oncol. – 2007. – Vol. 29, No. 4. – P. 123 – 125.

All the designations and denominations of physical and chemical units of measurement should be given in SI system.

Official assignment from the institution where the studies were performed is required. The manuscript has to be signed by all authors on the last page. Single-author papers of post-graduate students

(aspirants) must be accompanied with the scientific advisor sanction.

The articles are reviewed by the independent experts, who are selected by the editorial board, and then a copy of the manuscript with reviewer's remarks is sent to an author. If the paper is returned for the completion, the author gives a reasonable answer, reprint and send all the required materials to the editorial board of the journal no longer than in 2 weeks.

If the manuscript is rejected by the reviewers, a written notice is sent to the author.

Editorial board is allowed to edit the text of the articles, figures and their legends, coordinating the edited version with the author, and also reject manuscripts, if they don't meet the requirements of the journal «**Scientific Herald of Chernivtsy University. Biology (Biological Systems)**».

The authors are responsible for the contents of their articles.

Materials are not returnable.

Editorial board address: Chernivtsy National University named after Yuriy Fed'kovych, Faculty of Biology, Ecology and Biotechnology, Kotsyubynskyyi Str. 2, Chernivtsy, 58012, Ukraine.

e-mail: vb@chnu.edu.ua

telephone: 0372-584849

ЗМІСТ

CONTENTS

БІОХІМІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ, МОЛЕКУЛЯРНА ГЕНЕТИКА

- Т.Ю. САБІРОВА, Л.Ф. ДІДЕНКО, М.Я. СПІВАК** ІМУНОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОВЕРХНЕВОГО БІЛКА РАБДОВІРУСІВ РОСЛИН І ТВАРИН **203**
T.YU. SABIROVA, L.F. DIDENKO, N.YA. SPIVAK IMMUNOCHEMICAL ANALYSIS OF THE SURFACE PROTEIN OF PLANT AND ANIMAL RHABDOVIRUSES
- Г.П. КОПИЛЬЧУК, І.О. ШМАРАКОВ, І.М. БУЧКОВСЬКА** ІНТЕНСИВНІСТЬ ГЕНЕРУВАННЯ СУПЕРОКСИДНОГО АНІОН-РАДИКАЛА ТА ОКСИДУ АЗОТУ В КЛІТИНАХ ПЕЧІНКИ МИШЕЙ ПІСЛЯ ЧАСТКОВОЇ ГЕПАТЕКТОМІЇ **206**
G.P. KOPYLCHUK, I.O. SHMARAKOV, I.M. BUCHKOVSKA SUPEROXIDE ANION RADICAL AND NITRIC OXIDE GENERATION INTENSITY IN MOUSE LIVER AFTER PARTIAL HEPATECTOMY
- О.М. ВОЛОЩУК, М.М. МАРЧЕНКО, Л.А. БІНДЯК** ДИНАМІКА СПІВВІДНОШЕННЯ УБІХІНОН/УБІХІНОЛ В МІТОХОДРІАЛЬНІЙ ФРАКЦІЇ ТРАНСФОРМОВАНОЇ ТКАНИНИ ЗА УМОВ НИЗЬКОДОЗОВОГО ОПРОМІНЕННЯ **212**
O.M. VOLOSHCHUK, M.M. MARCHENKO, L.A. BINDYAK THE DYNAMICS OF UBIQUINONE / UBIQUINOL RATIO IN MITOCHONDRIAL FRACTION OF TRANSFORMED TISSUE UNDER CONDITION OF LOW DOSES IRRADIATION
- Ю.С. ЗДВІЖКОВ, С.М. МАНДЗИНЕЦЬ, О.С. ЗАІЧЕНКО, М.В. БУРА** ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНОГО ПОЛІМЕРУ НА Na^+ , K^+ -АТФ-АЗНУ АКТИВНІСТЬ ЗАРОДКІВ В'ЮНА ЗА УМОВ ДОСЛІДЖЕННЯ *IN VITRO* **216**
Y. ZDVIZHKOV, S. MANDZYNETS, O. ZAICHENKO, M. BURA VARIANCE ANALYSIS OF SURFACE-ACTIVE POLYMER INFLUENCE ON THE Na^+ , K^+ -ATP-ASE ACTIVITY OF LOACH EMBRYOS IN VITRO
- Н.М. ВОРОБЕЦЬ, І.С. БІЛІНСЬКА, О.Б. ПІНЯЖКО** ПРОТИМІКРОБНІ ВЛАСТИВОСТІ АРНІКИ ГІРСЬКОЇ **222**
N. VOROBETS, I. BILINSKA, O. PINYAZHKO ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ARNICA MONTANA
- Г.В. КОРНІЛЬЄВ** ПЛОДИ ТА ЛИСТКИ НЕКТАРИНУ ЯК ДЖЕРЕЛА БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН **225**
G.V. KORNIL'YEV NECTARINE FRUITS AND LEAVES AS A SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

ЕКОЛОГІЯ

- О.Я. БУЖДИГАН, С.С. РУДЕНКО, Б.К. ПАТТЕН, С.С. КОСТИШИН** ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМНОГО РІВНЯ В ТРОФІЧНИХ МЕРЕЖАХ **229**
O.Y. BUZHDIYGAN, S.S. RUDENKO, B.C. PATTEN, S.S. KOSTYSHYN COMPARATIVE ANALYSIS OF SYSTEM-LEVEL PROPERTIES INTERRELATIONSHIPS IN TROPHIC NETWORKS
- В.П. КОБА** СТРУКТУРА ВРОЖАЮ І ЯКІСТЬ НАСІНЬ *PINUS PALLASIANA* D. DON У ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ ГІРСЬКОГО КРИМУ **239**
V.P. KOBA THE STRUCTURE OF THE YIELD AND SEED'S QUALITY *PINUS PALLASIANA* D. DON IN NATURAL POPULATIONS OF THE MOUNTAIN CRIMEA
- М. М. ФЕДОРЯК, В. М. ВОТА** СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ ПАВУКІВ-ГЕРПЕТОБІОНТІВ ЯК ІНДИКАТОР ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ УРБООКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ М. ТЕРНОПІЛЬ) **244**
M.M. FEDORIAK, V.M. VOTA STRUCTURE OF SPIDER-HERPETOBIONTES ASSEMBLAGES AS AN INDICATOR OF TECHNOGENIC POLLUTION OF URBAN ECOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF TERNOPIL)
- В. Ю. ШПАРИК** БІОТОПІЧНИЙ РОЗПОДІЛ СИРФІД (DIPTERA: SYRPHIDAE) ПІВНІЧНО-СХІДНОГО МАКРОСХИЛУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ **249**
V. Y. SHPARYK HABITAT DISTRIBUTION OF HOVERFLIES (DIPTERA: SYRPHIDAE) NORTHEAST MACROSLOPES OF UKRAINIAN CARPATHIANS
- Г.І. ПАСІЧНИК, О.Ю. МАЙОРОВА, В.Б. ВОЙТЮК, Л.Р. ГРИЦАК, В.М. МЕЛЬНИК, Н.М. ДРОБИК** ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ҐРУНТІВ І РОСЛИН *GENTIANA ACAULIS* L. З ПОПУЛЯЦІЙ НА ГОРАХ ТУРКУЛ ТА РЕБРА У ЧОРНОГОРІ **254**
G.I. PASICHNYK, O.YU. MAYOROVA, V.B. VOYTYUK, L.R. HRYTSAK, V.M. MEL'NYK, N.M. DROBYK THE ELEMENTAL COMPOSITION OF SOILS AND *GENTIANA ACAULIS* L. PLANTS FROM POPULATIONS ON THE TURKUL AND REBRA MOUNTAINS IN CHORNOHORA
- С. С. ВОЛОЩИНСЬКА** ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМИ КУЛЬТУРАМИ ПРИАВТОМАГІСТРАЛЬНОЇ ТЕРИТОРІЇ ТРАНСПОРТНО-ШЛЯХОВОЇ МЕРЕЖІ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ (М-07 КИЇВ – КОВЕЛЬ – ЯГОДИН) **260**
S. S. VOLOSCHYNSKA THE FEATURES OF HEAVY METALS ACCUMULATION BY AGRICULTURAL PLANTS OF THE PREMOTORWAY TERRITORY OF VOLYN REGION ROAD (M – 07 KYIV – KOVEL - YAHODYN)
- О. С. КОМАРОВ, О. Є. ПАХОМОВ** ТРОФІЧНІ ПЕРЕВАГИ *CALATHUS AMBIGUUS* (COLEOPTERA, CARABIDAE) У БІОГЕОЦЕНОЗАХ ПІВДЕННОГО ЛІСОСТЕПУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ **264**
O. S. KOMAROV, O. Y. PAKHOMOV TROPHIC PREFERENCES OF *CALATHUS AMBIGUUS* (COLEOPTERA, CARABIDAE) FROM BIOGEOCENOSSES OF SOUTH FOREST-STEPPE OF POLTAVA REGION

БОТАНІКА. ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОТИ І БІОРЕСУРСІВ

Б.Г. ПРОЦЬ, А. ДРЕШЕР, Б.ВИХОР ІНВАЗІЙНА ЕКОЛОГІЯ ЯСЕНА ПЕНСІЛЬВАНСЬКОГО <i>FRAXINUS PENNSYLVANICA</i> MARSH. НА ЗАКАРПАТТІ (УКРАЇНА)	B. PROTS, A. DRESCHER, B. VYKHOR INVASION ECOLOGY OF GREEN ASH <i>FRAXINUS PENNSYLVANICA</i> MARSH. IN THE TRANSCARPATIA (UKRAINE)	269
А.І. ТОКАРЮК, О.Д. ВОЛУЦА ПОШИРЕННЯ ТА ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ <i>SERRATULA CORONATA</i> L. (<i>ASTERACEAE</i>) У ЧЕРНІВЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	A.I. TOKARYUK, O.D. VOLUTSA DISTRIBUTION, ECOLOGICAL AND COENOTICAL PECULIARITIES OF <i>SERRATULA CORONATA</i> L. (<i>ASTERACEAE</i>) ON THE TERRITORY OF CHERNIVTSY REGION	277
Д.П. ВОРОНЦОВ, І.М. ДАНИЛИК, Ю.В. КАНАРСЬКИЙ РОСЛИННИЙ ПОКРИВ ОЛІГОТРОФНОГО БОЛОТА «АНДРОМЕДА» (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)	D.P. VORONTSOV, I.M. DANYLYK, Y.V. KANARSKYI VEGETATION COVER OF «ANDROMEDA» RAISED BOG (UKRAINIAN CARPATHIANS)	282
Н.В. САНДЕЦЬКА, В.В. ШВАРТАУ ВПЛИВ СУМІСНОЇ ДІЇ ФУНГЦИДУ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ ДОБРИВАМИ НА УРАЖЕНІСТЬ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ СЕПТОРІОЗОМ	N.V. SANDETSKA, V.V. SCHWARTAU INFLUENCE COMBINED TREATMENT BY OF FUNGICIDE AND FOLIAR FERTILIZER ON DAMAGE OF WINTER WHEAT VARIETIES BY SEPTORIOSES	288
В. О.НАЧИЧКО РІД <i>THYMUS</i> L. (<i>LABIATAE</i> JUSS.) У ФЛОРИ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ	V. O.NACHICHKO THE GENUS <i>THYMUS</i> L. (<i>LABIATAE</i> JUSS.) IN THE FLORA OF VOLYNO-PODOLIA	291
В.Д. СОЛОДКИЙ КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОГРАМИ РОЗШИРЕННЯ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ КАРПАТСЬКОЇ КОНВЕНЦІЇ	V. SOLODKYY CONCEPTUAL FOUNDATIONS PROGRAM EXPANSION SCOPE OF THE CARPATHIAN CONVENTION	298

Наукове видання

Науковий вісник Чернівецького університету

Біологія (Біологічні системи)

Том 3

Випуск 3

Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – Т. 3, Вип. 3. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – 108 с.

Scientific Herald of Chernivtsy University. Biology (Biological System). – Vol. 3, Is. 3. – Chernivtsy: Chernivtsy National University, 2011. – 108 p.

Підписано до друку 19.06.2012. Формат 60 x 84/8.
Папір офсетний. Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 11,8.
Обл.-вид. арк. 12,7. Тираж 100. Зам. 3-005.
Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету
58012, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002 р.