

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ПИТАННЯ СТЕПОВОГО ЛІСОЗНАВСТВА ТА ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 44

Дніпропетровськ
Ліра
2015

*Друкується за рішенням вченої ради
Дніпропетровського національного університету
імені Олеся Гончара згідно з планом видань на 2015 р.*

Рецензенти:

д-р біол. наук, проф. **В. І. Парпан**

д-р біол. наук, проф. **І. Х. Узбек**

Редакційна колегія:

чл.-кор. НАН України, д-р біол. наук, проф. **А. П. Травлєєв** (гол. редактор, м. Дніпропетровськ);
д-р біол. наук, проф. **В. М. Зверковський** (заст. гол. ред., м. Дніпропетровськ);
д-р біол. наук **Jose Manuel Recio Espejo** (заст. гол. ред., Іспанія); чл.-кор. УЕАН;
д-р біол. наук, проф. **Joseph George Ray** (заст. гол. ред., Індія);
д-р с-г. наук, проф. **С. А. Балюк**, академік НААН України (м. Харків);
д-р біол. наук, проф. **А. В. Боговін** (м. Київ);
д-р біол. наук, проф. **Н. А. Білова** (м. Дніпропетровськ);
д-р біол. наук, проф. **І. Г. Ємельянов** (м. Київ);
д-р біол. наук, проф. **Л. П. Мицик** (м. Дніпропетровськ);
д-р біол. наук, проф. **Н. М. Цветкова** (м. Дніпропетровськ);
д-р біол. наук, проф. **Ю. І. Грицан** (м. Дніпропетровськ);
д-р біол. наук, проф. **О. В. Жуков** (м. Дніпропетровськ);
нач. Дніпр. обл. управління лісового та мисливського госп. **В. Ф. Клешня**;
канд. біол. наук, старш. наук. співроб. **А. Ф. Кулік** (м. Дніпропетровськ);
д-р біол. наук, проф. **Ю. В. Лихолат** (м. Дніпропетровськ);
д-р біол. наук, проф. **І. А. Мальцева** (м. Мелітополь);
д-р біол. наук, проф. **О. С. Пахомов** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **В. І. Шанда** (м. Кривий Ріг);
канд. біол. наук, доц. **Ю. П. Бобильов** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **В. В. Бригадиренко** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **В. Я. Гассо** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **В. А. Горбань** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **А. О. Дубина** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **О. В. Котович** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **О. Л. Пономаренко** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **В. М. Яковенко** (м. Дніпропетровськ);
канд. біол. наук, доц. **М. С. Якуба** (відп. секретар, м. Дніпропетровськ).

Представлены результаты мониторинговых исследований по биологии, экологии, типологии, динамике материально-энергетического обмена в системе «фитоценоз-почвы-фитоценоз» в лесных сообществах Присамарского биосферного стационара и его филиалов. Материалы сборника научных трудов будут полезны для специалистов в области экологии и охраны природы, научным сотрудникам заповедного дела, преподавателям, аспирантам и студентам.

Питання степового лісознавства та лісової рекультивції земель :

П 32 зб. наук. пр. / редкол. А. П. Травлєєв (гол. ред.) та ін. – Д. : ЛІРА, 2015. – Вип. 44. – 152 с.

Представлено результати моніторингових досліджень з біології, екології, типології, динаміки матеріально-енергетичного обміну у системі «фітоценоз-грунти-фітоценоз» у лісових угрупованнях Присамарського біосферного стаціонару та його філіалів. Матеріали збірника наукових праць будуть корисними фахівцям у галузі екології та охорони природи, науковим працівникам заповідної справи, викладачам, аспірантам і студентам.

УДК 634.948

*Державна реєстрація Міністерства інформації України,
№ 2954, серія КВ.*

© Дніпропетровський національний
університет ім. Олеся Гончара, 2015
© Автори статей, 2015
© ЛІРА, 2015

І. М. Коваленко

Сумський національний аграрний університет

ФІТОЦЕНОТИЧНІ ЗВ'ЯЗКИ ЛІСОВИХ ТРАВ

Встановлено еколого-біологічну різноманітність та синтаксономічну пристосованість рослин нижніх ярусів лісових угруповань класів *Quercus-Fagetum* і *Vaccinio-Piceetum* на північному сході України.

Для вирішення цього завдання використовувалися стандартні повні геоботанічні описи, виконані упродовж 2002–2009 років, екологічні шкали Ландольта і матеріали геоботанічного районування з урахуванням сучасних методичних вимог. Об'єктами дослідження стали 26 видів рослин, найбільш характерних для нижніх ярусів лісових ценозів – соснових, дубових і мішаних лісів і використовуваних у домінуючій класифікації лісових фітоценозів.

Флористичний і синтаксономічний аналіз показує, що досліджувані види живого надґрунтового покриву формують дві самостійні синузії: а) лісових чагарничків та напівчагарників (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* та ін.) і б) трав'янистих однорічних і багаторічних рослин (*Aegopodium podagraria*, *Convallaria majalis* та ін.).

На основі порівняльного флористичного аналізу встановлено високу флористичну біорізноманітність лісових фітоценозів Українського Полісся і гетерогенність їх флори. Показано флористичну відмінність двох основних класів рослинності цього регіону і виявлено, що для класу *Quercus-Fagetum* характерна висока трофічність і добра прогретість при дещо пониженій вологості ґрунту, тоді як для класу *Vaccinio-Piceetum* головною відмінною особливістю є низька родючість ґрунтів.

Ключові слова: трав'яно-чагарничковий ярус, лісові екосистеми, синтаксони.

И. Н. Коваленко

Сумской национальной аграрный университет

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЛЕСНЫХ ТРАВ

Установлено эколого-биологическое разнообразие и синтаксономическую приспособляемость растений нижних ярусов лесных сообществ классов *Quercus-Fagetum* и *Vaccinio-Piceetum* на северо-востоке Украины.

Для решения этого задания использовались стандартные полные геоботанические описания, выполненные на протяжении 2002–2009 годов, экологические шкалы Ландольта и материалы геоботанического районирования с учетом современных методических требований. Объектами исследования стали 26 видов растений, наиболее характерных для нижних ярусов лесных ценозов – сосновых, дубовых и мешанных лесов и используемых при доминантной классификации лесных фитоценозов.

Флористический и синтаксономический анализ показывает, что исследуемые виды живого надпочвенного покрова формируют две самостоятельные синузии: а) лесных кустарничков и полукустарничков (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и др.) и б) травянистых однолетних и многолетних растений (*Aegopodium podagraria*, *Convallaria majalis* и др.)

На основе сравнительного флористического анализа установлено высокое флористическое биоразнообразие лесных фитоценозов Украинского Полесья и гетерогенность их флоры. Показано флористическое отличие двух основных классов растительности этого региона и обнаружено, что для класса *Quercus-Fagetum* характерная высокая трофность и хорошая прогреваемость при чуть сниженной влажности почвы, тогда как для класса *Vaccinio-Piceetum* главной отличительной особенностью является низкое плодородие почв.

Ключевые слова: травяно-кустарничковый ярус, лесные экосистемы, синтаксоны.

I. M. Kovalenko

Sumy National Agrarian University

PHYTOCOENOTIC RELATIONS OF FOREST HERBS

Ecological and biological diversity and syntaxonomic fitness of the lower layer plants of forest communities of the *Querco-Fagetea* and *Vaccinio-Piceetea* classes are defined in the North-East of Ukraine.

Full standard geobotanical descriptions made during the years 2002-2009, ecological scales proposed by E. Landolt, and data of geobotanical zoning on the basis of modern methodological requirements are used to cope with this task. The study objects are 26 species of plants, which are the most characteristic for lower layers of the forest cenoses, such as pine, oak and mixed forests, and used in dominant classification of forest communities.

Floral and syntaxonomic analysis shows that the studied species of the live ground cover form two independent synusias: a) of forest shrubs and subshrubs of (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, etc.), and b) of herbaceous annual and perennial plants (*Aegopodium podagraria*, *Convallaria majalis*, etc.).

A clear contrast of floristic composition of the diagnostic species of *Querco-Fagetea* and *Vaccinio-Piceetea* classes is defined.

The first of these classes is dominated by nemoral species, whereas the second – by boreal species. The group of common species is dominated by nemoral herbs.

In the generalization of floristic groups of forest communities in this region, it appears that herbaceous plants of the lower layers are in the moisture range from average dry to medium wet, in the soil richness range from poor to medium rich, in the range of light from shady to partial shady species, and in the range of temperature - the well-heated space. This species distribution corresponds to the geographical position of the area, its geomorphology and the forest use history.

It is simultaneously determined that environmental regimes in the *Querco-Fagetea* and *Vaccinio-Piceetea* classes quite clearly differ on their evaluation of environmental fitness of the diagnostic plant species. Humidity increases significantly (by 0.5 scales of Landolt) from the *Querco-Fagetea* class to the *Vaccinio-Piceetea* class. Syntaxons of the *Vaccinio-Piceetea* class are located in the poorer soil (0.8) and the poorly heated soil (1.1). However, luminance trend at the level of the live ground cover remains the same within the compared syntaxons.

The high floristic biodiversity of forest ecosystems of the Ukrainian Polissya and the heterogeneity of their flora are defined based on the comparative floristic analysis. The floristic difference between the two main classes of vegetation in this region is shown, and it is found that the *Querco-Fagetea* class is characterized by high trophicity and well heating at somewhat reduced soil moisture, whereas the main distinguishing feature of the *Vaccinio-Piceetea* class is the low.

Key words: grass and shrub layer, forest ecosystems, syntaxons.

У північно-східній частині України лісові угруповання займають значні площі і мають важливе екологічне і господарське значення. Ліси справедливо розглядаються як цілісні біолого-екологічні системи, в яких тісно взаємопов'язані два системотворні блоки: а) деревні рослини; б) чагарничкові і трав'янисті рослини нижнього ярусу. При цьому в природних лісах трави і чагарнички контролюють стан деревного покриву через механізм відновлення, коли підріст деревних рослин знаходиться у складі трав'яно-чагарничкового ярусу. Одночасно лісові трави і чагарнички виконують важливу діагностичну функцію при визначенні синтаксонів як при їх домінантній, так і при еколого-флористичній класифікації.

Ценофлори в межах нижніх ярусів хвойно-широколистяних лісів південної частини лісової зони Євразії є досить цілісними структурними формуваннями, особливо в центральних частинах градієнтів вологості і родючості ґрунту [4]. Вони утворені групою видів, що досить часто повторюється в різних лісових еко-

системах. На прикладі зональних широколистяних лісів Південного Нечорнозем'я Росії це доводять матеріали Ю. А. Семенищенкова (2010) [4] (рис. 1).

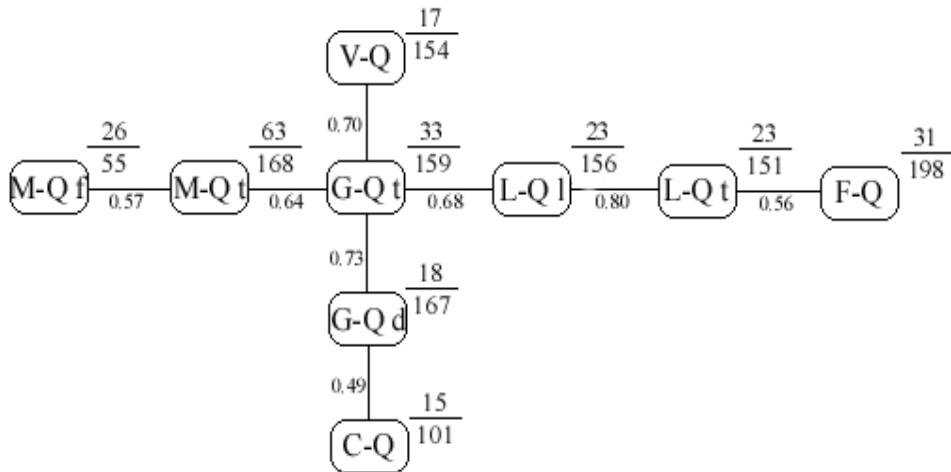


Рис. 1. Дендрит схожості флори ценозів синтаксонів широколистяних лісів:

M-Qt – *Mercurialis perennis* – *Quercetum roboris* ass., typicum subass., M-Qf – *fraxinetosum excelsioris* subass.; G-Qt – *Geo rivali-Quercetum roboris* ass., typicum subass., G-Qd – *deschampsietosum cespitosi* subass.; L-Qt – *Lathyrus nigri* – *Quercetum roboris* ass., typicum subass., L-Ql – *laserpitietosum latifolii* subass.; F-Q – *Filipendula ulmariae* – *Quercetum roboris* ass.; C-Q – *Carici elongatae* – *Quercetum roboris* ass., V-Q – *Vaccinium myrtilli* – *Quercetum roboris* ass. Верхній індекс: чисельник – число описів, знаменник – кількість видів в ценофлорі синтаксону. Біля сполучних ліній – значення індексу С'єренсена (Ks)

Від біорізноманітності лісових трав і цілісності їх флористичних комплексів залежить стійкість лісових екосистем. Проте загальна біорізноманітність і синтаксономічна значущість лісових трав залишаються ще мало вивченими, а наявні розрізнені матеріали потребують узагальнення.

Рослини нижніх ярусів лісових угруповань здавна привертають увагу дослідників у зв'язку з їх господарською, індикаційною і лісостабілізуючою функціями [7]. Основний центр тяжіння цих досліджень зосереджений на встановленні особливостей життєвих форм рослин нижніх ярусів лісів, темпів сезонного розвитку і екологічних ареалів [2]. У останні десятиліття розпочато активне вивчення рідкісних і тих, що охороняються, видів рослин цього блока лісових угруповань [10]. З кінця XX і на початку XXI століть нижні яруси лісових фітоценозів досліджують у зв'язку із синтаксономічною значущістю їх складу, оскільки розвиток еколого-флористичної класифікації лісів на основі принципів Браун-Бланке пов'язаний з виявленням діагностичних видів синтаксонів усіх рівнів.

Для лісових екосистем України вже проведені необхідні дослідження типологічного і синтаксономічного характеру. У монографії В. А. Соломахи (2008) [9] наведені основні синтаксони зі списками діагностичних видів. Ці види належать до різних життєвих форм, відрізняються різною тривалістю онтогенезу, мають неспівпадаючий екологічний оптимум і фенологічні ритми. Але спеціальних досліджень цих особливостей рослин нижніх ярусів лісу, що виступають як діагностичні види певних синтаксонів, раніше не проводилося.

Методи досліджень. Важливим завданням є встановлення еколого-біологічної різноманітності і синтаксономічної пристосованості рослин нижніх ярусів лісових угруповань у Поліському регіоні на північному сході України (Східно-Європейська провінція Циркумбореальної області Голарктики). Для ви-

рішення цього завдання використовувалися стандартні повні геоботанічні описи, виконані упродовж 2002–2009 років, екологічні шкали Ландольта і матеріали геоботанічного районування з урахуванням сучасних методичних вимог. Об'єктами дослідження стали 26 видів рослин, найбільш характерних для нижніх ярусів лісових ценозів – соснових, дубових і мішаних лісів і використовуваних при домінантній класифікації лісових фітоценозів. Вони зіставлялися з групами діагностичних видів класів *Quercus-Fagetia* і *Vaccinio-Piceetia* в об'ємах, встановлених у роботах Дж. Кліка [11], В. Матушкевич [12] і В. А. Соломахи (2008) [9]. В аналізі лісових трав і чагарничків враховувалися як їх видові таксономічні особливості, так і закономірності популяційної організації [3; 8].

Результати та обговорення. Флора Українського Полісся налічує більше 2100 видів судинних рослин, включає апофіти і гомерофоби. Вона формувалася з різних центрів і в цілому належить до флор міграційного типу [1]. Це призводить до певної гетерогенності флори лісових угруповань.

Результати флористичного і синтаксономічного аналізу (табл. 1) показують, що ті види живого надґрунтового покриву, що вивчаються, формують дві самостійні синузії: а) лісових чагарничків та напівчагарників *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* та ін.); б) трав'янистих однорічних і багаторічних рослин (*Aegopodium podagraria*, *Convallaria majalis* та ін.). У межах останньої синузії нами виділена весняна синузія (види роду *Scilla*). Для синтаксонів класів *Quercus-Fagetia* і *Vaccinio-Piceetia* характерна порівняно близька чисельність видів рослин з ранніми, середніми і пізніми термінами цвітіння, яка, очевидно, знижує конкуренцію запилювачів. У групі поширених видів, навпаки, переважали рослини пізніх термінів цвітіння. Диференціація видів за термінами цвітіння тут була виражена менше.

Встановлений чіткий контраст флористичного складу діагностичних видів класів *Quercus-Fagetia* і *Vaccinio-Piceetia*.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика діагностичних видів класів синтаксонів і поширених видів рослин

Характеристики	Порівнювані групи видів рослин, %		
	Діагностичні види класу <i>Quercus-Fagetia</i>	Діагностичні види класу <i>Vaccinio-Piceetia</i>	Широко розповсюджені види
Екологічна група			
неморальні	81,3	0,0	61,5
лучні	12,5	0,0	0,0
бореальні	6,2	100,0	38,5
Терміни цвітіння			
ранні	31,5	30,0	26,9
середні	31,6	20,0	11,5
пізні	36,9	50,0	61,6
Тривалість життя			
малорічники	0,0	0,0	0,0
багаторічники	100,0	100,0	100,0
Тип ареалу			
європейський	26,3	0,0	15,4
євразійський	52,6	20,0	38,5
євросибірський	21,1	10,0	38,5
циркумбореальний	0,0	70,0	7,6
Життєва форма			
геофіти	35,3	30,0	30,7
гемикриптофіти	58,9	20,0	50,0
хамефіти	5,8	20,0	11,5
нанофанерофіти	0,0	30,0	7,8

Закінчення табл. 1

Характеристики	Порівнювані групи видів рослин, %		
	Діагностичні види класу Quercu-Fagetea	Діагностичні види класу Vaccinio-Piceetea	Широко розповсюджені види
Режим зволоження			
гігрофіти	0,0	20,0	23,1
гігромезофіти	17,6	10,0	19,2
мезофіти	52,9	30,0	46,2
ксеромезофіти	29,5	30,0	7,0
гелофіти	0,0	10,0	0,0
ксерофіти	0,0	0,0	4,5
Трофічність			
мегатрофи	41,1	0,0	50,0
мезотрофи	52,9	10,0	23,1
оліготрофи	6,0	90,0	26,9
Екологічний оптимум за шкалою Ландольта			
зволоження	2,8	3,3	2,4
родючість ґрунту	2,7	1,9	2,8
освітленість	2,4	2,3	2,1
температура	3,5	2,4	3,2

У першому з цих класів переважають неморальні види, тоді як в другому – бореальні. У групі поширених видів переважали неморальні трави.

Клас Quercu-Fagetea мав діагностичні види європейського і євразійського походження, тоді як клас Vaccinio-Piceetea діагностували види циркумбореального походження. Це були в основному мезофіти і ксеромезофіти. До складу групи видів поширених, що мають підвищене трапляння і велику кількість в обстежених лісах, була більша питома вага гігрофітів і гігромезофітів.

Розподіл трав, напівчагарничків і дрібних чагарничків за порівнюваними флористичними групами виявився порівняно рівномірним. Цибулинні геофіти пристосовані у своєму розвитку в основному до світлої фази в житті лісу і щедріші в листяних лісах [5].

Цілком відповідає природі виділених синтаксонів відношення діагностичних видів до родючості ґрунту. Клас Quercu-Fagetea складали мега- і мезотрофи, тоді як у класі Vaccinio-Piceetea абсолютно переважали оліготрофи.

Точнішу характеристику порівнюваних флористичних груп дозволяють отримати екологічні шкали. Отримані за екологічними шкалами Ландольта результати представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика флористичних груп за екологічними шкалами Ландольта

Види	Бали шкали Ландольта				
	Вологість	pH	Родючість	Гумус	Освітлення
1. <i>Actaea spicata</i> L.	4	3	4	3	1
2. <i>Aegopodium podagraria</i> L.	3	3	4	4	2
3. <i>Ajuga reptans</i> L.	3	3	3	3	3
4. <i>Asarum europaeum</i> L.	3	4	3	4	2
5. <i>Betonica officinalis</i> L.	-	-	-	-	-
6. <i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	3	2	2	3	3
7. <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	3	3	3	2	3
8. <i>Carex pilosa</i> Scop.	3	2	3	3	2

Види	Бали шкали Ландольта				
	Вологість	pH	Родючість	Гумус	Освітлення
9. <i>Convallaria majalis</i> L.	2	4	2	3	2
10. <i>Equisetum sylvaticum</i> L.	4	2	3	3	2
11. <i>Fragaria vesca</i> L.	3	3	3	3	3
12. <i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	3	3	3	4	1
13. <i>Geranium sylvaticum</i> L.	3	3	4	3	3
14. <i>Glechoma hederacea</i> L.	3	3	3	3	3
15. <i>Latyrus vernus</i> (L.) Bernh. (= <i>Orobus vernus</i>)	3	4	3	3	2
16. <i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt	3	2	3	4	2
17. <i>Melica nutans</i> L.	2	3	2	3	2
18. <i>Mercurialis perennis</i> L.	3	4	3	3	1
19. <i>Orthilia secunda</i> (L.) House (= <i>Pyrola secunda</i> L.)	3	3	2	4	2
20. <i>Oxalis acetosella</i> L.	3	3	3	4	1
21. <i>Paris quadrifolia</i> L.	3	3	3	4	2
22. <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	3	3	3	4	2
23. <i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	3	4	3	4	2
24. <i>Rubus saxatilis</i> L.	2	3	2	3	2
25. <i>Solidago virgaurea</i> L. (= <i>S. vulgaris</i> L.)	3	3	3	4	2
26. <i>Stachys sylvatica</i> L.	4	3	4	4	2
27. <i>Stellaria holostea</i> L.	3	2	3	4	2
28. <i>Trientalis europaea</i> L.	4	2	2	4	3
29. <i>Urtica dioica</i> L.	3	3	5	4	3
30. <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	3	2	2	4	3
31. <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	3	1	2	5	2

У цілому, при узагальненні флористичних груп лісових фітоценозів у даному регіоні, виявляється, що трав'янисті рослини нижніх ярусів знаходяться в амплітуді зволоження від середньо сухого до вологого, в амплітуді багатства ґрунту – від бідних до середньо багатих, в амплітуді відношення до світла – від тіньових до напівтіньових видів і в амплітуді відношення до температури – добре прогрітих помешкань. Такий розподіл видів цілком відповідає географічному положенню території, її геоморфології і історії використання лісів.

Одночасно встановлено (рис. 2), що екологічні режими в класах *Quercus-Fagetum* і *Vaccinio-Piceetum* досить чітко розрізняються за оцінкою їх екологічного пристосування діагностичних видів рослин. Від класу *Quercus-Fagetum* до класу *Vaccinio-Piceetum* суттєво (на 0,5 шкал Ландольта) підвищується зволоження. Синтаксони класу *Vaccinio-Piceetum* зростають переважно на бідніших ґрунтах (на 0,8) і таким, що погано прогривається (на 1,1). При цьому тренд освітленості на рівні ярусу живого покриву залишається в межах порівнюваних синтаксонів однаковим.

Група поширених видів лісових трав за екологічним статусом займає проміжне положення, що пояснюється їх евритопністю. Для видів рослин цієї групи характерна наявність вегетативного розмноження, поряд із досить ефективним розмноженням генеративним способом. Евритопність і поєднання двох типів розмноження – головні причини широкої представленості репрезентативів цієї групи в різних синтаксонах.

Висновки. Таким чином, на основі порівняльного флористичного аналізу встановлена висока флористична біорізноманітність лісових фітоценозів Українського Полісся і гетерогенність їх флори. Показана флористична відмінність двох основних класів рослинності цього регіону і виявлено, що для класу *Quercus-*

Fagetea характерна висока трофність і добра прогрітність при дещо пониженой вологості ґрунту, тоді як для класу Vaccinio-Piceetea головною відмінною особливістю є низька родючість ґрунтів.

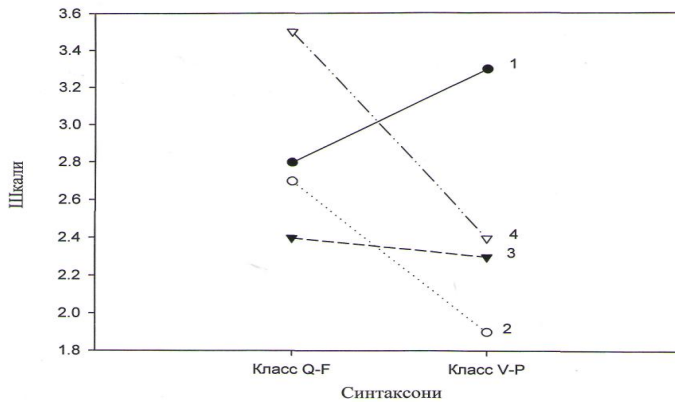


Рис. 2. Тренди чотирьох екологічних чинників:
від класу Quercus-Fagetea до класу Vaccinio-Piceetea
 1 – зволоження, 2 – трофність, 3 – освітленість, 4 – температура повітря

Актуальним завданням подальших досліджень залишається вивчення стійкості популяцій лісових трав при відновних лісових сукцесіях на заповідних природних територіях і до антропогенних навантажень у лісах активного господарського використання.

Бібліографічні посилання

1. Андрієнко Т. Л. Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона / Т. Л. Андрієнко. – К. : Фітосоціоцентр, 2006. – 316 с.
2. Горышина Т. К. Сравнительно-географический очерк сезонных ритмов развития и фотосинтеза у травянистых растений листопадных лесов / Т. К. Горышина // Ботан. журн. – 1972. – Т. 57, № 5. – С. 446–456.
3. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Ю. А. Злобин. – Сумы : Унив. книга, 2009. – 263 с.
4. Коваленко І. М. Популяції *Vaccinium myrtillus* L. в лісах Деснянсько-Старогутського національного природного парку / І. М. Коваленко // Укр. ботан. журн. – 2001. – Т. 59, № 5. – С. 535–541.
5. Савоськин И. П. Биологические особенности луковичных геофитов в связи с их экологией в настоящем и прошлом / И. П. Савоськин // Ботан. журн. – 1960. – Т. 45, № 7. – С. 1073–1078.
6. Семенищенков Ю. А. Флористическое разнообразие широколиственных лесов Судость-Деснянского междуречья [Електронний ресурс] / Ю. А. Семенищенков. – 2010. – Режим доступу : <http://peeold.kpfu.ru/conf/botan200/p252.rtf>.
7. Смирнова О. В. Структура травяного покрова широколиственных лесов / О. В. Смирнова. – М. : Наука, 1987. – 207 с.
8. Смирнова О. В. Популяционная организация биоценотического покрова лесных ландшафтов / О. В. Смирнова // Успехи совр. биол. – 1998. – Т. 118, № 2. – С. 148–165.
9. Соломаха В. А. Синтаксономія рослинності України / В. А. Соломаха. – К. : Фітосоціоцентр, 2008. – 296 с.
10. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Раритетний ценофонд лісів України: аналіз та категоризація / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, П. М. Устименко, С. Ю. Попович // Укр. ботан. журн. – 2002. – Т. 59, № 4. – С. 470–475.
11. Klika J. Nauka o rostlinných společenstvech / J. Klika. – Praha, 1955. – 361 с.
12. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski / W. Matuszkiewicz. – Warszawa : PWN, 2001 – 537 s.

Надійшла до редколегії 1.03.2015

УДК 635.964:633.261

Л. П. Мицик, О. П. Бессонова

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

**ЕКОЛОГО-БИОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ЗНАЧЕННЯ,
РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТОНКОНОГА ВУЗЬКОЛИСТОГО
(POA ANGUSTIFOLIA L.)**

Показано, що тонконіг вузьколистий – довгокореневищно-куртинний вид, типова його форма – мезоксерофіт із широким екологічним діапазоном, один з найперспективніших злаків для влаштування газонного покриття в степовій зоні, але й потужний конкурент лісових насаджень у степу.

Ключові слова: тонконіг, ріст, екобіоморфа, дерен, перелоги.

Л. П. Мыцык, О. П. Бессонова

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ЗНАЧЕНИЕ,
РАСПРОСТРАНЕНИЕ МЯТЛИКА УЗКОЛИСТНОГО
(POA ANGUSTIFOLIA L.)**

Показано, что мятлик узколистный – длиннокорневищно-куртинный вид, его типичная форма – мезоксерофит с широким экологическим диапазоном, один из самых перспективных злаков для устройства газонного покрова в степной зоне, но и мощный конкурент лесных насаждений в степи.

Ключевые слова: мятлик, рост, экобиоморфа, дёрн, залежи.

L. P. Mytsyk, O. P. Bessonova

O. Hochar Dnipropetrovsk National University

**ECOLOGICAL-BIOLOGICAL FEATURES, SIGNIFICANCE,
PROPAGANTION OF POA ANGUSTIFOLIA L.**

It is shown that bluegrass (*poa angustifolia* L) is the long root-curtin sort, mezokserofit, however having the wide ecological range as well as high steadiness in the conditions of natural and anthropogenic habitat.

Its properties determine among the other reasons the following sequence of dominants in the process of revegetation on the steppe deposits:

1. Mezophytes (annual then long-term motley grass).
2. Kseromezophytes (*Ellytrigia repens*(L.) Nevski predominantly dominate).
3. Mezokserophytes (*Poa angustifolia* L. predominantly dominate).
4. Kserophytes (*Festuca valesiaca* Gaud., *Koeleria cristata* (L.) dominate) Pers., *Stipa capillatra* L. and similar.

The representatives of the metioned above groups are the competitors of the woody plants in the steppe forest plantations. However the danger for their groups is successively reducing from the kserophytes to the mezophytes.

The bluegrass (*poa angustifolia* L) is one of the most perspective sorts for arranging of the lawn cover in the steppe conditions. The recommendations developed by us permit to grow high quality bluegrass seeds crops in the steppe zone.

Key words: bluegrass, growth, ecobiomorph, sward, deposits.

Відомості про тонконіг вузьколистий присутні у великій низці літературних джерел. Проте вони містять про нього розрізнені, неоднакові, навіть протилеж-

ні характеристики. Таке стосується вже найменування цієї рослини. Одні автори, починаючи з К. Ліннея, називають її тільки *Poa angustifolia* L. [14; 23]. Інші (або ті ж самі) – подають для неї такі назви: *Poa pratensis* subsp. *angustifolia* (L.) Arcang [30], *Poa angustifolia* L. [*P. pratensis* L. subsp. *angustifolia* (L.) Arcang] [1; 23].

У одних виданнях цю рослину позитивно характеризують як кормову [3; 6] та газонну [9]. Проте в деяких фахових джерелах про неї навіть не згадується [23; 25]. Є й інші неоднакові міркування щодо цього виду, про що буде сказано нижче. Спробою знайти вірогідні відповіді на питання, які виникають, і є стаття, що пропонується.

Методи досліджень. Досліджувались угруповання з домінуванням або значною участю тонконога вузьколистого, які перебували на степових цілинах, перелогах, гірських трав'яних осередках, на схилах балок та штучних земляних споруд, у різних частинах населених пунктів (парки, окремі газони і т. ін.) на території Криму, Дніпропетровської, Запорізької, Херсонської областей. Експериментальна частина виконана у Степовому відділенні Нікітського ботанічного саду (18 та 25 км на північ від Сімферополя) та у Дніпропетровському ботанічному саду. Детальні спостереження проведені близько біогеоценологічного стаціонару Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (село Андріївка Новомосковського району Дніпропетровської області).

При вивченні зазначених вище угруповань використані загальноприйняті фітоценологічні методи. Процеси росту досліджені за методикою В. М. Голубєва [12] з нашими доповненнями стосовно багаторічного подекадного вимірювання листків на фіксованих пагонах безпосередньо у травостої [19]. Дослідження газонів виконано за методами, прийнятими у відповідній галузі знань [8; 9].

Результати та обговорення. Тонконіг вузьколистий – палеоарктичний вид, що має ареал, який охоплює степову та лісову зони Євразії [22]; як заносний є у Північній Америці, зрідка трапляється в районах Арктики [14; 30].

Цей вид поширений по всій Україні [14] на остепнених луках, лучних та частково типчаково-ковилових степах, на абсолютно заповідних ділянках степових заповідників, утворюючи тут монодомінантні угруповання [23]. На Дніпропетровщині синекологічний оптимум *Poa angustifolia* міститься в лучно-степових і сухолучних умовах зволоження [17]. На заповідному лучному степу близько міста Курська на 1 кв. м нараховано 1939 екземплярів 77 видів рослин, але найчисельнішим серед них був якраз *Poa angustifolia*! [2]. На пасовищах та сіножатях остепнених луків Луганщини тонконіг вузьколистий є одним із панівних злаків [13]. За О. Л. Бельгардом [5], цей вид – представник остепнених луків, мезофітного варіанта різнотравно-типчаково-ковилового степу та гідрофітного варіанта типчаково-ковилових степів. За іншим автором, ця рослина є звичайною на лучних степах і мало підходить для ототожнення її з лучними рослинами [11].

Проте існують і протилежні думки. Повідомляють, що тонконіг вузьколистий – лучна рослина, характерна культурним пасовищам Естонії [29] та що він – лучно-степовий та лучний вид [23]. Зазначають також, що цей вид утворює вузьколистотонконогові луки з його участю в травостої 30-40 % на заплавах від ріки Молочної (південь степу), до ріки Сули (північ лісостепу) в долинах Дніпра, Самари, Орелі, Ворскли та ін. [3]. Там-таки говориться, наприклад, про вузьколистотонконогово-повзучопирійний тип луків. Є чимало й інших повідомлень про луки з домінуванням тонконога вузьколистого [21; 23] та тверджень про те, що *Poa angustifolia* – саме лучний вид [11; 23].

Тонконіг вузьколистий присутній також у природних лісах. Наприклад, у Дібрівському лісі (Покровський район Дніпропетровської області), у дубовому гаюку дуже низьких бонітетів, де до дуба домішується береза, у травостої панують *Poa angustifolia* L. та *Festuca Beckeri* Hackel. [7]. Цей вид – звичайна рослина при-

родних соснових угруповань. Напевно через це його вважають індикатором свіжих суборів [20].

Вид, що обговорюється, присутній і в штучних лісових насадженнях, особливо в їх освітлених структурах, а також у лісосмугах, у тому числі в тих, де панує дуб. Під останнім поселяється і навіть квітує тіньова форма тонконога вузьколистого [5].

У наших дослідженнях цей вид траплявся у всіх зазначених вище умовах, а також на піщаних місцях (на відкритих сонцю або у соснових насадженнях), на слабо засолених ґрунтах, кам'янистих відслоненнях і т. ін. Існують, свідчення щодо переважаючої участі цього тонконога у травостоях навіть на дуже солонцюватих чорноземах (солонцевий степ) та солонцевих луках [23].

Тонконіг вузьколистий є звичайним і в міських умовах, де поселяється в травостої газонів, пустирів, навіть у розщелинах асфальту та бетонного покриття, подекуди на стінах і фундаментах споруд. Низькорослі його куртини часто трапляються в інших населених пунктах біля ґрунтових доріг та стежок, помірно витоптуваних частинах вулиць і т. ін. Тут вони за повної відсутності додаткового зволоження нерідко утворюють природні лужки, що складаються з відносно щільних майже однорідних травостоїв (з незначною участю інших, стійких до витоптування видів). Доводилося спостерігати як з єдиного схода тонконога на безструктурному, дещо витоптуваному ґрунті, де панує характерне для пустирів різнотрав'я, через 2–3 роки розростається відносно щільна дернина діаметром 30–40 см і більше. Проте його найчисельніші, найщільніші угруповання з найміцнішим на розрив дерном формуються в лучностепових режимах зволоження з багатими ґрунтами на відкритих сонцю або частково притінених місцях.

Тонконіг вузьколистий у складі степових перелогів стає пануючим на завершальній частині фази довгокореневищних злаків, де, будучи мезоксерофітом, витісняє пірія повзучого (ксеромезофіта) переважно через потужніше висушування ґрунту.

Властивості цього тонконога дозволяють використати його як індикатора життєвості деревних насаджень. Прикладом є обстеження лісосмуги (біля зазначеного вище села Андріївки), у якій домінувала акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.) з підліском із свидини кров'яної (*Swida sanguinea* (L.) Opiz), розосередженої нерівномірно. Тут тонконіг вузьколистий у середній частині деревної смуги траплявся лише окремими особинами та розрідженими групами, дернового покриття не утворював і, отже, не був конкурентоспроможним по відношенню до деревних та чагарникових рослин (досліджувались 30 пробних площ розміром 1х1 м, закладених уздовж середньої частини лісосмуги). Трапляння тонконога становило тут 6,7 %, при середньому проективному покритті 0,2 %. У контролі, де травостій розташований стрічкою поруч із лісосмугою з боку сільськогосподарського угіддя, ці показники були відповідно – 100 % та 26,4 % (такі самі площі у тій же кількості закладені ланцюжком на відстані 3 м від крайнього стовбура деревного насадження). Отже, за цими відомостями, лісосмуга досить стійка, з високою життєвістю принаймні на час дослідження.

Існує значна поліфонія суджень про гідрологічні властивості тонконога вузьколистого. За одними авторами, він – мезофіт [20] за іншими – ксеромезофіт [16; 11]. Ще одні пишуть, що він – і мезофіт, і ксеромезофіт [14]. Проте є твердження, що цей вид – мезоксерофіт [4; 28] і навіть ксерофіт [16; 25]. Викладені вище та інші, не показані тут, відомості дозволяють приєднатися нам до тих авторів, що називають тонконіг вузьколистий (принаймні його типові форми) мезоксерофітом.

У підземній частині ця рослина за оптимальних умов розвиває численні короткі та довгі галузисті кореневища з великою кількістю додаткових коренів, що

по 2–6 відходять від кожного вузла, розташованого один від одного на відстані переважно 0,5–1,5 см. Є такі свідчення про насиченість ґрунту кореневищами тонконога вузьколистого. На 1 кв. м площі у вузьколистотонконоговому угрупованні нараховували до 350 погонних метрів кореневищ! [15]. Зосереджені вони у горизонті 0–5(8) см, а взаємно переплетені корені, найгустіше пронизуючи цей шар, проникають також в основи парціальних кущів, оплітають кореневища та частини ортотропних пагонів, що перебувають у ґрунті, виходять інколи у прошарок опадів листків та підстилки. Такі властивості дозволяють тонконогу утворювати міцний на розрив та еластичний дерен, який у підземній частині утворює шар, що нагадує повсть товщиною 3–6 см.

Цей вид часто називають кореневищним (посилання зайняли б великий паперовий простір). Проте для інших авторів тонконіг вузьколистий – довгокореневищний злак [10; 28]. Рідше пишуть, що у нього – лише короткі кореневища [21]. Матеріали нашого дослідження дозволяють визначити *Poa angustifolia* як довгокореневищно-куртинний вид.

Довжина листкових пластинок його вегетативних пагонів на дослідних ділянках у Криму становила переважно 5–15 см. Найдовша з них за всі роки дослідження дорівнювала 36,7 см. На стаціонарі у селі Андріївці тонконіг вузьколистий, що перебував під кущем троянди, мав листову пластинку довжиною 67 см. Найдовша трапилась у приватній садибі в куці смородини – 88 см.

За нашим 14-річним дослідженням, в оптимальних умовах лінійні ріст та відмирання листкових пластинок у більшості випадків мають плавний характер. Проте виявлено шість основних типів відхилень від такого порядку: 1) постійність живої листової поверхні у фазі молодості (росту) листка, що обумовлено відсутністю росту та відмирання (у дослідженні – декада і більше); 2) постійність живої листової поверхні у фазі старіння (відмирання) листка; 3) раннє відмирання (початок відмирання у фазі зрілості листка); 4) надраннє відмирання (відбувається у фазі молодості листка); 5) реверсія (скорочення листової поверхні через відмирання з наступним відростанням); 6) катастрофічне відмирання (раптове та швидке скорочення живої листової поверхні у будь-якій фазі). Ці явища – зовнішній прояв пристосувальної реакції рослин до негативних чинників середовища.

Незважаючи на показані відхилення від плавних процесів, зелена поверхня цього злаку зберігається (без додаткового зволоження) весь рік. Її запас має, проте, значні сезонні коливання, що характеризуються такими періодами.

1. Весняний найінтенсивніший ріст (квітень, травень, інколи – середина червня; у степовім Криму відростання починається переважно із середини березня). У цей час відбувається швидке збільшення облистяності пагонів, довжини листків, площі листової поверхні. Максимум року за останнім показником припадає на кінець травня або початок червня, за облистяністю – на кінець квітня–початок травня. Ширина листків, які в цей період утворюються на вегетативних пагонах, послідовно зменшується.

2. Літнє уповільнення росту (червень – середина вересня). Характерним є зниження зазначених вище показників, але зелена поверхня зберігається навіть у найпосушливіші декади. (У Криму бували один-півтора місяця без єдиного міліметра опадів при максимально високій температурі та суховії). Після дощу приріст дещо збільшується. Ширина листкових пластинок у цей період найменша. У край посушливі дні вони згортаються жолобком.

3. Осіннє прискорення росту. Спостерігається протягом другої половини вересня та в жовтні, а в південній половині регіону дослідження інколи і в листопаді (проте у Криму трапився один рік, коли осіннє прискорення не відбулося). Середня ширина нових листкових пластинок послідовно збільшується. Накопичується найбільша за весь рік відмерла маса листків.

4. Загальмований імпульсивний ріст листової поверхні (листопад – березень, або грудень – середина березня). Її площа – найменша у порівнянні з іншими періодами, але зелена частина зберігається навіть в найхолодніші, без сніжного покриву дні при сильних вітрах. Листкові пластинки у цей період найширші (у порівнянні з листками інших періодів року).

У таку ритміку значні корективи вносять косіння травостою, поливання, удобрення та інші заходи, але то – тема окремої публікації.

Зазначені властивості тонконога вузьколистого спонукали відносити його до напівефемероїдних та вічнозелених рослин [11].

Надзвичайна витривалість цього виду, його стійкість до негативних чинників довкілля, до різних змін екологічних режимів та інші позитивні властивості, у тому числі значна чутливість до агротехнічних заходів дозволила рекомендувати тонконіг вузьколистий для найрізноманітнішого використання: для протиерозійного закріплення земляних схилів [11], улаштування пасовищ та сіножатей [24], для газонів різного призначення [8], для загальної фітомеліорації техногенного середовища і т. ін. Проте зазначимо, що ці рекомендації у більшості випадків лишаються тільки побажаннями.

Принада повільного упровадження в практику цього виду полягає у відсутності його вітчизняного насінництва та у відповідних проблемах. Раніше ми наголошували [8], що таке обумовлено складнощами отримання сходів тонконога та їх збереженням, особливо в посушливих умовах. Проте вже давно розроблені рекомендації, що дозволяють вирощувати його насіння високої якості саме у степовій зоні [9; 18; 27]. Необхідні лише реалізація на практиці цих надбань і подальше наукове та практичне удосконалення технології, пристосованої до умов конкретної місцевості.

Висновки. *Poa angustifolia* L. – довгокореневищно-куртинний вид, мезоксерофіт, має надто широкий екологічний діапазон, проявляє значну стійкість у найрізноманітніших умовах природного та антропогенного середовища.

Зазначені властивості обумовлюють, крім інших причин, таку послідовність домінантів у процесі відновлення рослинності на степових перелогах. 1. Мезофіти (однорічне, потім багаторічне різнотрав'я). 2. Ксеромезофіти (найхарактерніший – *Elytrigia repens*). 3. Мезоксерофіти (найхарактерніший – *Poa angustifolia*). 4. Ксерофіти (домінують *Festuca valesiaca* Gaud., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Stipa capillata* L. і т. ін.).

Представники всіх названих вище груп рослин – конкуренти деревних та чагарникових особин у степових лісових насадженнях. Проте небезпека для їх угруповань послідовно зменшується від ксерофітів – до мезофітів.

Тонконіг вузьколистий – чи не найперспективніший вид для улаштування в степових умовах газонних покривів різного призначення, у тому числі за використання методу «рулонного дерну». Розроблені нами рекомендації дозволяють вирощувати у степовій зоні значні врожаї високоякісного насіння тонконога вузьколистого.

Бібліографічні посилання

1. Алексеев Ю. Е. Растительный и почвенный покров Присамарья Днепропетровского / Ю. Е. Алексеев, А. Л. Бельгард, И. А. Губанов и др. – Днепропетровск : Гос. ун-т, 1986. – 63 с.
2. Алехин В. В. География растений / В. В. Алехин, Л. В. Кудряшов, В. С. Говорухин. – М. : Учпедгиз, 1957. – 520 с.
3. Балашов Л. С. Типология лугов Украины и их рациональное использование / Л. С. Балашов, Л. М. Сипайлова, В. А. Соломаха. – К. : Наук. думка, 1988. – 238 с.
4. Белова Н. А. Биоекологические и микроморфологические особенности лесных эдафотопов Присамарья / Н. А. Белова // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Днепропетровск : Гос. ун-т, 1986. – С. 56-64.
5. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Лесная пром-сть, 1971. – 336 с.

6. Боговін А. В. Еколого-ценобіотичні особливості формування спонтанно відновлюваних трав'янистих біогеоценозів / А. В. Боговін, А. П. Травлєєв, Н. А. Білова // Екологія та ноосферологія. – 2005. – Т. 16, № 1–2. – С. 13–28.
7. Висоцький Ю. М. Дібрівський ліс. Геоботанічний нарис / Ю. М. Висоцький, О. Л. Бельгард // Збірник робіт біолог. ф-ту Дніпропетров. держ. ун-ту. – 1938. – Вип. 1. – С. 155–173.
8. Газоны. Нучные основы интродукции и использования газонных и почвопокровных растений / отв. ред. Н. В. Цицин. – М. : Наука, 1977. – 251 с.
9. Газоны. Основы семеноводства и районирования / отв. ред. Л. И. Прилипко, П. И. Лапин. – М. : Наука, 1984. – 244 с.
10. Голубев В. Н. Основы биоморфологии травянистых растений Центральной лесостепи / В. Н. Голубев. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1962. – 511 с.
11. Голубев В. Н. Эколого-биологические особенности травянистых растений и растительных сообществ лесостепи / В. Н. Голубев. – М. : Наука, 1965. – 287 с.
12. Голубев В. Н. О росте вегетативных побегов злаков и осоки в условиях Южного берега Крыма / В. Н. Голубев // Экология. – 1971. – № 4. – С. 85–87.
13. Домбровська С. С. Оптимізація екологічного стану сіножатей і пасовищ Північного Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / С. С. Домбровська. – К., 2015. – 22 с.
14. Злаки Украины / отв. ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. – К. : Наук. думка, 1977. – 518 с.
15. Зозулин Г. М. Подземные части основных видов травянистых растений и ассоциаций плакоров Средне-Русской лесостепи в связи с вопросами формирования растительного покрова / Г. М. Зозулин // Труды Центрально-Черноземного Государственного заповедника. – 1959. – Вып. 5. – С. 3–314.
16. Коваленко Н. К. Эколого-географические основы интродукции дернообразующих трав, перспективных в степном газоноведении / Н. К. Коваленко // Интродукция и акклиматизация растений в Днепропетровском ботаническом саду. – Днепропетровск : Гос. ун-т, 1976. – С. 14–17.
17. Лісовець О. І. Біолого-екологічна характеристика асоціацій *Poa pratensis* L. і *Poa angustifolia* L. в умовах Степового Придніпров'я (раціональне використання, охорона і відтворення) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / О. І. Лісовець. – Д., 2000. – 20 с.
18. Мыцык Л. П. Методические рекомендации по семеноводству газонных трав на юге УССР / Л. П. Мыцык. – Ялта : Никитский ботан. сад, 1983. – 15 с.
19. Мыцык Л. П. Методика изучения роста листьев многолетних злаков в полевых условиях / Л. П. Мыцык // Сб. науч. тр. Гос. Никитского ботан. сада. – 1985. – Т. 97. – С. 98–106.
20. Определитель растений лесов УССР / Е. Я. Елин, С. И. Ивченко, Г. И. Мещеряков; под общ. ред. А. Л. Бельгарда. – К. : Вища шк., 1984. – 343 с.
21. Панова Л. С. Степные растения / Л. С. Панова, В. В. Протопопова. – К. : Рад. шк., 1983. – 190 с.
22. Работнов Т. А. Фитоценология / Т. А. Работнов. – М. : Гос. ун-т, 1978. – 384 с.
23. Растительность европейской части СССР / под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. – Л. : Наука, 1980. – 429 с.
24. Растения сенокосов и пастбищ / С. И. Дмитриева, В. Г. Игловиков, Н. С. Конюшков, В. М. Раменская. – М. : Колос, 1982. – 248 с.
25. Рей Д. Г. Мониторинговые исследования продуктивности степных фитоценозов на Присамарском стационаре / Д. Г. Рей // Биомониторинг лесных экосистем степной зоны. – Днепропетровск : Гос. ун-т, 1992. – С. 81–88.
26. Селекция и семеноводство многолетних трав / А. С. Новоселова, А. М. Константинова, Г. Ф. Кулешов и др. – М. : Колос, 1978. – 303 с.
27. Семеноводство газонных трав в условиях Степного Приднепровья / Н. К. Коваленко. – Днепропетровск : Гос. ун-т, 1981. – 31 с.
28. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей / В. В. Тарасов // Д. : Вид-во ДНУ; ЛІРА, 2012. – 294 с.
29. Тоомре Р. И. Долголетние культурные пастбища / Р. И. Тоомре. – М. : Колос, 1966. – 400 с.
30. Цвелев Н. Н. Злаки СССР / Н. Н. Цвелев. – Л. : Наука, 1976. – 788 с.

Надійшла до редколегії 1.03.2015

УДК 581.5(477.63)

О. І. Лісовець, Ю. Р. Василенко*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара***ВНУТРИШНЬО-ВИДОВА МІНЛИВІСТЬ ACALIPHA AUSTRALIS L.
(EUPHORBIACEAE) В УМОВАХ ДНІПРОПЕТРОВЩИНИ**

Наведено результати аналізу біолого-екологічних особливостей нового адвентивного виду Дніпропетровщини – акаліфи південної (*Acalipha australis* L.), вивчених за допомогою методів популяційної екології. Показано механізми пристосувань ценопопуляцій до різних умов освітлення, визначено еколого-ценотичну стратегію виду в умовах Дніпропетровщини.

Ключові слова: *Acalipha australis*, адвентивні види, популяція, екологічні умови, еколого-ценотична стратегія.

Е. И. Лисовец, Ю. Р. Василенко*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара***ВНУТРЕННЕ-ВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ACALIPHA AUSTRALIS L.
(EUPHORBIACEAE) В УСЛОВИЯХ ДНЕПРОПЕТРОВЩИНЫ**

Приведены результаты анализа биолого-экологических особенностей нового адвентивного вида Днепропетровщины – акалифы южной (*Acalipha australis* L.), изученных с помощью методов популяционной экологии. Показаны механизмы приспособления ценопопуляций к различным условиям освещенности, определена эколого-ценотическая стратегия вида в условиях Днепропетровщины.

Ключевые слова: *Acalipha australis*, адвентивные виды, популяция, экологические условия, эколого-ценотическая стратегия.

O. I. Lisovets, U. R. Vasilenko*Oles Honchar Dnipropetrovsk National University***INWARDLY-SPECIFIC CHANGEABILITY OF ACALIPHA AUSTRALIS L.
(EUPHORBIACEAE) IN THE CONDITIONS
OF DNIPROPETROVSK OBLAST**

Adding of new adventitious kinds to the biocomplex it is a process, that accompanies development of transport, trade, distribution of communicative relations between countries. In the flora of the Dnepropetrovsk area from literary data the 75 adventitious are counted kind, that makes 4,4% of all vascular plants. 102 kinds are cultivated and have a tendency to naturalization. In connection with the high level of urbanization the amount of synanthropic and adventitious kinds in a region increases constantly. Appearance of new kind on certain territory claims attention researchers, because it can cause negative changes in a flora. Such plants do not have natural wreckers and can take large areas, enter in the complement of different natural and synanthropic associations, cause losses in an agricultural production. Therefore the detailed study of biology and distribution of such plants is necessary for prognostication of their behavior in the new terms of existence.

The aim of our work is determination of biological and ecological features of new adventitious on Dnipropetrovsk Oblast kind from family Euphorbiaceae of *Acalipha australis* L. by means of methods of population ecology. In accordance with an aim such tasks are put: to investigate morphological changeability of individuals of *Acalipha australis* in different ecological terms (lighted up and shaded places habitations), to educe the adaptation mechanisms of new adventitious kind in the conditions of Dnipropetrovsk Oblast. First *Acalipha australis* was registered by us on Dnipropetrovsk Oblast in Dniprodzerzhynsk in Bagleyskiy district (in the court of private sector) 10 about back. Since

then we look after growth of quantity and area of the educed population. For researches used for 20 plants in two habitats – lighted up and shaded.

As an analysis showed, for most investigational indexes of vegetative and genesic sphere of *Acalypha australis* characteristic higher indexes in the lighted up habitats, that testifies to friendliness of these terms to the investigated kind. At the same time the less variableness of most signs in the shaded places talks about firmness of kind and in these terms.

Being base on long-term watching development of the educed population, we assume that an investigational kind has transitional strategy of S - R (stress-tolerant and ruderal strategy, Grime, 1974), or is a patient-explorer after L. G. Ramensky (1938). It allows to forecast firmness and slow further distribution of *Acalypha australis* on Dnipropetrovsk Oblast as a weed plant that will need in the future, maybe, phytosanitary measures.

Key words: *Acalypha australis*, adventitious kinds, population, ecological conditions, ecological and cenotic strategy.

Занесення в ті чи інші біокомплекси нових адвентивних видів є процесом, який супроводжує розвиток транспорту, торгівлі, поширення комунікативних відносин між країнами світу. За даними, на територію України тільки із США у останньому десятиріччі XX ст. із різноманітними торговими вантажами попадали насіння та діаспори майже 30 видів карантинних рослин (Васильєва та ін., 2004). Крім того, було занесено багато нових видів, що не є карантинними для України. За відомостями В. В. Тарасова (2005) у флорі Дніпропетровської області нараховується 75 адвентивних видів, що становить 4,4 % від усіх рослин. Ще 102 види (6,0 %) культивуються та мають тенденцію до натуралізації. У зв'язку з високим рівнем урбанізації кількість адвентивних та синантропних видів у регіоні постійно збільшується. Поява нового для певної території виду потребує уваги дослідників, бо вона може викликати потік негативних змін у флорі. Не маючи природних шкідників, ці рослини можуть захоплювати великі площі, входити у склад різних природних та синантропних угруповань, викликати значні збитки у сільськогосподарському виробництві. Тому детальне вивчення біології та розповсюдження таких рослин є необхідним для прогнозування їх поведінки у нових умовах існування.

Метою нашої роботи є визначення біолого-екологічних особливостей нового адвентивного на Дніпропетровщині виду з родини молочайні (*Euphorbiaceae*) акаліфи південної (*Acalypha australis* L.) за допомогою методів популяційної екології. Відповідно до мети поставлені такі завдання: дослідити морфолого-екологічну мінливість особин акаліфи південної в різних екологічних умовах (освітлені та затінені місцезростання), виявити адаптаційні механізми нового адвентивного виду в умовах Дніпропетровщини.

Матеріали та методи досліджень. Акаліфа південна – однорічна опушена галузиста рослина з черговими листками (рис. 1). Висота її коливається від 10 до 50 см, складаючи у середньому 33,5 см. Коренева система поверхнева, стрижньовий корінь має у довжину 10,5–5,5 см (у середньому 6,4 см). Співвідношення довжини стебла і кореня – від 7:1 до 3:1. Кількість бічних пагонів різна: від 0 до 16. Нижні можуть розташовуватись кільчасто. Кількість листків на особині залежить від кількості пагонів і складає від 8 до 40. Листки неоднакові за розміром.

Розвинені листки видовжено-ромбовидні з округло-пильчастим краєм, клиновидною основою та загостреною верхівкою. Нижня третина листка має рівний край. Середня довжина листка $4,3 \pm 0,19$ см, середня ширина $2,3 \pm 0,1$ см. Жилкування перисто-сітчасте. Черешок листка має форму жолоба, дуже опушений. Його довжина складає $1,6 \pm 0,1$ см. Співвідношення довжини листка і черешка становить 2,3:1 (Васильєва та ін., 2004).

Суцвіття – характерні для родини *Euphorbiaceae* оточені воронковидними приквітками з жилкуванням у вигляді віяла, що мають довжину 13–14 мм та ширину 11 мм. Кількість суцвіть на одній особині складає 3 – 98. Найчастіше вони

розташовані у пазухах листків. Тичинкові суцвіття видовжені, тонкі, довжиною до 2 см. Дуже опушені плоди мають три, іноді чотири насінини. Кількість насінин з однієї особини – до 100.



Рис 1. Зовнішній вид акаліфи південної (Flora of China, 2008):

1 – квітучий пагін, 2 – чоловіча квітка, 3 – жіноча квітка, 4 – чашолисток жіночої квітки, 5 – незрілий плід, 6 – насінина

Уперше акаліфа південна була зареєстрована нами на Дніпропетровщині в Баглійському районі м. Дніпродзержинська (у дворі приватного сектора) близько 10 років тому. З того часу спостерігаємо за збільшенням чисельності і площі виявленої популяції.

Для досліджень використовували по 20 рослин у двох місцезростаннях – освітленому і затіненому. Вимірювали висоту стебла рослин, довжину кореневої системи (головного кореня), кількість пагонів та листків, довжину та ширину листової пластинки, довжину черешка, кількість жіночих та чоловічих суцвіть, кількість квіток у жіночому суцвітті. Статистична обробка даних була виконана з використанням керівництва Н. О. Плохінського (1970) та комп'ютерної програми Excel.

Дослідні рослини були препаровані на окремі органи, у яких визначалася абсолютна суха вага. Для цього рослини висушували в сушильній шафі в паперових пакетах протягом 6 годин, потім зважували.

Проводились дослід з вивчення схожості насіння акаліфи південної, проте вони виявились не результативними.

Результати досліджень та їх обговорення. Для будь-якої особини рослин характерна наявність певних ознак, що виступають як параметри їх морфологічного статусу. Сукупність всіх ознак особин складає її фенотип. Ознаки можна розділити на якісні (колір пелюсток, наявність квіток на рослині та ін.) та кількісні (число пелюсток, число квіток на рослині та ін.).

Комплекс ознак особин використовується в різних галузях популяційної біології. Якісні ознаки виявляються корисними для популяційної фенетики, для вивчення вікової та екобіоморфологічної диференціації особин. Кількісні ознаки дають можливість оцінити морфологічний статус і життєвий стан особин та характер їх онтогенетичних адаптацій. Як правило, кількісні ознаки називають параме-

трами, а їх облік – морфометрією (В. В. Крічфалушій, Г. М. Мезев-Кричфалушій, 1994).

Дослідження якісних ознак показало, що популяції акаліфи південної на Дніпропетровщині характеризуються білими чоловічими квітами, на відміну від типових представників, у яких чоловічі квіти мають червоне забарвлення. Виявлену особливість можна вважати характерною фенотипічною рисою популяції акаліфи південної на Дніпропетровщині.

Результати опрацювання морфо-метричних показників особин акаліфи південної з освітленого і затіненого місцезростань наведено у табл. 1.

Таблиця 1.

Морфометричні показники акаліфи південної в різних екотопах

Показник	n	Освітлене місцезростання		Затінене місцезростання		Коефіцієнт Стюдента, t_d
		середнє	КВ, %	середнє	КВ, %	
Висота стебла, см	20	24,54±2,58	46	25,78±1,64	28	0,41
Довжина кореня, см	20	7,14±0,93	57	6,1±0,49	35	0,99
Кількість бічних пагонів, шт.	20	2,30±0,45	86	1,25±0,4	140	1,74
Кількість листків, шт.	20	21,45±2,14	44	17,5±1,87	47	1,39
Довжина листової пластинки, см	60	4,08±0,14	27	4,14±0,12	22	0,33
Ширина листової пластинки, см	60	2,16±0,07	27	2,07±0,06	23	0,98
Довжина черешка, см	60	1,47±0,06	34	1,19±0,05	30	3,56***
Кількість чоловічих суцвіть, шт.	20	12,95±2,83	96	7,65±1,18	68	1,73
Кількість жіночих суцвіть, шт.	20	22,25±4,96	98	15,5±2,67	76	1,20
Кількість жіночих квіток у суцвітті, шт.	20	2,87±0,18	48	3,02±0,14	37	0,66

Примітка. n – число вимірювань, КВ – коефіцієнт варіації, *** – різниця вірогідна при $p \geq 0,99$.

Як показав аналіз, довжина черешка у акаліфи південної виявилася довшою в освітлених місцезростаннях ($p \geq 0,95$). Щодо інших показників – можемо говорити про існування тенденції. Довжина кореня, ширина листової пластинки, кількість бічних пагонів, листків, жіночих та чоловічих суцвіть мають дещо вищі показники в освітленому місцезростанні. Одночасно висота стебла характеризується більш високими значеннями в затіненому місці зростання. Довжина кореня навпаки очікувано виявилася більшою в освітленому місцезростанні, через необхідність отримувати воду з ґрунту на більшій глибині.

Порівняння коефіцієнтів варіації розглянутих ознак дозволяє помітити, що майже всі досліджені показники вегетативної та генеративної сфери акаліфи південної (за винятком кількості бічних пагонів та листків) більш варіабельні в освітлених місцезростаннях.

Порівняння біомаси рослин у різних екологічних умовах (табл. 2) виявило, що в освітлених місцях значення майже усіх показників є вищими, ніж в умовах затінення. Це свідчить про сприятливість освітлених умов зростання для розвитку рослин акаліфи південної.

Отже, для більшості досліджених показників вегетативної та генеративної сфери акаліфи південної характерні вищі показники в освітлених місцезростаннях, що свідчить про сприятливість цих умов для досліджуваного виду. У той же

час менша варіабельність більшості ознак у затінених місцезростаннях говорить про стійкість виду і в цих умовах.

Таблиця 2

Біомаса рослин з освітленого і затіненого місцезростань

Досліджені органи акаліфи південної	Абсолютно суха біомаса 20-ти рослин, г	
	освітлене місцезростання	затінене місцезростання
Коренева система	0,86	0,58
Листя	5,83	3,60
Стебла	3,84	2,56
Чоловічі суцвіття	0,02	0,02
Жіночі суцвіття	1,86	0,69

Висновки. Акаліфа південна – новий адвентивний вид з родини молочайні (Euphorbiaceae), виявлений на Дніпропетровщині (м. Дніпродзержинськ, Баглійський район).

Популяція акаліфи південної на Дніпропетровщині має характерну фенотипічну рису – чоловічі квіти білого кольору, на відміну від типових представників, у яких вони червоніють.

Світлолюбний (за літературними даними) вид акаліфа південна в умовах Дніпропетровщини зростає в освітлених і помірно затінених місцях. Екологічна популяція в освітленому місцезростанні характеризується довшим черешком листка ($p \geq 0,05$) і має тенденцію до збільшення довжини кореня, кількості бічних пагонів, кількості листків, кількості чоловічих і жіночих суцвіть, у порівнянні з екологічною популяцією в затіненому місцезростанні.

Для більшості досліджених морфометричних показників вегетативної та генеративної сфери акаліфи південної характерні вищі значення в освітлених місцезростаннях, що свідчить про сприятливість цих умов для досліджуваного виду. У той же час менша варіабельність більшості ознак у затінених місцезростаннях говорить про стійкість виду і в цих умовах.

Грунтуючися на багаторічних спостереженнях за розвитком виявленої популяції, припускаємо, що досліджений вид має перехідну стратегію S – R (стрес-толерантна і рудеральна стратегії, Grime, 1974), або є пацієнтом-експлерентом за Л. Г. Раменським (1938). Це дозволяє прогнозувати стійкість і повільне подальше поширення акаліфи південної на Дніпропетровщині як бур'янистої рослини, що буде потребувати у майбутньому, можливо, фітосанітарних заходів.

Бібліографічні посилання

1. Васильєва Т. В. Біологічні особливості нових для Причорномор'я видів родини Euphorbiaceae Juss / Т. В. Васильєва, С. Г. Коваленко, І. П. Ружицька // Вісник Одес. нац. ун-ту. Біологія – Т. 9. – Вип. 5. – 2004. – С. 55–62.
2. Крічфалушій В. В. Популяційна біологія рослин : навч.-метод. посіб. для студ. біологічних спеціальностей вузів / В. В. Крічфалушій, Г. М. Мезев-Кричфалушій. – Ужгород : Ужгород. ун-т, 1994. – 80 с.
3. Плохинский Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М. : МГУ, 1970. – 368 с.
4. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л. Г. Раменский. – М. : Сельхозгиз, 1938. – 620 с.
5. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів : моногр. / В. В. Тарасов. – Д. : ДНУ, 2005. – 276 с.
6. Grime J. P. Vegetation Classification by Reference to Strategies / J. P. Grime // Nature. – 1974. – V. 250. – P. 26–31.
7. Flora of China. Vol. 11. – 2008. – P. 310.

Надійшла до редколегії 25.09.2015

УДК 630*23 (477.63)

Н. М. Цвєткова, М. С. Якуба

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

МИКРОЕЛЕМЕНТЫ В ДЕРЕВНЫХ ПОРОДАХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ПЮДЕННЮГО СХОДУ УКРАЇНИ

Наведено вміст і особливості накопичення та динаміки мікроелементів у основних деревних породах лісових екосистем Південного Сходу України.

Ключові слова: мікроелементи, вміст, вимогливість рослин, листя, степове лісорозведення.

Н. Н. Цветкова, М. С. Якуба

Днепронетровский национальный университет имени Олеся Гончара

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ДРЕВЕСНЫХ ПОРОДАХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

Представлено содержание, особенности накопления и динамики микроэлементов в основных древесных породах лесных экосистем Юго-Востока Украины.

Ключевые слова: микроэлементы, содержание, требовательность растений, листья, степное лесоразведение.

N. N. Tsvetkova, M. S. Yakuba

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University

MICROELEMENTS IN THE TREES SPECIES OF BIOGECENOZIS SOUTH-EAST OF UKRAINE

The microelements content of the main species of trees in the firests ecosystems south-east Ukraine are presented. The accumulations degree Pb, Mn, Ti, Cr, Ni, Mo, V, Cu, Ag and Zn in the leafs and other parts of the forests trees is a different. The greatest quantity of such microelemen as a Mn, Ti and Cu have been found in a leafs whole wood species of the natural firests ecosystems south-east Ukraine.

The content of the microelements in the main tree-species natural ecosystems south-east Ukraine as a oak, maple, alder and the pine a stipulate from the developments stage, outward conditions and age trees. The results of investigations a demonstrated that the quantity of Pb, Cr, Cu, Mn and Ni in the old trees a decrease. As a rule the content of microelements in the trees leafs conderable differ from the qantity this microelements in the wood-pulp. The trees exactingness for the microelements content in the soils can be used as a index of woods lifes conditions in the dry climate of Steppe zones of Ukraine.

Key words: microelements, content, peculiarities of plants, leafs, steppe forestry.

Степова зона України, де значна увага приділяється збереженню та створенню високопродуктивних і стійких лісових насаджень, гідно вважається коліскою степового лісорозведення [2–4; 22]. Підбір оптимальних деревних порід є першочерговим завданням у створенні штучних лісів у несприятливих умовах степової зони, яке складається з вирішення низки питань. Одним із таких питань є дослідження вимогливості рослин до вмісту мікроелементів у ґрунтах, вивчення особливостей накопичення і динаміки мікроелементів у частинах деревних рослин тощо [1; 6; 8; 9; 16; 17; 21; 23; 25].

Сучасні практичні рекомендації, що використовуються для заліснення, стосуються, як правило, дуба звичайного та його звичних супутників: ясенa звичайного, клена польового, клена гостролистого, липи дрібнолистої. Крім цих порід для лісонасадження у степовій зоні застосовують сосну звичайну, акацію білу, аморфу чагарникову та інші породи.

Об’єкти і методи дослідження. У роботі досліджувався мікроелементний склад основних деревних порід штучних насаджень та природних лісових біогеоценозів степу. Мікроелементи визначалися у відносно рівновікових (50–60 років) деревних породах природних байрачних, пристінних та заплавних дібров (табл. 1, 2), а також у деревних породах притерасних вільшаників та аренних лісів (табл. 3) Присамар’я Дніпровського.

Визначення вмісту хімічних елементів у рослинних зразках проводили методом атомно-абсорбційного аналізу [18] на атомно-абсорбційному спектрофотометрі AAS – 30 виробництва «Карл Цейс Йена».

Результати дослідження. З’ясовано, що ступінь акумуляції досліджених мікроелементів у різних деревних породах різниться (табл. 1–3). У найбільшій кількості листя дуба звичайного, кленів польового та гостролистого, вільхи клейкої та сосни звичайної накопичує Mn – життєво необхідний біогенний елемент; листя ясену зеленого – Ti; усі досліджувані рослини містять мінімальну кількість Pb.

Високий вміст Mn у листі досліджених рослин пояснюється тим, що цей елемент виконує важливу роль у газообміні, живленні рослин та процесах фотосинтезу, бере участь в утворенні вітаміну С [5; 20], істотно впливає на активність ферментів, сприяє утворенню перекисей, бере участь у біосинтезі хлорофілу та асиміляції азоту, відіграє важливу роль у регулюванні окислення та відновлення Fe [7–9]. Відомо, що вміст Mn у рослинах істотно залежить від видової належності, фізіологічного стану та стадії розвитку рослинного організму [6; 8–10].

Таблиця 1

Вміст мікроелементів ($\pm\sigma$) у деревних рослинах липово-ясеневої діброви прируслової заплави р. Самари*

Рослини	Вміст мікроелементів у листі, мг/кг									
	Pb	Mn	Ti	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ag	Zn
Липа дрібно-листа	1,1 $\pm$ 0,1	81 $\pm$ 12	29 $\pm$ 3	6,3 $\pm$ 0,4	4,7 $\pm$ 0,2	1,9 $\pm$ 0,4	18 $\pm$ 3	20,0 $\pm$ 2	0,04 $\pm$ 0,01	23 $\pm$ 4
Дуб звичайний	0,9 $\pm$ 0,1	30 $\pm$ 2	45 $\pm$ 4	5,4 $\pm$ 0,3	9,5 $\pm$ 0,3	2,0 $\pm$ 0,2	13 $\pm$ 1	11,0 $\pm$ 1	0,08 $\pm$ 0,01	15 $\pm$ 3
Ясен звичайний	0,4 $\pm$ 0,1	9 $\pm$ 1	13 $\pm$ 1	2,9 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1	7 $\pm$ 1	5,0 $\pm$ 0,6	0,03 $\pm$ 0,01	6 $\pm$ 3
Бруслина бородавчаста	1,4 $\pm$ 0,1	52 $\pm$ 6	17 $\pm$ 2	6,6 $\pm$ 0,3	5,9 $\pm$ 0,3	1,9 $\pm$ 0,3	22 $\pm$ 3	4,4 $\pm$ 0,5	0,11 $\pm$ 0,02	3 $\pm$ 1

*Примітка: с – середній вміст елементу; σ – стандартна помилка при довірчій вірогідності 0,95.

Таблиця 2

Середньостатистичні межі ($\pm\sigma$) варіювання вмісту мікроелементів у листі деревних порід природних дібров степів Дніпропетровщини*

Мікроелемент	Вміст елементу у деревних породах, мг/кг				
	Дуб звичайний	Клен польовий	Клен гостролистий	Ясен звичайний	Бруслина бородавчаста
Свинець	1,6 $\pm$ 0,6	2,2 $\pm$ 0,5	1,9 $\pm$ 0,6	1,5 $\pm$ 0,5	2,2 $\pm$ 0,9
Манган	317,0 $\pm$ 108,0	531,0 $\pm$ 281,0	397,0 $\pm$ 274,0	30,4 $\pm$ 12,5	132,0 $\pm$ 63,0
Титан	34,0 $\pm$ 9,0	19,0 $\pm$ 6,0	37,0 $\pm$ 21,0	32,4 $\pm$ 8,6	152,0 $\pm$ 11,0
Хром	7,5 $\pm$ 1,9	9,7 $\pm$ 1,8	10,4 $\pm$ 1,9	6,2 $\pm$ 1,4	11,0 $\pm$ 2,0
Нікель	5,3 $\pm$ 1,0	4,9 $\pm$ 1,6	5,3 $\pm$ 1,0	4,2 $\pm$ 1,0	6,7 $\pm$ 1,6
Молібден	1,9 $\pm$ 0,3	2,3 $\pm$ 0,5	2,7 $\pm$ 1,2	1,6 $\pm$ 0,7	4,3 $\pm$ 0,5
Мідь	14,0 $\pm$ 4,0	29,0 $\pm$ 7,0	13,0 $\pm$ 6,7	8,3 $\pm$ 4,8	17,2 $\pm$ 1,5

*Примітка: с – середній вміст елементу; σ – стандартна помилка при довірчій вірогідності 0,95.

Низький вміст Плюмбуму у листі деревних порід Присамар'я Дніпровського виступає як закономірне явище, оскільки його вміст залежить від насиченості повітря цим хімічним елементом. Відомо, що Плюмбум легко поглинається листям з повітря [1; 9; 12; 18]. Літературні джерела свідчать про те, що усі розчинні сполуки Pb отруйні [5; 6; 12; 14; 15; 20]. Токсична дія Pb пов'язана з порушенням таких біологічних процесів як фотосинтез, ріст, мітоз та інші. Оскільки дослідження були проведені у біогеоценозах, розташованих на фонових, відносно чистих територіях, листя усіх проаналізованих деревних порід містило мінімальну кількість цього елемента.

Таблиця 3

Середньостатистичні межі варіювання ($\pm\sigma$) вмісту мікроелементів у листі / хвої деревних порід лісів притерася та арени

Мікроелемент	Вміст елементу, мг/кг		
	Вільха клейка	Береза бородавчаста	Сосна звичайна
Свинець	1,4±0,4	1,8±0,6	2,3±0,8
Манган	100,0±68	493,0±179	338,0±113
Титан	37,1±13,3	33,1±17,6	16,3±5,7
Хром	7,7±1,3	10,6±4,1	7,7±2,1
Нікель	4,2±1,4	6,6±2,1	3,2±0,8
Молібден	1,3±0,4	1,3±0,4	0,9±0,8
Ванадій	4,5±0,8	2,2±0,6	5,6±1,9
Мідь	15,8±2,6	11,1±3,4	8,5±2,5

За абсолютним вмістом у листі деревних рослин природних насаджень південного сходу України мікроелементи утворюють такий низхідний ряд: (Манган, Титан, Мідь), Хром, Ванадій, Нікель, Молібден, Плюмбум. Елементи, що містяться у дужках, можуть мінятися місцями.

Окремі частини рослин досить істотно відрізняються за вмістом мікроелементів. Як правило, вміст мікроелементів у листі досліджених деревних порід у багато разів більший від їх кількісного вмісту у деревині (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст мікроелементів у органах деревних порід Присамар'я

Деревна порода, біогеоценоз	Мікроелемент	Вміст мікроелементів, мг/кг				
		Листя / хвоя	Гілки	Кора	Деревина	Корені
Дуб звичайний, липово-ясенева діброва центральної заплави	Плюмбум	1,6	0,6	1,5	0,1	3,3
	Манган	279,0	129,0	260,0	7,0	326,0
	Титан	23,5	15,4	19,0	1,4	162,0
	Хром	6,7	4,9	5,7	0,4	7,2
	Нікель	5,3	2,8	3,2	1,0	3,9
	Молібден	3,0	0,7	1,0	0,1	2,0
	Мідь	16,0	8,2	4,0	1,8	9,6
Сосна звичайна, сухуватий бір на арені	Плюмбум	1,8	0,6	0,3	0,15	3,2
	Манган	365,0	165,0	142,0	16,0	405,0
	Титан	14,5	9,0	4,2	1,5	51,4
	Хром	6,1	3,8	2,6	0,4	8,8
	Нікель	3,1	1,5	1,3	0,2	5,9
	Молібден	1,1	0,7	0,6	0,1	0,5
	Мідь	6,9	5,4	2,2	0,3	10,6
	Ванадій	5,6	6,7	3,3	0,6	8,9

Такі висновки узгоджуються з результатами аналогічних досліджень ряду авторів [1; 10–12; 15; 18]. За вмістом мікроелементів наземні органи дуба звичайного складають такий низхідний ряд: деревина – гілки – кора – листя; сосни звичайної: деревина – кора – гілки – хвоя. У хвої сосни більше Мангану та менше Титану, Нікелю, Молібдену і Міді, ніж у листі дуба звичайного. Вміст Плюмбуму та Хрому у обох породах рівнозначний.

Виявлено цікавий факт стосовно того, що для забезпечення життєвих функцій менш вимоглива до ґрунтових умов сосна повинна підтримувати у своєму асимілюючому апараті більш високу, ніж дуб звичайний концентрацію Мангану, кількість якого у 7–8 разів менше у ґрунтах сухуватого бору порівняно з ґрунтами центрально-запальної липово-ясеневі діврови.

Оскільки сосна росте у середовищі з низькою концентрацією Мангану, вона, вірогідно, здатна інтенсивніше за інші породи вивільняти цей хімічний елемент за умов його низького вмісту у ґрунті. Відомо, що Манган відіграє значну роль у азотному обміні [7; 9; 10; 14; 20]. Інтенсивне поглинання Мангану сосною звичайною ймовірно компенсує недостатнє забезпечення її азотом, що є головною причиною зниження продуктивності соснових лісів.

З метою вивчення впливу умов зростання на мікроелементний склад дуба звичайного та встановлення діапазону оптимуму елементів у листі досліджено вміст мікроелементів у листі одновікових рослин дуба звичайного, зростаючого у жорстких лісорослинних умовах із фактором засолення (галофітоїдна діброва на лучно-лісових та солонцевих ґрунтах заплави річок Самари та Орелі) та оптимальних лісорослинних умовах (липово-ясеневі діброва на лучно-лісових ґрунтах центральної заплави) (табл. 5).

У жорстких умовах існування, де дуб росте погано, у його листі за відносно рівного вмісту Титану, Хрому, Нікелю та Молібдену міститься у 1,4 рази більше Міді та у 1,5 рази менше Мангану.

Таблиця 5

Динаміка вмісту мікроелементів у листі дуба черешчатого залежно від лісорослинних умов (мінералізованості едафотопу)

Деревна порода, біогеоценоз	Тип лісо-рослинних умов	Вміст мікроелементів у листі, мг/кг					
		Mn	Ti	Cr	Ni	Mo	Cu
Дуб звичайний, липово-ясеневі діброва (заплава)	Суглинок свіжий, СГ ₂	420±47	66±12	9,9±1,8	5±2,0	1,3±0,6	7,7±1,2
Дуб звичайний, галофітоїдна діброва (заплава)	Суглинок свіжий, засолений, СГ ₂ З	260±31	60±14	9,6±1,8	6±1,9	1,7±0,3	10,8±1,6

Звідси випливає, що в умовах засушливого клімату Південного Сходу України у долинно-терасовому ландшафті для розвитку дуба звичайного, який є основною лісоутворюючою породою, спостерігаються такі закономірності:

1) необхідною умовою нормального розвитку та існування є вміст Mn в інтервалі 260–420 мг/кг сухого листя, Cu – 7,7–10,8 мг/кг, Ti – 66–69 мг/кг, Cr – 9,6–9,9 мг/кг, Ni – 5–6 мг/кг і Mo – 1,3–1,7 мг/кг;

2) за погіршення ґрунтових умов, наприклад при переході від лучно-лісових ґрунтів до лучно-лісових засолених, вміст Mn у листі дуба падає;

3) низькі величини вмісту Мангану у листі дуба звичайного співпадають із незадовільним його вмістом у ґрунті, що викликає різке пригнічення росту даної деревної породи. Посилене надходження Мангану у рослину сприяє активізації процесів росту, одночасно підвищує концентрацію Мангану та знижує концентрацію Міді у листі.

Відомо, що після досягнення оптимальної концентрації подальше забезпечення рослини елементом може викликати збільшення його концентрації у листі, а це, у свою чергу, не впливає на процеси росту або загальмовує ріст [1; 8; 13; 15; 18; 19].

Враховуючи наведені вище факти, при створенні лісового насадження важливо знайти оптимальну величину елементу у листі / хвої, що сприяє максимальному росту рослини. Однак, оптимальна концентрація не є строго визначеною величиною, вона змінюється у відносно широких межах залежно від ряду умов, наприклад, від забезпеченості рослин іншими елементами.

Оптимальну концентрацію елементів виявляють у листі / хвої деревних насаджень шляхом дослідів із поступовим збільшенням доз добрив або з порівнянням результатів, отриманих на ділянках природних лісів або культур різної продуктивності (цей шлях було використано дослідниками КЕДУ). Припускається, що у деревостанах, ріст яких обмежений нестачею певного елементу, цей елемент буде міститися у меншій кількості насамперед у листі / хвої і йому можна надати основну роль у погіршенні росту та незадовільному стані деревної породи. Щоправда, у природних умовах з'ясуванню цих обставин може заважати низка причин.

Вимогливість рослин до мікроелементів зумовлюється зовнішніми умовами, а також залежить від віку та стадії розвитку рослини [8; 9; 20; 21–25]. Взаємозв'язок мікроелементного складу рослин з їх віком добре простежується при аналізі листя деревних порід різних вікових ступенів, зростаючих у біогеоценозах Присамар'я Дніпровського (табл. 6).

Отримані результати аналізу рослин лісових біогеоценозів свідчать про те, що у старіючих рослинах зменшується кількість Плюмбуму (20-річний дуб звичайний містить 3,1 мг елементу на кілограм повітряно-сухого листя, 120-річний – лише 1,8 мг, хвоя сосни звичайної п'ятирічного віку містить 2,8 мг, а 40–60-річна – 1,8 мг Плюмбуму), Мангану, Хрому, Нікелю, Міді.

Таблиця 6

Динаміка вмісту мікроелементів у листі деревних порід біогеоценозів Присамар'я Дніпровського залежно від віку

Деревна порода	Вік, роки	Вміст мікроелементів, мг/кг						
		Pb	Mn	Ti	Cr	Ni	V	Cu
Дуб звичайний	10–20	3,1	519	20,9	9,7	7,3	2,4	52,7
	100–120	1,8	455	33,8	6,9	4,7	15,8	14,4
Клен польовий	10–20	2,6	451	17,1	10,0	5,4	0,3	43,7
	50–60	2,3	419	19,5	9,9	4,2	0,6	19,4
Клен гостролистий	10–20	2,0	348	17,0	10,7	6,0	1,1	17,8
	50–60	1,9	200	35,5	10,1	4,8	2,0	9,4
Сосна звичайна	5–9	2,8	469	6,0	4,2	6,3	0,7	23,1
	13–19	2,4	410	10,1	5,4	2,9	5,7	5,6
	50–60	1,8	211	24,0	7,5	2,6	6,3	6,3

Значні коливання вмісту мікроелементів у деревних рослинах лісових біогеоценозів степової зони пояснюється індивідуальними особливостями рослин, а також запасами рухомих форм сполук мікроелементів та окислювально-відновлювальними процесами у ґрунтах.

Висновки. Визначено ступінь акумуляції мікроелементів у листі деревних порід і з'ясовано, що у найбільшій кількості листя дуба звичайного, кленів польового та гостролистого, вільхи клейкої та сосни звичайної накопичує Манган, а мінімальну кількість усі досліджувані рослини містять Плюмбум.

За результатами абсолютного вмісту мікроелементів у листі деревних рослин природних лісів Південного Сходу України утворюється такий низхідний ряд: (Mn, Ti, Cu), Cr, V, Ni, Mo, Pb.

Окремі частини рослин істотно відрізняються за вмістом мікроелементів. Як правило, вміст мікроелементів у листі досліджених деревних порід у багато разів більший від їх кількісного вмісту у деревині.

В умовах засушливого клімату Південного Сходу України у долинно-терасовому ландшафті для розвитку дуба звичайного, основної лісоутворюючої породи, існує закономірність – низькі величини вмісту Мангану у листі дуба співпадають з незадовільним його вмістом у ґрунті, що викликає різке пригнічення росту даної деревної породи. Посилене надходження Мангану у рослину сприяє активізації ростових процесів та одночасно підвищує концентрацію Мангану і знижує концентрацію Міді у листі.

Вимогливість рослин до мікроелементів зумовлюється зовнішніми умовами і залежить від віку та стадії розвитку рослини. Отримані результати аналізу рослин лісових біогеоценозів свідчать про те, що у старіючих рослинах зменшується кількість Плюмбуму, Мангану, Хрому, Нікелю, Міді.

У рослинах лісових біогеоценозів Південного Сходу степової України встановлені межі варіювання вмісту мікроелементів у деревних рослинах лісових біогеоценозів степової зони. Їх коливання пояснюється індивідуальними особливостями рослин та запасами рухомих форм сполук мікроелементів і окислювально-відновлювальними процесами у ґрунтах.

Бібліографічні посилання

1. Алексеев Ю. В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Бельгард А. Л. Степная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К. : Изд-во КГУ. – 1950. – 256 с.
3. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Лесная промышленность. – 1971. – 321 с.
4. Белова Н. А. Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлев. – Д. : Изд-во ДГУ, 1999. – 348 с.
5. Биологическая роль микроэлементов. – М. : Наука, 1983. – 238 с.
6. Власюк П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений / П. А. Власюк. – К. : Наук. думка, 1969. – 513 с.
7. Войнар А. И. Микроэлементы в живой природе / А. И. Войнар. – М. : Высш. шк., 1962. – 92 с.
8. Ильин В. Б. Элементный химический состав растений / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1985. – 129 с.
9. Ильин В. Б. Тяжёлые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд., 1991. – 151 с.
10. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 436 с.
11. Кармова Е. А. Кадмий в почвах, растениях, удобрениях / Е. А. Кармова, Ю. А. Потатуева // Химизация сельского хозяйства. – М. : Наука, 1990. – № 2. – С. 15–21.
12. Козаренко А. Е. Свинец в растениях / А. Е. Козаренко // Свинец в окружающей среде. – М. : Наука, 1987. – 180 с.
13. Матвеев Н. М. Экологические основы аккумуляции тяжёлых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье / Н. М. Матвеев, В. А. Павловский, Н. В. Прохорова. – Самара : Самар. ун-т, 1997. – 215 с.
14. Ринькис Г. Я. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами / Г. Я. Ринькис, В. Ф. Ноллендорф. – Рига : Зинатне, 1982. – 304 с.
15. Тойкка М. А. Содержание тяжёлых металлов в растениях и почвах / М. А. Тойкка // Химия в сельском хозяйстве. – 1985, № 6. – С. 49–51.
16. Удрис Г. А. Биологическая роль цинка / Г. А. Удрис, Я. А. Нейланд. – Рига : Зинатне, 1981. – 180 с.
17. Удрис Г. А. Биологическая роль меди / Г. А. Удрис, Я. А. Нейланд. – Рига : Зинатне, 1990. – 189 с.

18. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных и человека / под общ. ред. П. А. Власюка. – К. : Наук. думка. 1979. – 280 с.
19. Цинк и кадмий в окружающей среде. – М. : Наука, 1992. – 164 с.
20. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – Л. : Наука, 1974. – 324 с.
21. Цветкова Н. Н. Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах Степной зоны Украины (Изд. 2-е, уточн. и доп.) / Н. Н. Цветкова. – Д. : ООО «Стэнли», 2013. – 216 с.
22. Цветкова Н. М. Важкі метали у рослинах аренних лісових екосистем / Н. М. Цветкова, М. С. Якуба // Матеріали XII з'їзду Українського ботанічного товариства (Одеса, 15–18 травня 2006 р.). – Одеса, 2006. – С. 176.
23. Цветкова Н. М. Мідь у лісових екосистемах Присамар'я Дніпровського / Н. М. Цветкова, М. С. Якуба // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель : міжвузів. зб. наук. пр. – Вип. 11 (36) – Д. : РВВ ДНУ, 2007. – С. 15–21.
24. Якуба М. С. Моніторинг умісту кадмію і цинку у біогеоценозах зеленої мережі Присамар'я Дніпровського / М. С. Якуба // Екологія та ноосферологія. – Том. 16. № 3–4. – Д., 2005. – С. 263–272.
25. Якуба М. С. Вміст важких металів у компонентах паркових деревних угруповань міста Дніпропетровськ / М. С. Якуба // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель : міжвузів. зб. наук. пр. – Вип. 40. – Д. : РВВ ДНУ. 2011. – С. 76–81.

Надійшла до редколегії 14.10.2015

УДК 581.93

Л. О. Кармизова

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,
НДІ біології*

АНАЛІЗ ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ КОЛИШНЬОГО БАЙРАЧНОГО КОМПЛЕКСУ БАЛКИ ЧАПЛИНА У м. ДНІПРОПЕТРОВСЬК

Наведено біоекологічний аналіз флористичного різноманіття та аналіз адвентивної фракції флори колишнього байрачного комплексу балки Чаплина у м. Дніпропетровськ. Список видів складено на основі власних досліджень, літературних джерел та гербарних матеріалів.

Ключові слова: біорізноманіття, балка Чаплина, байрачний комплекс, екоморфи, антропогенна фракція, рідкісні види судинних рослин.

А. Кармизова

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
НИИ биологии*

АНАЛИЗ ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ БЫВШЕГО БАЙРАЧНОГО КОМПЛЕКСА БАЛКИ ЧАПЛИНА В г. ДНЕПРОПЕТРОВСК

Приведен биоэкологический анализ флористического разнообразия и анализ антропогенной фракции флоры бывшего байрачного комплекса балки Чаплина в городе Днепропетровске. Список видов составлен на основе собственных исследований, литературных источников и гербарных материалов.

Ключевые слова: биоразнообразие, балка Чаплина, байрачный комплекс, экоморфы, антропогенная фракция, редкие виды сосудистых растений.

L. A. Karmuzova

*O. Honchar Dnipropetrovsk National University***ANALYS OF FLORISTIC DIVERSITY OF FLORA OF THE FORMER
RAVINE COMPLEX OF RAVINE CHAPLIN IN THE CITY
OF DNIPROPETROVSK**

The bioecological analysis of floristic diversity and the analysis of anthropogenic faction of flora of the former ravine complex of ravine Chaplin in the city of Dnepropetrovsk was conducted. The list of species is based on their own research, literature and herbarium materials.

Key words: biodiversity, ravine Chaplin, ravine complex, anthropogenic fraction, rare species of vascular plants.

Рослинний покрив є одним із найважливіших компонентів природних ландшафтів; його стан є підґрунтям для оцінки екологічного стану будь-якої території.

За ініціативи Мінекоресурсів у 2000 році, згідно з Законом України «Про рослинний світ» [12], відповідно до ратифікації міжнародної Конвенції про біорізноманіття [14], проводиться створення Державного кадастру рослинного світу України [18]. Головною його метою є облік та моніторинг кількісних і якісних змін рослинного світу. До першочергових завдань належить інвентаризація флори, рослинності та рослинних ресурсів. Збереження біологічного різноманіття – найважливіша сучасна екологічна проблема.

Балка Чаплина – це один із байрачних комплексів околиць колишнього міста Катеринослава. Вона знаходиться у Південній частині сучасного міста Дніпропетровськ (прилягає до ж/м Тополя). Протягом багатьох десятиріч балка зазнавала значного антропогенного навантаження. Поблизу неї розташовані житлові масиви, промислові підприємства (особливо уздовж правого схилу балки), відстійники заводу пресів, інші очисні споруди, нафтосховище, нафтоперегінний завод тощо. Стоки промислових підприємств та зливаю каналізація направлені у тальвег балки. Вздовж правого схилу балки проходить залізниця (від станції – «Зустрічна»). Лівий схил балки забудований приватними гаражами. Територія балки фрагментарно засмічена твердим побутовим сміттям.

Згідно з фізико-географічним районуванням України територія балки Чаплина відноситься до Сурсько-Дніпровського району степової області південних відрогів Придніпровської височини, Правобережно-Дніпровської північно-степової провінції Степової підзони Степової зони України з відповідними характеристиками клімату, геоморфології, ґрунтів та рослинності. Поверхня району характеризується типовим водно-ерозійним рельєфом із густою балковою мережею. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами звичайними малогумусними та еродованими ґрунтами (50–70 %). У минулому тут на плакорі панували різнотравно-типчакowo-ковилові степи. Тепер вони розорані, або є територіями населених пунктів [24]. У заплавах та пригирлових ділянках подібних балок формуються рівнинні ґрунти, які звичайно поділяють на три групи: елювіальні, транзитні, надводно-підводні [23].

Відповідно до геоботанічного районування [10] досліджувана територія належить до Софіївсько-Марганецького геоботанічного району Бузько-Дніпровського округу різнотравно-типчакowo-ковилових степів, Приазовсько-Чорноморської степової підпровінції Понтичної степової провінції Європейсько-Азіатської степової області.

Досліджена територія являє собою верхню частину балки Чаплина (яка входить у межі м. Дніпропетровськ) із широким тальвегом та крутими схилами.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом дослідження була флора різних біотопів території балки Чаплина.



Рис. 1. Схема дослідженої території Балки Чаплина

Предмет дослідження – аналіз флори судинних рослин балки Чаплина.

Матеріал було зібрано у різні періоди вегетаційних сезонів під час маршрутних та напівстаціонарних досліджень у період з 2013 по 2014 рр.

Дослідження проводилися за загальноботанічними методами збирання, гербаризації, визначення видів [8; 16; 20; 21; 25; 26; 31].

Біоекологічний аналіз флори проведено на основі системи екоморф О. Л. Бельгарда [5] за основними екоморфами – геліо-, гігро-, трофо- та ценоморфами (табл. 1). При визначенні екоморф враховувалися як чисті (наприклад, He, Sc, Ms, X та інші), так і змішані екоморфи (MsX), в останньому випадку друга складова є основною, а перша – уточнююча. При визначенні екоморф використовували ряд літературних джерел [1; 11; 13; 15; 22].

Аналіз адвентивної фракції наведено за монографіями В. В. Протопопової [19] та Р. І. Бурди [7].

Результати досліджень і їх обговорення. Флора судинних рослин балки Чаплина відповідає зональній степовій флорі, зокрема флорі байрачного комплексу, який дуже трансформований антропогенними факторами.

Флора судинних рослин балки Чаплина налічує 292 види, які відносяться до 54 родин, 208 родів. Найбільшою кількістю видів представлені родини: Asteraceae (44 види), Poaceae (26 видів), Brassicaceae (26 видів), Lamiaceae (21 вид), Fabaceae (18 видів), Rosaceae (16 видів), Apiaceae (11 видів) та Caryophyllaceae (11 видів). Цей спектр родин в основному співпадає зі спектром родин флори Дніпропетровської області [22].

За екоморфічним аналізом флори виявлено, що серед життєвих форм найбільшу кількість видів складають багаторічники (136 видів), інші види налічуються у меншій кількості (однорічники – 63 види, дворічники – 50 видів, деревні види – 24 види, кущі – 19 видів). У складі флори серед геліоморф переважають геліофіти – 147 видів (майже 50 %), серед гігроморф – мезофіти (145 видів). За типом живлення більшість видів – мезотрофи (162 види). За ценоморфічним аналі-

зом у складі флори переважають рудеранти – 115 видів, що свідчить про антропогенну трансформованість території, степанти складають 60 видів, пратанти – 48 видів, сільванти – 43 види, 11 видів – представники болотної фракції та 12 видів – псаммофіти (табл. 1).

Таблиця 1

Біоекологічний аналіз флори балки Чаплина

Життєві форми		Геліоморфи		Гігроморфи		Трофоморфи		Ценоморфи	
Arb	24	He	147	X	131	OgTr	16	Hal	2
Fr	19	Sc	0	Ms	145	MsTr	162	Ptr	2
Per	136			Hg	15	MgTr	52	Pal	11
Bien	50					AlkTr	11	Pr	48
Ann	63							Ps	12
								Ru	115
								Sil	43
								St	60

Умовні позначення: життєві форми: Arb – дерево, Fr – кущ, Per – багаторічник, Bien – дворічник, Ann – однорічник; геліоморфи: He – геліофіт (світлолюбів), Sc – сціофіт (тіньовинослив); гігроморфи: X – ксерофіт (посухостійкі рослини), Ms – мезофіт (рослина середніх за зволоженістю місцезростань), Hg – гігрофіт (зволожених місцезростань); ценоморфи: Aq (Aqant) – аквант (водяний); Pal (Paludosus) – палюдант (болотний); Pr (Pratensis) – пратант (лучний); Sil (Silvaticus) – сільвант (лісовий); Ps (Psammophyton) – псаммофіт (вид піщаних ґрунтів); Ru (Ruderatus) – рудерант (бур’янистий); Hal (Halophyton) – галофіт (вид засоленних ґрунтів).

Щодо аналізу адвентивної фракції, розрізняють дві групи рослин за антропо-толерантністю: види рослин, які не поширюються в антропогенних екосистемах, і види, які адаптовані до таких умов. Останні розділяють на апофіти (автохтонні – місцеві) та антропофіти (аллохтонні – адвентивні) [11]. Антропофіти розділяють за трьома ознаками – способом занесення, часом занесення та ступенем натуралізації [7; 11; 19]. За способом занесення виділяють: аколотофіти (АКФ) – випадково занесені види рослин, що розвинули подальшу експансію; ергазіофіти (ЕРФ) – рослини, занесені людиною умисно, що періодично дичавіють з культури; ксенофіти (КСФ) – випадково занесені види рослин, які значного поширення не отримали. За часом занесення розрізняють: археофіти (АРФ) – рослини, які занесені в Україну до XV ст.; кенофіти (КФ) – рослини, що з’явилися на території України з XV до XX ст.; евкенофіти (ЕКФ) – рослини, що з’явилися у XX ст. За ступенем натуралізації виділяють: агріофіти (АГФ) – рослини, що зростають у природних та напів-природних угрупованнях та являють собою вищий ступінь натуралізації; епекофіти (ЕПФ) – рослини, що стійко закріпилися і постійно відновлюються у вторинних фітоценозах; ергазіофіти (ЕРФ) – рослини, розповсюджені у агроценозах; ефемерофіти (ЕФФ) – рослини, що не отримали постійного місця у ценозах та екотопах [7; 11].

Серед адвентивної фракції досліджуваної флори виявлено 22 види судинних рослин, які відносяться до 13 родин, 20 родів (табл. 2).

Таблиця 2

Аналіз адвентивної фракції балки Чаплина

Родина	Вид	Антропофіти			
		Спосіб занесення	Час занесення	Ступінь натуралізації	Первинний ареал
Aceraceae	Acer negundo L.	ЕРФ	ЕКФ	ЕПФ	Пн. Америка
Amaranthaceae	Amaranthus albus L.	АКФ	ЕКФ	ЕПФ	Пн. Америка
	Amaranthus blitoides S.Watson	АКФ	ЕКФ	ЕРФ	Пн., Центр. Америка

Родина	Вид	Антропофіти			
		Спосіб занесення	Час занесення	Ступінь натуралізації	Первинний ареал
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	АКФ	КФ	ЕПФ	Америка
Asclepiadaceae	<i>Asclepias syriaca</i> L.	АКФ	ЕКФ	ЕПФ	Пн. Америка
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisifolia</i> L.	АКФ	ЕКФ	ЕПФ	Пн. Америка
	<i>Conyza canadensis</i> L. Cronq.	ЕРФ	ЕКФ	ЕФФ	Пн. Америка
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	АКФ	ЕКФ	АГФ	Пн. Америка
	<i>Grindelia squarrosa</i> (Pursh) Dunal	АКФ	ЕКФ	ЕФФ	Пн. Америка
	<i>Iva xanthiifolia</i> Nutt.	АКФ	ЕКФ	ЕПФ	Пн. Америка
	<i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.	АКФ	ЕКФ	ЕПФ	Пн. Америка
Brassicaceae	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	АКФ	АРФ	АГФ	Середземномор'я
Cannabaceae	<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch.	КСФ	АРФ	ЕПФ	Центр. Азія
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	ЕРФ	ЕКФ	ЕПФ	Пд. Європа, Центр. Азія
Fabaceae	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	ЕРФ	ЕКФ	ЕФФ	Пн. Америка
	<i>Robinia pseudacacia</i> L.	ЕРФ	ЕКФ	ЕФФ	Пн. Америка
Nyctaginaceae	<i>Oxybaphus nyctagineus</i> (Michx.) Sweet	АКФ	ЕКФ	ЕПФ	Пн. Америка
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> L.	АКФ	ЕКФ	ЕПФ	Пн. Америка
Rosaceae	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	ЕРФ	ЕКФ	ЕПФ	Тянь-Шань
Salicaceae	<i>Salix fragilis</i> L.	АКФ	АРФ	АГФ	Мала Азія
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	АКФ	АРФ	ЕПФ	Пд-Сх. Азія
	<i>Lycium barbatum</i> L.	ЕРФ	ЕКФ	ЕПФ	Китай

Аналіз адвентивної фракції балки Чаплина показує (табл. 2), що серед родин судинних рослин найбільшою кількістю адвентивних видів представлена родина *Asteraceae* Dumort. (шість видів), меншою за кількістю – родина *Amaranthaceae* Juss. (три види), та по одному-два види інші родини – *Fabaceae* Lindl., *Solanaceae* Juss., *Aceraceae* Juss., *Asclepiadaceae* R. Br., *Brassicaceae* Burnett, *Cannabaceae* Endl., *Elaeagnaceae* Juss., *Nyctaginaceae* Juss., *Salicaceae* Mirbel, *Rosaceae* Juss., *Onagraceae* Juss. тощо За способом занесення переважають аколотофіти (14 видів), меншою кількістю представлені ергазіофіти (сім видів) та один ксенофіт – *Cannabis ruderalis* Janisch. За часом занесення переважають види судинних рослин, які були занесені на територію України у XX ст. – еуконофіти (17 видів), чотири види є археофіти: *Cardaria draba* (L.) Desv., *Cannabis ruderalis* Janisch., *Salix fragilis* L., *Datura stramonium* L., один вид (*Amaranthus retroflexus* L.) – є ке-нофіт. За ступенем натуралізації найбільшою кількістю представлені епекофіти (14 видів), найменшою кількістю представлені ефемерофіти, серед яких зустрічаються чотири види судинних рослин, та агріофіти, з яких три види – *Galinsoga parviflora* Cav., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Salix fragilis* L., ще один вид є ергазіофіт – *Amaranthus blitoides* S. Watson. У більшості видів первинним ареалом є Північна Америка, але зустрічаються види з Центральної Азії (*Cannabis ruderalis*

Janisch.), Південно-Східної Азії (*Datura stramonium* L.), Малої Азії (*Salix fragilis* L.), Китаю (*Lycium barbatum* L.), Південної Європи (*Elaeagnus angustifolia* L.) та Середземномор'я (*Cardaria draba* (L.) Desv.).

Созологічний аналіз дослідженої флори балки Чаплина показав наявність чотирьох видів судинних рослин, які занесені до Червоного списку Дніпропетровської області: *Allium podolicum* (Asch. et Graebn.) Blocki ex Racib, *Stipa capillata* L., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. та *Amigdalus nana* L. [28; 29]. Серед них два види, які включені до Червоної книги України: *Stipa capillata* L. та *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., з категорією рідкості – неоцінений [27].

Висновки. Балка Чаплина являє собою колишній природний байрачний комплекс із частково відновленими лісовими ценозами та значно урбанізованою основною територією.

Флора судинних рослин дослідженої території балки Чаплина нараховує 292 види, які відносяться до 208 родів та 54 родин. В її складі переважають родини: *Asteraceae* – 44 видів, *Poaceae* – 26 видів, *Brassicaceae* – 26 видів, *Lamiaceae* – 21 вид, *Fabaceae* – 18 видів, *Rosaceae* – 16 видів, *Apiaceae* – 11 видів та *Caryophyllaceae* – 11 видів.

За екоморфічним аналізом найбільшою кількістю представлені багаторічники – 136 видів, геліофіти – 147 видів, мезофіти – 60 видів, мезотрофи – 162 види, рудеранти – 115 видів.

Адвентивна флора судинних рослин дослідженої території балки Чаплина представлена 22 видами, які відносяться до 20 родів та 13 родин.

Аналіз адвентивної фракції показав, що за способом занесення переважають аколотофіти – 14 видів; за часом занесення найбільшою кількістю представлені еукенофіти – 17 видів, за ступенем натуралізації переважають епекофіти – 14 видів.

Первинний ареал більшості видів адвентивної фракції є Північна Америка. Первинним ареалом інших видів є Центральна Азія, Південно-Східна Азія, Мала Азія, Китай, Південна Європа та Середземномор'є.

Чотири види судинних рослин [*Allium podolicum* (Asch. et Graebn.) Blocki ex Racib, *Stipa capillata* L., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *Amigdalus nana* L.] з дослідженої території балки включені до Червоного списку Дніпропетровської області, два з них (*Stipa capillata* L., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.) включені до Червоної книги України.

Щодо раціональної організації урболандшафтів з метою покращення рекреаційного потенціалу можна рекомендувати кращий нагляд за територією балки Чаплина із збереженням існуючої флори та рослинності, особливо – рідкісних та зникаючих видів та ценозів.

Бібліографічні посилання

1. Барановський Б. А. Растительность руслового равнинного водохранилища (на примере Запорожского (Днепроовского) водохранилища) / Б. А. Барановский – Д. : Изд-во Днепропетр. ун-та, 2000. – 172 с.
2. Барановський Б. О. Адвентивна флора м. Дніпропетровськ / Б. О. Барановський, І. А. Іванько, Л. О. Кармизова // II Всеукр. наук. конф. «Синантропізація рослинного покриву України» (27–28 вересня 2012 р.): тези наук. доп. – Київ–Переяслав–Хмельницький, – 2012. – С. 15–18.
3. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард – К., 1950. – 258 с.
4. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры / Р. И. Бурда. – К. : Наук. думка, 1991. – 168 с.
5. Визначник рослин України. – К. : Урожай, 1965. – 876 с.
6. Геоботаничне районування Української РСР / відп. ред. А. І. Барбарич. – К. : Наук. думка, 1977. – 304 с.

7. Екофлора України / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта, В. В. Протопопова та ін. / відп. ред. Я. П. Дідух. – К. : Фітосоціоцентр, 2000 2010. – Т. I. – VI.
8. Закон України «Про рослинний світ» / Верховна Рада України; Закон від 09.04.1999 № 591-XIV.
9. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / Д. В. Дубына, С. Гейны, З. Гроудова и др. – К. : Наук. думка, 1993. – 433 с.
10. Малишева Н. Р. Правові засади впровадження в Україні Конвенції про біорізноманіття / Н. Р. Малишева, В. І. Олещенко. – К., 2003. – 176 с.
11. Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной полосы) / Н. М. Матвеев. – Самара : «Самарский университет», 2006 – 310 с.
12. Определитель высших растений Украины. – К. : Наук. думка, 1987. – 545 с.
13. Про затвердження порядку ведення державного обліку і кадастру рослинного світу. Постанова від 22 лютого 2006 р. № 195. – Київ.
14. Протопопова В. В. Синантропная флора Украины и пути её развития / В. В. Протопопова. – К. : Наук. думка, 1991. – 204 с.
15. Раменский Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы / Л. Г. Раменский. – Л. : Наука, 1971. – 334 с.
16. Скворцов А. К. Гербарий. Пособие по методике и технике / А. К. Скворцов. – М. : Наука, 1977. – 199 с.
17. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів / В. В. Тарасов – Д. : Вид-во ДНУ, 2005. – 276 с.
18. Травлеев А. П. Материалы к номенклатуре и классификации лесных почв подзоны настоящих степей / А. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения. – Д. : ДГУ, 1972. – Вып. 3. – С. 16–22.
19. Физико-географическое районирование УССР – К. : КГУ, 1968. – С. 386 – 408.
20. Флора европейской части СССР / под ред. А. А. Федорова. – Л. : Наука, 1974 – 1989. – Т. I. – VIII.
21. Флора УССР – К. : Вид-во Академії наук УРСР, – 1935 – 1965. – Т. I–XII.
22. Червона книга України. Рослинний світ. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
23. Червона книга Дніпропетровської області. Рослинний світ. – Д. : ВКК «Баланс-Клуб», 2010. – 500 с.
24. Червоний список видів рослин і тварин Дніпропетровської області. (Затверджений рішенням обл.ради депутатів 27.12.11р., № 219-10/VI) – 27 с.
25. Sergei L. Mosyakin. Vascular plants of Ukraine. Nomenclatural checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedorochuk. – К., 1999. – 346 с.

Надійшла до редколегії 22.09.2015

УДК 634.41

А. Ф. Кулік

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ГРУНТОВЕ ДИХАННЯ ЯК ПОКАЗНИК БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГРУНТІВ ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПРИСАМАР'Я

Представлено результати досліджень одного з показників біологічної активності ґрунтів – вміст вуглекислого газу, що характеризує інтенсивність дихання у ґрунтах. Встановлено, що біологічна активність ґрунтів досліджуваних насаджень

Quercus robur L наближувалася до активності у природних лісових біогеоценозах і залежала від сезонної динаміки, типу лісорослинних умов, типу деревостану, вологості та ін.

Ключові слова: біогеоценози, лісові насадження, ґрунти, вміст вуглекислого газу, сезонна динаміка.

А. Ф. Кулик

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ПОЧВЕННОЕ ДЫХАНИЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ПРИСАМАРЬЯ

Представлены результаты исследований одного из показателей биологической активности почв – содержание углекислого газа, характеризующее интенсивность дыхания в почвах. Установлено, что биологическая активность почв исследованных насаждений *Quercus robur* L приближается к активности в природных лесных биогеоценозах и зависела от сезонной динамики, лесорастительных условий, типа древостоя, влажности и др.

Ключевые слова: биогеоценозы, лесные насаждения, почвы, содержание углекислого газа, сезонная динамика.

A. F. Kulik

O. Hochar Dnipropetrovsk National University

SOIL RESPIRATION AS A SOILS BIOLOGICAL ACTIVITY INDICATOR OF THE PRISAMAR'YA FOREST ECOSYSTEM

Soil respiration (respiration of soil, soil gas exchange) is an important process in the global carbon cycle on our planet. In scientific literature the essence of this exceptional natural phenomena and its biosphere role aren't revealed. Even, at the individual soils or soil types level of soil respiration ecological-functional communication with environment factors were not systematized. There are no generalized publications. This situation becomes clearer then we take into consideration we are dealing with a multi-faceted and multicomponent process. Only practical interest to soil respiration as an indicator characterizing some extent soil biological activity is not promoted the scholarly insight development in this sphere. Modern environmental problems, such as greenhouse gases accumulation in the atmosphere and the environment and climate related changes put some practical and scientific problems to the society. Underinvestigated soil gaseous interchange function both at the individual structural elements-ecosystems and biogeosphere level does absolutely necessary research in this area in the perspective of soil respiration enhanced studying the carbon soil content was examined: within steppe virgin soil, oak mixed forest with lime and ash watershed steep slope, oak mixed forest with lime and ash in central floodplain, fresh subor, oak planting, dry-mesic robinia planting, as well as soils of fresh oak mixed forest with Norway maple and ash (the Northern exposure slope), oak mixed forest with elm and ash (the Southern exposure slope), oak mixed forest with ash and acer (valley line) wooded ravine of the Dnipro Deep Prisamar'ye.

Researches were executed by Karpachevskiy field adsorption CO₂ determination. Seasonal dynamics (spring, summer, autumn) was studied. Obtained results were treated mathematically.

The dynamics of soil carbon dioxide generation indicates the biggest amount was found in summer and in spring, in autumn the number of carbon dioxide was significantly lower. In spring the largest carbon dioxide generation was observed in fresh subor less in oak plantations and in valley bottom soils of oak mixed forest with lime and ash. In summer in these same natural ecosystems the most of carbon dioxide (10.12; 9.28 and 6.55 kg CO₂ per 1 m²/hour, respectively) was detected. Also, oak plantations have a high level of carbon dioxide generation (5.36 and 6.80 kg CO₂ per 1 m²/hour in the spring and summer, respectively) activity, these characteristic values were smaller in the robinia plantations and watershed steep slope oak mixed forest with ash and acer. Comparison

study of natural and artificial forest ecosystems with natural steppe ecosystem indicates that only the soils of the watershed steep slope oak mixed forest with ash and acer were had lowest carbon dioxide generation, in other studied ecosystems these characteristic values were significantly more than in the steppe vergine soil.

The dynamics of soil carbon dioxide generation by wooded ravine Glybokiy shows superior activity in summer, a little less in spring, and the smallest it in autumn. The greatest biological activity was observed in soils of oak mixed forest with elm and maple on the southern exposure slope, less in the valley line, and on the Northern exposure slopes. Southern exposure was the most active, North one was the most passive, and Central one was mean. This is explained by geographical location and complete sunlight on these exposed sites. Comparative analysis of soils carbon dioxide generation indicates the zonal soils (ordinary chernozem) has no respiratory activity than wooded ravine soils; this is especially true for the oak mixed forest with elm and ash soils on the southern exposure and the wet oak mixed forest with ash and maple wooded ravine. In spring, in summer and in autumn soil carbon dioxide generation in the oak plantations was even more than in natural wooded ravine ecosystem soils on Northern exposure.

Thus, it was found that the biological activity of the oak plantations soil was as activity in the natural forest ecosystems and dependent on seasonal dynamics, a type of forest growth conditions, such as humidity, forest stand and others.

Key words: forest ecosystems, forest plantations, soils, carbon dioxide content, seasonal dynamics.

Ґрунтове дихання (дихання ґрунту, ґрунтовий газообмін) є важливим процесом у глобальному циклі вуглецю на нашій планеті. У науковій літературі ще недостатньо розкрито суть цього виняткового природного явища, його роль у біосфері. Навіть на рівні окремих ґрунтів або ґрунтових типів еколого-функціонального зв'язку ґрунтового дихання з чинниками середовища не систематизовано. Немає узагальнюючих публікацій. Становище, що склалося, стає зрозуміліше, якщо взяти до уваги, що ми маємо справу з багатогранним, багатокомпонентним процесом. Чисто практичний інтерес до ґрунтового дихання як показника, що характеризує в якійсь мірі біологічну активність ґрунту, не сприяв розвитку глибших наукових знань у цій галузі. Ґрунтовий покрив планети виконує множинні екологічні функції в біосфері, підтримуючи постійну взаємодію, обмін речовиною і енергією між атмосферою, поверхневими водами і літосферою [3]. Сучасні екологічні проблеми, одна з яких накопичення парникових газів в атмосфері і пов'язані з цим зміни довкілля і клімату, поставили перед суспільством низку практичних і наукових завдань. Слабо вивчена функція ґрунтового газообміну як на рівні окремих структурних елементів – біогеоценозів, так і на рівні біогеосфери робить абсолютно необхідними дослідження в цій сфері [1].

З метою більше дізнатися про ґрунтове дихання було досліджено вміст вуглекислого газу в ґрунті.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктами досліджень є ґрунти: степової цілини (ПП № 201), липово-ясеневі пристінні діброви (ПП 207), липово-ясеневі діброви центральної заплави (ПП 209), свіжого субору (ПП 212), насадження дуба черешчатого (ПП 224), штучних акацієвих насаджень сухуватого типу зволоження, байрака Глибокого [2; 7].

Дослідження проводилися за польовим адсорбційним методом визначення CO_2 за Карпачевським [4].

Результати і обговорення. Головними джерелами CO_2 в ґрунті є життєдіяльність мікроорганізмів і ґрунтової фауни, дихання коріння, ферментативна активність ґрунту, фізико-хімічні процеси та ін. [4]. Головна роль в утворенні CO_2 в ґрунті відводиться мікроорганізмам [5].

Динаміка виділення вуглекислого газу ґрунтом свідчить про те, що найбільша його кількість виявлена влітку і навесні, восени кількість вуглекислого газу була достовірно нижча (табл. 1). Найбільше виділення вуглекислого газу весною спостерігалось у свіжому суборі менше в насадженнях дуба звичайного і у ґрун-

тах заплавної липово-ясеневій діброві. У цих же природних біогеоценозах улітку виявлено найбільшу кількість вуглекислого газу (10,12 ; 9,28 та 6,55 кг CO₂ на 1 м² у годину відповідно). Насадження дуба звичайного також характеризувалися високою активністю виділення вуглекислого газу (5,36 і 6.80 кг CO₂ на 1м² у годину відповідно весною та влітку, меншими ці показники були в насадженнях білої акації та в пристінній липово-ясеневій діброві. Порівняння досліджуваних природних і штучних лісових біогеоценозів із природним степовим біогеоценозом свідчить про те, що тільки ґрунти пристінної липово-ясеневій діброві відрізнялись найменшим виділенням вуглекислого газу, у інших досліджуваних біогеоценозах ці показники були значно більшими, ніж у степовому біогеоценозі (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка виділення вуглекислого газу ґрунтами природних лісових біогеоценозів та штучних насаджень

Біогеоценоз	Кількість CO ₂ , кг на 1м ² в годину		
	Травень	Липень	Вересень
Степова цілина (ПП № 201)	3,96 ± 0,1	5,72 ± 0,2	3,26 ± 0,1
Липово-ясенєва пристінна діброва (ПП № 207)	3,52 ± 0,1	4,12 ± 0,2	2,64 ± 0,1
Насадження дуба звичайного (ПП № 224)	5,36 ± 0,2	6,8 ± 0,5	3,08 ± 0,2
Свіжий субір (ПП № 211)	5,63 ± 0,2	10,12 ± 0,3	3,24 ± 0,1
Липово-ясенєва діброва центральної заплави (ПП № 209)	4,93 ± 0,2	9,28 ± 0,5	6,55 ± 0,3
Насадження білої акації сухуватого типу	4,1 ± 0,2	5,3 ± 0,2	3,24 ± 0,2

Динаміка виділення вуглекислого газу ґрунтами байраку Глибокого показує переважаючу активність улітку, трохи меншу весною, найменшу восени. Найбільша біологічна активність спостерігалася у ґрунтах бересто-кленової діброви на схилі південної експозиції, менша – у тальвегу і на схилах північної експозиції. Південна експозиція виявилася найактивнішою, північна найпасивнішою, а центральна середньою. Це пояснюється географічним місцезнаходженням та потраплянням сонячних променів на ці пробні площі (табл. 2). Порівняльна характеристика процесу виділення вуглекислого газу ґрунтами свідчить про те, що для зональних ґрунтів (чорнозем звичайний) притаманна нижча активність дихання, ніж для ґрунтів байраку, особливо це стосується ґрунтів бересто-ясеневій діброви на південній експозиції та вологої ясенєво-пакленової діброви байраку. Весною, влітку і восени виділення вуглекислого газу ґрунтами у насадженнях дуба звичайного було навіть більшим ніж у ґрунтах природних байрачних біогеоценозів північної експозиції.

Таблиця 2

Динаміка виділення вуглекислого газу ґрунтами байраку Глибокого

Біогеоценоз	Кількість CO ₂ , кг на 1 м ² у годину		
	Травень	Липень	Вересень
Степова цілина (ПП № 201)	3,96 ± 0,1	5,72 ± 0,2	3,26 ± 0,1
Насадження дуба звичайного (ПП № 224)	5,36 ± 0,2	6,8 ± 0,5	3,08 ± 0,2
Свіжа гострокленово-ясенєва діброва (схил півн. експозиц.)	3,6 ± 0,2	4,76 ± 0,2	2,9 ± 0,1
Бересто-ясенєва діброва (схил південної експозиції)	5,34 ± 0,4	9,68 ± 0,4	4,86 ± 0,2
Волога ясенєво-пакленова діброва (тальвег)	5,28 ± 0,2	7,28 ± 0,5	4,7 ± 0,2

Висновки. Динаміка виділення вуглекислого газу ґрунтом свідчить про те, що найбільша його кількість виявлена влітку і навесні, восени кількість вуглекислого газу була достовірно нижча. Порівнюючи ґрунти лісових насаджень, природних лісових біогеоценозів і степової цілини бачимо, що найбільш активне виділення вуглекислого газу спостерігається в ґрунтах насадження дуба звичайного, липово-ясеневої діброви, центральної заплави і суборі. Це свідчить про те, що інтенсивність процесів «дихання» в штучних насадженнях дуба звичайного суттєво не відрізняється від природних біогеоценозів. У степових біогеоценозах вона значно нижча.

Таким чином, встановлено, що біологічна активність ґрунтів досліджуваних штучних лісових біогеоценозів достовірно не відрізнялася від активності у природних лісових біогеоценозах і залежала від сезонної динаміки, типу лісорослинних умов, типу деревостану, вологості та ін.

Бібліографічні посилання

1. Бабьева И. П. Биология почв / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М., 1983.
2. Белова Н. А. Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлеев. – Д. : Изд-во Днепропетр. ун-та, 1999.
3. Добровольский Г. В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г. В. Добровольский, А. А. Никитин. – М., 1990.
4. Карпачевский Л. О. Жизнь почвы / Л. О. Карпачевский. – М. : Наука, 1989. – 63 с.
5. Макаров Б. Н. Газовый режим почвы / Б. Н. Макаров. – М. : Агропромиздат, 1988.
6. Мина В. Н. Биологическая активность лесных почв и ее зависимость от физико-географических условий и состава насаждений / В. Н. Мина // Почвоведение. – 1957. – № 10.
7. Травлеев А. П. Лес и почва в условиях степи / А. П. Травлеев, Л. П. Травлеев. – Днепропетровск: ДГУ, 1988. – 85 с.
8. Черняк В. И. Ґрунти Дніпропетровської області / В. И. Черняк, В. П. Глухохід. – Дніпропетровськ : Промінь, 1969. – 50 с.

Надійшла до редколегії 16.06.2015

УДК 581.93:577

Б. О. Барановський

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ФІТОКОМПЛЕКСИ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНОЇ МАЛОЇ РІЧКИ ЯК СКЛАДОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЕКОМЕРЕЖІ СТЕПУ УКРАЇНИ

Проаналізовано фіторізноманіття басейну ріки Чаплина. У складі флори переважають ксерофітні види. У ценоморфічній структурі переважають рудеральні (31 %) і степові (27 %) види. Така рудералізація флори свідчить про значну антропогенну трансформацію. Із 117 рудеральних видів – 17 адвентивні.

Флористичне різноманіття басейну ріки Чаплина (383 види) нижче у порівнянні з долинними ландшафтами інших малих річок Південного Степу України.

Ключові слова: екомережа, екокоридор, фіторізноманіття, екотопи, рідкісні види, заплава.

Б. А. Барановский

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ФИТОКОМПЛЕКСЫ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ МАЛОЙ РЕК КАК СОСТАВНОЙ ЭЛЕМЕНТ ЭКОСЕТИ СТЕПИ УКРАИНЫ

Приведен анализ фиторазнообразия бассейна реки Чаплина. В составе флоры преобладают ксерофитные виды. В ценоморфичной структуре преобладают рудеральные (31 %) и степные (27 %) виды. Такая рудерализация флоры свидетельствует о значительной антропогенной трансформации. Из 117 рудеральных видов – 17 являются адвентивными.

Флористическое разнообразие бассейна р. Чаплина (383 вида) низшее по сравнению с долинными ландшафтами других малых рек Северной Степи Украины.

Ключевые слова: экосеть, экоридор, фиторазнообразие, экотопы, редкие виды, пойма.

B. A. Baranovsky

O. Hochar Dnipropetrovsk National University

PHYTOCOMPLEXES OF A MAN-MADE TRANSFORMED SMALL RIVER AS A COMPONENT OF UKRAINIAN STEPPE ECONETWORK

Ukrainian steppe territory econetwork includes territories attached to river valleys and temporary currents (ravines) which serve as ecocorridors. Not all these econetwork elements have sufficient level of phytodiversity but are necessary migration ways for some species of animals and plants. The local reserve territory "River Chaplyna" is a part of Samarsky ecocorridor of Ukrainian national level econetwork and is its structure element. The territory includes flood-land and ravine areas, natural and man-made water reservoirs. A long-term anthropogenic influence led to area reduction of natural phytocenoses and simplification of their structure.

Xerophyte species outnumber in the flora composition. Ruderal (31%) and steppe (27%) species outnumber in cenomorphic structure. Such a flora ruderalization is the evidence of the considerable anthropogenic transformation: 17 out of 117 ruderal species are adventive.

Floristic phytodiversity of r. Chaplyna basin (383 species) is almost the least compared to valley landscapes of other small rivers of Ukrainian Northern Steppe (r. Bagatenka – 563 species, r. Vorona – 554 species, r. Solomchina – 481 species, r. Tatarka – 446 species, r. Bereznegovata – 365 species). The number of rare species is also comparatively poor.

Giving a reserve status to this territory and including it to "Ukrainian Econetwork" system will not only contribute to the increase of species and cenotic diversity but also provide augmentation of rare and disappearing kinds of plants.

Key words: econetwork, ecocorridor, phytodiversity, ecotopes, rare species, flood-lands.

Природні комплекси лісостепової та степової зон України внаслідок багато-річної антропогенної трансформованості відрізняються найбільшою фрагментацією, а територія Степу є найбільш порушеною (Екомережа степової зони, 2013). Природні комплекси збереглися тут виключно на територіях долин річок та балок. Тому простір Степу з розташуванням об'єктів природно-заповідного фонду має вигляд мережі – буквально «Екомережі».

Стратегія збереження біорізноманіття передбачає в першу чергу розвиток екомережі і збереження ландшафтів як середовища існування видів, створення умов для міграції та запобігання їх ізоляції. Тому всі елементи екомережі несуть важливі у цьому сенсі функції.

Екомережа території Степу України включає території, що приурочені до долин річок та тимчасових водотоків (балок), які є екоридорами. Не всі ці еле-

менти екомережі мають достатній рівень фіторізноманіття, але є необхідними міграційними шляхами видів тварин та рослин. До того ж, після включення до складу природно-заповідного фонду та забезпечення певної охорони, фіторізноманіття цих територій повинно було б підвищуватися.

Територія заказника місцевого значення «Річка Чаплина» (Васильківській район Дніпропетровської області) входить до Самарського екокоридору національного рівня екомережі України та є її структурним елементом.

Він розташований у східній частині Васильківського району Дніпропетровської області в басейні р. Самари. Територія заказника згідно з фізико-географічним районуванням України за характером ландшафтно-типологічної структури входить до Степової підобласті Орільсько-Самарської низинної рівнини Степової області Придніпровської лівобережної низовини, що відноситься до Лівобережно-Дніпровської Північно-степової провінції Степової зони України і має відповідні геолого-кліматичні характеристики (Физико-географическое районирование УССР, 1968).

До меж заказника входять ділянки долинного ландшафту річки Чаплина та придолинно-балкових ландшафтів із різноманітними екотопами, які були значно трансформовані багаторічною господарською діяльністю (Барановский, Демьянов, Гринюк, 2001). Територія включає заплавні, балкові місцевості, природні та штучні водойми.

Матеріалів щодо характеристики флори та рослинності цієї території, за винятком загальних характеристик рослинності Правобережного Степу (Сидоров, 1897, Бельгард, 1950, Лавренко, 1956, Тарасов, 2012) практично не зустрічається.

Матеріали і методи досліджень. Матеріал збирався під час експедиційних виїздів 2007 та 2013 рр.).

Флористичні дослідження проводилися з використанням загальноприйнятих методів збору та гербаризації судинних рослин. Визначення видів здійснювалося за визначниками та «Флорами» (Визначник рослин України, 1965, Определитель высших растений Украины, 1987, Флора европейской части СССР, 1974–1989, Флора УРСР, 1935–1965) із використанням мікроскопів Citoval та МБС-9. Аналіз флори басейну р. Чаплина як приклад регіональної флори здійснювався відповідно до існуючих принципів та аналогів (Методические рекомендации к составлению региональных биологических флор, 1981, Матвеев 2006). Назви рослин наведено за сучасною ботанічною номенклатурою (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Біоекологічна характеристика видів проводилася за системою екоморф О. Л. Бельгарда (1950), з використанням відповідних джерел (Екофлора України, 2000, Тарасов, 2012) та власних досліджень. Геоботанічні дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками (Раменский, 1977).

Результати досліджень. Річка Чаплина є лівою притокою р. Самари і протікає по території Покровського, Васильківського і Петропавлівського районів Дніпропетровської області. За виток ріки прийнята точка земної поверхні з координатами 48° 06' 38" ПнШ і 36° 19' 33" СхД, розташована південніше с. Яблунівка, Покровського району. Відмітка витоку річки 182,0 м над рівнем моря. Гирло ріки знаходиться східніше с. Дмитрівка, Петропавлівського району, його відмітка 69,7 м. Координати гирла 48° 23' 22" ПнШ і 36° 14' 10" СхД. Довжина ріки дорівнює 42,7 км, площа басейну 399 км².

Ріка Чаплина має розгалужену гідрографічну мережу і має такі гідрологічні характеристики (за даними інституту Дніпродіпроводгосп). До неї впадає 2 притоки I-го порядку (>10 км) загальною довжиною 33,9 км, а також три притоки II-го порядку довжиною 61,4 км. Таким чином у басейні нараховується 6 річок (разом з р. Чаплина), загальна довжина річкової мережі складає 123,3 км, густота річкової мережі – 0,31 км/км². Тип водного режиму ріки – східноєвропейський, який характеризується весняною повінню зі стрімким підйомом рівнів води і

літньо-осінньо-зимовою меженню, що переривається короткочасними підйомами води від дощових опадів. Живлення р. Чаплина формується зі стоку поверхневих вод від сніготанення і дощів. Басейн р. Чаплини зарегульований 17-ма ставками площею до 5 га. Багато з них замулені та надмірно зарослі повітряно-водною рослинністю.

Фізико-географічні умови та ландшафтні особливості басейну р. Чаплина (слабко хвилястий рельєф, слабо розвинута гідрографічна мережа, чорноземні ґрунти) створили умови для інтенсивної сільськогосподарської трансформації цієї території. Багаторічний антропогенний вплив (заміна степових ценозів на агроценози) призвів до скорочення площі природних фітоценозів, або до значної деградації їх у результаті пасовищної дигресії.

Сучасний стан флороценокомплексів території заказника відображається у порівняно незначному рівні фіторізноманіття. Список рослин, що знайдені на території та акваторії заказника нараховує 383 види. Вони відносяться до трьох класів та 71 родини. У складі флори переважають мезоксерофітні, ксерофітні та ксеромезофітні види. У ценоморфічній структурі (табл. 1) переважають рудеральні та степові види, які становлять 31 % та 27 % видів відповідно.

Така рудералізація флори свідчить про її значну антропогенну трансформованість: із 117 рудеральних видів 17 є адвентивними.

Меншу кількість складають лісові, лучні та водно-болотні види, тому що в басейні річки природні ліси відсутні, а площа водно-болотних угідь невелика.

Таблиця 1

Ценоморфічний аналіз флори

Назва ценоморф (представників різних типів рослинності)	Кількість видів	Співвідношення ценоморф, %
Aq (Aqant) – представники водної рослинності	12	3,1
Pal (Paludosus) – представники болотної рослинності	38	10,0
Pr (Pratensis) – представники лучної рослинності	67	17,4
Sil (Silvaticus) – представники лісової рослинності	52	14,5
St (Stepposus) – представники степової рослинності	88	27,3
Ps (Psammophyton) – представники піщаної рослинності	13	3,4
Pt (Petrophyton) – представники рослинності кам'янистих відслонень	4	1,0
Ru (Ruderatus) – представники бур'янистої рослинності	117	30,5

До складу флори території входить 2 види з Червоної книги України (Червона книга України, 2009) і 8 видів (разом з червонокнижними видами), які занесені до Червоного списку Дніпропетровської області (2011) (табл. 2).

Відповідно до геоботанічного районування територія заказника «Річка Чаплина» належить до Славгородського району Павлоградського округу Причорноморської (Понтичної) провінції зони різнотравно-типчаково-ковилкових степів Європейсько-Азіатської степової області (Геоботанічне районування Української РСР, 1977).

Рослинний покрив степових ділянок заказника доволі типовий для подібних територій Північного Лівобережного Степу. Основу його утворює типчак (*Festuca valesiaca* (Nyman) Gaudin.). Підпорядковане положення займають злаки: келерія гребінчаста (*Koeleria cristata* (L.) Pers.), костер розчепірений (*Bromus squarrosus* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Субдомінантами є види степового різнотрав'я: шавлія дібровна (*Salvia nutans* L.), люцерна румунська (*Medicago romanica* Prod.), деревій майже звичайний (*Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka), молочай Серієрів (*Euphorbia seguierana* Nesk.), буркун лікарський (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.), конюшина альпійська (*Trifolium alpestre* L.),

подорожник степовий (*Plantago stepposa*.) льон шорсткий (*Linum hirsutum* L.) тощо. У травостої розповсюджені також рудеральні види рослинності: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisifolia* L.), гикавка сіра (*Berteroa incana* (L.) DC.), полин австрійський та гіркий (*Artemisia austriaca* Jacq., *A. absinthium* L.), парило звичайне (*Agrimonia eupatoria*), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), лаватера тюрінгська (*Lavatera thuringiaca*), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), бурачок пустельний (*Alyssum desertorum* Stapf.), миколайчики плоскі (*Eryngium planum* L.), волошка розлога (*Centaurea diffusa* Lam.), noneя звичайна (*Nonea pulla* DC.). У місцях надмірного випасання худоби видове та ценотичне різноманіття знижується. Основу травостою складає типчак та невелика кількість степорудеральних, або рудеральних, видів, що не поїдаються худобою: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisifolia*), татарник (*Onopordum acanthium* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium*), будяки (*Carduus acanthoides* L., *C. Thoenmeri* Weinm.), осот звичайний (*Cirsium vulgare* (Savv) Ten.).

Таблиця 2

Список вищих рослин, що занесені до Червоної книги України та до Червоного списку Дніпропетровської області

Українська назва родини	Латинська назва родини	Українська назва виду	Латинська назва виду	Категорія Червоного списку Дніпропетровської області	Категорія Червоної книги України
Клас Liliopsida – Однодольні					
Гіацинтові	Hyacinthaceae	Гіацинтик білий	Hyacinthella leucophaea (K.Koch) Schur	3	
Злакові	Poaceae	Пирій видовжений	Elytrigia elongata (Host) Nevski	3	
Злакові	Poaceae	Ковила волосиста	Stipa capillata L.	3	неоцінений
Злакові	Poaceae	Ковила Лессінга	Stipa lessingiana Trin. et Rupr.	3	неоцінений
Півникові	Iridaceae	Півники солюбні	Iris halophylla Pall.	2	
Півникові	Iridaceae	Півники карликові	Iris pumila L.	3	
Клас Magnoliopsida –Дводольні					
Айстрові	Asteraceae	Оман високий	Inula helenium L.	3	
Кермекові	Limoniaceae	Гоніолімон Бессера	Goniolimon besserianum (Schult.) Kusn.	4	

Природні ліси в долині р. Чаплина на даний період часу відсутні. Деревно-чагарникова рослинність у долині річки Чаплина, представлена фрагментарними заростями та одиничними екземплярами місцевих та адвентивних видів, які у останні часи беруть все більш активну участь у зарощуванні прибережних зон водойм.

До таких видів відносяться маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia* L.), ясен ланцетний (*Fraxinus lanceolata* Borkh), клен ясенелистий (*Acer negundo* L.) робінія (*Robinia pseudacacia* L.), в'яз низький (*Ulmus pumila* L.), абрикос (*Armeniaca vulgaris* Lam.), верба ламка (*Salix fragilis* L.).

Аборигенну фракцію дендрофлори репрезентують груша звичайна (*Pyrus communis* L.), в'яз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.),

тополя чорна (*Populus nigra* L.) та біла (*Populus alba* L.), вишня антипка (*Cerasus mahaleb* (L.) Mill.), верба біла (*Salix alba* L.). Чагарникова рослинність представлена окремими екземплярами бузини чорної (*Sambucus nigra* L.), жостера проносного (*Rhamnus cathartica* L.), шипшини собачої (*Rosa canina* L.), терена (*Prunus stepposa* Kotov.), який зрідка формує невеликі чагарникові угруповання. Біля населених пунктів випас крупної рогатої худоби негативно впливає на стан деревно-чагарникової рослинності – відмічається порушення крон і багатостовбурність дерев. Штучна деревно-чагарникова рослинність на території заказника представлена полета водозахисними смуговими насадженнями. У насадженнях домінують малоцінні породи, здебільш це акація біла та клен ясенелистий, а також є ясен зелений, в'яз низький, шовковиця біла (*Morus alba* L.), зрідка верба біла та ламка. До території заказника примикають насадження вздовж залізничних шляхів, в яких домінуючою породою є дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Ці насадження мають вдало підібраний породний склад та конструкцію посадки, що забезпечує їх задовільний стан.

Значну частину території (у заплаві та тальвегах балок) займають ділянки лучної рослинності, значною мірою антропогенно трансформовані біля населених пунктів. У складі рослинних ценозів домінують угруповання пирію повзучого (*Elytrigia repens*), стоколосу безостого (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub), костриці лучної (*Festuca pratensis* Huds.), щавелю кінського (*Rumex confertus* Willd.), грястиці збірної (*Dactylis glomerata* L.), китнику лучного (*Alopecurus pratensis* L.), конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.), кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.), алтею лікарського (*Althea officinalis* L.) в'язіла барвистого (*Sequiera varia* L.).

До прирічкових зон та берегів ставків приурочені асоціації гігрофільної лучної та лучно-болотної рослинності з домінування таких видів, як череда трироздільна (*Bidens tripartita* L.), вовконіг європейський (*Lycopus europaeus* L.), вербозілля звичайне (*Lysimachia vulgaris* L.), плетуха звичайна (*Calystegia sepium* (L.) R. Br.). На мілководдях водойм домінують ценози повітряно-водної рослинності – очерету звичайного (*Phragmites australis*), рогозів вузьколистого та широколистого (*Thyphetum angustifolium*, *T. latifolium*) та зануреної рослинності – рдесника гребінчастого (*Potamogeton pectinatus* L.), куширу зануреного (*Ceratophyllum demersum* L.), та водяного жовтеця (*Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch).

Висновки. Флористичне фіторізноманіття басейну р. Чаплина (383 види) майже найнижче у порівнянні з долинними ландшафтами інших малих річок Північного Степу України (р. Багатенька – 563 види, р. Ворона – 554 види, р. Соломчина – 481 вид, р. Татарка – 446 видів, р. Березнеговата – 365 видів). Кількість раритетних видів також порівняно бідна.

Придання території статусу заказника та включення заказника «Річка Чаплина» до системи «Екомережі України» буде сприяти підвищенню видового та ценотичного різноманіття і збільшенню кількості рідкісних та зникаючих видів рослин.

Бібліографічні посилання

1. Барановский Б. А. Современное состояние малых рек степной зоны Украины / Б. А. Барановский, В. В. Демьянов, В. И. Гринюк // Екологія кризових регіонів України : тези доп. Міжнар. конф. – Д. : РВВ ДНУ, 2001. – С. 109.
2. Барановский Б. А. Гидроэкологическая характеристика реки Вороной / Л. В. Бондаренко, А. С. Кириленко, О. А. Христов // Мат. IV Міжнар. конф. «Франція та Україна наук.-практ. досвід у контексті діалогу національних культур». – Т. II, ч. II. – Д., 1997. – С. 4–5.
3. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К., 1950. – 258 с.
4. Визначник рослин України. – К., 1965. – 876 с.
5. Геоботаничне районування УРСР. – К. : Наук. думка, 1977. – 304 с.
6. Екомережа степової зони: принципи створення, структура, елементи. – К. : ЛАТЕК, 2013. – 409 с.

7. Екофлора України / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта, В. В. Протопопова та ін.; відп. ред. Я. П. Дідух. – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – Т. 1 – 284 с.
8. Лавренко Е. М. Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей / Е. М. Лавренко // Растительный покров СССР. – М.; Л. : АН СССР. – 1956. – Т. 2. – С. 595–730.
9. Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной полосы) / Н. М. Матвеев. – Самара : «Самарский университет», 2006. – 310 с.
10. Методические рекомендации к составлению региональных биологических флор, 1981.
11. Определитель высших растений Украины. – К., 1987. – 545 с.
12. Раменский Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избр. раб. / Л. Г. Раменский. – Л. : Наука, 1971. – 334 с.
13. Сидоров В. Материалы для изучения Екатеринославской флоры. (Beitrag zur Kenntniss der Flora des Jekaterinoslawischen Gouvernements) / В. Сидоров // Ботанические записки (Scripta botan.). – Сп. Б., 1897. – Вып. 14. – С. 1–124.
14. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей / В. В. Тарасов. – Д. : Вид-во ДНУ; Ліра, 2012. – 296 с.
15. Физико-географическое районирование Украинской ССР. – К. : КГУ, 1968. – 684 с.
16. Флора европейской части СССР / под ред. А. А. Федорова. – Л. : Наука, 1974 – 1989. – Т. I. – Т. VIII.
17. Флора УРСР. – К., 1935–1965. – Т. I – Т. XII.
18. Червона книга України. Рослинний світ. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
19. Червоний список видів рослин і тварин Дніпропетровської області. (Затверджені рішенням облради депутатів 27.12.2011 р., № 219-10/VI. – 27 с.
20. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine / S. L. Mosyakin, M. M. Fedorochuk // Nomen clatural checklist. – К. : Institute of botany. National academy of sciences of Ukraine, 1999. – 346 с.

Надійшла до редколегії 24.10.2015

УДК 63.502.630

І. О. Тарахкало

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ДИНАМІКА ПІРОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОМИСЛИВСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Наведено результати аналізу динаміки пірогенних процесів лісомисливських господарств Луганської області. Виявлено найбільш пожежонебезпечні лісові господарства та закономірності динаміки пірогенних процесів.

Ключові слова: пірогенні процеси, лісомисливські господарства, кількість пожеж.

И. А. Тарахкало

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ДИНАМИКА ПИРОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕСООХОТНИЧЬИХ ХОЗЯЙСТВ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты анализа динамики пирогенных процессов лесохозяйственных хозяйств Луганской области. Выявлены наиболее пожароопасные лесные хозяйства и закономерности динамики пирогенных процессов.

Ключевые слова: пирогенные процессы, лесохозяйственные хозяйства, количество пожаров.

I. A. Tarakhkalo*O. Honchar Dnipropetrovsk National University***DYNAMICS PYROGENIC PROCESSES ON THE TERRITORY FORESTRY
LUHANSK REGION**

Pyrogenic processes have always been the leading factor in the formation and change of forest ecosystems. Succession processes often occur under the influence of the pyrogenic factor, and its specificity varies on location and growing conditions. And in each territory are unique. But uncontrolled anthropogenic impacts on the environment, including pyrogenic nature, in most cases, cause serious damage, both to the ecosystem, and entail substantial economic consequences.

For the analysis of data the frequency of the phenomena we have taken pyrogenic archival data from official sources in the period from 1992 to 2005. And based on these materials are formed by a database including the number and the dynamics of the emergence of pyrogenic processes, and the effects of their magnitude.

The results of analysis of dynamics pyrogenic processes in the forestry and hunting economy Luhansk region are submitted. Found most flammable forest management dynamics and patterns of pyrogenic processes.

Key words: pyrogenic processes, forestry, number of fires.

Введение. Пирогенные процессы всегда были ведущим фактором, влияющим на формирование и изменение лесных биогеоценозов. Сукцессионные процессы часто происходят под действием пирогенного фактора, его специфика разнится от места и условий произрастания и на каждой территории являются уникальной. Но неконтролируемые антропогенные воздействия на окружающую среду, в том числе и пирогенного характера, в большинстве случаев наносят серьезный ущерб, как самим экосистемам, так и влекут за собой значительные экономические последствия (Travleev, 1988).

Целью работы является изучение специфики возникновения пирогенных процессов лесных насаждений в условиях степной зоны Луганской области.

Материалы и методы исследований. Для анализа информации частоты возникновения пирогенных явлений нами взяты архивные данные из официальных источников за период с 1992 по 2005 год. И на основании этих материалов сформирована база данных, включающая количество и динамику возникновения пирогенных процессов, а также масштабы их последствий.

Результаты и их обсуждение. Проанализировав исходную информацию о количестве пожаров в лесных хозяйствах Луганской области за период с 1992 по 2005 год, данные были хронологически упорядочены в виде таблиц, а также построены графики, по количеству пожаров и годовой закономерности их возникновения по каждому из лесничеств.

В целом за анализируемый период всего было зарегистрировано 5306 случаев возгораний, возникших в результате как естественных, так и антропогенных процессов. За 1994 год выявлено наибольшее число лесных пожаров в Луганской области, составляющее 852 случая возгорания.

За период с 1992 по 1997 год на территории лесничеств в результате пирогенных процессов в общей сложности было охвачено 10 054,32 га лесохозяйственных угодий, в том числе верховым пожарам подверглось 5 357,01 га. За указанный период произошло 2 212 лесных пожаров, при этом динамика их возникновений по отдельно взятому лесохозяйственному хозяйству значительно отличается.

Наименьшее количество пожаров возникало на территории Беловодского лесного хозяйства. В данном лесничестве был установлен один случай возгорания, распространившийся на площади 2,2 га. Динамика возгораний в Ивановском, Новоайдарском, Луганском, Свердловском и Старобельском лесных хозяйствах была такова, что на эти 5 из 9 лесных хозяйств пришлось 17 % от всех по-

жаров в государственном лесохозяйственном объединении (ГЛО) «Лугансклес». Наиболее часто пожары возникали в Кременском, Северодонецком и Станично-Луганском лесничествах.

Таблица 1

Сведения о лесных пожарах по Луганской области за 1992–1997 гг.

Наименование лесохозяйственного хозяйства			Беловодское	Ивановское	Новоайдарское	Кременское	Луганское	Свердловское	Северодонецкое	Станично-Луганское	Старобельское
1992 год	К-во лесных пожаров		0	1	8	68	3	0	95	40	1
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0,00	1,20	1,00	12,05	0,50	0,00	4,39	1,33	0,10
		в т.ч. верховых	0	1,2	0	0	0		0,8	0	0
1993 год	К-во лесных пожаров		0	1	2	58	4	0	60	34	0
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0	0,5	0,49	11,65	0,7	0	11,67	11,15	0
		в т.ч. верховых	0	0	0	0	0	0	0,3	0,8	0
1994 год	К-во лесных пожаров		0	26	16	157	30	49	389	151	34
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0	55	250	116	60	165	216	191	41
		в т.ч. верховых	0	7	204	42	40	27	162	102	8
1995 год	К-во лесных пожаров		0	10	9	106	11	0	105	99	19
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0	2,2	3,2	77,1	63,6	0	17,8	248,6	25,8
		в т.ч. верховых	0	0	0,2	20,8	49,1	0	2,1	105,2	3
1996 год	К-во лесных пожаров		1	47	21	105	25	29	102	144	18
	Охвачено пожарами, га	всего, га	2,2	11,7	53,2	7481,9	6,9	94	692,8	102,6	5,9
		в т.ч. верховых	0	0,8	45	4212,3	1,7	23	223,2	71,3	1,5
1997 год	К-во лесных пожаров		0	0	2	51	4	1	21	42	13
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0	0	0,4	1,87	0,57	0,1	0,34	2,26	8,55
		в т.ч. верховых	0	0	0	0	0	0	0	0,21	2,5

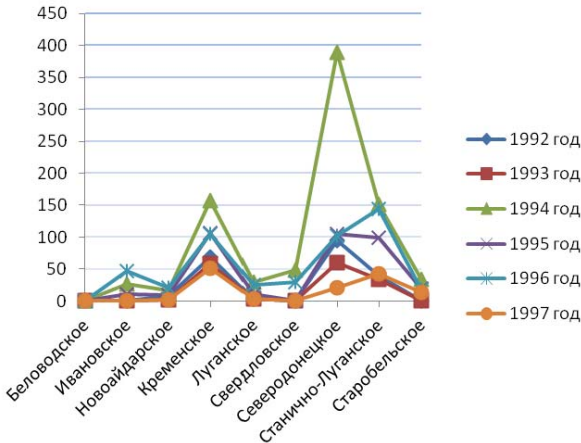


Рис. 1. Годичная динамика пирогенных процессов ГЛО «Лугансклес» за 1992–1997 гг.

В период с 1997 по 1998 г. была проведена реорганизация в результате которой ГЛЮ «Лугансклес» было переименовано в гослесоохотхозяйство (ГЛОХ), в результате чего количество структурных единиц увеличилось с 9 до 11. Последнее, в свою очередь, в 2005 г. было ликвидировано и на его базе создано Луганское областное управление лесного хозяйства (Lugansk Regional Department).

За период 1998–2005 гг. зарегистрировано 3094 пирогенных процессов, в результате которых общая лесная площадь, охваченная пожаром, составила 2110,74 га, в их числе верховыми – 250,75 га.

Таблица 2

Сведения о лесных пожарах по Луганской области за 1998–2005 гг.

Наименование лесоохотничьего хозяйства			Беловодское	Белокуракинское	Ивановское	Новыйдарское	Кременское	Луганское	Сватовское	Свердловское	Северодонецкое	Станицно- Луганское	Старобельское
1998 год	К-во лесных пожаров		9	2	66	17	107	50	0	58	75	106	15
	Охвачено пожарами, га	всего, га	4	0	50	412	51	28	0	81	429	13	4
		в т.ч. верховых	0	0	2	270	15	0	0	8	37	1	1
1999 год	К-во лесных пожаров		0	5	45	32	196	53	3	25	90	187	24
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0	6,4	45,84	37,46	24,66	108,05	0,75	28,26	67,17	248,49	2,37
		в т.ч. верховых	0	0	5	12,1	0	10,5	0	0,5	12,4	71,32	0,4
2000 год	К-во лесных пожаров		2	1	4	12	107	13	0	10	50	82	5
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0,05	0,9	0,21	0,78	6,41	0,79	0	5,27	2,71	63,26	0,68
		в т.ч. верховых	0	0	0	0	0,15	0,05	0	0,8	0	24	0
2001 год	К-во лесных пожаров		3	1	50	15	21	8	1	44	52	106	27
	Охвачено пожарами, га	всего, га	6	0,08	25,03	1,12	1,69	8,82	0,02	64,63	2,19	73,29	11,27
		в т.ч. верховых	1,5	0	1,53	0	0	2,05	0	10	0,2	25,05	0,3
2002 год	К-во лесных пожаров		5	2	22	42	94	28	3	33	123	155	19
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0,8	11,6	9,24	31,46	5,34	7,2	0,73	116,9	12,2	24,97	30,2
		в т.ч. верховых	0	11	0	2,8	0,01	0,1	0	13,36	2,02	6,15	2,8
2003 год	К-во лесных пожаров		1	3	17	28	75	12	0	12	78	100	27
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0,35	0,52	10,63	11,58	6,35	4,56	0	11,81	5,29	10,3	3,24
		в т.ч. верховых	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,59	0
2004 год	К-во лесных пожаров		0	0	3	3	11	7	0	2	42	50	12
	Охвачено пожарами, га	всего, га	0	0	1,4	0,04	0,43	19,86	0	3,9	1,31	2,38	1,72
		в т.ч. верховых	0	0	0	0	0	5,1	0	0,5	0,01	0	0
2005 год	К-во лесных пожаров		2	5	11	20	30	5	4	13	99	79	38
	Охвачено пожарами, га	всего, га	1,5	10,32	2,12	1,47	6,36	1,16	8,04	18,81	16,32	1,18	12,05
		в т.ч. верховых	0	4,2	0	0,01	0	0	0	4,7	0	0	0,3

Наименьшее количество пожаров отмечено в Беловодском – 22, Белокуракинском – 19 и Сватовском – 11 лесных хозяйствах.

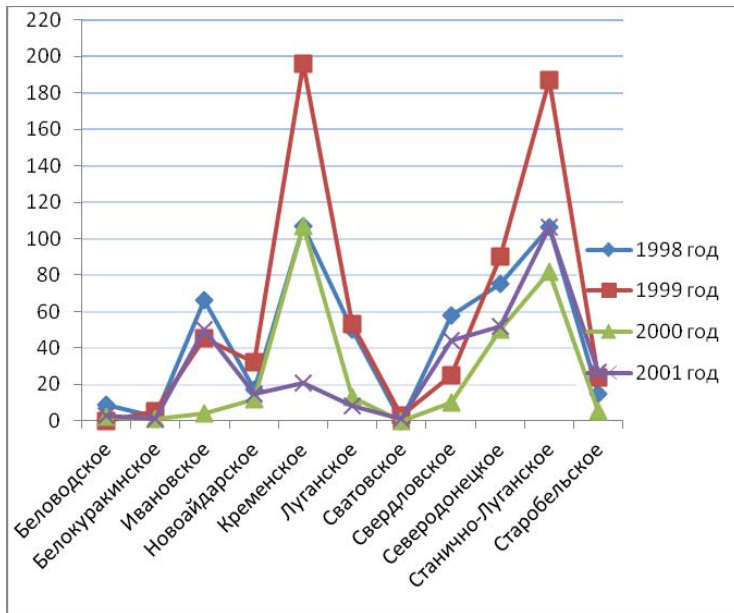


Рис. 2. Годичная динамика пирогенных процессов лесных хозяйств за 1998–2001 гг.

Большая часть пожаров (75 %) прилась на Ивановское, Кременское, Северодонецкое и Станично-Луганское лесные хозяйства.

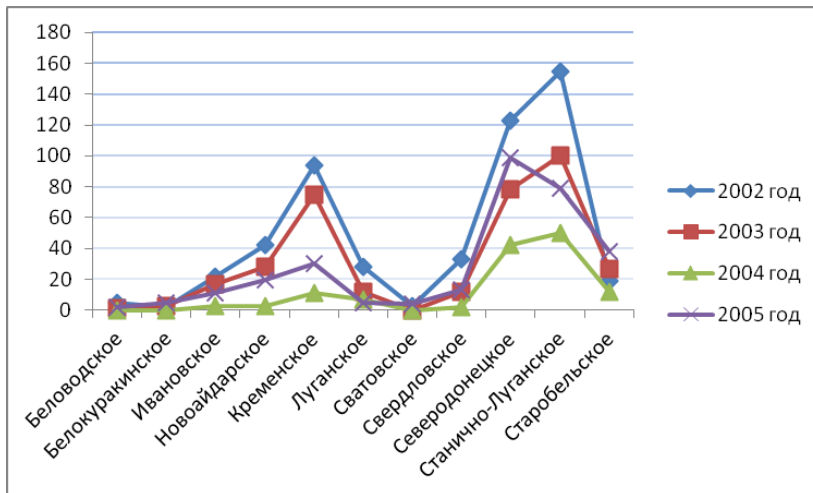


Рис. 3. Годичная динамика пирогенных процессов лесных хозяйств за 2002–2005 гг.

Выводы. Таким образом, проведенный анализ данных о пирогенных процессах в лесных хозяйствах Луганской области за период 1992–2005 гг. позволил выявить ряд закономерностей:

1) 1994 г. оказался наиболее богатым на пирогенные процессы, за исследуемый период.

2) Наиболее пожароопасными лесными хозяйствами являются Кременское, Северодонецкое и Станично-Луганское.

3) Закономерности годичной динамики пирогенных процессов лесных биогеоценозов Луганской области выглядят следующим образом (рис. 4).

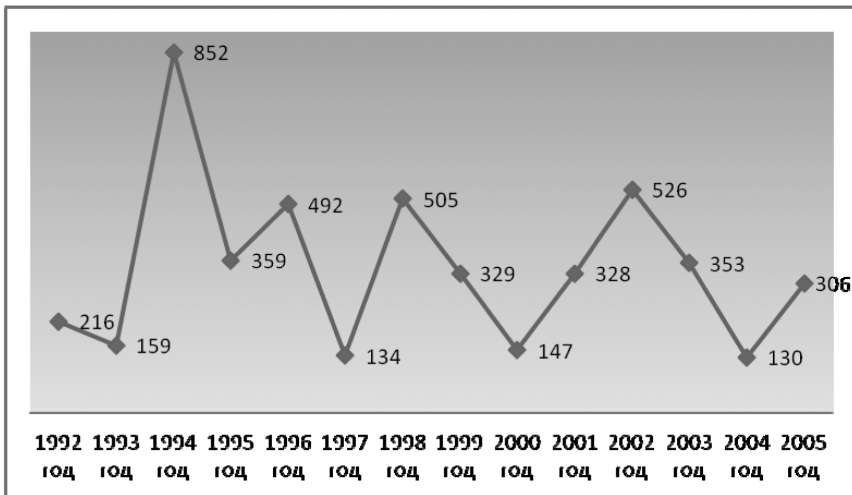


Рис. 4. Динамика пирогенных процессов лесных биогеоценозов Луганской области за 1992–2005 гг.

Бібліографічні посилання

1. Департамент екології та природних ресурсів Луганської обласної державної адміністрації [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.eco-lugansk.gov.ua/> The Department of Ecology and Natural Resources Lugansk Regional State Administration [Electronic resource]. URL: <http://www.eco-lugansk.gov.ua/>.
2. Луганське обласне управління лісового та мисливського господарства [Електронний ресурс]. –URL: <http://www.luglis.gov.ua/> Lugansk Regional Department of Forestry and Hunting [Electronic resource]. URL: <http://www.luglis.gov.ua/>.
3. Телицын Г. П. К оценке экологической опасности лесных пожаров / Г. П. Телицын, В. В. Острошенко // Лесное хозяйство, 2008. – №. 6. – С. 44–46.
4. Травлев А. П. Мониторинговые исследования лесных экосистем степной зоны, их охрана и рациональное использование / А. П. Травлев. – Днепропетровск: ДГУ, 1988. – 168 с.
5. Юрченко В. В. Дифференцированная оценка уровня пожарной опасности в сосняках засушливой зоны / В. В. Юрченко, А. С. Манаенков // Лесное хозяйство, 2009. – № 3. – С. 35–37.

Надійшла до редколегії 23.09.2015

УДК 581.1+581.5

Г. С. Россихіна-Галича, Т. В. Легостаєва, Ю. О. Самборська, В. С. Більчук
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

СТАН ФЕРМЕНТИВ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ У РЕПРОДУКТИВНИХ ОРГАНАХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН (НА ПРИКЛАДІ *FRAXINUS EXCELSIOR* L.) В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА

У стиглому насінні ясеня звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) з урбофітоценозу м. Дніпропетровська визначено рівні активності супероксиддисмутази (КФ 1.15.1.1), каталази (КФ 1.11.1.6) і пероксидази (КФ 1.11.1.7). Установлено зро-

© Г. С. Россихіна-Галича, Т. В. Легостаєва, Ю. О. Самборська, В. С. Більчук, 2015

стання активності супероксиддисмутази на 52–187 % та зниження активності каталази на 15–40 %, пероксидази на 7–19 % в насінні міського фітоценозу порівняно з умовним контролем. Зроблено висновок, що виявлені зміни активності антиоксидантних ферментів у насінні ясеня в процесі досягання є пристосувальною реакцією рослинного організму до екологічних умов антропогенно забруднених урбофітоценозів.

Ключові слова: *Fraxinus excelsior* L., урбанізоване середовище, супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза.

А. С. Россихина-Галича, Т. В. Легостаева, Ю. О. Самборская, В. С. Бильчук
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

СОСТОЯНИЕ ФЕРМЕНТОВ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНАХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ *FRAXINUS EXCELSIOR* L.) В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

В зрелых семенах ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) из урбофитоценоза г. Днепропетровска определяли уровни активности супероксиддисмутазы (КФ 1.15.1.1), каталазы (КФ 1.11.1.6) и пероксидазы (КФ 1.11.1.7). Установлено увеличение активности супероксиддисмутазы на 52–187 % и снижение активности каталазы на 15–40 %, пероксидазы на 7–19 % в семенах городского фитоценоза в сравнении с условным контролем. Сделан вывод, что выявленные изменения активности антиоксидантных ферментов в семенах ясеня в процессе созревания является приспособительной реакцией растительного организма к экологическим условиям антропогенно загрязненных урбофитоценозов.

Ключевые слова: *Fraxinus excelsior* L., урбанизированная среда, супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза.

A. S. Rossichina-Galiha, T. V. Legostaeva, U. O. Samborska, V. C. Bilchuk
O. Honchar Dnipropetrovsk National University

THE FERMENTS CONDITION IN THE SISTEMS OF AGAINST OXIDATION PROTECTION IN THE REPRODUCTIVE ORGANS OF TREES PLANTS IN THE URBAN CONDITIONS

In mature seeds of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) from urbofitotsenoza is Dnepropetrovsk defined levels of superoxide dismutase (EC 1.15.1.1), catalase (EC 1.11.1.6) and peroxidase (EC 1.11.1.7). It was found that under conditions of Dnepropetrovsk in the reproductive organs *Fraxinus excelsior* L. august selection, which are collected on experimental plots, there is increased activity of SOD in the 24–84 %. To study seed september and october selections characterized by an increase of this parameter in the 13–41 and 52–187 % relative to the control samples. It was established experimentally that the seeds collected in august and September at the monitoring stations of the city phytocenosis, the activity of catalase and peroxidase increased by 20–48 and 20–40 %. Reduced enzyme activity by 15–40 and 7–19 % fixed in the mature seed (month of october), which is probably due to a decrease in respiration rate of seeds and the transition to a standstill.

Thus, in the metabolic processes and reactions related to the protection and sustainability of seed cells to the action of pollutants participate antioxidant enzymes: SOD, catalase and peroxidase. The seeds of plants *Fraxinus excelsior*, who experience chronic combined effect of exhaust and industrial emissions during ontogenesis, there is an increase in superoxide dismutase activity in august and october, due to activation of the latent form of the enzyme and synthesis *de novo*. European ash tree adaptation to anthropogenic components of urban phytocenosis is due to increasing the activity of catalase in august and september, and decline – in october. It was found that the changes we set in peroxidase activity during the ripening stages, shows the reaction of these plants, aimed at protecting against

oxidation of components of plant cells and the active participation of the enzyme in the recovery of H_2O_2 to H_2O .

Key words: *Fraxinus excelsior* L., urban environment, superoxide dismutase, catalase, peroxidase.

На сьогоднішній день прикладом комплексного впливу негативних антропогенних і природних стресорів на розвиток й ріст рослин, їхню здатність до репродукції є міські урбоценози. Відомо, що репродуктивна стратегія виступає головним чинником реалізації адаптивних можливостей виду, його розповсюдження та ефективного відтворення. Важливе завдання сучасності [6] – виявлення видів рослин, які мають високий рівень екологічної адаптації та пластичності до умов урбосередовища. Питання реконструкції та відновлення міських насаджень стають доволі актуальними. У зв'язку з цим важливим є вивчення впливу компонентів міського середовища на насіннєве розмноження та продуктивність рослин, що дає змогу оцінити толерантність біологічних видів до дії негативних факторів і запропонувати асортимент стійких рослин для озеленення промислового міста [15, 17].

Певні аспекти стану насіння міської деревної рослинності досліджені: зменшення морфометричних характеристик насіння [3; 5; 22], зниження вмісту жирів, крохмалю й сахарози [3], активності амінотрансфераз [4], редукція легкорозчинних білків [19], зростання пулу відновленого глутатіону й активності глутатіон-S-трансферази і глутатіон-редуктази [20]. Але, адаптивні особливості стану ферментів антиоксидантної системи насіння деревних рослин в умовах урбосередовища вивчені недостатньо. Саме вони відіграють значну роль у реакціях-відповідях рослин на тривалі несприятливі умови існування. У клітинах існує динамічна рівновага між утворенням активних форм кисню та їх ліквідацією, яка здійснюється за допомогою супероксиддисмутази, каталази і пероксидази. Оскільки роботи, що розглядають зміни про-/антиоксидантної рівноваги в насінні деревних рослин в умовах міського середовища, практично відсутні, то нашою метою було дослідити активність ключових антиокисно-відновних ферментів у репродуктивних органах ясеня звичайного.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом наших досліджень обрано один із найпоширеніших на території м. Дніпропетровськ, видів ясеня (*Fraxinus* L.) – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.). Для визначення фізіолого-біохімічних показників з дорослих рослин ясеня збирали стигле насіння на ділянках: I – ботанічний сад ДНУ; II – пр. Кірова; III – вул. Героїв Сталінграду; IV – пр. Гагаріна. Усереднена проба для кожної ділянки формувалась із насіння від 5-10 дерев одного вікового стану, яке висушували за кімнатної температури до постійної ваги. Ферментативну активність СОД оцінювали за рівнем гальмування ферментом процесу відновлення нітросинього тетразолію у присутності нікотинамідаденіндинуклеотиду та феназинметасульфату [11]. Активність каталази визначали за кількістю розкладеного пероксиду водню під дією ферменту титриметрично за Б. П. Плешковим [12]. Активність бензидин-пероксидази оцінювали за швидкістю реакції окиснення бензидину до утворення продукту синього кольору згідно з методом, описаним А. Н. Бояркіним [7]. Дослідження проведені в триразовій повторності, результати опрацьовані за допомогою пакета Microsoft Statistica 6.0. Розбіжності між вибірками вважали значущими при $p \leq 0,05$.

Результати дослідження. Відомо, що рослини, які зростають на урбанізованих територіях, відчують постійний вплив техногенного забруднення [13]. За дії полютантів у них відбувається індукція прояву і розвиток різних компенсаторних механізмів, що сприяє відновленню порушеної рівноваги і спрямовано на підтримку гомеостазу. При цьому активуються різні метаболічні процеси, в яких найдіяльнішу участь беруть ферменти [14].

Специфічним ферментом, що перешкоджає ушкоджуючому впливу супероксиданіон-радикалу кисню на біологічні структури, є супероксиддисмутаза, яка перетворює цей радикал на пероксид водню [16]. Активність СОД виступає показником неспецифічної резистентності рослинного організму до стресових чинників. За впливу несприятливих факторів активність цього ферменту змінюється в залежності від тривалості дії та напруженості стрес-чинників [21].

Установлено, що в умовах м. Дніпропетровська у насінні *Fraxinus excelsior* L. серпневого відбору, яке збирали на дослідних ділянках, спостерігали більшу активність 10,2–12,22 ум.од./г сухої ваги хв, порівняно з контрольним насінням 6,63 ум.од./г сухої ваги хв. У рослин із пр. Кірова цей параметр збільшений відносно контролю на 54 %, вул. Г. Сталінграда – на 84 %, пр. Гагаріна – на 24 % (рис. 1).

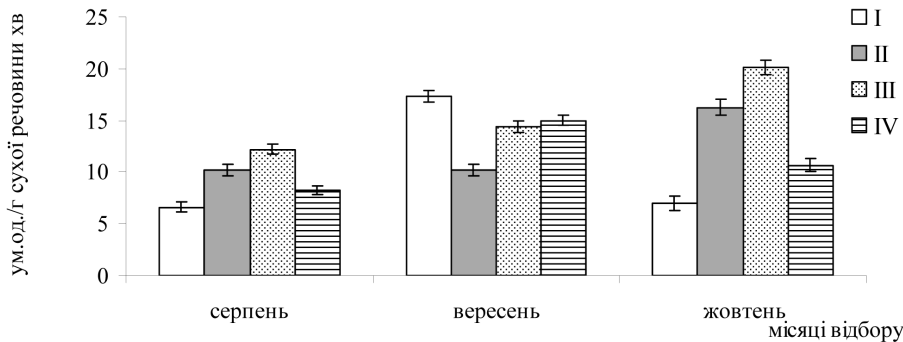


Рис. 1. Активність супероксиддисмутази у насінні ясеня звичайного з різних моніторингових ділянок: I – ботанічний сад ДНУ; II – пр. Кірова; III – вул. Г. Сталінграда; IV – пр. Гагаріна

У контрольному і дослідному насінні вересневого відбору порівняно з серпневим відмічено збільшення (у 2,6 і 1,2 рази) активності СОД. У рослин з моніторингових ділянок рівень активності ферменту достовірно знижений відносно контролю на 13–41 %.

Насіння жовтневого відбору (повна стиглість) контрольних рослин характеризувалось зниженням активності СОД (7,01 ум.од./г сухої речовини хв.) порівняно з вересневим відбором. У дослідного насіння *Fraxinus excelsior* навпаки фіксували зростання активності ферменту в 1,4 рази відносно вересня місяця та на 52–187 % відносно контрольного насіння (рис. 1).

Коливання активності СОД у насінні ясенів, що зростають на ділянках із хронічною дією аерополутантів носить захисний характер для цих рослинних організмів і узгоджується з літературними даними, наведеними для гороху за умов кліностаування [2], для рису при засоленні [25], тепловій обробці проростків огірків [24]. Виявлене нами збільшення активності СОД у серпні та вересні місяцях згідно [8; 23] може відбуватися за рахунок активації латентних форм ферменту, а також синтезу *de novo*.

Важлива роль в обміні речовин у процесах адаптації організму до стрес-факторів відводиться каталазі, яка є одним із найактивніших ферментів у рослинах [21]. Результати досліджень із вивчення динаміки активності каталази в період досягання насіння ясеня звичайного проілюстровано на рис. 2. Активність каталази у насінні серпневого відбору дослідних рослин (0,42–0,52 ммоль/г сухої речовини хв), а контрольних – 0,39 ммоль/г сухої речовини хв.

У вересні місяці фіксували зростання активності ферменту порівняно з серпнем місяцем в 1,1 рази у контрольному насінні та в 1,2–1,25 рази у дослідному.

При цьому слід зазначити, що насіння дерев, які зростали на автомагістралях міста, характеризувалось збільшенням активності каталази відносно контрольних зразків на 20-48 %.

У жовтні місяці реєстрували тенденцію до зниження активності каталази порівняно з вереснем: у 1,3 рази у насінні з точки I, у 1,9 рази – у насінні з точки IV, у 3 та 2,7 рази – у насінні з ділянок II та III, що, ймовірно, пов'язано зі зниженням інтенсивності процесів дихання при переході до стану спокою. У дослідному насінні активність ферменту знижена відносно контрольного на 15–40 %, що свідчить згідно [10] про активну участь каталази у детоксикації перексиду водню.

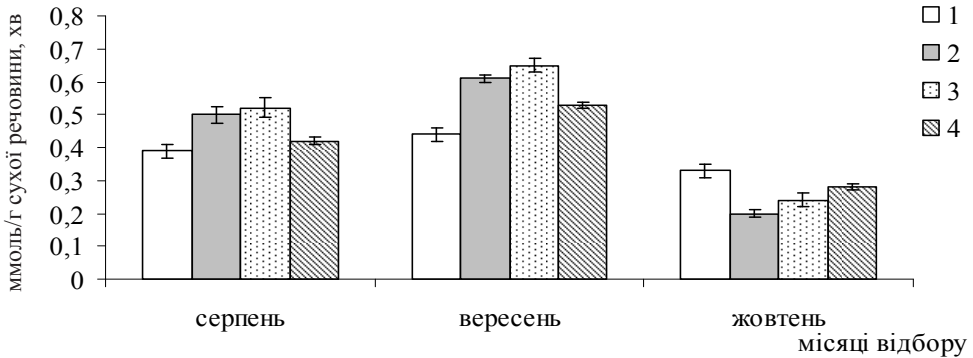


Рис. 2. Активність каталази у насінні ясеня звичайного з різних моніторингових ділянок: позначення див. рис. 1

Отже, згідно з отриманими результатами важлива роль в обміні речовин у процесах адаптації насіння дослідних організмів до стрес-факторів належить каталазі. Кореляційний аналіз отриманих результатів виявив тісний зв'язок між активністю каталази і СОД ($r=0,95-0,99$, $p \leq 0,05$).

Встановлене пригнічення активності каталази згідно з О. В. Ситар [18] може бути спричинене як інактивацією ферменту певними токсикантами аеровикидів, пригніченням експресії її гену, так і пригніченням білкового синтезу внаслідок підвищеного генерування активних форм кисню. Це узгоджується з літературними даними, згідно з якими більшість рослин має пониженою активністю каталази на забруднених ділянках зростання [13].

Серед ферментів антиоксидантного захисту особлива роль у підтриманні рослинного гомеостазу в необхідному для життя відновленому стані належить пероксидазі. Вона реагує на широкий спектр факторів, що призводять до порушення гомеостазу активних форм кисню у рослин, змінюючи набір ізоферментів, або шляхом підвищення активності вже існуючих молекулярних форм [1; 9].

Отримані результати (рис. 3) засвідчують, що у насінні ясеня звичайного, відібраного у серпні з дослідних моніторингових ділянок, активність пероксидази порівняно з контрольними була збільшена в 1,4 рази (IV), у 1,89 рази – (II) та в 2,0 рази – (III).

У вересні місяці спостерігали зниження активності пероксидази порівняно з серпнем у контрольного насіння в 1,3 рази, а у дослідного – від 1,8 до 2,1 разів залежно від точки відбору. Слід відмітити, що у насінні з ділянок з антропогенним навантаженням рівень активності вище контролю в 1,2 рази (II), у 1,4 рази (III).

У стиглому насінні (жовтень) фіксували деяке збільшення пероксидазної активності як в контрольних зразках, так і в дослідних. Але у дослідного насіння рівень ферментативної активності виявився зниженим відносно контрольного на 7–19 %, що ймовірно пов'язано зі зниженням інтенсивності дихання і переходом насіння до стану спокою.

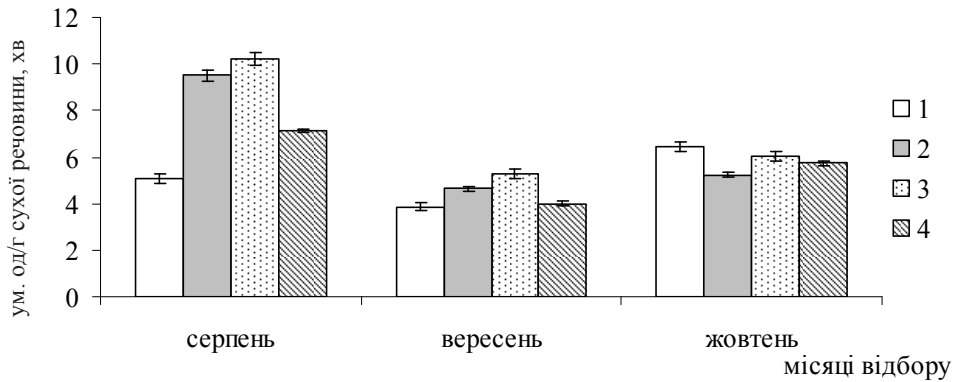


Рис. 3. Активність пероксидази у насінні ясеня звичайного з різних моніторингових ділянок: позначення див. рис. 1

Виявлені нами зміни активності пероксидази впродовж етапів досягання насіння *Fraxinus excelsior* свідчить про реакцію даних рослин, спрямовану на захист від окислення компонентів рослинної клітини й активну участь ферменту у відновленні H_2O_2 до H_2O згідно з [9].

Висновки. 1. Виявлено, що в метаболічних процесах і реакціях, пов'язаних із захистом і стійкістю клітин насіння до дії поллютантів, беруть участь антиоксидантні ферменти: СОД, каталаза і пероксидаза.

2. У насінні рослин *Fraxinus excelsior*, що зазнають хронічного комбінованого впливу вихлопних газів та промислових викидів упродовж онтогенезу, відбувається зростання активності супероксиддисмутази у серпні і жовтні за рахунок активації латентних форм ферменту та синтезу *de novo*.

3. Пристосування дерев ясеня звичайного до антропогенних компонентів міського фітоценозу відбувалося за рахунок зростанням активності каталази у серпні–вересні, і зниженні – у жовтні.

4. З'ясовано, що виявлені нами зміни активності пероксидази впродовж етапів досягання насіння свідчать про реакцію даних рослин, спрямовану на захист від окислення компонентів рослинної клітини й активну участь ферменту у відновленні H_2O_2 до H_2O .

Бібліографічні посилання

1. Андреева В. А. Фермент пероксидаза / В. А. Андреева. – М. : Наука, 1988. – 120 с.
2. Бараненко В. В. Супероксиддисмутаза в клетках растений / В. В. Бараненко // Цитология. – 2006. – Т. 48, № 6. – С. 465–474.
3. Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO_2 и NO_2) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье : Запорож. гос. ун-т, 2001. – 193 с.
4. Більчук В. С. Вплив техногенного забруднення на активність і компонентний склад амінотрансфераз репродуктивних органів деревних рослин / В. С. Більчук // Сучасні проблеми фізіології та інтродукції рослин : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2005. – С. 6.
5. Грицай З. В. Насіннева продуктивність деревних рослин в умовах забруднення довкілля викидами металургійного підприємства / З. В. Грицай, О. Г. Денисенко // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Сер. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19. – Т. 2. – С. 40–44.
6. Журавлева А. Н. Эколого-биологическое состояние и особенности размножения растений в условиях урбанизированной среды : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук : спец. 03.02.08 / А. Н. Журавлева. – Тольятти, 2012. – 18 с.

7. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
8. Калашиников Ю. Е. Действие почвенной засухи и переувлажнения на активацию кислорода и систему защиты от окислительной деструкции в корнях ячменя / Ю. Е. Калашиников, Д. А. Закржевский, Т. И. Балахнина // Физиология растений. – 1992. – Т. 39, Вып. 2. – С. 263–269.
9. Карпин О. Вплив нафтового забруднення ґрунту на ростові показники вмісту пероксиду водню і активність пероксидази рослин бобу (*Vicia Faba L.*) / О. Карпин, Н. Джуря, О. Цвілінюк // Вісник Львів. ун-ту. – Сер. біологічна. – 2008. – Вип. 47. – С. 160–165.
10. Пацула О. Оксидативні реакції рослин / О. Пацула, М. Кобилецька, О. Терек // Вісник Львів. ун-ту. Сер. біологічна. – 2008. – Вип. 48. – С. 201–204.
11. Переслегина И. А. Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей / И. А. Переслегина // Лабораторное дело. – 1989. – № 11. – С. 20–23.
12. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М. : Колос, 1968. – 183 с.
13. Половникова М. Г. Активность компонентов антиоксидантной защиты и полифенолоксидазы у газонных растений в онтогенезе в условиях городской среды / М. Г. Половникова, О. Л. Воскресенская // Физиология растений. – 2008. – Т. 2, № 3. – С. 551–561.
14. Половникова М. Г. Экофизиология стресса / М. Г. Половникова. – Йошкар-Ола : МарГУ, 2010. – 203 с.
15. Приймак О. П. Вплив викидів автотранспорту на насінневу продуктивність декоративних квіткових рослин / О. П. Приймак // Екологічні питання співіснування: людина – рослина : матеріали Всеукр. конф. – Дніпропетровськ, 2009. – С. 154–159.
16. Романова Е. В. Ферменты в антиокислительной системе растений: супероксиддисмутаза / Е. В. Романова // Агро XXI. – 2008. – № 7. – С. 27–30.
17. Россихина-Галича Г. С. Прооксидантно-антиоксидантна рівновага насіння *Fraxinus excelsior L.* в умовах міського середовища / Г. С. Россихина-Галича // Вісник Львів. ун-ту. – Сер. біологічна. – 2013. – Вип. 61. – С. 195–200.
18. Ситар О. В. Регулювання адаптивних реакцій проростків сої сіркою за умов свинцевого забруднення / О. В. Ситар // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42, № 5. – С. 443–449.
19. Філонік І. О. Вплив техногенного забруднення Дніпропетровська на показники білково-амінокислотного обміну і системи протеолізу у насінні гіркого каштану звичайного та клену гостролистого / І. О. Філонік // Рослини та урбанізація : матеріали I міжнар. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 159–160.
20. Хромих Н. О. Стан глутатіон-залежної системи *Aesculus hippocastanum* за умов антропогенного забруднення / Н. О. Хромих // Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2012. – Вип. 58. – С. 265–270.
21. Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений / Т. В. Чиркова. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2002. – 244 с.
22. Шупранова Л. В. Наслідки впливу комплексного забруднення міського середовища на стан генеративного потомства деревних рослин / Л. В. Шупранова // Екологічні питання співіснування: людина – рослина : матеріали Всеукр. конф. – Дніпропетровськ, 2009. – С. 283–286.
23. Kaminaka H. Differential gene expression of rice superoxide dismutase isoforms to oxidative and environmental stresses / H. Kaminaka, S. Morita, M. Tokumoto // Free Radical Research. – 1999. – Vol. 31. – P. 219–225.
24. Kang H.-M. Activity of enzymatic antioxidant defense systems in chilled and heat shocked cucumber seedling radicles / H. M. Kang, M. E. Saltveit // Ibid. – 2001. – Vol. 113, N 4. – P. 548–556.
25. Lee D. H. The inductive responses of the antioxidant enzymes by salt stress in the rice (*Oryza sativa L.*) / D. H. Lee, Y. S. Kim, C. B. Lee // J. Plant Physiol. – 2001. – Vol. 158. – P. 737–745.

Надійшла до редколегії 14.05.2015

УДК 581.2 + 581.522.4

Т. І. Юсипіва, О. І. Борисова, В. В. Дротік

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара***ВПЛИВ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА СПІВВІДНОШЕННЯ РОЗЧИННИХ ЦУКРІВ У ЛИСТКАХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *ACER***

Вивчено вплив антропогенного забруднення середовища на динаміку співвідношення різних форм розчинних цукрів у листках *Acer saccharinum* L. та *A. platanoides* L. в умовах степового Придніпров'я. За дії техногенезу в асиміляційних органах обох видів кленів на стадії прихованого росту пагонів виявлено підвищення частки сахарози від загального вмісту розчинних цукрів, яке супроводжувалося зменшенням часток глюкози та фруктози.

Ключові слова: глюкоза, фруктоза, сахароза, антропогенне навантаження, клени.

Т. И. Юсипива, О. И. Борисова, В. В. Дротик

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара***ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СООТНОШЕНИЕ РАСТВОРИМЫХ САХАРОВ В ЛИСТЯХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ACER***

Изучено влияние антропогенного загрязнения среды на динамику соотношения разных форм растворимых сахаров в листьях *Acer saccharinum* L. и *A. platanoides* L. в условиях степного Приднепровья. Под влиянием техногенеза в ассимиляционных органах обоих видов кленов на стадии скрытого роста побегов обнаружено повышение доли сахарозы от общего содержания растворимых сахаров, которое сопровождалось уменьшением доли глюкозы и фруктозы.

Ключевые слова: глюкоза, фруктоза, сахароза, антропогенное загрязнение, клены.

T. Iusypiva, O. Borisova, V. V. Drotik

*O. Hochar Dnipropetrovsk National University***INFLUENCE OF TECHNOGENIC BURDEN ON SOLUBLE CARBOHYDRATES RATIO IN LEAVES OF *ACER* GENUS REPRESENTATIVES**

The paper examines the influence of environment anthropogenic pollution with toxic gases (SO₂, NO₂) and heavy metals (iron, mangan, zinc, mercury, chrome) on dynamics of soluble carbohydrates different forms ration in the leaves of *Acer* L. in conditions of steppe Prydniprovyu. The research objects were both the introducent sweet maple or silver maple (*A. saccharinum* L.), and the aboriginal species Norway maple (*A. platanoides* L.). It was ascertained that in the conditionally clean zone the general content of soluble carbohydrates in the leaves of both maples is increasing during the brisk growth of offshoots (June-July) whereas at the preliminary resting stage (August) it somewhat decreases. This parameter shows same dynamics in the monitoring site. The concentration and general amount of all the forms of soluble carbohydrates plummets in the leaves of *A. saccharinum* and *A. platanoides* under the influence of industrial and transportation emissions if compared with these parameters in the clean zone. Under technogenic influence the share of sucrose in total soluble sugars is rising whereas the glucose and fructose shares are decreasing in leaves of both maples species at the stage of shoot hidden growth. It can be explained by inhibiting the breathing capacity of leaves under man-induced load in growth period or by phloem transport of assimilates, which can be accompanied by decrease of oligosaccharide outflux to other plant organs. The research findings demonstrate that *A. saccharinum* species is more sensitive to the environment technogenic impact and *A. platanoides* species remains a semi-resistant one.

Key words: glucose, fructose, sucrose, environmental pollution, maples.

Нагальною проблемою сучасного мегаполісу є очищення атмосферного повітря, зниження рівня шуму, поліпшення мікрокліматичних умов, що досягається створенням газостійких насаджень різних типів [2]. Вони значною мірою нейтралізують забруднювачі або зменшують їх концентрації поблизу промислових зон і житлових комплексів [4]. Але, виконуючи фітомеліоративні функції, рослини самі зазнають ушкоджувальної дії антропогенних поллютантів.

Найбільше техногенне навантаження відчувають фітоценози, розташовані вздовж транспортних магістралей міст. Саме в них тривалість життя дерев скорочується, порівняно з умовами лісу, в 5–8 разів [3].

Доведено [1; 8], що забруднювачі атмосферного повітря впливають на рослини організми як біохімічні агенти, змінюючи спрямованість метаболічних процесів. Вуглеводи є опорним, будівельним, енергетичним матеріалом і виконують найважливішу роль як проміжні продукти ряду біохімічних циклів, що визначає їх першочергове значення у процесах росту, розвитку та стійкості рослин до екстремальних факторів середовища. У попередніх дослідженнях [2; 5; 11] нами було показано негативний вплив промислового забруднення на динаміку накопичення вуглеводів у тканинах пагонів і асиміляційних органах деревних і чагарникових рослин, що позначилося на стійкості їх не лише до техногенних умов зростання, а й до інших несприятливих факторів середовища, характерних степовій зоні України [6].

Однак дослідження впливу фітотоксикантів на співвідношення в листках окремих форм моно- та олігосахаридів, які можуть підвищувати пристосувальні реакції рослин у степовому Придніпров'ї, практично не проводяться. Для озеленення території м. Дніпропетровськ застосовують цілий спектр декоративних деревних порід, у тому числі й представники роду *Acer* L. Але протягом останніх десятиріч виявлені помітні візуальні пошкодження кленів від хронічної дії техногенезу, що скорочує термін вегетації, під час якого ці деревні породи мають естетичний вигляд.

Зважаючи на все вищевикладене, метою нашої роботи було дослідити вплив техногенного навантаження на динаміку співвідношення різних форм розчинних цукрів у листках представників роду *Acer* L. в умовах степової зони України.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктами дослідження були два види роду *Acer* L.: інтродуцент клен цукристий, або сріблястий (*A. saccharinum* L.), та аборигенний вид клен гостролистий (*A. platanoides* L.), які широко використовуються для озеленення м. Дніпропетровськ.

Проби листків відбирали з модельних дерев одного вікового стану з гілок середнього ярусу південно-східного боку крони п'ятого порядку галуження у червні – серпні 2013 р. на двох пробних ділянках. Моніторингова точка розміщена на території, яка прилягає до траси з інтенсивним автомобільним рухом і ВАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод» м. Дніпропетровська, джерела токсичних газів (SO_2 і NO_2) і важких металів (залізо, манган, цинк, ртуть, хром) [6]. Умовно чистою (контрольною) зоною була територія Ботанічного саду Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара, де концентрації забруднювачів не перевищували ГДК. Лісорослинні умови, характеристики деревостану, структура й склад насаджень у моніторинговій точці та в контрольній зоні були подібними.

Вміст розчинних вуглеводів визначали за методикою Х. Г. Починка [1] на різних стадіях онтогенезу пагонів: активного росту, прихованого росту та попереднього спокою пагонів. Повторність дослідів була трикратною. Результати експерименту оброблені статистично [9].

Результати досліджень та їх обговорення. Результати наших досліджень свідчать, що в умовно чистій зоні загальний вміст розчинних вуглеводів у листках *A. saccharinum* і *A. platanoides* протягом фази активного росту пагонів зрос-

тає (червень – липень), сягає максимальних значень у фазі прихованого росту (липень), а під час фази попереднього спокою пагонів (серпень) дещо зменшується [10]. В умовах моніторингової точки має місце така ж динаміка дослідженого параметра. В обох видів кленів концентрація всіх форм розчинних цукрів і загальна їх кількість під дією промислових викидів суттєво зменшуються порівняно зі значеннями відповідних показників у чистій зоні.

Аналіз рис. 1 свідчить про те, що у листках *A. saccharinum* із контрольної ділянки співвідношення окремих форм розчинних вуглеводів змінюється не так значно, як у моніторинговій точці. Так, у рослин чистої зони частка фруктози протягом всього періоду онтогенезу пагонів залишається практично на одному рівні, а частка глюкози дещо зростає наприкінці вегетаційного періоду, коли пагони входять у фазу попереднього спокою. Частка сахарози до стадії прихованого росту зростає (липень), а в серпні знижується порівняно не лише з липневим, але й червневим значенням цього показника. Така динаміка вмісту олігосахариду наприкінці періоду вегетації пояснюється відтіканням його з листків до запасних тканин і органів.

Аналогічна динаміка частки сахарози протягом періоду досліджень спостерігається в умовах Ботанічного саду ДНУ і в листках іншого виду – *A. platanoides* (рис. 2), хоча слід зазначити, що динаміка співвідношення відновлювальних цукрів у асиміляційних органах цього виду дещо інша. Так, частка фруктози в листках клена гостролистого у липні падає порівняно з червневим значенням, а в серпні знову зростає, перевищуючи червнєве значення цього показника. Частка глюкози не змінюється протягом перших двох фаз онтогенезу пагонів та дещо знижується на стадії попереднього спокою пагонів.

У листках рослин обох видів кленів, які зростають у забрудненій токсичними газами та важкими металами зоні, співвідношення розчинних форм вуглеводів протягом всього вегетаційного періоду змінюється більш суттєво (рис. 1–2). За дії техногенного навантаження нами спостерігалось підвищення частки сахарози від загального вмісту розчинних цукрів в асиміляційних органах *A. saccharinum* і *A. platanoides* на стадії прихованого росту пагонів, яке супроводжувалося зменшенням часток відновлювальних цукрів. Ми вважаємо, що це може бути пов'язано з пригніченням дихальних процесів листків у техногенних умовах зростання або з порушенням флоемного транспортування асимілятів, що супроводжується зменшенням відтоку олігосахариду до інших органів рослин.

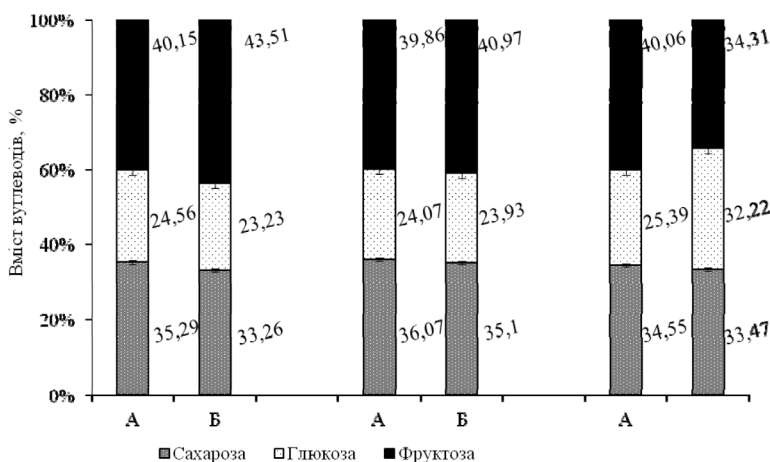


Рис. 1. Співвідношення розчинних вуглеводів у листках *A. saccharinum* в умовно чистій зоні (А) та в моніторинговій точці (Б), %:
I – червень, II – липень, III – серпень

Динаміка співвідношення різних форм відновлювальних цукрів у листках досліджених нами представників роду *Acer* в умовах техногенного навантаження на довкілля для кожного виду клена має свої особливості. Так, у *A. saccharinum* за дії токсичних газів і важких металів частка глюкози в листках протягом червня – липня практично не змінюється, а в серпні зростає на 34,8 % порівняно з червневим значенням показника. Така динаміка зміни концентрації глюкози узгоджується з динамікою вмісту іншого відновлювального цукру: частка фруктози протягом усіх стадій онтогенезу суттєво зменшується, сягаючи найменшого значення у серпні, на фазі попереднього спокою пагонів. Ймовірно, це пов'язане з пріоритетним використанням саме фруктози як субстрата клітинного дихання рослин у техногенних умовах зростання або з переважним синтезом цього моносахариду під час темнових реакцій фотосинтезу.

У листках дослідних рослин *A. platanoides*, які зростають на території, прилеглої до автомагістралі та ВАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод», співвідношення окремих форм відновлювальних цукрів протягом вегетаційного періоду змінюється в протилежному напрямі, ніж у *A. saccharinum*. Як видно з рис. 2, в асиміляційних органах клена гостролистого із забрудненої токсичними газами та важкими металами зони частка глюкози протягом фаз активного й прихованого росту пагонів залишається на одному й тому ж рівні, а на стадії прихованого росту пагонів дещо знижується. Частка фруктози від загального вмісту розчинних цукрів у листках, навпаки, зростає саме на останній фазі онтогенезу пагонів (серпень). Слід також підкреслити, що ці відмінності у співвідношенні глюкози і фруктози у даного виду менші порівняно зі змінами у співвідношенні окремих форм відновлювальних цукрів у *A. saccharinum*.

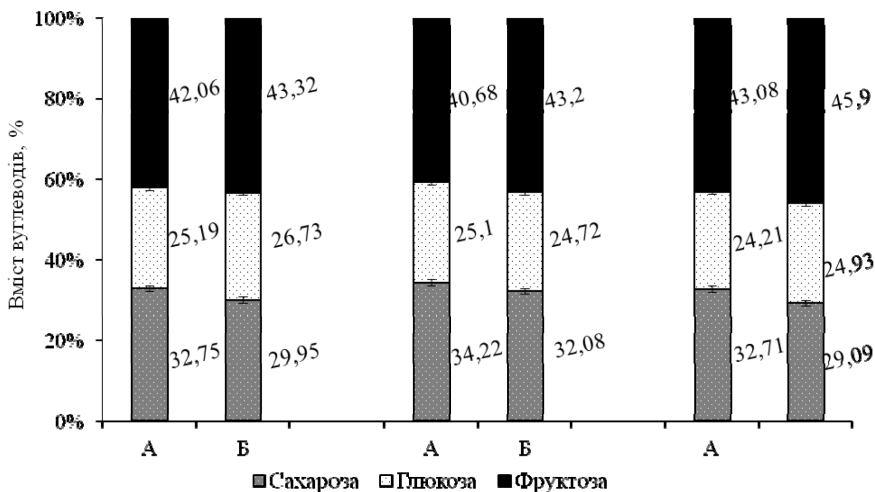


Рис. 2. Співвідношення розчинних вуглеводів у листках *A. platanoides* в умовно чистій зоні (А) та в моніторинговій точці (Б), %:
І – червень, ІІ – липень, ІІІ – серпень

У літературі є свідчення дії промислових викидів на зміни співвідношення цукрів у пагонах та асиміляційних органах деревних порід [4; 12]. Так, в умовах впливу на рослини роду *Tilia* L. промислових емісій SO_2 , NO_x , H_2S , NH_3 , фенолів і завислих часток рівень відновлювальних цукрів перевищує частку сахарози протягом осінньо-зимового періоду, а частка моносахаридів зростає більшою мірою, ніж олігосахаридів, особливо в стеблах *T. platyphyllos*. У цього виду частка крохмалю в стеблах дослідних рослин менша, ніж у рослин умовно чистої зони, а темпи падіння рівня полісахариду в зимові місяці майже однакові. У *T. europaea* про-

тягом всієї фази глибокого спокою і на початку фази вимушеного спокою пагонів частка крохмалю в стеблах рослин забрудненої зони вища, ніж у контролі внаслідок зниженої інтенсивності гідролізу полісахариду [12].

П. С. Гнатів (2006) простежив динаміку метаболізму різних за газостійкістю деревних видів протягом вегетаційного періоду в умовах м. Львів. Стійкі види (*Robinia pseudoacacia* L., *Salix alba* L.) з весни мали найбільший вміст цукрів у листках, малостійкі види нагромаджували більше цукрів у середині літа (*Aesculus hippocastanum* L.) або восени (*A. platanoides*). У дуже стійких видів лише в середині вегетації спостерігали збільшення пропорції цукрів у листках під тиском погіршення умов. У листках *Fagus sylvatica* L. впродовж фази активного формування асиміляційних органів (від останньої декади травня і до середини липня) в умовах урбофітоценозу поступово використовувалася найбільша кількість цукрів і водночас стрімко зростали оперативні резерви крохмалю [4].

Таким чином, вивчення динаміки співвідношення моно- та дисахаридів у листках *A. saccharinum* і *A. platanoides* протягом вегетаційного періоду свідчить про чутливість цих показників до антропогенного навантаження.

Висновки. Комплексне забруднення навколишнього середовища токсичними газами SO_2 , NO_2 , залізом, манганом, цинком, ртуттю і хромом викликає зміни у динаміці співвідношення розчинних форм вуглеводів у листках представників роду *Acer*. За вивченими нами показниками чутливішим до техногенної дії довкілля є *A. saccharinum*, а середньостійким – *A. platanoides*.

Бібліографічні посилання

1. Бессонова В. П. Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля : навч. посіб. з великого практикуму. Частина I / В. П. Бессонова. – Запоріжжя: ЗДУ, 2001. – 196 с.
2. Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO_2 и NO_2) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье, 2001. – 193 с.
3. Вронский В. А. Прикладная экология : учеб. пособ. / В. А. Вронский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1996. – 512 с.
4. Гнатів П. С. Функціональна адаптація деревних рослин до умов урбанізованого середовища на Заході України : дис... д-ра біол. наук : 03.00.16 / Гнатів Петро Степанович. – Чернівці, 2006. – 340 с.
5. Грицай З. В. Вплив промислових викидів коксохімічного підприємства на вміст вуглеводів та жирів у листках деревних рослин / З. В. Грицай, Т. І. Юсипіва // Питання біоіндикації та екології. – 2004. – Вип. 9, № 2. – С. 97–107.
6. Екологічний паспорт Дніпропетровської області (2014 р.) // <http://www.menr.gov.ua>.
7. Зайцева І. О. Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї / І. О. Зайцева, Л. Г. Долгова. – Д. : Вид-во ДНУ, 2010. – 388 с.
8. Косаківська І. В. Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів / І. В. Косаківська. – К., 2003. – 192 с.
9. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк, 1999. – 210 с.
10. Юсипіва Т. Вплив техногенного навантаження на динаміку вмісту розчинних форм вуглеводів у листках представників роду *Acer* L. / Т. Юсипіва, О. Борисова // Вісник Львів. ун-ту. – Сер. біол. – 2015. – № 69. – С. 174–182.
11. Юсипіва Т. І. Вплив промислових емісій SO_2 та NO_2 на динаміку розчинних вуглеводів у листках декоративних чагарникових рослин / Т. І. Юсипіва, А. В. Білоус // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д. : РВВ ДНУ, 2010. – Вип. 39. – С. 136–142.
12. Юсипіва Т. І. Співвідношення різних форм неструктурних вуглеводів у пагонах лип (*Tilia* L.) в умовах техногенезу / Т. І. Юсипіва, Ю. П. Коваль // Матер. за VIII Міжнарод. науч. практ. конф. «Ключові въпроси в съвременната науката». 17–25 април 2012 г. – Софія: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2012. – С. 3–7.

Надійшла до редколегії 20.05.2015

УДК 579.26+581.02

А. О. Кононенко, О. А. Дрегваль, Н. В. Черевач, І. В. Жерноскова, А. І. Вінніков*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара***ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО МІКРОБНОГО ІНСЕКТИЦИДУ
«БАКТОФУНГІН-LS» НА ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИН**

Досліджено вплив мікробного інсектицидного препарату «Бактофунгін-LS» на основі ентомопатогенних бактерій і грибів на фізіологічні та біохімічні процеси у листках кукурудзи. Встановлено, що після обробки рослин препаратом підвищується загальний вміст пігментів (хлорофілів – на 12,8 %, каротиноїдів – на 31,3 %), зменшується співвідношення хлорофілів *a/b* і хлорофіл/каротиноїди, що є проявом фізіологічної реакції рослин на антропогенний вплив. Виявлено збільшення активності пероксидази на 13 % та поліфенолоксидази на 17,3 %, що свідчить про помірну фітоімунну відповідь та фізіологічну адаптацію рослин до дії біоінсектициду. Отримані результати дозволяють стверджувати про безпечність використання дослідженого мікробного інсектицидного препарату для рослин.

Ключові слова: біологічні інсектициди, токсини, хлорофіли, каротиноїди, пероксидаза, поліфенолоксидаза, адаптаційні властивості рослин.

А.О. Кононенко, О.А. Дрегваль, Н.В. Черевач, И. В. Жерноскова, А.И. Винников*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара***ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МІКРОБНОГО ІНСЕКТИЦИДУ
«БАКТОФУНГІН-LS» НА ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИН**

Исследовано влияние микробного инсектицидного препарата «Бактофунгин-LS» на основе энтомопатогенных бактерий и грибов на физиологические и биохимические процессы в листьях кукурузы. Показано, что после обработки растений препаратом повышается общее содержание пигментов (хлорофиллов – на 12,8 %, каротиноидов – на 31,3 %), уменьшается соотношение хлорофиллов *a/b* и хлорофилл/каротиноиды, что является проявлением физиологической реакции растений на антропогенное влияние. Выявлено увеличение активности пероксидазы на 13 % и полифенолоксидазы на 17,3 %, что свидетельствует об умеренном фитоиммунном ответе и физиологической адаптации растений к действию биоинсектицида. Полученные результаты позволяют утверждать о безопасности использования исследуемого микробного препарата для растений.

Ключевые слова: биологические инсектициды, токсини, хлорофиллы, каротиноиды, пероксидаза, полифенолоксидаза, адаптационные свойства растений.

A. O. Kononenko, O. A. Dregval, N. V. Cherevach, I. V. Jernosekova, A. I. Vinnikov*O. Honchar Dnipropetrovsk National University***INFLUENCE OF MICROBIAL INSECTICIDE «BACTOFUNGIN-LS»
ON THE VITAL PLANTS PROCESSES**

The influence of microbial insecticide «Bactofungin-LS» on the base of entomopathogenic bacteria and fungi on the physiological and biochemical processes in the leaves of corn was investigated. It was founded that after treatment of plants by the biological insecticide increases the total content of pigments. The content of chlorophyll increased for 14 days by 9,14–12,8 % in comparison with the control, carotenoid – by 23.3 % after 2 days and 31.3 % after 14 days. It was determined the ratio of chlorophylls *a/b* as a measure of the balance of the photosynthetic process. It was reduction of chlorophyll *a* content compared to control. It was determined the ratio chlorophyll/carotenoids as an indicator of the balance between the amount absorbed by pigments light energy and its effective utilization in photosynthetic reactions. It was established that the ratio chlorophyll/carotenoids were decreased after 2

days by 11.6 %, after 14 days – by 14.1% compared to control, which is a manifestation of the physiological responses of plants to anthropogenic forcing. This indicates insignificant negative impact bioinsecticide on the photosynthetic apparatus of plants. It was showed an increase of peroxidase activity by 13 % and polyphenoloxidase by 17.3 %, what indicating a moderate phytoimmune response and physiological adaptation of plants to bioinsecticide action. The obtained results indicated about the safe use of biological insecticide for plants.

Key words: biological insecticides, toxins, chlorophylls, carotenoids, peroxidase, polyphenoloxidase, adaptive properties of plants.

Одним із засобів регулювання чисельності шкідливих комах є застосування мікробних інсектицидів, серед яких провідне місце займають препарати на основі *Bacillus thuringiensis*. Кристалічні білки розглядаються як головні токсичні компоненти біоінсектицидів на основі *B. thuringiensis*, проте ці бактерії продукують й інші речовини, які згубно діють на комах, серед яких значна увага приділяється β -екзотоксину. Здатність до синтезу цього токсину виявлена у різних варіантів, зокрема у штамів *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* [15].

Термостабільний водорозчинний β -екзотоксин містить фосфорильовану алларову кислоту, зв'язану з аденозинглюкозою і є аналогом аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ). Дія екзотоксину проявляється в інгібуванні ДНК-залежної РНК-полімерази за рахунок зв'язування з молекулою екзотоксину замість АТФ. Особливо чутливі до дії екзотоксину комахи в період метаморфоза, що пов'язано з його впливом на молоді клітини [10]. У сублетальних дозах екзотоксин затримує процес линьки та перетворення у лялечку, може викликати появу фізіологічно неповноцінних особин, знижує репродуктивну функцію комах [15; 9]. На відміну від δ -ендотоксину β -екзотоксин характеризується більш широким спектром інсектицидної дії і може негативно впливати на нецільові організми. За даними О. Е. Ворониної β -екзотоксин спричиняє негативну дію на проростки рослин гороху, що обумовлено порушенням стану пігментних систем та синтезу хлорофілу [4]. А. В. Крижко повідомила, що штам *B. thuringiensis*, який продукує β -екзотоксин, пригнічує функціонування світлозбираючого комплексу в листках картоплі [8].

Як відомо, вміст пігментів може характеризувати фізіологічний стан рослини. Кількість пігментів у рослинах змінюється протягом онтогенезу, а також під час адаптації до умов довкілля та під впливом різних стресорів [2]. Адаптаційні властивості рослин до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища можна також оцінити за допомогою кількісних змін активності ферментів пероксидази та поліфенолоксидази [3; 7].

Відомо, що внесені у біоценоз шляхом обприскування компоненти мікробних інсектицидних препаратів можуть певний час зберігатися на листках рослин. За даними деяких дослідників термін збереження життєздатних спор *B. thuringiensis* на верхньому боці листків обробленої рослини складає 1–2 доби, на нижньому, захищеному від світла – до 7–10 діб. Екзотоксин зберігається до 5–7 діб [10; 17]. Тому великий період збереження ентомоцидних компонентів біопрепарату може вплинути на фізіологічні процеси, які відбуваються в клітинах оброблених рослин.

Метою даної роботи було вивчення впливу мікробного інсектицидного препарату «Бактофунгін-LS» на основі штамів ентомопатогенних бактерій *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* IMB-7186 та грибів *Beauveria bassiana* IMB-F-100043 на динаміку накопичення фотосинтетичних пігментів, активність ферментів пероксидази та поліфенолоксидази у листках кукурудзи.

Матеріали та методи досліджень. Для дослідження впливу компонентів комплексного біопрепарату на процеси життєдіяльності рослин використовували зелену масу двотижневих рослин кукурудзи, вирощених у лабораторних умовах. Модельні рослини обробляли 10 % розчином рідкої форми препарату з титром $2,5 \times 10^8$ спор *B. thuringiensis* та $1,5 \times 10^7$ *B. bassiana* методом обприскування.

Вміст пігментів вимірювали спектрофотометрично за методикою В. Ф. Гавриленко зі співавторами. Вміст окремих пігментів вимірювали при довжині хвиль 665 та 649 (хлорофіли *a* та *b*) і 440 нм (сума каротиноїдів) у загальній спиртовій витяжці на спектрофотометрі СФ-46. Концентрацію пігментів обчислювали за формулами Wintermans та De Morts для 96 % етанолу [5].

Визначення активності пероксидази та поліфенолоксидази у листках кукурудзи проводили за методом А. Н. Бояркіна [14]. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми Statistica 6.

Результати та їх обговорення. За результатами проведених досліджень встановлено, що протягом 14 діб після обробки препаратом у листках кукурудзи відмічено збільшення суми хлорофілів на 9,14 – 12,8 % у порівнянні з контролем (табл. 1). З даних літератури відомо, що підвищення вмісту пігментів активізує процеси росту та розвитку рослин [1].

Важливим показником збалансованості фотосинтетичного процесу є співвідношення форм хлорофілу. Хлорофіл *a* пов'язаний з реакційними центрами фотосистеми, а хлорофіл *b* із світлозбираючим комплексом фотосистеми II [1]. Як вважають деякі автори, співвідношення хлорофіл *a*/хлорофіл *b* може впливати на ростові процеси на ранніх стадіях розвитку рослин, впливаючи на потенціал врожайності [6]. Встановлено, що співвідношення хлорофіл *a*/хлорофіл *b* протягом усього терміну спостережень було менше, ніж у контролі, що свідчить про зменшення в ньому частки хлорофілу *a*.

Таблиця 1

**Вміст хлорофілів у листках кукурудзи після обробки біопрепаратом
«Бактофунгін-LS», мг/100 г сирової речовини**

Варіант досліджу	День досліджу	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Хлорофіл <i>a</i> + Хлорофіл <i>b</i>	Хлорофіл <i>a</i> / Хлорофіл <i>b</i>
Контроль	До обробки	48,60±0,03	17,56±0,17	66,16±1,90	2,77
	2	50,13±0,08	18,44±0,24	68,57±0,21	2,72
	7	53,17±0,12	19,73±0,05	72,90±0,08	2,69
	14	49,87±0,35	17,26±0,08	67,13±0,37	2,89
Оброблені рослини	До обробки	48,90±0,21	17,60±0,12	66,59±0,12	2,77
	2	50,97±0,24*	23,77±0,17*	74,74±0,35*	2,14
	7	54,83±0,25*	27,00±0,12*	81,84±0,36*	2,03
	14	51,67±0,55	24,03±0,13*	75,70±0,68*	2,15

Примітка: P<0,05, * – достовірність різниці відносно контролю.

У дослідях із вивчення впливу біоінсектициду на жовті фотосинтетичні пігменти на другу добу спостерігали також збільшення концентрації каротиноїдів на 23,3 % (табл. 2).

Таблиця 2

**Вміст каротиноїдів у листках кукурудзи після обробки біопрепаратом
«Бактофунгін-LS», мг/100 г сирової речовини**

Варіант досліджу	День досліджу	Сума каротиноїдів	Хлорофіл/ каротиноїди
Контроль	До обробки	13,27±0,12	4,99
	2	13,45±0,27	5,1
	7	13,79±0,10	5,29
	14	12,17±0,15	5,52
Оброблені рослини	До обробки	13,40±0,06	4,96
	2	16,59±0,11*	4,51
	7	17,35±0,10*	4,72
	14	15,98±0,06*	4,74

Примітка: P<0,05, * – достовірність різниці відносно контролю.

На сьому добу після обробки рослин вміст каротиноїдів підвищився на 25,8 %. На чотирнадцяту добу цей показник підвищився на 31,3 % в порівнянні з контролем.

Також визначали співвідношення хлорофіл/каротиноїди як показника збалансованості між кількістю поглинутої пігментами світлової енергії та ефективністю її використання у фотосинтетичних реакціях. При обробці кукурудзи препаратом «Бактофунгін-LS» співвідношення хлорофіл/каротиноїди зменшувалось на другу добу на 11,6 % порівняно з контролем. На сьому добу цей показник зменшився на 10,8 %, і на 14 – на 14,1 % (див. табл. 2).

Отримані результати свідчать, що у пігментному комплексі збільшується доля каротиноїдів відносно до хлорофілу, що вказує про порушення балансу між кількістю поглинутої пігментами світлової енергії та ефективністю її використання у фотосинтетичних реакціях. Отже біопрепарат «Бактофунгін-LS» спричинює деяку негативну дію на фотосинтетичний апарат рослин, що проявляється у зменшенні співвідношення хлорофіл *a*/хлорофіл *b* та співвідношення хлорофіл/каротиноїди.

Збільшення сумарного вмісту хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів у листках оброблених рослин свідчить про фізіологічну адаптацію рослин кукурудзи до несприятливих умов зовнішнього середовища. На відміну від даних А. В. Крижко у наших дослідженнях не спостерігалось суттєвого негативного впливу біопрепарату, що містить β -екзотоксин, на синтез фотосинтезуючих пігментів [8]. Можливо, це пов'язано з невеликою концентрацією цього токсину у складі «Бактофунгін-LS».

Одним із компонентів захисної системи рослин є пероксидаза, яка бере участь у синтезі лігніну, фітоалексинів, окисненні фенолів та активних форм кисню, що володіють високою фунгітоксичністю. Індуктором цього ферменту можуть бути різні фізичні та хімічні фактори, а кількісні зміни його активності пов'язують із адаптаційними властивостями рослин до дії несприятливих факторів навколишнього середовища [3]. Тому наступні наші дослідження були спрямовані на визначення впливу мікробного препарату на активність ферменту пероксидази у порівнянні з контрольними рослинами. Аналіз активності ферменту у листках оброблених рослин проводили через 2, 7 та 14 діб.

Вивчення динаміки активності пероксидази у лабораторних умовах показало, що через дві доби після обробки рослин мікробним препаратом «Бактофунгін-LS» збільшилася активність пероксидази у листі оброблених рослин на 6 % у порівнянні з контролем, на сьому добу активність пероксидази збільшилась на 13 %, на чотирнадцяту добу – на 10 % (рис. 1).

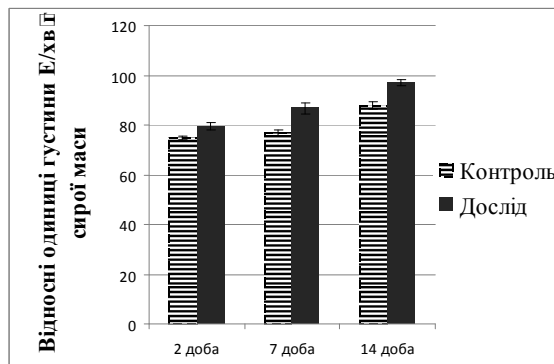


Рис. 1. Вплив інсектицидного мікробного препарату «Бактофунгін-LS» на активність пероксидази в листках кукурудзи

Таке збільшення активності пероксидази у рослинах унаслідок обробки бактофунгіном не слід вважати суттєвим, оскільки за даними літератури під дією інфекційних агентів активність цього ферменту може зростати на 50–400 % [3; 13].

Помірне збільшення активності пероксидази в листках кукурудзи, оброблених препаратом, може свідчити про фітоімунну відповідь рослинних клітин на контакт із чужорідними мікроорганізмами. З літературних даних відомо, що за стресових умов активність пероксидази підвищується і забезпечує нормальні метаболічні процеси в рослинах [3]. Такі незначні підвищення пероксидази в листках рослин підсилюють комплексну стійкість рослин і сприяють підвищенню врожайності [16].

Іншим ферментом, який пов'язують із захисними реакціями рослин на механічні пошкодження та ураження патогенами, є поліфенолоксидаза. Цей фермент функціонує в цитоплазмі й бере участь в утворенні хінонів, токсичних для мікроорганізмів. Разом із пероксидазою поліфенолоксидаза бере участь у перетворенні попередників лігніну, необхідного для потовщення оболонок, тобто утворення механічних бар'єрів проти патогенів [11]. Тому ступінь активності поліфенолоксидази використовують як критерій стійкості рослин до дії несприятливих факторів [7].

У наших дослідженнях визначення активності поліфенолоксидази у листках кукурудзи, показало незначне збільшення активності цього ферменту в оброблених рослинах (рис. 2).

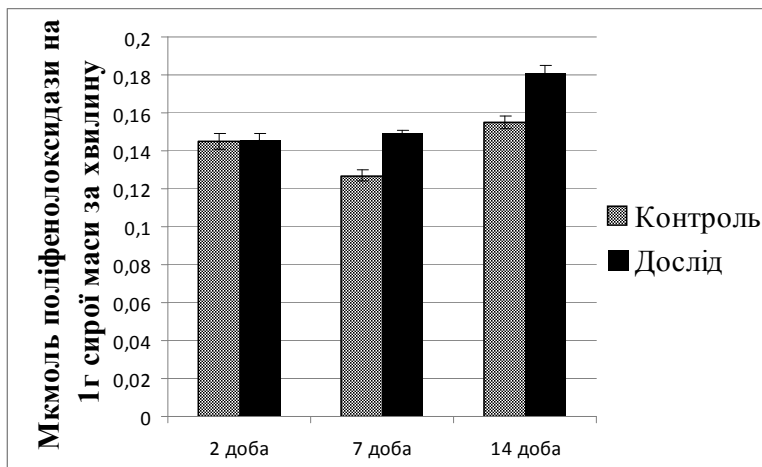


Рис. 2. Вплив інсектицидного мікробного препарату «Бактофунгін -LS» на активність поліфенолоксидази в листках кукурудзи

На сьому добу активність поліфенолоксидази збільшилась на 17,3 % у порівнянні з контролем. На чотирнадцяту добу спостерігали збільшення активності досліджуваного ферменту на 16,8 %.

За даними літератури відомо, що збільшення концентрації антропогенних забруднювачів у зовнішньому середовищі спричинює підвищення активності поліфенолоксидази на 200 – 300 % [12]. Враховуючи це, можна зробити висновок, що обробка рослин кукурудзи мікробним препаратом не є потужним стресовим фактором, а викликає лише помірну фітоімунну реакцію, яка свідчить про спроможність рослин зберегти стабільний характер окиснювально-відновних реакцій та процесів метаболізму фенольних сполук.

Висновки. Комплексний мікробний інсектицидний препарат «Бактофунгін-LS» підвищує загальний вміст пігментів (хлорофілів та каротиноїдів), що активізує процеси росту та розвитку рослин; зменшує співвідношення хлорофіл *a*/хлорофіл *b* і хлорофіл/каротиноїди, що є проявом фізіологічної реакції рослин на техногенний вплив; спричинює лише незначне збільшення (до 13 %) активнос-

ті пероксидази в листках кукурудзи, що стимулює фітоімунітет, підвищує комплексну стійкість рослин; викликає незначне підвищення активності поліфенолоксидази (до 17,3 %), що свідчить про спроможність рослин зберегти окиснювальний обмін на стабільному рівні та формування адаптаційних реакцій у рослин. Це дозволяє стверджувати про безпечність використання мікробного інсектицидного препарату «Бактофунгін-LS» на основі штамів *B.thuringiensis* var. *thuringiensis* та *B.bassiana* для захисту рослин від шкідливих комах.

Бібліографічні посилання

1. Абрамова Э. А. Содержание фотосинтетических пигментов и аскорбиновой кислоты в проростках вики в присутствии хлорида никеля / Э. А. Абрамова, В. В. Иванищев // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер.: Естественные науки. – 2012. – № 9. – С.
2. Адрианова Ю. Е. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю. Е. Адрианова, И. А. Тарчевский. – М. : Наука, 2000. – 135 с.
3. Биорегуляция микробно-растительных систем / Г. А. Иутинская, С. П. Пономаренко, Е. И. Андреюк и др.; под общей ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко – К. : Ничлава, 2010. – 464 с.
4. Воронина О. Е. Экологические аспекты производства и применения энтомоцидных препаратов / О. Е. Воронина // Всерос. конф. «Научные аспекты экологических проблем России», посвященная 90-летию со дня рождения акад. А. Л. Яншина. – Москва, 13–16 июня 2001 г. – СПб., 2001. – С. 277.
5. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина. – М. : Высш. шк., 1975. – 392 с.
6. Генетические основы селекции растений : в 4 т. – Т. 1. Общая генетика растений / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск : Белорус. Наука, 2008. – 551 с.
7. Зайцева І. О. Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї : моногр. / І. О. Зайцева, Л. Г. Долгова. – Д. : Вид-во ДНУ, 2010. – 388 с.
8. Крижко А. В. Вплив штамів *Bacillus thuringiensis* на пігментний апарат листя картоплі / А. В. Крижко // Агроекологічний журнал. – 2009. – № 2. – С. 111–114.
9. Микробиоконтроль численности насекомых и его доминанта *Bacillus thuringiensis* / Н. В. Кандыбин, Т. И. Патыка, В. П. Ермолова, В. Ф. Патыка – СПб.; Пушкин : Научное издание «Инновационный центр защиты растений», 2009. – 252 с.
10. Патыка В. Ф. Экология *Bacillus thuringiensis* / В. Ф. Патыка, Т. И. Патыка. – К. : Изд-во ПДАА, 2007. – 216 с.
11. Полевой В. В. Физиология растений : учеб. для биол. спец. вузов / В. В. Полевой. – М. : Высш. шк., 1989. – 464 с.
12. Половникова М. Г. Активность компонентов антиоксидантной защиты и полифенолоксидазы у газонных растений в онтогенезе в условиях городской среды / М. Г. Половникова, О. Л. Воскресенская // Физиология растений. – 2008. – Т. 55, № 5. – С. 777–785.
13. Семенова Е. А. Энзиматическая активность инфицированных листьев *Glycine max* и *Glycine soja* / Е. А. Семенова, С. А. Титова, Л. К. Дубовицкая // Фундаментальные исследования. Биологические науки. – 2011. – №12. – С. 708–711.
14. Сучасні методи біохімічного аналізу рослин : навч. посіб. /Л. В. Шупранова, В. С. Більчук, Л. В. Богуславська та ін. – Д. : Вид-во ДНУ, 2011. – 80 с.
15. An Extracytoplasmic-Function Sigma Factor Is Involved in a Pathway Controlling β -Exotoxin I Production in *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis* strain 407-1 / S. Espinasse, M. Gohar, D. Lereclus [et al.] // J. Bacteriol. – 2004. – Vol. 186, № 10. – P. 3108–3116.
16. Graskova I. A. Effect of coniferous extract on potato plants / I. A. Graskova, E. V. Kuznetsova, M. A. Zhivetiev // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – V. 5, № 1-2, – 2009. – P. 38–44.
17. Smith R. A. The Phylloplane as a Source of *Bacillus thuringiensis* Variants / Robert A. Smith, Graham A. Couche // Applied and Environmental Microbiology. – 1991. – Vol. 57, №1. – P. 311–315.

Надійшла до редколегії 23.04.2015

УДК 631.474+631.452

Н. Ф. Павлюкова, Н. О. Хромих, Л. В. Богуславська

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ ГЛУТАТИОНОВОЇ СИСТЕМИ ОДНОДОЛЬНИХ РОСЛИН НА ВПЛИВ МЕТАЛІВ ТА ГІПЕРТЕРМІЇ

Вивчено комплексний вплив іонів нікелю та гіпертермії на вміст відновленої форми глутатіону у коренях проростків кукурудзи. Встановлено, що ефект взаємодії двох абіотичних чинників при їх довготривалій дії сприяє збільшенню вмісту відновлених форм глутатіону у клітинах проростків кукурудзи, що має адаптивний характер.

Ключові слова: кукурудза, відновлені форми глутатіону, нікель, гіпертерія.

Н. Ф. Павлюкова, Н. А. Хромых, Л. В. Богуславская

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ГЛУТАТИОНОВОЙ СИСТЕМЫ ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ НА ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛОВ И ГИПЕРТЕРМИИ

Изучено комплексное влияние ионов никеля и гипертермии на содержание восстановленной формы глутатиона в корнях проростков кукурузы. Установлено, что эффект взаимодействия двух абiotических факторов при их продолжительном действии способствует увеличению содержания восстановленной формы глутатиона в клетках проростков кукурузы, что имеет адаптивный характер.

Ключевые слова: кукуруза, восстановленные формы глутатиона, никель, гипертермия.

N. F. Pavlukova, N. A. Chromych, L. V. Boguslavs'ka

O. Hochar Dnipropetrovsk National University

THE PECULIARITIES OF GLUTATHIONE SYSTEM REACTION OF MONOCOTYLEDONOUS PLANTS ON THE IMPACT OF METALS AND HYPERTHERMIA

It was conducted a planned factorial experiment to determine the joint action of nickel ions and hyperthermia on the functioning of the metabolic cycle of glutathione, which is one of the most important plant protective systems.

The compounds of heavy metals, whose action causing oxidative stress, are causing significant damage to plant organisms. In the chain of corresponding reactions of plants on the toxic effects of heavy metals an important place occupies a glutathione system. Changes in the content of glutathione and glutathione-dependent enzymes determine the state of plants antioxidant system. In tolerant species the increase of glutathione concentration is an adaptive response to the increase of heavy metals in the tissues. The impact of hyperthermia leads to changes of fatty acid composition in membrane, where leads to increasing of passive transport of ions and metabolites, including ions of heavy metals compounds. To protect against their negative effects in the cell works a system of antioxidant enzymes, among which there are enzymes of glutathione cycle.

It was established that the interaction effect of two abiotic factors contributes to the increase of content of reduced form of glutathione in the cells of maize seedlings that has an adaptive character.

Key words: corn, reduced forms of glutathione, nickel, hyperthermia.

Останнім часом умови рослин погіршуються у зв'язку з глобальними процесами як природного, так і антропогенного походження. Тому зростає потреба в точній оцінці адаптивного потенціалу рослин, яка неможлива без вивчення

їх стійкості до пошкоджувального впливу. Оскільки в природному середовищі в основному має місце комбінований вплив стресових факторів на рослини, тому дослідження стійкості до несприятливих чинників потребує врахування спільного впливу зростаючого техногенного навантаження та мінливих кліматичних умов [3; 6]. В умовах міського середовища захисні адаптаційні механізми рослин не просто забезпечують виживання організму, а спрямовані на реалізацію онтогенетичної програми за довготривалого впливу забруднювального фактора [8].

Серед найагресивніших забруднювачів довкілля, які згубно впливають на біосферу, є іони важких металів.

Підвищення концентрації важких металів можуть призводити до загальних, малоспецифічних фізіологічних і біохімічних змін. У якості найбільш загальних проявів стресу, обумовленого надлишком важких металів, виділяють пошкодження мембран, зміну активності ферментів, інгібування росту коренів. Зазначені порушення ведуть до цілого ряду вторинних ефектів, таких як гормональний дисбаланс, дефіцит необхідних елементів, інгібування фотосинтезу, порушення пересування фотоасимілянтів, зміна водного режиму [1].

Метаболічні порушення в рослинах викликаються не тільки нестачею мікроелементів живлення, але і їх надлишком. У цілому рослини більш стійкі до підвищених, ніж знижених концентрацій елементів [5].

Нікель належить до ультрамікроелементів і у високих концентраціях виявляє цитостатичні та мутагенні властивості, пригнічує ріст і розвиток рослин, процеси фотосинтезу та дихання, знижує активність ферментів [2].

У сучасних умовах рослини пристосовуються до дії різних забруднювачів за рахунок різноманітних детоксаційних механізмів, що сформувались у рослин у процесі філогенезу. Важливою захисною системою рослин є система глутатіону, яка захищає організм від згубної дії продуктів ПОЛ, регулює окисно-відновні процеси, знешкоджує ксенобіотики.

Встановлено, що індукція синтезу відновленої форми глутатіону у вегетативних органах проростків спостерігається переважно за максимальною вмісту Ni у середовищі вирощування. Зміни вмісту глутатіону та активності глутатіонзалежних ферментів визначають стан антиоксидантної системи рослин. Показано, що за наявності мінімальної концентрації Ni у листках активність ГР і ГП підвищується, тоді як максимальна пригнічує їхню активність. У коренях сої та кукурудзи активність ферментів зменшується, що може бути пов'язано з переважним використанням глутатіону для утворення фітохелатинів, які здатні зв'язувати значну кількість важких металів. Оскільки глутатіонзалежна антиоксидантна система обумовляє резистентність рослин до дії важких металів, у тому числі нікеля, актуальним є дослідження особливостей її функціонування [4; 9].

У процесі еволюції сформувалися генетичні механізми, які підвищують стійкість рослин до високих температур. Як і за інших впливів, при високих температурах працюють захисні механізми двох типів: уникнути перегріву і пристосування до існування в умовах високих температур. Пристосування до високих температур корелює зі зростанням ступеня насиченості жирних кислот мембранних ліпідів [10].

Спільний вплив нестабільних температур середовища та важких металів на реакції глутатіонової системи рослин наразі мало досліджено. Тому метою даної роботи було дослідити особливості реакції глутатіонової системи проростків кукурудзи за умов спільної дії гіпертермії та іонів нікелю.

Об'єкти і методи дослідження. Для дослідження брали кукурудзу як представника однодольних рослин.

Кукурудза – середньоранній гібрид Орлиця 237 МВ. Характеризується високою врожайністю (11–12 т/га) та високою технологічністю. Рослина високоросла 250–260 см, не кущиться, стебла стійкі до полягання та ламкості. Стійкість до

засухи, уражень основними хворобами та пошкодження шкідниками дуже висока, 8 балів із 9. Напрямок використання даного гібриду – отримання великого врожаю зерна.

У модельному експерименті досліджували вплив іонів нікелю та високої температури на вміст відновленого глутатіону у коренях проростків кукурудзи.

Перші 4 доби досліду проростки знаходились у термостаті при температурі 26 °C на дистильованій воді. Потім проростки переносили у чашки Петрі та витримували на розчинах $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ у концентраціях 0,05 мМ; 0,5 мМ та 1,0 мМ. Проростки витримувалися у термостаті при різних показниках температури 32 °C, 38 °C, 45 °C.

Корені проростків відбирали через 30 та 180 хвилин за схемою експерименту (табл. 1).

Таблиця 1

Схема факторного експерименту

№	Концентрація $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, мМ	Температура, °C	Час дії факторів, хв	
1	0,05	32	30	180
2	1,0	32	30	180
3	0,05	45	30	180
4	1,0	45	30	180
5	0,5	38	30	180

Отримані дані обробляли математично з використанням методу планового факторного експерименту.

Двохфакторний експеримент є більш досконалим для вивчення складних процесів порівняно з однофакторним, оскільки найбільший недолік однофакторного експерименту полягає в тому, що висновки, зроблені на його основі, навіть після статистичної обробки результатів справедливі тільки для тих строго фіксованих умов, в яких цей експеримент був поставлений. Ця обставина значною мірою знецінює однофакторний підхід до вивчення складних процесів.

Повторність дослідів трикратна.

Визначали вміст відновленого глутатіону за допомогою спектрофотометричного методу з використанням реактиву Еллмана в коренях проростків, що зазнали впливу гіпертермії та іонів нікелю. Використовували метод визначення відновленого глутатіону, модифікований для рослинних тканин [7].

Дані обробляли математично за допомогою комп'ютерної програми StatGraphics.

Надійність одержаних результатів – 95 %.

Результати та їх обговорення. Сполуки важких металів, дія яких спричинює окислювальний стрес, завдають значної шкоди рослинним організмам. У ланцюгу відповідних реакцій рослин на токсичний вплив важких металів важливе місце посідає глутатіонова система. Зміни вмісту глутатіону та активності глутатіонзалежних ферментів визначають стан антиоксидантної системи рослин. У толерантних видів збільшення концентрації глутатіону є адаптивною реакцією на підвищення концентрації важких металів у тканинах.

Вплив гіпертермії призводить до зміни жирнокислотного складу мембран, відбувається окиснення ліпідів, що суттєво змінює структуру ліпідного біошару мембран, це призводить до посилення пасивного транспорту іонів та метаболітів, у тому числі іонів сполук важких металів. Також за дії високих температур відбувається порушення гомеостазу організму, при якому у рослин спостерігається посилене утворення активних форм кисню. Для захисту від їх негативного впливу в клітині працює система антиоксидантних ферментів, серед яких є і ферменти глутатіонового циклу [10].

У проведенному нами модельному експерименті ми враховували спільну дію двох абіотичних чинників: гіпертермії та іонів нікелю. У результаті дослідження отримали дані, приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Вміст відновленої форми глутатіону у коренях кукурудзи за сумісного впливу двох стресових факторів

Концентрація іонів нікелю, мМ	Значення високої температури, °С	Вміст відновленого глутатіону, мкМ/г
Короткочасна дія (30 хв) двох абіотичних факторів		
0,05	32	22,2±1,2
1,0	32	24,0±1,0
0,05	45	17,3±1,4
1,0	45	16,9±1,2
0,5	38	25,4±1,3
дистильована вода	26	11,6±1,5
Довготривала дія (180 хв) двох абіотичних факторів		
0,05	32	25±1,4
1,0	32	36±1,2
0,05	45	19±1,2
1,0	45	21±1,0
0,5	38	41±1,5
дистильована вода	26	10±1,3

Ми проаналізували утворення відновленого глутатіону в коренях проростків кукурудзи і встановили, що через 30 хв вплив гіпертермії та іонів нікелю був майже однаковим. Ефект взаємодії двох факторів є статистично достовірним (95 % значущості).

Вплив як високої температури, так і іонів нікелю не досягав рівня значущості, отже окрема дія кожного з цих двох факторів на етапі 30 хв не спричинює сильного окислювального стресу.

Ефект взаємодії двох факторів свідчить про явище синергізму двох стресорів, оскільки призводить до суттєвого зменшення відновлених форм глутатіону в коренях проростків. У свою чергу це свідчить про інтенсивне використання глутатіону у процесах антиоксидантного захисту.

Вплив як високої температури, так і іонів нікелю не досягав рівня значущості, отже окрема дія кожного з цих двох факторів на етапі 30 хв не спричинює сильного окислювального стресу (рис. 1).

При наступному відборі через 180 хв було встановлено, що як і на етапі 30 хв окремий вплив гіпертермії і вплив іонів нікелю не набував статистичної достовірності, отже через 180 хв вплив кожного з цих чинників не спричинює достатньо сильного стресу (рис. 2).

На етапі 180 хв також має явище синергізму двох абіотичних чинників. Встановлено значне підвищення концентрації відновленої форми глутатіону, що свідчить про достатній рівень виконання антиоксидантних функцій.

За допомогою факторного аналізу отримали рівняння регресії для встановлення закономірностей впливу гіпертермії та іонів нікелю на вміст відновленого глутатіону у коренях кукурудзи, зробили розрахунки ефектів впливу кожного з двох факторів та ефекту їх взаємодії. Достовірність отриманих результатів дорівнює 95 %.

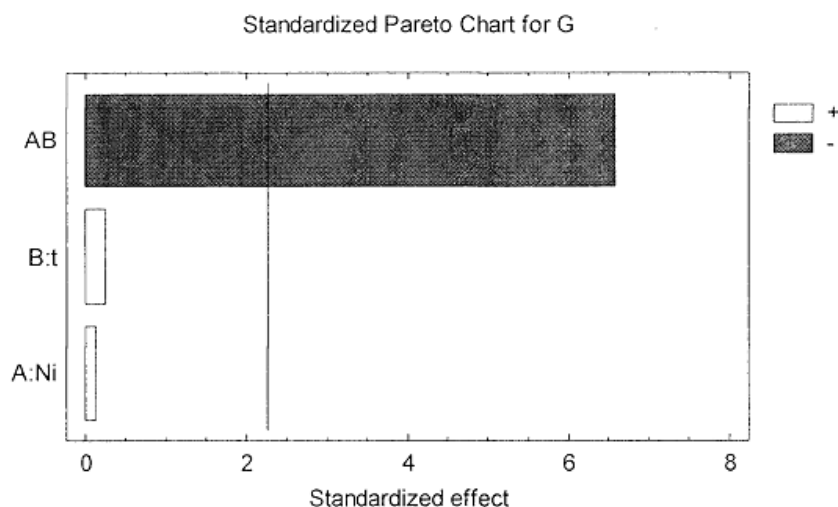


Рис. 1. Оцінка впливу іонів нікелю та високої температури на вміст відновленого глутатіону у коренях проростків кукурудзи через 30 хв експерименту:

A – вплив іонів нікелю; B – вплив високої температури;

AB – ефект взаємодії двох факторів

Вплив двох факторів на етапі 30 хв виражався за допомогою регресійної математичної моделі, яка наведена в табл. 3. Стандартна помилка дорівнює 0,37, рівень дисперсії складає 52,4 %. Коефіцієнти регресії: фактор A (Ni): 11,61; фактор B (t): 9,87; фактор AB: – 31,25.

При зміні концентрації іонів нікелю у середовищі від 0,05 мМ до 1 мМ спостерігаємо збільшення концентрації відновленого глутатіону на 13 % при мінімальній температурі. При максимальній температурі 45 °С спостерігалось зменшення вмісту глутатіону на 16 %.

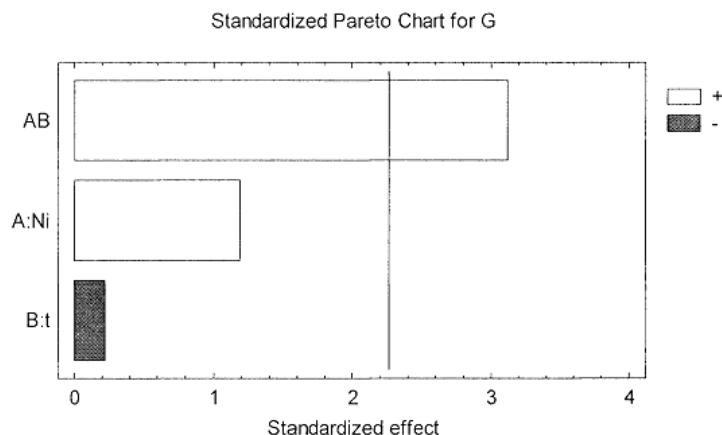


Рис. 2. Оцінка впливу іонів нікелю та високої температури на вміст відновленого глутатіону у коренях проростків кукурудзи через 180 хв експерименту:

A – вплив іонів нікелю; B – вплив високої температури;

AB – ефект взаємодії двох факторів

Зміна значень високої температури на тлі мінімальної концентрації розчину $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ викликає збільшення утворення відновленого глутатіону на 13 % відносно середнього значення в експерименті. На тлі максимальної концентрації розчину спостерігається зменшення вмісту глутатіону на 15 %. Ефект взаємодії

двох абіотичних чинників спричиняє зменшення вмісту відновленого глутатіону на 18 %.

Таблиця 3

Негативний вплив гіпертермії (x_2) та важких металів (x_1) на вміст відновленого глутатіону (y) у коренях кукурудзи

Термін дії факторів, хв	Математична модель	Ефекти впливу іонів нікелю	Ефекти впливу гіпертермії	Ефекти взаємодії факторів
30	$y=23,1-0,2x_1-0,13x_2-1,7x_1x_2$	$A_1^-=13$ $A_{1+}=-16$	$A_2^-=13$ $A_{2+}=-15$	$A_{12}=-18$
180	$y=4,2+1,2x_1-0,5x_2+0,9x_1x_2$	$A_1^-=14,2$ $A_{1+}=5,7$	$A_2^-=6,6$ $A_{2+}=19$	$A_{12}=42$

Таким чином, через 30 хвилин експерименту прояв окисного стресу у рослинному організмі спостерігається при зростанні температури у присутності максимальної концентрації $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ та збільшення концентрації іонів нікелю у розчині за дії максимального значення температури. При взаємодії двох абіотичних факторів виявлено більш значний прояв стресу, ніж при дії цих факторів окремо. При короткочасному безперервному впливові гіпертермії на тлі різних концентрації іонів нікелю у розчині активуються системи захисту рослин, оскільки температурний вплив на рослинний організм не обмежується внутрішньоклітинними бар'єрами. Можна припустити, що температурний вплив призводить до зміни активності стартових ферментів сигнальних систем, більшість із яких локалізовано в плазмалемі та появі відповідних сигнальних інтермедіатів, припускають, що важливими інтермедіатами між температурним впливом та біохімічною відповіддю клітини можуть бути активні форми кисню. Для захисту від їх негативного впливу в клітині працює система антиоксидантних ферментів, серед яких є ферменти глутатіонового циклу.

На етапі 180 хв було отримано рівняння регресії, наведене в табл. 3, при цьому рівень дисперсії складав $R^2=34,5\%$, стандартна помилка дорівнює 0,32. Коефіцієнти регресії: фактор А (Ni) =7,22; фактор В(t) =-2,61; фактор АВ =9,37.

Із представлених ефектів впливу абіотичних чинників у табл. 3 можна стверджувати, що вплив максимального значення (45°C) температури та максимальної концентрації розчину $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ на корені проростків кукурудзи викликають у клітинах рослин прояви окисного стресу, а саме збільшення вмісту відновленого глутатіону на 5,7 % та 19 % відповідно.

При зростанні від мінімальної до максимальної концентрації розчину $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ на фоні мінімального значення температури також спостерігається збільшення концентрації глутатіону на 14,2 %. Збільшення вмісту глутатіону на 6,6 % спостерігається при зміні значень високої температури у присутності мінімальної концентрації іонів нікелю у середовищі. Ефект взаємодії двох абіотичних чинників сприяє збільшенню вмісту відновлених форм глутатіону у клітинах проростків кукурудзи на 42 %.

Таким чином, після 180 хв експерименту значно активуються процеси утворення відновленого глутатіону під впливом обох стресових факторів, що має значний адаптивний характер. Ефект зростання температури та тлі мінімальної концентрації іонів нікелю та вплив зростання концентрації іонів нікелю на тлі мінімальної температури викликають окисний стрес, який рослині вдається подолати, вмикаючи компенсаторні реакції та активуючи захисні системи.

Висновки. Проведено плановий факторний експеримент для визначення сумісної дії іонів нікелю та гіпертермії на функціонування метаболічного циклу глутатіону, який є однією з найважливіших захисних систем рослинного організму.

Встановлено, що кукурудза не зазнає значного стресу за дії іонів нікелю та гіпертермії як окремих факторів, що свідчать про меншу швидкість надходження нікелю до коренів та більшу термостабільність ферментних систем, але при взаємодії цих факторів відмічається зменшення вмісту глутатіону, що свідчить про інтенсивне його використання у антиоксидантному захисті клітин.

Бібліографічні посилання

1. Амосова Н. Ф. Фито- и генотоксическое действие ионов железа, кобальта и никеля на физиологические показатели растений различных видов / Н. Ф. Амосова, И. А. Тазина // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – № 5. – С. 49–54.
2. Андреева И. В. Никель в растениях / И. В. Андреева, В. В. Говорина, Б. А. Ягодина // Агрохимия. – 2001. – № 3. – С. 82–94.
3. Воскресенская О. Л. Организм и среда: факториальная экология / О. Л. Воскресенская, Е. А. Скоцилова. – Йошкар-Ола, 2005. – 175 с.
4. Гришко В. М. Функціонування глутатіонзалежної антиоксидантної системи у гороху, сої, кукурудзи та дії сполук кадмію / В. М. Гришко, Д. В. Сищиков // Физиология и биохимия культурных растений. – 2004. – Т. 36. – № 6. – С. 23–27.
5. Демура Т. А. Функціонування аскорбатзалежної ланки антиоксидантного захисту проростків кукурудзи за сумісної дії іонів кадмію та нікелю / Т. А. Демура, В. М. Гришко // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. – К. : Логос, 2009. – Т. 2. – С. 255–262.
6. Коршиков И. И. Взаимодействие растений с техногенно загрязненной средой / И. И. Коршиков. – К. : Наук. думка, 1995. – 192 с.
7. Мусієнко М. М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М. М. Мусієнко, Т. В. Паршикова, П. С. Славний. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 200 с.
8. Половникова М. Г. Активность компонентов антиоксидантной защиты и полифенолоксидазы у газонных растений в онтогенезе в условиях городской среды / М. Г. Половникова, О. Л. Воскресенская // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – № 5. – С. 777–785.
9. Хромих Н. О. Стан глутатіонзалежної системи *Aesculus hippocastanum* за умов антропогенного забруднення / Н. О. Хромих // Вісник Львів. ун-ту. – Сер. біологічна. – 2012. – Вип. 58. – С. 265–270.
10. Хромих Н. О. Активність глутатіон-S-трансферази проростків кукурудзи за комбінованого впливу високої температури та важких металів / Н. О. Хромих, В. С. Бельчук // Вісник Дніпропетр. ун-ту. – Сер. Біологія та екологія. – 2009. – Вип. 17. – Т. 2. – С. 122–126.

Надійшла до редколегії 15.06.2015

УДК 581.1

Ю. В. Лихолат, І. В. Білик, Є. С. Бородай, І. Ю. Буряк

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

СТІЙКІСТЬ ВИСОКОДЕКОРАТИВНИХ КВІТКОВИХ РОСЛИН ЗА РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ

Досліджено рівні накопичення важких металів високодекоративними квітково-декоративними рослинами, що зростали в різних екологічних умовах. За допомогою кластерного аналізу встановлено зв'язок між вмістом окремих важких металів та деякими ростовими показниками квітково-декоративних рослин. Виявлено видові особливості стійкості досліджуваних рослин за дії полютантів, які рекомендовано враховувати при проведенні озеленення промислового міста.

Ключові слова: квітково-декоративні рослини, ростові показники, стійкість, важкі метали, кластерний аналіз.

© Ю. В. Лихолат, І. В. Білик, Є. С. Бородай, І. Ю. Буряк, 2015

Ю. В. Лихолат, И. В. Билык, Е. С. Бородай, И. Ю. Буряк
 Днепрпетровский национальный университет имени Олеся Гончара

УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫСОКОДЕКОРАТИВНЫХ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Исследовано уровни накопления тяжелых металлов высокодекоративными цветочно-декоративными растениями, которые произрастали в разных экологических условиях. С помощью кластерного анализа установлена связь между содержанием отдельных тяжелых металлов и некоторыми ростовыми показателями цветочно-декоративных растений. Обнаружены видовые особенности устойчивости исследуемых растений при действии поллютантов, которые рекомендовано учитывать при проведении озеленения промышленного города.

Ключевые слова: цветочно-декоративные растения, ростовые показатели, устойчивость, тяжелые металлы, кластерный анализ.

Yu. V. Lykholat, I. V. Bilyk, E. S. Boroday, I. Yu. Burayk
 O. Hochar Dnipropetrovsk National University

RESISTANCE OF HIGH DECORATIVE FLOWER PLANTS IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Degradation of vegetation in anthropogenic areas inevitably leads to ruderal weeds, including many allergens. Therefore, study and use in the culture of floral-decorative plants which not only have a decorative appearance but also high adaptive ability in the changed environmental conditions takes on special importance. The purpose of our research was to study some biometric parameters and degree of heavy metals accumulation by various organs of floral-decorative plants, including introduced species, on the feasibility of their use in planting of greenery of territories in the zone of metallurgical enterprises.

Objects of research were floral-decorative plants : *Gaillardia × hybrida* 'Kobold'; *Calendula officinalis* L. 'Sensation'; *Calendula officinalis* L. 'Orange Kenig'; *Mirabilis jalapa* L. 'Tea Time Formula Mixture'; *Tagetes erecta* L. 'Karmen', which were growing in the area of complex pollution by emissions metallurgical enterprises and in the Botanical Garden (conditionally clean Territory).

Comparison of heavy metals in vegetative and generative organs of some taxons of floral-decorative plants which were growing in different ecological conditions had revealed their level of heavy metals accumulation has been carried on. To determine of vital state of plants in any conditions took into account their biometric parameters: the height of the bush, the size of leaves and flowers, and so on. It has been established a link between the content of some heavy metals and some by growth rates of floral-decorative plants using a cluster analysis It has been revealed specific features of stability of plants studied under actions of pollutants that are recommended to consideratoin by planting of greenery in industrial city.

The necessity of similar researches has also contributed expanding the range of floral-decorative plants to preserve their gene pool, allows for efficient selection of exotic species, forms and varieties resistant to the conditions of steppe Dnieper region and develop principles their use in ornamental gardening.

Key words: floral-decorative plants, growing indexes, stability, heavy metals, cluster analysis.

Надходження у навколишнє середовище викидів промислових підприємств та автотранспорту в індустріально розвинутих центрах України викликає порушення екологічного балансу природних біоценозів та створення іншого типу рослинних угруповань, значно збідненого видами – урбафітоценозів [4; 5]. Деградація рослинного покриву на техногенних територіях неминуче призводить до появи рудеральних бур'янів, серед яких є багато алергенів [11]. Тому великого значення набуває вивчення та використання в культурі квітково-декоративних

рослин, які не тільки мають декоративний вигляд, але й високий пристосувальний потенціал у змінених екологічних умовах [1; 3; 6–9]. Нагальність та необхідність подібних досліджень сприяє також розширенню асортименту квітково-декоративних рослин для збереження їх генофонду, дозволяє здійснити результативний добір інтродукованих видів, форм і сортів, стійких до умов степового Придніпров'я і розробити принципи їх використання в декоративному садівництві.

Такі види служать основою поліпшеного асортименту рослин, включаючи інтродуковані таксони, що використовуються в озелененні великих міст і є суттєвим елементом їх благоустрою.

Враховуючи вищесказане, метою наших досліджень було вивчити деякі біометричні показники і ступінь акумуляції вмісту важких металів різними органами квітково-декоративних рослин, включаючи інтродуковані види, щодо доцільності їх використання в озелененні територій в зоні дії металургійних підприємств.

Методи досліджень. Об'єктами дослідження були інтродуковані квітково-декоративні рослини: гайлардія гібридна – *Gaillardia* × *hybrida* 'Kobold'; календула лікарська сорт 'Сенсейшен' – *Calendula officinalis* L. 'Sensation'; календула лікарська сорт «Оранж кьоніг» – *Calendula officinalis* L. 'Orange Kenig'; мірабіліс ялапа сорт 'Тіе Тайм Формула Мікстуре' – *Mirabilis jalapa* L. 'Tea Time Formula Mixture'; тагетес прямостоячий сорт 'Кармен' – *Tagetes erecta* L. 'Karmen', які зростали в зоні дії комплексного забруднення викидами металургійних підприємств і на території ботанічного саду (умовно-чиста територія). Біометричні показники рослин вимірювали за методами [2]. Визначення вмісту металів здійснювали на атомно-абсорбційному спектрометрі AAS-30 фірми «Карл Цейс» [10].

Статистичну обробку результатів здійснено за допомогою пакета Microfoft Statistica 6.0 з довірчою імовірністю 95–99 %.

Результати та обговорення. Проведене нами порівняння вмісту важких металів у вегетативних і генеративних органах деяких таксонів квітково-декоративних рослин, що зростали у різних екологічних умовах, дозволило встановити рівень нагромадження ними важких металів.

Так, максимальні концентрації заліза та марганцю було виявлено у надземних вегетативних органах мірабіліс ялапа, міді – у тагетеса, свинцю – у календули лікарської сорт 'Сенсейшен' (рис. 1–3). Рівень накопичення важких металів у коренях контрольних і дослідних рослин також змінювався в залежності від рівня забруднення довкілля.

За загальним вмістом важких металів у надземній частині досліджуваних таксонів із забрудненої території можна розташувати у такій послідовності: мірабіліс ялапа > календула лікарська сорт 'Сенсейшен' > гайлардія гібридна > календула лікарська сорт «Оранж кьоніг» > тагетес прямостоячий.

Для визначення життєвого стану рослин у будь-яких умовах, необхідно враховувати їх біометричні показники: висоту куща, розміри листків та квіток тощо. Згідно з отриманими даними, рослини з дослідної ділянки характеризувалися зниженням морфологічних показників порівняно з рослинами контрольного варіанта. Про залежність даних показників від умов довкілля говорить кластерний аналіз. У результаті використання цього аналізу початкова сукупність об'єктів поділяється на кластери або групи, які подібні між собою.

При проведенні кластерного аналізу за методом одиничного зв'язку були використані результати статистичних досліджень ростових характеристик рослин з використанням математичного пакету STATISTICA 6.0. Результати статистичної обробки представлені графічно на рис. 4.

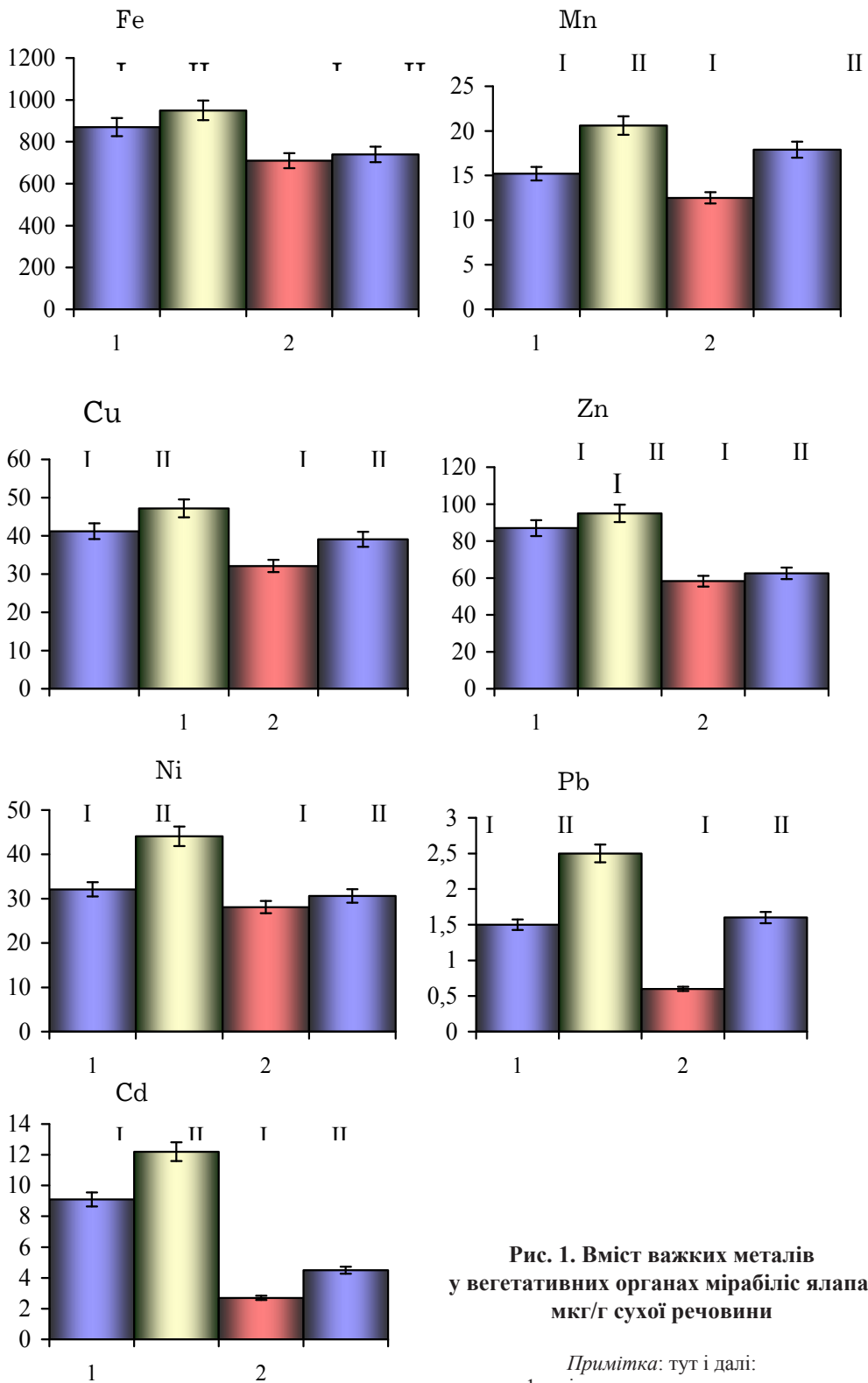


Рис. 1. Вміст важких металів у вегетативних органах мірабіліс ялапа, мкг/г сухої речовини

Примітка: тут і далі:
 1 – підземна частина рослини;
 2 – надземна частина рослини.
 Варіанти досліду:
 I – контрольна ділянка; II – дослідна ділянка

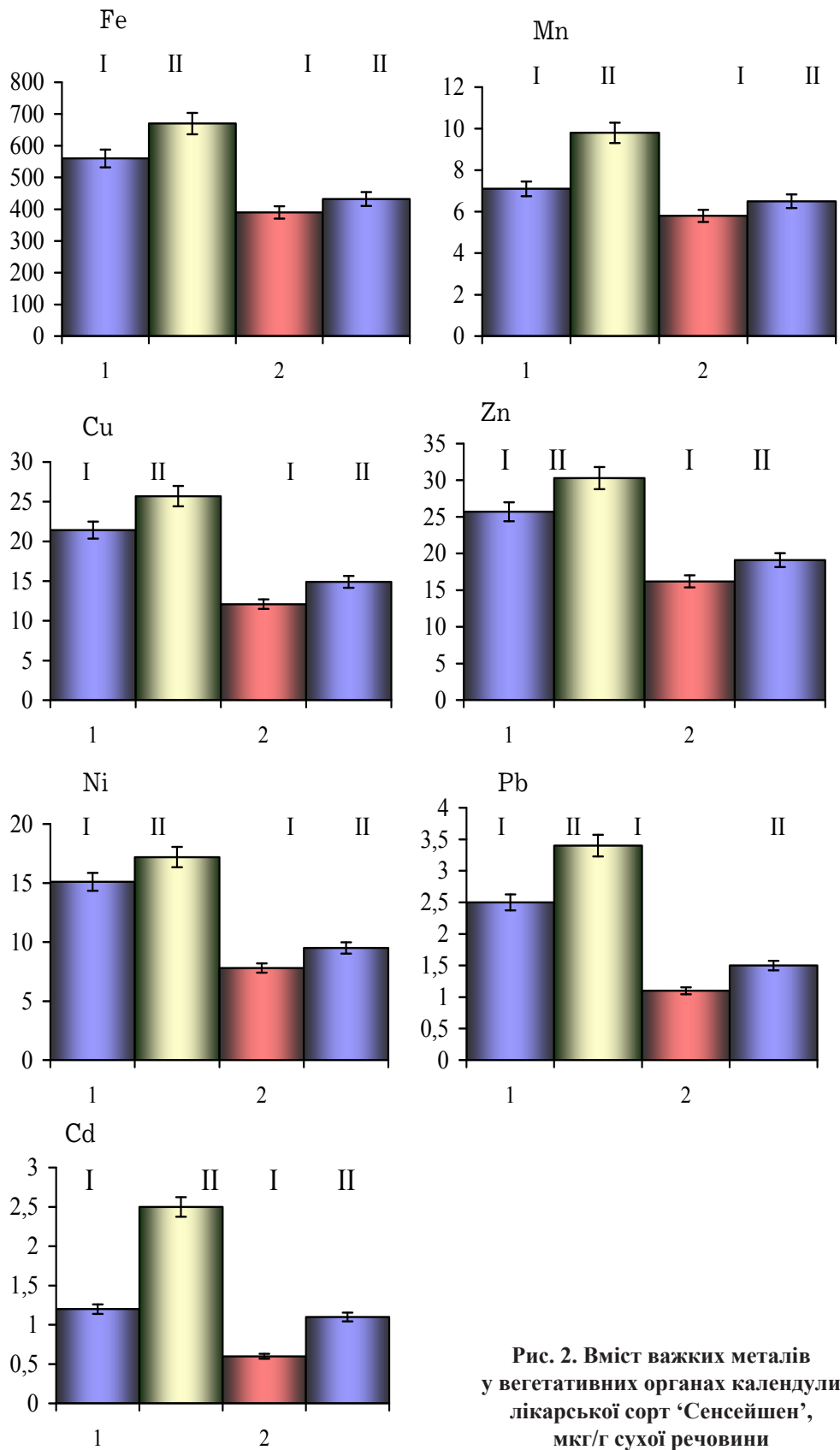


Рис. 2. Вміст важких металів у вегетативних органах календули лікарської сорт 'Сенсейшен', мкг/г сухої речовини

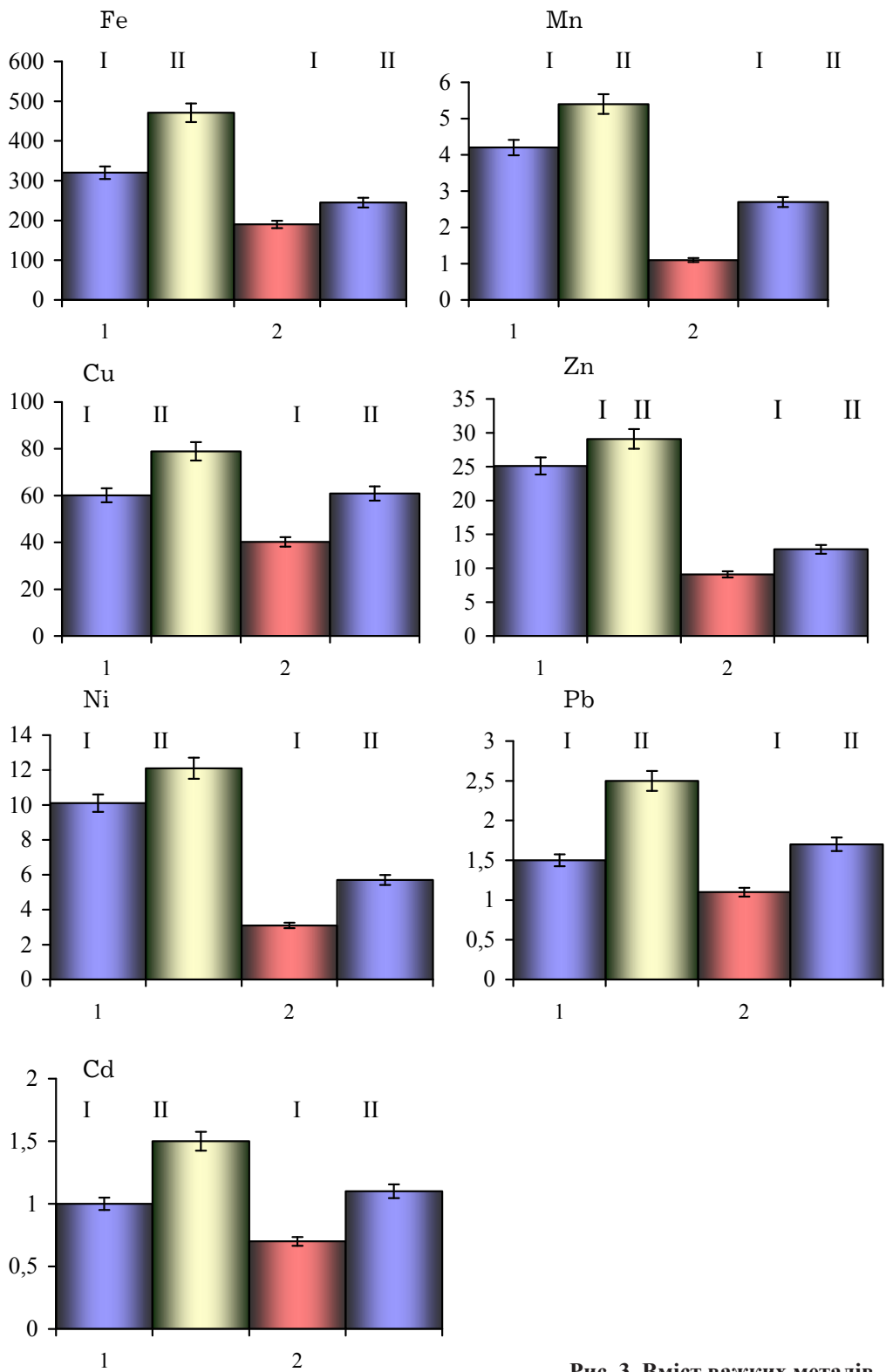


Рис. 3. Вміст важких металів у вегетативних органах тагетеса прямостоячого, мкг/г сухої речовини

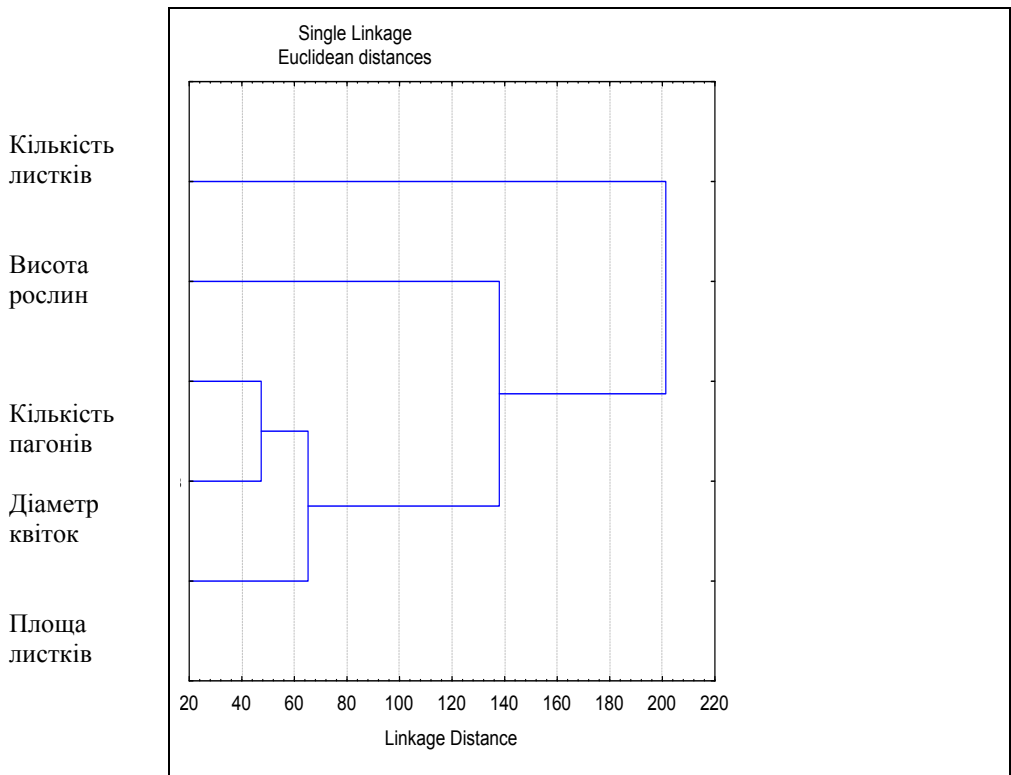


Рис. 4. Дендрограма об'єднання рослин різних видів в кластер за методом одиничного зв'язку

Із рис. 4 можна бачити, що такі ростові характеристики рослин, як кількість пагонів та діаметр квіток мають максимальну подібність. На наступному кроці до них приєднується об'єкт, який має максимальну міру подібності – площа листків.

Висновки. На основі проведених досліджень було виявлено особливості накопичення важких металів деякими органами основних видів квітково-декоративних трав та їх ростові показники.

За допомогою кластерного аналізу розрахована відстань між об'єктами досліджень і відповідно щільність їх зв'язку. Отримані результати статистично вірогідно показали, що усі вивчені нами види за більшістю показників мають близькі значення, що відбиває їхню подібну реакцію на забруднення довкілля, зокрема важкими металами.

Виявлені видові особливості стійкості квітково-декоративних рослин до важких металів рекомендовано використовувати з метою проведення озеленення промислових майданчиків у зоні дії підприємств хімічної промисловості.

Бібліографічні посилання

1. Григорюк І. П. Технології вирощування і біорегуляція стійкості газонних рослин у міському урбанізованому середовищі : моногр. / І. П. Григорюк, П. П. Яворовський, Ю. В. Лихолат. – К. : НУБП України, 2014. – 223 с.
2. Бухарина І. Л. Биологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях : моногр. / И. Л. Бухарина, А. А. Двоеглазова. – Ижевск : Изд-во «Удмурт. ун-т», 2010. – 184 с.
3. Лихолат Ю. В. Проокислительная-антиокислительная равновесия вегетативных органов травянистых растений в условиях промышленного Приднпров'я / Ю. В. Лихолат, Г. С. Росихина,

Н. С. Найданова // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2010. – Вип. 71, ч. 2. – С. 130–135.

4. *Мартінова Н. В.* Акумуляція важких металів як один з критеріїв визначення ролі ґрунтопокривних рослин в оптимізації урбанізованого середовища / Н. В. Мартінова, Ю. В. Лихолат // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2010. – Вип. 71, ч. 2. – С. 19–25.

5. *Мартінова Н. В.* Збагачення флористичного складу техногенних територій за рахунок введення в культуру ґрунтопокривних рослин / Н. В. Мартінова, Ю. В. Лихолат, В. Ф. Опанасенко // Бюллетень Никитського ботанічного саду. – 2011. – Вип. 102. – С. 61–65.

6. *Мартынова Н. В.* Влияние неблагоприятной среды на фенологические ритмы почвопокровных растений / Н. В. Мартынова, Ю. В. Лихолат, В. Ф. Опанасенко // Интеграция науки и практики: проблемы и перспективы развития. Сборник научных работ. – Старый Оскол : Старооскольский филиал ФГБОУ ВПО «Воронеж. госуниверситет», 2013. – С. 367–370.

7. *Россихіна Г. С.* Морфо-фізіологічні параметри при адаптації газонуутворюючих трав до дії свинцю [Електронний ресурс] / Г. С. Россихіна, Ю. В. Лихолат, О. М. Вінниченко // Наукові доповіді НУБіП. – 2010. – №5 (21). – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010_5/10rgslfg.pdf.

8. *Россихіна-Галича Г. С.* Прооксидантно-антиоксидантна рівновага насіння як показник реакції кукурудзи оржиця 237МВ на гербіцидний вплив / Г. С. Россихіна-Галича, Ю. В. Лихолат, Ю. І. Грицан // Вісник Дніпропетр. держ. аграрного ун-ту. – 2013. – № 2 (32). – С. 44–47.

9. *Россихина-Галича Г. С.* Активность ферментов антиоксидантной защиты растений кукурузы, произрастающих в условиях гербицидной обработки / Г. С. Россихина-Галича, Ю. В. Лихолат, О. М. Винниченко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 30–34.

10. *Хавердов И.* Атомно-абсорбционный анализ / И. Хавердов, Д. Цалев. – Ленинград, 1983. – 144 с.

11. *Хромих Н. О.* Післядія гербіцидної обробки на окисно-відновну активність та вміст хлорофілу у рослин пшениці наступної генерації / Н. О. Хромих, Ю. В. Лихолат // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія 20. Біологія. – 2013. – Вип. 5, 2013. – С. 81–88.

Надійшла до редколегії 1.03.2015

УДК 502(571.122)

А. А. Михайличенко, М. С. Оганесян

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ОКРЕСНОСТЯХ ГОРОДА ПЫТЬ-ЯХ

Инженерно-экологические изыскания выполнялись в окрестностях г. Пыть-Ях в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югра, в связи с предстоящим строительством линии электропередач ВЛ 110 кВ. В рамках выполненных инженерно-экологических изысканий проведен комплекс предполевых, полевых и камеральных работ.

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания, ландшафтные условия, климат.

А. А. Михайличенко, М. С. Оганесян,

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В ОКОЛИЦЯХ м. ПИТЬ-ЯХ

Інженерно-екологічні дослідження виконувалися в околицях р. Пить-Ях в Нафтоуганському районі Ханті-Мансійського автономного округу – Югра, у зв'язку з майбутнім будівництвом лінії електророздач ВЛ 110 кВ. У рамках виконаних інженерно-екологічних досліджень проведено комплекс передпольових, польових і камеральних робіт.

Ключові слова: інженерно-екологічні дослідження, ландшафтні умови, клімат.

A. A. Michailichenko, M. S. Oganessian

O. Honchar Dnipropetrovsk National University

THE CONTEMPORARY EKOLOGICAL STATE IN THE VICINITIES OF PYT-YAKH

Engineering-ecological researches were carried out in the vicinities Pyt-Yakh in Nefteyugansk the region of the Khanty – the Mansi autonomous area – Yugra, in connection with the forthcoming construction of the lines of electricity transmissions VL of 110 kV. The territory of carrying out researches lies within the Average-Ob lowland of the West Siberian plain which in the historical past was turned into the huge pool of a bedding of minerals, in particular oil-and-gas layers. We carried out a complex of pre-field, field and cameral works within engineering-ecological researches. .

Pre-field works include: collecting literary data on an environment, collecting and the analysis of the available cartographic materials and aero satellite images of the area of carrying out researches. Field works included: route studying with the description of environment, decoding of cartographic materials and aero satellite images, making of photos of objects of studying. At a stage of cameral works we were analysed and systematized of the data obtained during pre-field and field works, and also we had made the technical report on results of engineering-ecological researches.

Key words: engineering-ecological researches, landscape conditions, climate.

Введение. Для обоснования предпроектных работ, проектировании и строительстве новых, расширении, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий необходимо выполнение инженерно-экологических изысканий как комплекса мероприятий, направленных на покомпонентное изучение современного состояния окружающей среды и прогнозирование ее изменений.

В состав территории проведения исследований входят: промплощадка ПП Петелинский и непосредственно прилегающая к границам подстанции территория, шириной 200 м по всем направлениям, а также коридор прохождения проектируемых линий электропередач 110 кВ. Исследования проведены в коридоре шириной 250 м, длиной около 20,0 км. Выбранная трасса строительства пересекает две реки – Малый Балык и Пить-Ях, а также множество ручейков без названий.

Территория проведения исследований лежит в пределах Средне-Обской низменности Западносибирской равнины, которая по своему историческому прошлому превратилась в гигантский бассейн залегания полезных ископаемых, в частности нефтегазоносных пластов. Добыча газа и нефти в районе проведения изысканий развита повсеместно, поэтому на дорогах расположены контрольно-пропускные пункты, что приводит к ограничению въезда в лес.

Чрезмерная нагрузка на природу уже сейчас сказывается на внешнем облике тайги. Трудно себе представить, что еще в недавнем времени нетронутые территории леса сейчас изрезаны линиями электропередач, дорогами и обширными по своей площади «кустами» по добыче нефти и газа. Нетрудно заметить и следы бушевавших лесных пожаров, которые в разной степени и в разное время оставили заметный след на современном облике таежного леса, о чем свидетельствуют огромные, обугленные стволы кедров среди молодого подроста березово-осиновых лесов.

Цель проведения инженерно-экологических изысканий – оценка современного экологического состояния в районе предстоящего строительства. В рамках проведения исследований поставленной задачей является описание ландшафтно-геоботанических условий окружающей среды в окрестностях города Пыть-Ях.

Материалы и методы. В рамках предварительного (предполевого) и полевого исследований территории выполнялось изучение спутниковых космоснимков и картографических материалов с целью дальнейшей их дешифровки. Для более четких представлений о природных условиях территории исследований выполнялся сбор и анализ научных трудов, статей и других материалов, необходимых для выполнения поставленных задач.

Наблюдения по маршрутам включают в себя описание ландшафтно-геоботанических условий, выявление источников и описание визуальных признаков загрязнений (или их отсутствие), полевое дешифрирование (привязка) материалов спутниковой космосъемки, фотофиксация объектов наблюдений.

В качестве методологической основы использованы нормативные документы по производству почвенных исследований. Обследование изучаемой территории выполнялось традиционными методами почвенной съемки и морфологического профилирования, в полной мере отвечающими поставленным целям и задачам проводимых исследований.

Результаты и обсуждение. По климатическим условиям Нефтеюганский район относится к району с резко континентальным климатом, который характеризуется продолжительной суровой зимой и коротким летом. Климат определяется географическим расположением и носит резко-континентальный характер. Его особенностью является высокая влажность в весенне-летний и осенний периоды, интенсивная циркуляция воздушных масс. Летом преобладают северные ветры, в остальное время – южные и юго-восточные.

Ландшафтная область исследований лежит в пределах Западно-Сибирской низменности и относится к Салым-Обской ландшафтной провинции [6]. Типичными формами рельефа являются приподнятые водораздельные равнины, разделенные между собою пологими впадинами или долинами небольших рек и ручейков. Значительная часть впадин занята озерами и торфяными болотами.

Приподнятые равнины Обь-Иртышского междуречья – аккумулятивные и аккумулятивно-денудационные, отличаются неравномерным расчленением, дренажем и колебанием уровня грунтовых вод. Генетический тип рельефа был определен как озерно-аллювиальный [10]. Междуречье рек Малый Балык и Пыть-Ях представляет приподнятая озерно-аллювиальная равнина. Поверхность водораздельной равнины плоская, плохо дренированная, без выраженных пойменных террас, слабо наклоненная к основным речным долинам. Сложена терраса комплексом супесчаных и суглинистых, аллювиально-озерных отложений верхне-четвертичного возраста.

Геоморфология исследуемой территории обусловила широкое развитие процессов заболачивания. Почти на всей площади террас расположены грядово-мочажинные и грядово-озерковые болота с мелкими дистрофными озерами [4; 6].

Согласно результатам исследований в пределах Западносибирской среднетаежной равнины территория изысканий представлена такими ландшафтами:

– ландшафты равнин относительно дренированных лесных комплексов. В таких условиях подзолистые и торфянисто-глеевые почвы заняты елово-кедровыми кустарничково-зеленомошными и вторичными осиново-березовыми мохово-травяными или кустарничково-зеленомошными лесами. Надпойменная часть рек представлена аллювиальными песчаными и песчано-суглинистыми террасами с кедровыми и кедрово-сосновыми зеленомошными лесами на языковатых подзолах;

– ландшафты долинных комплексов малых рек и ручейков. Плохо дренируемые приподнятые равнины междуречий, покрытые сосново-кедровыми зеленомошными лесами [10];

– переувлажненные ландшафты равнин, где повсеместно встречаются мелкие озёра, выражены грядово-мочажинными и кустарничково-сфагновыми болотами с рядами и маломощными торфяными залежами [6].

В пределах изучаемой территории следует выделить несколько типов природно-территориальных комплексов:

– местности плакоров – автономные;

– местности надпойменно-террасовые – аккумулятивные и трансакумулятивные;

– местности пойменные – аккумулятивные, суперквальные (гидроморфные).

По ботанико-географическому районированию растительность междуречья левых притоков Оби – Большого Салыма и Большого Югана относится к бореальному типу, урало-сибирской формации, коренным – елово-пихтово-кедровым (*Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*) среднетаежным западносибирским лесам с примесью сосновых (*Pinus silvestris*) среднетаежных западносибирских лесов [1; 2].

Растительность изучаемой территории в междуречье Большого Балыка и его притока – Малого Балыка – представлена зональным типом – елово-кедровыми с пихтой мелкотравно-бруснично-зеленомошными лесами. Они имеют средний или невысокий класс бонитета (IV-V), достигают высоты 16–22 м. В покрове этих лесов возрастает роль таежного мелкотравья.

На изучаемой территории, при выполнении полевых геоботанических исследований растительного покрова, были описаны и картографированы приведенные ниже растительные комплексы и сообщества:

комплекс (I) среднетаежной лесоболотной растительности водоразделов и надпойменных террас:

- кедрово-еловые сообщества с примесью сосны, пихты, березы, осины;
- березово-осиновые сообщества с примесью кедра, ели, сосны;
- сосновые с примесью кедра, пихты, березы и осины сообщества;
- сосново-бруснично-зеленомошные сообщества;
- елово-березовые;

переходные от коренных лесных к болотным сообщества:

- осочково-багульниковые сообщества со смешанным древостоем березы, сосны и кедра;
- сосново-кустарничково-сфагновые сообщества с разреженным древостоем сосны, березы и кедра;

болота торфяные:

- древесно-кустарничково-моховые сообщества олиготрофных болот с древостоем угнетенной сосны;
- древесно-кустарничково-травяно-моховые и древесно-кустарничково-моховые сообщества мезотрофных болот с древостоем сосны и березы;
- древесно-травяные и древесно-травяно-моховые сообщества эвтрофных болот с древостоем березы, ели и примесью сосны;

комплекс (II) интразональной лесной, кустарниково-луговой и болотной растительности пойм:

- лесные елово-березовые сообщества;
- кустарниковые ивняково-травяные сообщества;
- травяно-сфагновые сообщества заболоченных лугов с одиночными березами, осинами и редкими ивняками;

комплекс (III) растительности техногенно-нарушенных ландшафтов:

- березово-осиново-разнотравные сообщества.

В состав наиболее выраженного первого комплекса входят формации кедрово-еловых, сосновых, березово-осиновых, елово-березовых лесов, а также верховые, переходные и низинные болота.

Плоские водораздельные территории имеют достаточно сильную заболоченность и малопригодны для развития темнохвойных кедрово-еловых древостоев, которые приуроченные к более дренированным приречным участкам. Древостой такого леса на подзолистых и подзолисто-болотных почвах состоит из ели и кедра, а на более богатых питательными веществами почвах к ним присоединится пихта. Наиболее типичные здесь темнохвойные леса зеленомошной группы с долгомошными и сфагновыми лесами, занимающими заболоченные участки.

В сырых и плохо дренированных лесорастительных условиях преобладают зеленомошные темнохвойные леса. В древостое чаще всего преобладает ель и кедр с примесью березы и сосны, количество которых зависит от сомкнутости древостоя и степени затронутости его рубками и пожарами. В условиях заболачивания происходит смена темнохвойного леса сосновым. В таких местах большими и малыми массивами, среди сфагновых верховых болот, произрастают сфагновые сосняки. Из представителей кустарников на болотах и в сфагновых сосняках произрастают: голубика, сабельник болотный, шикша, костяника, морошка, клюква болотная и мелкоплодная.

Для сосновых лесов исследуемой территории характерен обедненный видовой состав травяно-кустарничкового яруса. В зеленомошных сосняках господствует брусника и толокнянка. Из трав встречается: кошачья лапка, фиалка песчаная, колокольчик круглолистный, вейники наземный и тростниковый, хвощи лесной и луговой, плауны булавовидный и сплюснутый, овсяница овечья, осока верещатниковая и некоторые другие [5].

Березовые и осиновые леса в таежной зоне преимущественно вторичные. Они неоднородны, поскольку являются производными различных коренных лесов. Эти леса сформировались на месте темнохвойных лесов после катастрофических пожаров, бушевавших на протяжении XX в. Осина и береза – представители мелколиственных пород, которые обладают высокой семенной продуктивностью и хорошей способностью к распространению семян [3]. Под пологом таких лесов встречаются одиноко растущие представители коренных видов – ель и кедр. Следует отметить, что самые крупные массивы осиновых и березовых лесов находятся в наиболее освоенных нефтегазодобывающих районах. В травяно-кустарничковом ярусе осиновых и березовых лесов района исследований обнаружены: папоротники, хвощи, плауны, майник, кислица, седмичник, черника, багульник.

На водоразделах и террасах исследуемой территории были обнаружены верховые болота, в которых нет трясин, а уровень воды находится на 10 – 20 см ниже поверхности сфагновой дернины [8]. Здесь наиболее распространены болота древесно-кустарничково-моховые и древесно-травяно-моховые с сильной угнетенной сосной. Высота древостоя сосны в таких местах 3 – 7 м. Среди болотных кустарничков были встречены представители шелюги, а травяной покров в большинстве случаев сложенный осоками с редко встречающимся, угне-

тенным багульником и кассандрой. В условиях обилия влаги и бедности минеральными веществами, на верховых болотах, моховая растительность состоит из сфагновых мхов. Во время проведения исследований были единично обнаружены переходные болота. Древесная растительность таких болот представлена сосной и березой, а растительные сообщества относятся к древесно-кустарничково-травяно-моховым и древесно-кустарничково-моховым. Высота древостоя в пределах 2–10 м. Из разнотравья выделяются: сабельник болотный, вахта трехлистная, пушица влагалищная. Среди злаковых растений повсеместно встречаются осоки волосистоплодная, вздутая, шаровидная [5]. Моховый ярус сложенный из представителей сфагнумов и зеленых мхов.

Низинные болота, относящиеся к эвтрофному типу, развиты в пойме реки Малый Балык в местах близкого залегания и выхода на поверхность грунтовых вод [5]. Основными растительными сообществами низинных болот в границах проведения исследований являются древесно-травяные и древесно-травяно-моховые. Древостой на 90 % состоит из березы с участием сосны и одиноко встречающимися елями, высота деревьев в таких местах колеблется от 2,5 до 12 м. Поверхность болот кочковатая, образованна осокой дернистой и сфагнумом, на вершинах которых встречаются представители лесных видов – княженика и седмичник европейский. Понижения между кочками покрыты белокрыльником болотным, вахтой трехлистной, мятликом болотным, хвощом речным, крупными осоками (водяная, острая, пузырчатая) и мхами.

В долине реки Пыть-Ях, в частности, в ее пойме распространены луга, покрытые различными злаками, хвощом речным, а также осоками. Берега реки почти полностью поросшие ивняковыми зарослями, которые тянутся узкой полосой вдоль всего берега, отделяя берег от поймы. Пойменные луга ежегодно затапливаются в период весеннего половодья, что сопровождается аллювиальными процессами – активным сносом, наносом и переотложением минеральных и органических веществ. Из древесных пород, среди пойменной луговой растительности, встречается береза и осина.

Стоит отдельно отметить растительность, располагающуюся в местах, приуроченных к автомобильным и железным дорогам. В связи с тем, что местность болотистая или сильно переувлажненная, данные сооружения спроектированы и построены на возвышениях рельефа, в основании которых, в плохо дренируемых местах, скапливается достаточно много воды и данная территория проявляет признаки заболачивания и заселена осокой и розогом. На откосах дорог встречаются сорняковые растения и поросль молодняка березы и осины.

Выводы. По территории проведения исследований в Западной Сибири было выявлено множество различных природных ландшафтов: переувлажненные ландшафты равнин с мелкими озерами и болотами, плохо дренируемые приподнятые равнины междуречий, относительно дренированные равнины зональных лесных комплексов. Болота формируются в соответствии эколого-ландшафтным условиям. На водоразделах и террасах – верховые, в понижениях и в поймах рек – низинные.

Растительность исследуемой территории представлена зональной лесной и болотной растительностью средней тайги и интразональной южно-таежной растительностью лугов. В результате масштабных рубок и пожаров большинство территорий заняты мелколиственными березово-осиновыми лесами вторичного происхождения с примесью коренных видов. Сосновые, кедровые и еловые леса встречаются отдельными не большими массивами, которые приурочены к относительно дренированным местностям. В близком к заболоченным условиям произрастают березовые и сосновые сообщества низкого бонитета.

Библиографические ссылки

1. Леса СССР: Карта масштаба 1:2500000, подготовленная отделом лесной картографии Союзгипролесхоза / под ред. М. Г. Гарсия. – М. : ГУГК, 1990.
2. Карта растительности: Карта масштаб: 1:5000000, Атлас «Ханты-Мансийского автономного округа» / под ред. М. К. Володина, 1980 г.
3. Байкалова А. С. Юганский заповедник / А. С. Байкалова, В. М. Переяславец // Заповедники России. Заповедники Сибири I. – М. : Логата, 1999. – С. 48–57.
4. Бардасова С. С. Определение ценности ландшафтов центральной части Тоболо-Кондинской провинции южной тайги в связи с перспективами хозяйственного освоения // Изв. АлтГУ, 2011. – № 2–3. – С. 119–124.
5. Васин А. М. Заповедник «Малая Сосьва» / А. М. Васин, А. П. Васина, М. И. Гаврилов // Заповедники России. Заповедники Сибири I. – М. : Логата, 1999. – С. 28–47.
6. Москвина Н. Н. Ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономного округа / Н. Н. Москвина, В. В. Козин – Ханты-Мансийск, 2001. – С. 19–25.
7. Ножин Л. Л. Почвы центральной лесной области / // Почвы СССР. Европейская часть СССР / под ред. Л. И. Прасолова. – Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1939. Том 2. – С. 200–201.
8. Пьявченко Н. И. Лесное болотоведение / Н. И. Пьявченко. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 192 с.
9. Скрынникова И. Н. Торфяные болотные почвы / И. Н. Скрынникова // Классификации и диагностика почв СССР. – М. : Колос, 1977. – С. 161–175.
10. Хакназаров С. Х. Геология, рельеф, полезные ископаемые / С. Х. Хакназаров // Физическая география и экология региона / под ред. В. И. Булатова, Б. П. Ткачёва. – Ханты-Мансийск, 2006. – С. 20–28.
11. Почвоведение в 2-х частях / под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. – М. : Высш. шк., 1988. Часть 2. – С. 284–285.
12. Афанасьева Т. В. «Почвы СССР» / Т. В. Афанасьева, В. И. Василенко, Т. В. Терешина; отв. ред. Г. В. Добровольский. – М. : Мысль, 1979. – 121.
13. Почвы таежно-лесных областей, тип торфяных болотных верховых почв, подтип болотных верховых торфяно-глеевых почв [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecosystema.ru/08nature/soil/040.htm>.

Надійшла до редколегії 27.04.2015

УДК 502.521:631.416.7(477.63)

М. С. Оганесян, А. А. Михайліченко

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРБОНАТІВ КАЛЬЦІУ В ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТАХ СТЕПОВОЇ ЦІЛИНИ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО

Наведено загальну характеристику карбонатів кальцію в чорноземних ґрунтах степової зони України, зокрема приділено увагу процесу утворення карбонатів кальцію в ґрунті, їх міграції по генетичних горизонтах ґрунтового профілю, різновидам карбонатних новоутворень. Досліджено відсотковий вміст CaCO_3 у ґрунтовому розрізі пробної площі 201–Е Присамарського біосферного стаціонару (степова цілина), закладений на водороздільній частині плакору правобережжя р. Самара (с. Андріївка Новомосковського р-ну Дніпропетровської обл.).

Ключові слова: карбонати кальцію, лінія закипання CaCO_3 , міграція карбонатів, карбонатні новоутворення, чорнозем звичайний, ґрунтовий профіль, генетичні горизонти, степова цілина.

М. С. Оганесян, А. А. Михайличенко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРБОНАТОВ КАЛЬЦИЯ В ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ СТЕПНОЙ ЦЕЛИНЫ ПРИСАМАРЬЯ ДНЕПРОВСКОГО

Представлена общая характеристика карбонатов кальция в черноземных почвах степной зоны Украины, в частности уделяется внимание процессу образования карбонатов кальция в почве, их миграции по генетическим горизонтам почвенного профиля, разновидностям карбонатных новообразований. Исследовано содержание CaCO_3 в почвенном разрезе пробной площади 201–Е Присамарского биосферного стационара (степная целина), заложенного на водораздельной части плакора правобережья р. Самара (с. Андреевка Новомосковского р-на Днепропетровской обл.).

Ключевые слова: карбонаты кальция, линия вскипания CaCO_3 , миграция карбонатов, карбонатные новообразования, чернозем обыкновенный, почвенный профиль, генетические горизонты, степная целина.

М. S. Oganesyanyan, A. A. Michailichenko

O. Honchar Dnipropetrovsk National University

THE TOTAL CHARACTERISTIC OF LIME CARBONATES IN CHERNOZEM SOILS OF A STEPPE ZONE OF UKRAINE

This work represented the total characteristic of lime carbonates in chernozem soils of a steppe zone of Ukraine, in particular the attention is paid to process of formation of lime carbonates in the soil, their migration in the genetic horizons of a profile of soil, kinds of carbonaceous new growths. We had investigated the contents of the CaCO_3 in soil profile of the trial areas 201–E (steppe virgin soil).

The nature of carbonate excretion is determined by a complex combination of factors (concentration of the soil solution, soil CO_2 partial pressure, humidity and evaporation in the middle of the soil mass, the nature of the soil draining profile, soil temperature regime), which perform a function of soil forming hydrothermal conditions. These factors primarily determine CaCO_3 quantity and its structure. On the other hand, the habitus of carbonate neoplasms no less depends on the structure and preparation of the soil, the size and form of cavities, in which the deposition of calcite crystals occurs. All these factors vary naturally within the soil profile, causing the formation of some form of carbonate neoplasms, which are found in black soil profiles and their migration.

Key words: carbonate neoplasms, carbonate migration, carbonaceous new growths, profile of soil, virgin steppe, genetic horizons, ordinary chernozem, line of CaCO_3 boiling up.

Вступ. Наявність карбонатних новоутворень є характерною особливістю профілю чорноземів. Спеціальне дослідження їх морфології, мікоморфології і мінералогічного складу може свідчити про генезис ґрунтів [1; 2; 11; 12; 18]. Карбонатні новоутворення, закономірно змінюючись за профілем, утворюють для кожного підтипу чорнозему свій домінуючий вид карбонатних скупчень [19]. Присутність у чорноземах звичайних білозірки є характерною діагностичною ознакою, що дає змогу відрізнити чорноземи звичайні від тих підтипів чорноземів, що зустрічаються в південній частині Лісостепу [8].

Нині питання міграції карбонатів, а також масштаб прояву цього процесу в ґрунтовому профілі потребує подальших досліджень, що досить актуально, оскільки карбонати відіграють значну роль в основних ґрунтових процесах, зокрема вони впливають на концентрацію та активність іонів кальцію в ґрунтовому розчині, на склад ГПК, на рН ґрунтового розчину, сприяють формуванню міцних

коагуляційних структур, підвищують рухливість ряду хімічних елементів, покращують водно-фізичні характеристики ґрунту: щільність, водопроникність, пористість тощо [7].

Карбонатні новоутворення вивчаються не лише в ґрунтознавстві, але і в ряді суміжних наук, а саме: біогеохімія, геологія, седиментологія, літологія, біологія, палеогеографія і археологія [10]. Карбонати є чутливими індикаторами зміни умов мінералоутворення через широкий спектр ізоморфізму в їх кристалічній решітці та суттєві варіації ступенів упорядкованості та неупорядкованості в структурі [9].

Метою нашої роботи було дослідити особливості вмісту карбонатів кальцію в чорноземі звичайному степової цілини Присамар'я Дніпровського. Відповідно до мети поставлено такі завдання: дати загальну характеристику карбонатам кальцію в чорноземі звичайному, виконати щомісячний (липень–жовтень) відбір зразків з генетичних горизонтів ґрунтового профілю еталонної степової цілини на пробній ділянці 201–Е, визначити вміст карбонатів за загальноприйнятою ваговою методикою; дослідити особливості вмісту карбонатів у ґрунтових профілях степової цілини; провести статистичну обробку отриманих даних; сформулювати висновки виконаного дослідження.

Об'єкти та методи досліджень. Пробна площа 201–Е – це ділянка трав'янистої степової рослинності на незначному схилі (1–2 градуси) північно-східної експозиції. Ґрунт – чорнозем звичайний, карбонатний, малогумусний, середньо-суглинистий, на лесових відкладеннях. Ґрунтові води залягають на глибині нижче 40 м, зволоження атмосферне [3; 13]. У верхніх горизонтах рН ґрунту нейтральна, із глибиною реакція переходить у лужну [13; 20]. Травостій цієї пробної площі піддається деякому випасанню та вито́птуванню. Сила антропогенного впливу за шкалою Л. Г. Раменського [13; 21] – 4 бали (слабкий вплив випасу).

Ґрунтовий розріз 201–Е закладений на степовій цілині водороздільної частини плакора р. Самара. Тип лісорослинних умов [4] – суглинок сухуватий (СГ₁). Трав'янистий покрив зімкнений. Складається із костриці валіської (*Festuca valesiaca* L.), келерії гребінчастої (*Koeleria gracilis*), льону волосистого (*Linum hirsutum*). Материнська підстилаюча порода – лес. Скипання – із 45 см [3].

Проби ґрунту відбиралися за загальноприйнятою методикою по генетичних горизонтах ґрунтового профілю на початку, в середині та в кінці місяця [20]. Визначення відсоткового вмісту карбонатів у ґрунті ми проводили ваговим методом, який базується на обліку втрати ваги ґрунту за рахунок виділення CO₂ під час руйнування карбонатів кислотою. Слід зазначити, що метод можна застосовувати в разі вмісту карбонатів до 70 % [17].

Результати досліджень та їх обговорення. Карбонати кальцію (CaCO₃) мають білий колір, зустрічаються в різноманітних формах у товщі ґрунтового профілю [14]. Кальцієві новоутворення надзвичайно різноманітні за формами, кожна із яких зумовлена певними умовами середовища, в якому здійснюється міграція бікарбонатних розчинів [15]. До найбільш розповсюджених відносять: плями і вицвіти розпливчастої форми; плісняву зі скупчень дуже тонких кристалів; білозірка – яскраві, компактні, різко окреслені плями; прошарки й псевдоміцелії по тонких порах ґрунту; трубочки з маси кристалічного або борошністого вапна по ходах коренів; конкреції; прошарки лугового мергелю, що можуть досягти декілька десятків сантиметрів у товщину. Такі карбонатні новоутворення характерні для чорноземів, каштанових, бурих напівпустельних, засолених та ряду інших ґрунтів [14]. На досліджуваній нами пробній ділянці 201–Е карбонати проявляються у вигляді білозірки та псевдоміцелію.

Макроморфологічний опис ґрунтового розрізу пробної ділянки 201-Е
(степова цілина)

H ₀	0–1 см	Калдан із залишків степової рослинності. Розміщений окремими фрагментами.
H	0–32 см	Темно-сірий, сухуватий суглинок, пилувато-дрібно-зернистий, пухкий. Корені утворюють суцільний дерен. Перехід – за зменшенням кількості коренів, забарвленням та збільшенням щільності.
Hр	32–48 см	Темний, свіжий, дрібнозернистий, менш корененасичений, середньосуглинистий. На структурних окремостях помітний залишок присипки SiO ₂ . Перехід за забарвленням.
Ph _k	48-74 см	Палево-бурий, свіжий, ущільнений, дрібнозернистий. З глибини 46 см спостерігаються новоутворення у вигляді псевдоміцелію та білозірки. Корененасиченість слабка.
Pk	74–140 см	Лес, свіжий, ущільнений, карбонатний.

При вивченні карбонатів у ґрунтах майже завжди оперують вмістом CaCO₃. У процесі ґрунтоутворення виникають кислі гумусові речовини, які повністю нейтралізуються кальцієм та магнієм, що визначає нерухомість гумусу в ґрунтовому профілі та забезпечує нейтральну та слабко лужну реакцію ґрунтового розчину. Однак залишається кальцій, який не поглинається гумусом. Цей кальцій зв’язується з продуктами дихання рослин та розкладання їх залишків – CO₂. Вуглекислий газ розчиняється у ґрунтових водах, утворюючи іон HCO₃⁻ (CO₂+H₂O)↔H⁺ + HCO₃⁻, який сприяє знаходженню Ca⁺⁺ в розчині. Таким чином утворюються бікарбонатно-ґрунтові розчини, які, якщо в ґрунтовому повітрі знаходиться багато CO₂, містять значну кількість Ca⁺⁺. Ці розчини проникають у нижні горизонти ґрунту, де міститься менше гумусу, коренів, а отже і CO₂. Тому в нижніх горизонтах ґрунту створюються умови для осадження CaCO₃:



Широко використовується таке поняття, як карбонатність профілю, що означає характер розподілення карбонатів по генетичних горизонтах [5; 6]. Пробна ділянка 201–Е відображає типовий карбонатний профіль для чорнозему звичайного: малий вміст CaCO₃ у верхніх горизонтах, поступове збільшення кількості карбонатів до ілювіально-десуктивного горизонту карбонатних конкрецій і потім зменшення їх кількості в материнській породі (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст CaCO₃ в чорноземних ґрунтах Присамар’я Дніпровського
(пробна ділянка 201–Е)

Місяць відбору проб	% (I)	CaCO ₃ , % (II)	% (III)	Середнє знач. по місяцю X	Середнє знач. по місяцях X _{заг.}	Станд. похибка σ	Коефіцієнт варіації V, %
				H (0–32 см)			
липень	0,68	0,7	0,67	0,68 ± 0,02			
серпень	0,45	0,44	0,47	0,45 ± 0,02	0,7 ± 0,05	0,28	35,01
вересень	1,14	0,99	1,03	1,05 ± 0,08			
жовтень	0,9	1	1,05	0,98 ± 0,08			
				Hр (32–48 см)			
липень	2,34	2,33	2,37	2,35 ± 0,02			
серпень	3,11	3,23	3,16	3,17 ± 0,05	3,22 ± 0,04	0,66	20,42
вересень	3,94	3,9	3,92	3,92 ± 0,02			
жовтень	3,53	3,35	3,42	3,43 ± 0,08			

Місяць відбору проб	% (I)	CaCO ₃ , % (II)	% (III)	Середнє знач. по місяцю X	Середнє знач. по місяцях X _{заг.}	Станд. похибка σ	Коефіцієнт варіації V, %
				Ph _k (48–74 см)			
липень	17,8	17,54	17,29	17,54 ± 0,21			
серпень	18,86	18,87	18,89	18,87 ± 0,01	18,63 ± 0,06	0,78	4,15
вересень	18,73	18,71	18,75	18,73 ± 0,02			
жовтень	19,39	19,37	19,34	19,37 ± 0,02			
				Pk (74–140 см)			
липень	14,08	14,1	14,09	14,09 ± 0,01			
серпень	13,59	13,6	13,56	13,58 ± 0,02	12,92 ± 0,02	1,09	8,40
вересень	11,88	11,84	11,9	11,87 ± 0,02			
жовтень	12,14	12,13	12,11	12,13 ± 0,01			

Аналізуючи отримані дані, ми пересвідчуємось у здатності карбонатів мігрувати по генетичних горизонтах, що також підтверджується дослідженням Е. А. Афанасьєвої [2], згідно з яким – CaCO₃ карбонатно-ілювіального горизонту піддається сезонній та річній міграції, яка відбувається переважно у верхніх горизонтах [2; 16]. У нашому випадку коефіцієнт варіації найбільший у гумусо-аккумулятивному горизонті Н (0–32 см) та становить 35 % (табл. 1). У цілому, різниця між вмістом карбонатів кальцію в горизонтах ґрунту, впродовж досліджуваних місяців, зменшується з глибиною залягання CaCO₃, оскільки головні фактори, що визначають міграцію карбонатів кальцію, із заглибленням у ґрунтову товщу стають стабільнішими (особливості водного, теплового та газового режимів) [16].

Висновки. Таким чином, на основі польових та лабораторних досліджень виявлено відсотковий вміст карбонатів у генетичних горизонтах чорнозему звичайного ПП 201–Е, їх здатність до переходу в розчинний стан (Ca(HCO₃)₂) за наявності достатньої кількості вологи, вуглекислого газу та сприятливій для проходження реакції температури. Перераховані фактори закономірно змінюються в межах ґрунтового профілю, що обумовлює формування певних форм карбонатних новоутворень, які містяться в профілі чорноземів, та їх міграцію. З глибиною активність переміщення карбонатів кальцію математично достовірно зменшується, а їх відсотковий вміст – збільшується.

Отримані нами дані поповнили загальні відомості про вміст та міграцію карбонатів у чорноземі звичайному.

Бібліографічні посилання

1. Алексеев В. Е. Исследование карбонатов в черноземах Молдавии способом теплового анализа / В. Е. Алексеев, Е. А. Шурыгина // Почвоведение. – 1973. – № 4. – С. 114–121.
2. Афанасьева Е. А. Черноземы Средне-Русской возвышенности / Е. А. Афанасьева. – М. : Наука, 1996. – 224 с.
3. Белова Н. А. Естественные леса и степные почвы (экология, микроморфология, генезис) / Н. А. Белова, А. П. Травлев. – Д. : ДГУ, 1999. – 348 с.
4. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Лесная промышленность, 1971. – 336 с.

5. Вальков В. Ф. Генезис почв Северного Кавказа / В. Ф. Вальков. – Ростов-на Дону: Изд-во РГУ, 1977. – 160 с.
6. Вальков В. Ф. Карбонатность почв: генетические и экологические аспекты / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников // Грунтознавство. – Д., 2005 – Т.6, № 1–2. – С. 11–18.
7. Гончарова Т. Н. Взгляд на миграцию карбонатов в черноземах. Задачи и методы исследования : дис. ... канд. биол. наук : спец. 06.01.03 / Т. Н. Гончарова. – Кишинев. – 1983. – 171 с.
8. Гудзь В. П. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії : підручник / В. П. Гудзь, А. П. Лісовал, В. О. Андрієнко; за ред. В. П. Гудзя, 2-ге вид. – К. : Центр навч. л-ри, 2007. – 408 с.
9. Карбонаты: минералогия и химия / под ред. Р. Дж. Ридера. – М. : Мир, 1987. – 494 с.
10. Ковда И. В. Новые формы карбонатных новообразований – уплотнённые конкреции в позднеплейстоценовых почвах Александровского карьера / И. В. Ковда, С. А. Сычева // Почвоведение – 2009. – Т. 10, №1–2. – С. 49–56.
11. Лебедева И. И. Карбонатные новообразования в черноземах левобережной Украины / И. И. Лебедева, С. В. Овечкин // Почвоведение. – 1975. – № 11. – С. 14–30.
12. Личманов Б. В. Воздействие лесных полос в Кулундинской степи на рассредотачивание в почве дерна и карбонатов / Б. В. Личманов, С. И. Долгов // Почвоведение. – 1964. – № 9. – С. 1–18.
13. Мицик Л. П. Метод кореляційних плеяд при вивченні структури трав'янистих фітоценозів як втілення ідей О. Л. Бельгарда / Л. П. Мицик, О. І. Лісовець // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – 2009. – Вип. 38. – С. 15–23.
14. Назаренко І. І. Грунтознавство / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. М. Нікорич. – Чернівці, 2004. – 400 с.
15. Парфенова Е. И. Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении / Е. И. Парфёнова, Е. А. Ярилова. – М. : Наука, 1997. – 200 с.
16. Почвоведение / под ред. А. С. Фатьянова, С. Н. Тайчинова – М. : Изд-во Колос, 1972. – 480 с.
17. Практикум із курсу «Грунтознавство» / укл. : А. П. Травлєєв, В. М. Яковенко, М. С. Якуба. – Д. : РВВ. ДНУ, 2009. – 44 с.
18. Тюгай З. Н. Вариабельность карбонатов в черноземе типичном мощном Стрелецкой степи / З. Н. Тюгай, А. В. Дембовецкий, Е. Ю. Милановский // Вестник Алтай. гос. аграр. ун-та. – Алтай., 2014 – № 5. – С. 6–66.
19. Федорец Н. Г. Методика исследования почв урбанизованных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведев. – Петрозаводск : Карельский научн. центр РАН, 2009. – 84 с.
20. Цветкова Н. Н. Особенности миграции органо-минеральных веществ в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / Н. Н. Цветкова. – Д., 1992. – 238 с.
21. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Сидельник, А. П. Травлєєв // Вопросы степного лесоведения. – Д., 1972. – С. 32–39.

Надійшла до редколегії 19.05.2015

УДК 581.145.1(477.63)

З. В. Грицай, М. О. Трифонов*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара***ВПЛИВ ВИКИДІВ ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ТЕС м. ДНІПРОПЕТРОВСЬК НА ПОКАЗНИКИ ФЛОРАЛЬНОЇ СФЕРИ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *TILIA***

Вивчено вплив забруднення довкілля викидами Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ на морфобіометричні та цитогенетичні показники флоральних органів представників роду *Tilia*. У досліджених об'єктів за дії техногенних емісій встановлено зниження інтенсивності цвітіння та фертильності пилкових зерен, найбільш суттєво – в *T. cordata*. Запропоновано чутливі показники флоральної системи лип як інформативні тест-параметри для застосування в моніторингу стану довкілля. Надані рекомендації щодо використання видів роду *Tilia* в озелененні промислових майданчиків в умовах степового Придніпров'я.

Ключові слова: техногенне забруднення, деревні рослини, інтенсивність цвітіння, фертильність пилку.

З. В. Грицай, М. А. Трифонов*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара***ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ПРИДНЕПРОВСКОЙ ТЭС г. ДНЕПРОПЕТРОВСК НА ПОКАЗАТЕЛИ ФЛОРАЛЬНОЙ СФЕРЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *TILIA***

Изучено влияние загрязнения окружающей среды выбросами Приднепровской ТЭС г. Днепропетровск на морфобиометрические и цитогенетические показатели флоральных органов представителей рода *Tilia*. У исследуемых объектов в условиях техногенной нагрузки установлено снижение интенсивности цветения и фертильности пыльцевых зёрен, наиболее существенно – у *T. cordata*. Предложены чувствительные показатели флоральной системы лип в качестве информативных тест-параметров для применения в мониторинге состояния окружающей среды. Даны рекомендации по использованию видов рода *Tilia* в озеленении промышленных площадей в условиях степного Приднепровья.

Ключевые слова: техногенное загрязнение, древесные растения, интенсивность цветения, фертильность пыльцы

Z. V. Grytzay, M. O. Tryphonov*O. Honchar Dnipropetrovsk National University***INFLUENCE OF EMISSIONS OF PRYDNIPROVS'K COMBINED HEAT AND POWER STATION OF DNIPROPETROVSK CITY ON *TILIA* GENUS BLOOMING INDICATORS**

Seed reproduction of woody plants plays a major role in maintaining genetic stability and flexibility of most species in forest communities. Therefore, the research the performance of woody plants generative system in the conditions of anthropogenic impact can help to assess the sustainability of forest plant communities located on technogenic contaminated territories, as well as to select the plant range promising for gardening in industrial sites. This paper discusses the research results obtained while analysing the effect that emissions, produced by Prydniprovsk's combined heat and power station in Dnipropetrovsk, Ukraine, have on *Tilia* genus blooming indicators. The research objects were *Tilia platyphyllos* Scop., *T. europaea* L. and *T. cordata* Mill. The samples were taken in June and July of 2015 in the two sites of the monitoring coverage: the test area was the tree plantation adjacent to the Prydniprovsk's combined heat and power station in the city of Dnipropetrovsk, Ukraine; the reference area was the Botanical Garden of Oles' Hon-

char Dnipropetrovsk National University. It was ascertained that generative systems of the studied objects differ in their sensitivity to synthetic pollution. The blooming indices of *T. cordata* species appeared to be vulnerable to significant industrial emissions whereas *T. europaea* and *T. platyphyllos* representatives proved to be relatively tolerant. There is evidence that affected by emissions produced by Prydniprovs'k combined heat and power station in the city of Dnipropetrovsk, Ukraine, the bloom intensity indices of all the research objects decrease, with *T. cordata* representatives showing the lowest range rate of the parameter. We found that technogenic emissions tend to inhibit pollen fertility of *T. cordata* and *T. platyphyllos*, with the most damaging effect marked for *T. cordata* species. Pollen grain size indicator remained stable for all research objects under conditions of contaminated environment. The paper suggests sensitive *Tilia* genus blooming indicators such as bloom intensity and pollen fertility as test-parameters to monitor the state of the environment in terms of technogenic overload, with *T. cordata* as an informative test-object. It also provides recommendations as for the use of *Tilia* genus representatives in landscaping industrial sites in the Steppe Prydniprov'ya area.

Key words: technogenic pollution, woody plants, bloom intensity, pollen fertility.

Деревні насадження є могутнім фільтром у очищенні атмосфери, води, ґрунту від значного спектра шкідливих домішок, у тому числі й антропогенного походження [10; 14]. Тому в оптимізації міського середовища з високим рівнем техногенного забруднення суттєва роль належить створенню зелених насаджень із використанням деревних порід [4; 16]. При підборі асортименту видів для озеленення індустріально розвинених міст необхідно враховувати здатність рослин поглинати шкідливі сполуки, зберігати свої високодекоративні якості в умовах забрудненого середовища, а також їх стійкість до техногенних викидів [5; 9; 16]. Стабільність функціонування природних та штучних фітоценозів значною мірою залежить від їх здатності підтримувати належний рівень насіннєвого відновлення. Адже насіннєве розмноження деревних рослин відіграє провідну роль у збереженні генетичної гнучкості та стійкості більшості видів у лісових угрупованнях [3; 7; 11; 15].

Цвітіння є важливою ланкою репродуктивного етапу онтогенезу рослин, від якої суттєво залежить успішність процесів запилення, запліднення, відповідно – рівень насіннєвої продуктивності. Тому дослідження показників флоральної системи в умовах антропогенного навантаження має суттєвий інтерес для оцінки стійкості фітоценозів, розташованих на техногенно забруднених територіях, підбору асортименту рослин, перспективних в озелененні промислових майданчиків [3; 8].

Мета даної роботи – оцінити вплив викидів Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ на морфобіометричні та цитогенетичні показники флоральної сфери деревних рослин роду *Tilia*.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єкти дослідження – липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.), липа європейська (*T. europaea* L.), липа дрібнолиста (*T. cordata* Mill.).

Проби відбирали в червні–липні 2015 р. у двох моніторингових точках: дослідна ділянка – деревні насадження, що прилягають до Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ; контрольна ділянка – територія Ботанічного саду Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара, де за даними міської санепідемстанції концентрації забруднюючих речовин не перевищують ГДК.

Проби суцвіть відбирали з декількох модельних дерев, гілок одного порядку галузження, з південно-східного боку крони. Дослідження морфобіометричних показників цвітіння проводили за загальноприйнятими методиками. Фертильність пилку оцінювали йодним методом за З. П. Паушевою [13]. Для цього зрілі пиляки виймали з бутонів, на предметному склі змочували йодним розчином і готували тимчасові давлені препарати. Фертильними вважали пилкові зерна із зернистою цитоплазмою, повністю забарвлені в темно-фіолетовий колір за раху-

нок реакції йоду з крохмалем, стерильними – забарвлені частково та зовсім незабарвлені. Переглядали до 1 тис. пилкових зерен у випадкових полях зору. Насиченість препарата була високою. Розміри пилкових зерен вимірювали за допомогою окуляр-мікрометра із збільшенням 7 x 90. Результати експерименту опрацьовані статистично з використанням пакета прикладних програм Statgrafics.

Результати та їх обговорення. У представників роду *Tilia*, які зростали у фітоценозі, що зазнає хронічного впливу викидів ТЕС, встановлено зниження значень показників, що характеризують інтенсивність цвітіння. Як видно з табл. 1, кількість суцвіть на модельній гілці у дерев дослідної ділянки зменшується відносно контролю у всіх досліджених об'єктів. Найбільш суттєво цей параметр за умов техногенного впливу знижується у *T. platyphyllos* (на 18,0 % порівняно з контролем), меншою мірою – в *T. europaea* та *T. cordata* (на 9,8 % та 15,7 % відповідно). Кількість квіток у суцвіттах досліджуваних порід також в умовах промислового майданчика достовірно знижується порівняно з контрольною ділянкою. Однак за цим показником найбільшу вразливість до забруднення виявляє *T. cordata*. Вважаємо, що зменшення кількості суцвіть та числа квіток у них, встановлене даним дослідженням у представників роду *Tilia* в техногенному середовищі зростання, є свідченням пригнічення процесів детермінації суцвіть і закладання в них метамерів на ранніх етапах флорального онтогенезу. Наслідком є зниження загальної інтенсивності цвітіння, яку визначали як сумарну кількість квіток на модельній гілці. Серед досліджених об'єктів цей параметр за впливу викидів Придніпровської ТЕС найбільшою мірою знижується в *T. cordata* (на 28,4 % порівняно з контролем), менш суттєво – в *T. europaea* та *T. platyphyllos* (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив викидів Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ
на інтенсивність цвітіння представників роду *Tilia***

Вид	Контрольна ділянка	Дослідна ділянка	% до контролю	t
Кількість суцвіть на модельній гілці, шт.				
<i>T. platyphyllos</i>	27,2 ± 0,41	22,3 ± 0,36	82,0	8,97
<i>T. europaea</i>	25,4 ± 0,34	22,9 ± 0,29	90,2	5,61
<i>T. cordata</i>	48,5 ± 0,58	40,9 ± 0,64	84,3	8,92
Кількість квіток у суцвітті, шт.				
<i>T. platyphyllos</i>	3,85 ± 0,08	3,32 ± 0,06	86,2	5,3
<i>T. europaea</i>	5,24 ± 0,11	4,39 ± 0,14	83,8	4,78
<i>T. cordata</i>	8,02 ± 0,26	6,36 ± 0,17	79,3	5,35
Кількість квіток на модельній гілці, шт.				
<i>T. platyphyllos</i>	109,2 ± 3,06	81,7 ± 2,40	74,8	7,07
<i>T. europaea</i>	128,6 ± 3,12	104,5 ± 3,07	81,3	5,51
<i>T. cordata</i>	363,5 ± 9,14	260,3 ± 6,83	71,6	9,04

У дослідженні флорального морфогенезу в умовах промислового забруднення суттєве значення має визначення показника фертильності пилку, адже від нього залежить успішність процесів запилення та запліднення. Дані про рівень стерильності пилкових зерен також є важливим джерелом інформації в моніторингу стану довкілля внаслідок високої чутливості чоловічої генеративної сфери рослин до несприятливих чинників [1; 2; 6; 12]. Одержані результати свідчать, що фертильність пилкових зерен у дерев, які зазнавали хронічного впливу викидів Придніпровської ТЕС, нижча ніж у рослин контрольної ділянки. Слід зазначити, що досліджені види за даним показником проявляють різну чутливість до техногенних емісій. Найбільш суттєво фертильність пилку в умовах забруднення знижується в *T. cordata* (з 98,3 % у контролі до 76,9 % на дослідній ділянці), меншою мірою – в *T. platyphyllos* (з 93,6 % до 88,0 % відповідно). Для *T. europaea* відмін-

ність даного параметра в дерев контрольної й дослідної ділянок є недостовірною за $P < 0,05$ (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив викидів Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ на фертильність пилку та розміри пилкових зерен у представників роду *Tilia*

Вид	Контрольна ділянка	Дослідна ділянка	% до контролю	t
Фертильність пилку, %				
<i>T. platyphyllos</i>	93,6 ± 0,86	88,0 ± 0,72	94,0	5,0
<i>T. europaea</i>	96,6 ± 0,97	94,1 ± 0,89	97,4	1,89
<i>T. cordata</i>	98,3 ± 1,04	76,9 ± 0,90	78,2	15,5
Довжина пилкового зерна, мкм				
<i>T. platyphyllos</i>	36,2 ± 0,32	35,8 ± 0,28	98,9	0,95
<i>T. europaea</i>	35,4 ± 0,29	34,6 ± 0,32	97,7	1,85
<i>T. cordata</i>	31,0 ± 0,31	29,6 ± 0,26	95,4	3,46

Порівняння даних, що характеризують розміри пилку лип в умовах промислового майданчика та в контрольній ділянці, свідчить, що цей параметр у досліджених об'єктів проявляє найбільшу стабільність у техногенному середовищі. Так, довжина пилкових зерен за дії емісій Придніпровської ТЕС у *T. cordata* несуттєво зменшується відносно контролю (на 4,7 %), у двох інших видів (*T. platyphyllos* і *T. europaea*) відмінність між контрольною та дослідною ділянками за даним показником статистично недостовірна (табл. 2).

Висновки. Дані, одержані при дослідженні хронічного впливу викидів Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ на деревні насадження, свідчать про пригнічення процесів евокації цвітіння та флорального морфогенезу в представників роду *Tilia*. Однак чутливість генеративної системи досліджуваних об'єктів до техногенного забруднення різниться залежно від виду: суттєву вразливість показала флоральна сфера *T. cordata*, відносно толерантність – *T. europaea* й *T. platyphyllos*.

У всіх вивчених представників роду *Tilia* в умовах дії промислових викидів встановлено зниження інтенсивності цвітіння (зменшення кількості суцвіть, числа квіток у них та загальної кількості квіток на модельній гілці), найбільш суттєво – у *T. cordata*.

За дії на рослини токсичних техногенних емісій у двох досліджених видів (*T. cordata* та *T. platyphyllos*) виявлено зниження фертильності пилкових зерен, більшою мірою – у *T. cordata*. Розміри пилку – показник, який у всіх об'єктів виявив стабільність в умовах забрудненого середовища.

Встановлене даним дослідженням зменшення інтенсивності цвітіння та зниження фертильності пилку у вивчених видів роду *Tilia* за умов техногенного навантаження може негативно позначатися на репродуктивній спроможності дерев. Окрім цього, зменшення кількості суцвіть, квіток, а отже – і плодів може погіршувати естетичні якості лип.

Характеристики флоральної системи, які суттєво змінюються за дії викидів ТЕС – інтенсивність цвітіння, фертильність пилку, – рекомендуємо використовувати як чутливі тест-параметри в моніторингу стану довкілля. Інформативним об'єктом за ними є *T. cordata*.

Види, які за показниками флоральної сфери виявили певну толерантність до техногенних емісій (*T. europaea*, *T. platyphyllos*), ми вважаємо, після врахування їх чутливості до антропогенного забруднення за іншими характеристиками росту й розвитку, можуть бути рекомендовані для застосування в озелененні промислових майданчиків в умовах степового Придніпров'я.

Бібліографічні посилання

1. Бессонова В. П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами / В. П. Бессонова // Экология. – 1992. – № 4. – С. 45–50.
2. Бессонова В. П. Использование цитогенетических критериев для оценки мутагенности промышленных поллютантов / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова, З. В. Грицай // Цитология и генетика. – 1996. – Т. 30, № 5. – С. 70–76.
3. Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO_2 и NO_2) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье : Изд-во Запорож. гос. ун-та, 2001. – 193 с.
4. Бессонова В. П. Оцінка функціонального стану деревних рослин урбафітоценозу за змінами вуглеводного обміну / В. П. Бессонова // Матеріали другої міжнар. наук.-практ. конф. «Рослини та урбанізація», Дніпропетровськ, 29–30 листопада 2011. – С. 48–52.
5. Булах П. Е. Фенологические критерии устойчивости и интродукции растений / П. Е. Булах // Интродукция растений. – 2005. – №4. – С. 9–19.
6. Горовая А. И. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднепровье / А. И. Горовая, В. М. Дигурко, Т. В. Скворцова // Цитология и генетика. – 1995. – №6. – С. 16–22.
7. Грицай З. В. Насіннева продуктивність деревних рослин в умовах забруднення до-вкілля викидами металургійного підприємства / З. В. Грицай, О. Г. Денисенко // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. – Сер. Біол. Екол. – 2011. – Вип. 19. – Т. 2. – С. 40–44.
8. Грицай З. В. Характеристики цвітіння деревних рослин в умовах металургійного підприємства / З. В. Грицай // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2012. – Т. 14. – С. 547–550.
9. Гришко В. М. Вплив забруднення на формування генеративної сфери деяких видів роду *Penstemon schmidel* в умовах промислового майданчика гірничо-збагачувального підприємства / В. М. Гришко, Н. В. Машталер // Интродукция растений. – 2009. – №1. – С. 73 – 79.
10. Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения / Г. М. Илькун. – К. : Наук. думка, 1978. – 274 с.
11. Капелюш Н. В. Вплив інгредієнтів промислових викидів на характеристики плодів і насіння *Platanus orientalis* L. / Н. В. Капелюш // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗДУ, 2005. – Вип. 9. – №2. – С. 119–127.
12. Лазарева О. В. Методические аспекты анализа функциональных особенностей пыльцы в целях палиноиндикации [Електронний ресурс] / О. В. Лазарева. – Режим доступу: [http://igkrc.ru/assets/publication/Geologia-i-pol-isk/Vypusk 152012 – P. 165–167. pdf](http://igkrc.ru/assets/publication/Geologia-i-pol-isk/Vypusk%20152012-P.165-167.pdf).
13. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 208–215.
14. Смит У. Х. Лес и атмосфера / У. Х. Смит. – М. : Прогресс, 1985. – 429 с.
15. Karnoski D. F. The effects of SO_2 on in vitro forest tree pollen germination and tube elongation / D.F. Karnoski, G.R. Stairs // Journal of Envir. Quality. – 1974. – №3. – P. 406–409.
16. Iusipiva T. I. Technogenic impact on physiological and cytogenic indices of reproductive organs of *Tilia* genus representatives / Iusipiva T. I., Korostylova T. S. Visnyk of Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ecol., 2015. 23(1), 10 – 14 (in Ukrainian).

Надійшла до редколегії 14.09.2015

УДК 576.8: 632.9

О. А. Дрегваль, О. Г. Власенко, Н. В. Черевач, А. І. Вінніков

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ВИЖИВАННЯ *BACILLUS THURINGIENSIS* ТА *BEAUVERIA BASSIANA* НА ХВОЇ ЯЛИНИ *PICEA ABIES*

Визначено терміни виживання ентомопатогенних бактерій *B. thuringiensis* і грибів *B. bassiana* на поверхні хвої ялин після обробки рідким комплексним мікробним інсектицидним препаратом «Бактофунгін-LS» у весняний та осінній періоди. Рекомендовано проводити обробку хвойних рослин біопрепаратом восени проти зимуючих фаз розвитку шкідників і 1–2 обробки навесні та літом проти активних фаз.

Ключові слова: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, виживання мікроорганізмів, хвойні дерева.

О. А. Дрегваль, О. Г. Власенко, Н. В. Черевач, А. И. Винников

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ВЫЖИВАНИЕ *BACILLUS THURINGIENSIS* И *BEAUVERIA BASSIANA* НА ХВОЕ ЕЛИ *PICEA ABIES*

Определены сроки выживания энтомопатогенных бактерий *B. thuringiensis* и грибов *B. bassiana* на поверхности хвои елей после обработки жидким комплексным микробным инсектицидным препаратом «Бактофунгин-LS» в весенний и осенний периоды. Рекомендовано проводить обработку хвойных растений биопрепаратом осенью против зимующих фаз развития вредителей и 1–2 обработки весной и летом против активных фаз.

Ключевые слова: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, выживание микроорганизмов, хвойные деревья.

O. A. Dregval, O. G. Vlisenko, N. V. Cherevach, A. I. Vinnikov

O. Honchar Dnipropetrovsk National University

SURVIVAL OF *BACILLUS THURINGIENSIS* AND *BEAUVERIA BASSIANA* ON THE PINE-NEEDLES OF *PICEA ABIES*

Defined terms entomopathogens survival of bacteria and fungi *B. bassiana* *B. thuringiensis* on the surface of conifers after treatment liquid complex microbial insecticide «Baktofunhin-LS» in the spring and autumn periods. It is shown that the autumn-winter period more favorable for saving entomopathogens on coniferous plants. *B. thuringiensis* well kept for 125 days, during this period the number of bacteria decreased from 10^7 to 10^4 – 10^5 CFU/ g needles. *B. bassiana* well preserved for 28 days, the number is reduced from 10^6 to 10^3 – 10^4 CFU/ g needles. Spring treatment of preparation does not ensure long-term preservation of entomopathogenic fungi on the surface of plants, but did not significantly affect the preservation of bacteria. After 60 days *B. thuringiensis* manifested in a relatively high titer (10^4 CFU/ g), while *B. bassiana* not detected in 9 days.

The results indicate the feasibility of treatment conifers of complex microbial insecticide of the autumn and the spring. Autumn treatment of plants can provide infection of inactive overwintering stages of insects that facilitate the creation of centers of infection and its spread in the spring forest biocenoses. In spring and summer should be carried out 1-2 treatment on the basis of the development cycle of pests.

Key words: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, survival of microorganisms, conifers.

Значної шкоди лісовому господарству завдають комахи-шкідники, спалахи масового розмноження яких охоплюють значні території. Особливо значних збитків поширення листо-хвоєгризучих шкідників завдає насадженням хвойних порід, які менш стійкі порівняно з листяними. Уже після одноразового об'їдання крон хвойні всихають, чому сприяють стовбурні шкідники, які руйнують деревину [1].

Застосування хімічних інсектицидів призводить до загибелі не тільки шкідників, але й корисної ентомофауни, порушуючи рівновагу біогеоценозу. Біологічний метод, який ґрунтується на використанні ентомопатогенних мікроорганізмів і ентомофагів, розглядається як найбільш перспективний для захисту рослин у лісових біоценозах [1; 2]. На користь цього свідчить вибірковість дії ентомопатогенів, збереження вірулентності упродовж декількох років, створення довготривалих осередків інфекції та екологічна безпечність [1; 3].

Мускардинові гриби *Beauveria bassiana* та кристалоутворюючі бактерії *Bacillus thuringiensis* – дві групи ентомопатогенних мікроорганізмів, які вже знайшли практичне застосування в інтегрованих системах захисту рослин від шкідників [1; 7]. Останнім часом стратегія створення біопрепаратів змістилася у напрямку розробки біотехнологій на основі асоціацій мікроорганізмів. Високоєфективною виявилась асоціація вищезгаданих мікроорганізмів. Створений на їх основі комплексний інсектицидний біопрепарат «Бактофунгін-LS» виявив широкий спектр дії проти представників лускокрилих, жорсткокрилих, трипсів, попелиць, пильщиків, кліщів тощо [2; 3; 6].

Ефективність дії біопрепаратів у значній мірі залежить від закріплення та терміну зберігання ентомопатогенів на поверхні оброблених рослин. Тому визначення термінів збереження життєздатності ентомопатогенів у навколишньому середовищі є актуальною проблемою.

Метою роботи було дослідження виживання ентомопатогенних бактерій *B.thuringiensis* і грибів *B.bassiana* на хвої ялин.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалом для дослідження була хвоя ялин (*Picea abies*), оброблених мікробним препаратом «Бактофунгін-LS». Модельні ялини на території ДП «Дніпропетровський лісгосп» обробляли з використанням ручного обприскувача. Робочий розчин препарату містив $1,7 \cdot 10^9$ спор і кристалів δ -ендотоксину *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* і $1,9 \cdot 10^8$ бластоспор грибів *B. bassiana* в 1 мл. Для закріплення компонентів препарату на поверхні хвої до розчину додавали різні прилипачі: карбоксиметилцелюлозу (КМЦ), зелену патоку та сухе молоко до концентрації 1 %.

Періодично здійснювали висіви змивів із хвої за методом Коха на поверхню щільних поживних середовищ: м'ясо-пептонного агару (МПА) для виявлення *B. thuringiensis* та МПА з 2 % глюкози для виявлення *B. bassiana*. Для виявлення бактеріального компонента препарату до середовища додавали канаміцин (15 мкг/мл), оскільки в роботі використовували канаміцинстійкий штам, а для виділення грибного компонента – стрептоміцин (20 мкг/мл), який пригнічував ріст бактерій. Підраховували кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) на 1 г хвої. Повторність дослідів триразова.

Результати та їх обговорення. Проаналізовано виживання мікробних компонентів інсектицидного препарату на основі *B. thuringiensis* та *B. bassiana* в природних умовах на ялинах. Обробка рослин проводилась навесні (травень 2013 р.) та восени (листопад 2013 р.). Обрані періоди обробки рослин пояснюються необхідністю з'ясування термінів внесення ентомопатогенів у лісові біоценози для забезпечення найбільш ефективного захисту від шкідників. На думку деяких авторів, внесення змішаних біологічних препаратів доцільно проводити в осінній період. Це пояснюється тим, що при дії ентомопатогенних бактерій комахи послаблюються і в такому стані зимують. На них оселяються ентомопатоген-

ні гриби, які спричинюють мікоз. Внаслідок цього навесні популяція шкідників зменшується [1].

Як видно з даних табл. 1, кількість життєздатних спор *B. thuringiensis* після 6 діб після обробки рослин у весняно-літній період знизилась на порядок, через 2 місяці ще на 3 порядки при використанні КМЦ і на 2 порядки при застосуванні зеленої патоки та сухого молока.

Таблиця 1

Вживання *B.thuringiensis* на хвої ялин (травень–липень)

Прилипач	Кількість КУО/г хвої				
	1 доба	3 доба	6 доба	9 доба	60 доба
КМЦ	$(1,97 \pm 0,07) \cdot 10^7$	$(8,90 \pm 0,01) \cdot 10^6$	$(1,84 \pm 0,01) \cdot 10^6$	$(1,70 \pm 0,17) \cdot 10^6$	$(2,21 \pm 0,02) \cdot 10^3$
Зелена патока	$(2,20 \pm 0,06) \cdot 10^7$	$(8,8 \pm 0,02) \cdot 10^6$	$(1,30 \pm 0,01) \cdot 10^6$	$(1,17 \pm 0,01) \cdot 10^6$	$(3,00 \pm 0,03) \cdot 10^4$
Сухе молоко	$(1,54 \pm 0,02) \cdot 10^7$	$(5,00 \pm 0,05) \cdot 10^6$	$(1,92 \pm 0,05) \cdot 10^6$	$(1,73 \pm 0,01) \cdot 10^6$	$(2,6 \pm 0,01) \cdot 10^4$

Таким чином, за 60 діб титр КУО бактеріального компонента препарату знизився з 10^7 до 10^3 – 10^4 на 1 г хвої.

Грибний компонент виявився нестійким у цей період: вже на шосту добу кількість КУО *B. bassiana* знизилась майже на 2 порядки, а на дев'яту добу бовєрія взагалі не виявилась (табл. 2).

Таблиця 2

Вживання *B.bassiana* на хвої ялин (травень–липень)

Прилипач	Кількість КУО/г хвої				
	1 доба	3 доба	6 доба	9 доба	60 доба
КМЦ	$(1,50 \pm 0,50) \cdot 10^6$	$(1,02 \pm 0,07) \cdot 10^6$	$(3,50 \pm 0,32) \cdot 10^4$	-	-
Зелена патока	$(1,37 \pm 0,14) \cdot 10^6$	$(9,04 \pm 0,11) \cdot 10^5$	$(2,82 \pm 0,11) \cdot 10^4$	-	-
Сухе молоко	$(1,11 \pm 0,02) \cdot 10^6$	$(7,90 \pm 0,60) \cdot 10^5$	$(3,00 \pm 0,10) \cdot 10^4$	-	-

Осінньо-зимовий період був більш сприятливим для збереження життєздатності спор компонентів біопрепарату.

Як видно із даних табл. 3, *B.thuringiensis* висівалась із хвої ялин протягом 125 діб. Протягом першого тижня було зареєстровано зменшення кількості КУО на один порядок, потім за наступні 4 місяці ще на 1–2 порядки із 10^7 до 10^5 – 10^4 КУО/г.

Таблиця 3

Вживання *B.thuringiensis* на хвої ялин (листопад–березень)

Прилипач	Кількість КУО/г хвої					
	1 доба	3 доба	7 доба	28 доба	79 доба	125 доба
КМЦ	$(4,82 \pm 0,15) \times 10^7$	$(3,25 \pm 0,13) \times 10^6$	$(2,71 \pm 0,17) \times 10^6$	$(2,10 \pm 0,13) \times 10^6$	$(2,62 \pm 0,13) \times 10^5$	$(5,50 \pm 0,14) \times 10^4$
Зелена патока	$(3,61 \pm 0,07) \times 10^7$	$(1,83 \pm 0,41) \times 10^7$	$(4,32 \pm 0,01) \times 10^6$	$(3,93 \pm 0,25) \times 10^6$	$(1,42 \pm 0,47) \times 10^5$	$(8,00 \pm 0,56) \times 10^4$
Сухе молоко	$(4,10 \pm 0,17) \times 10^7$	$(1,04 \pm 0,48) \times 10^7$	$(6,60 \pm 0,07) \times 10^6$	$(6,51 \pm 0,21) \times 10^6$	$(4,89 \pm 0,47) \times 10^5$	$(1,43 \pm 0,73) \times 10^5$

На відміну від бактеріального компонента біопрепарату *B. bassiana* висівалась лише протягом 28 діб (табл. 1).

Кількість КУО на третю добу зменшилась майже на порядок, на сьому добу чисельність *B. bassiana* зменшилась ще на 1–2 порядки і у випадку застосування КМЦ і сухого молока в якості прилипачів зберігалась майже на цьому рівні протягом місяця. Грибний компонент біопрепарату не виявлявся на 79 та 125 добу.

Така різка зміна динаміки *B. bassiana* може бути пов'язана із погодними умовами, які у січні місяці були досить суворі. Тоді температура повітря досягала -24°C . На відміну від *B. bassiana*, бактеріальний компонент *B. thuringiensis* був більш стійким до низьких температур завдяки наявності ендоспор.

Таблиця 4

Виживання *B. bassiana* на хвої ялин (листопад—березень)

Прилипач	Кількість КУО/г хвої					
	1 доба	3 доба	7 доба	28 доба	79 доба	125 доба
КМЦ	$(1,52 \pm 0,31) \times 10^6$	$(3,71 \pm 0,13) \times 10^5$	$(2,73 \pm 0,40) \times 10^3$	$(2,50 \pm 0,23) \times 10^3$	-	-
Зелена патока	$(3,00 \pm 0,16) \times 10^6$	$(3,52 \pm 0,25) \times 10^5$	$(1,51 \pm 0,83) \times 10^4$	$(2,33 \pm 0,21) \times 10^3$	-	-
Сухе молоко	$(1,34 \pm 0,18) \times 10^6$	$(3,44 \pm 0,11) \times 10^5$	$(1,72 \pm 0,03) \times 10^4$	$(1,63 \pm 0,91) \times 10^4$	-	-

Треба зазначити, що життєздатність обох компонентів препарату у навколишньому середовищі була вище у осінньо-зимовий період, ніж у весняно-літній, ймовірно за рахунок меншої інсоляції. Сонячне світло, особливо ультрафіолеве випромінювання, згубно впливає на життєдіяльність мікроорганізмів. За даними А. В. Крижко і співавторів життєздатність спор *B. thuringiensis* на поверхні оброблених рослин картоплі у літній період в умовах південного степу України зберігалась не більше 7 діб [4]. В умовах листяного лісу, де інсоляція менша, зниження чисельності *B. thuringiensis* за даними польських учених реєструвалося через 1 місяць після обробки. Через рік ентомопатогенні бацили виявити не вдалося [10]. Що стосується наших досліджень, то через рік після обробки рослин, не залежно від пори року, під час якої вона здійснювалася, *B. thuringiensis* також не висівалася.

Значний вплив на виживання грибного компоненту препарату, окрім інсоляції, здійснювала вологість повітря. У нашій кліматичній зоні, для якої притаманне посушливе жарке літо, вологість є одним із обмежувальних факторів, що впливають на життєздатність грибів. Під час літнього дослідження боверія на хвої збереглася тільки упродовж 1 тижня, тоді як у зимовий період вона висівалась через місяць у титрах, достатніх для збереження популяції у зовнішньому середовищі. Після різкого зниження температури, що призвело до зниження вологості, грибний компонент на поверхні хвої виявити не вдалося. За даними експериментів, проведених у Великобританії, *B. bassiana* на поверхні хвойних рослин краще переносить умови вологої зими з помірними температурами, ніж кліматичні умови літа. Відсутність цих грибів на гілках рослин у червні з одночасним виявленням у ґрунті під деревами автори пояснюють більш екстремальними умовами наземного середовища порівняно з ґрунтовим [8].

Порівняння ефективності закріплення компонентів препарату на поверхні хвої з використанням різних прилипачів показало, що найкращого результату можна досягти додаванням до робочого розчину сухого молока, хоча КМЦ та зелену патоку також можна рекомендувати для закріплення спор мікроорганізмів на рослинах. При застосуванні сухого молока кількість ентомопатогенів на обробленій поверхні зазвичай була на порядок вищою у кінцевому періоді їх виявлення, ніж при використанні інших прилипачів.

Висновки. Визначено терміни виживання ентомопатогенних бактерій *B. thuringiensis* і грибів *B. bassiana* на поверхні хвої ялин після обробки рідким комплексним мікробним інсектицидним препаратом «Бактофунгін-LS» у весняний та осінній періоди. Показано, що осінньо-зимовий період більш сприятливий

вий для збереження ентомопатогенів на хвойних рослинах. *B. thuringiensis* добре зберігається протягом 125 діб. За цей період чисельність бактерій зменшилась з 10^7 до 10^4 – 10^5 КУО/г хвої. *B. bassiana* добре зберігається протягом 28 діб: чисельність знижується з 10^6 до 10^3 – 10^4 КУО/г хвої. Обробка препаратом навесні не забезпечує тривалого збереження грибного ентомопатогена на поверхні рослин, але суттєво не впливає на збереження бактеріального компонента препарату. Через 60 діб *B. thuringiensis* виявлялась у досить високому титрі (10^4 КУО/г), тоді як *B. bassiana* не виявлялась уже на дев'яту добу.

Отримані результати вказують на доцільність обробки хвойних рослин комплексним мікробним препаратом як восени, так і навесні. Осіння обробка рослин може забезпечити інфікування ентомопатогенами неактивних зимуючих стадій комах, що сприятиме створенню осередків інфекції та її поширення навесні у лісових біоценозах. Весною та влітку потрібно проводити 1–2 обробки з урахуванням циклу розвитку шкідників.

Для кращого закріплення ентомопатогенів на поверхні хвої рекомендується до робочого розчину додавати сухе молоко.

Бібліографічні посилання

1. Громовых Т. И. Энтомопатогенные грибы в защите леса / Т. И. Громовых. – Новосибирск : Наука, 1982. – 80 с.
2. Дирда Н. С. Біологічна активність антибіотикостійких варіантів штаму *Bacillus thuringiensis* – компонента комплексного інсектицидного препарату / Н. С. Дирда, О. А. Дрегваль, А. І. Вінніков // Матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму «Наука і бізнес – основа розвитку економіки», Дніпропетровськ, 11 – 12 жовт. 2012 р. – С. 213–214.
3. Дрегваль О. А. Сумісна дія штамів ентомопатогенних бактерій і грибів / О. А. Дрегваль, Н. В. Черевач, А. І. Вінніков // Мікробіологія і біотехнологія. – 2009. – № 1 (5). – С. 82–87.
4. Крижко А. В. Ентомопатогенні бактерії в агроценозі картоплі / А. В. Крижко, Л. М. Кузнецова, Г. М. Ткаленко // Карантин і захист рослин. – 2011. – №8 (182). – С. 22–24.
5. Машанов А. И. Микроорганизмы в защите леса / А. И. Машанов, В. М. Гукасян, А. И. Чуликов. – Новосибирск : Наука, 1981. – 191 с.
6. Пат. № а 2008 13915 Україна, МПК C12N 1/14, C12R 1/6455, A01N 63/04, A01P 7/04 Комплексний інсектоакарицидний препарат «Бактофунгін – LS» та спосіб його отримання / А. І. Вінніков, Н. В. Черевач, О. А. Дрегваль; заявник і патентовласник Дніпропетр. нац. ун-т.; заявл. 03.12.2008; опубл. 10.05.11, бюл. № 9.
7. Патыка В. Ф. Экология *Bacillus thuringiensis* / В. Ф. Патыка, Т. И. Патыка. – К. : Изд-во ПДАА, 2007. – 216 с.
8. A fungal pathogen in time and space: the population dynamics of *Beauveria bassiana* in a conifer forest / E. L. Ormond, A. P. Thomas, P. J. Pugh etc // FEMS Microbiol. Ecol. – 2010. – №74(1). – P. 146–154.
9. Insect pathogens as biological control agents: Back to the future / L.A. Lacey, D. Grzywacz, D.I. Shapiro-Ilan etc // J. Invertebr. Pathol. – 2015. – 132. – P. 1 – 41.
10. Persistence of the spores of *B. thuringiensis subsp. kurstaki* from Foray bioinsecticide in gleysol soil and on leaves / E. Konecka, J. Baranek, I. Bielinska etc // Sci. Total. Environ. – 2014. – №472. – P. 296–301.
11. Prospects for the use of biological control agents against *Anoplophora* in Europe / T. Brabbs, D. Collins, F. Hérard etc / Pest Manag. Sci. – 2015. – 71. – № 17 – 14.

Надійшла до редколегії 16.06.2015

УДК 631.4

О. В. Жуков, Г. О. Задорожна*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара***ЕКОМОРФІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННОГО ҐРУНТУ
НА ЧЕРВОНО-БУРІЙ ГЛИНІ
(НІКОПОЛЬСЬКИЙ МАРГАНЦЕВОРУДНИЙ БАСЕЙН)**

Досліджено динаміку просторової неоднорідності твердості дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурих глинах ділянки рекультивації Нікопольського марганцеворудного басейну протягом двох років за показниками твердості. Встановлено статистичні закономірності формування будови ґрунту. Методами геостатистики визначено рівні просторової залежності показників твердості по шарах на глибину 50 см. На основі пошарового картографування просторового розподілу твердості в будові ґрунту дослідженої ділянки виявлено позагоризонтні морфологічні утворення з горизонтальними лінійними розмірами від 3,34–4,50 м у 2012 р. і 7,14–8,02 м у 2013 р. Результати кореляційного аналізу свідчать про те, що формування будови елементів неоднорідності дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині відбувається під стійким впливом негативних зворотних зв'язків із розподілом показників твердості цього ґрунту, виявленим у попередній рік.

Ключові слова: твердість ґрунту, просторова неоднорідність, будова ґрунту, морфологічні елементи.

А. В. Жуков, Г. А. Задорожная*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара***ЭКОМОРФИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕРНОВО-ЛИТОГЕННОЙ
ПОЧВЫ НА КРАСНО-БУРОЙ ГЛИНЕ
(НИКОПОЛЬСКИЙ МАРГАНЦЕВОРУДНЫЙ БАСЕЙН)**

Исследована динамика пространственной неоднородности дерново-литогенной почвы на красно-бурых глинах участка рекультивации Никопольского марганцеворудного бассейна в течение двух лет по показателям твердости. Установлены статистические закономерности формирования почвенного строения. Методами геостатистики определены уровни пространственной зависимости показателей твердости по слоям на глубину 50 см. На основе послойного картографирования пространственного распределения твердости в строении дерново-литогенной почвы на красно-бурых глинах выявлены внегоризонтные морфологические образования с горизонтальными линейными размерами от 3,34–4,50 м в 2012 г. и 7,14–8,02 м в 2013 г. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что формирование строения элементов неоднородности изученного участка почвы происходит под стойким влиянием негативных обратных связей с распределением показателей твердости, выявленным в предыдущий год ($p < 0,05$).

Ключевые слова: твердость почвы, пространственная неоднородность, строение почвы, морфологические элементы.

O. V. Zhukov, G. O. Zadorozhna*O. Hochar Dnipropetrovsk National University***ECOMORPHIC ORGANIZATION OF THE SOD LITIGENIC SOILS
IN THE RED-BROWN CLAYS NIKOPOL MANGANESE ORE BASIN**

Process of a biological stage of the land recultivation destroyed as a result of open mining workings out, is reduced to formation of steady biogeocenose which on the structural and functional features is capable to carry out target problems which are put depending

on recultivation types such as agricultural, forest, recreational, nature protection etc. Ecomorphes are components of biogeocenose and reflect character of their interrelation with biogeocenose as a whole and with each of its structural elements separately. In a basis ecomorphic analysis of frame of biogeocenose revealing of interrelations of alive organisms and medium, and also an establishment of degree of the adaptation of separate parts of an ecosystem to the most important elements of biogeocenose lies that in applied aspect allows to define quantitatively intensity of ecological mode. The most demanded system ecomorphes is the concept developed in 1950 of A.L.Belgard. It allows to carry out quality standard of plant communities and their comparison among themselves that is applied by explorers widely enough. High possibilities for phytoindication of regional heterogeneity edaphic properties of the technozems at mesolevel are shown. The spatial heterogeneity dynamic on indicator penetration resistance of sod–lithogenic soils on red–clay burih clays of the land reclamation Nikopol manganese ore basin has been studied within two years. Statistical regularities have been established in the formation of soil structure. The levels of spatial dependence of soil penetration resistance have been defined by means of geostatistical methods within layers to a depth of 50 cm. Horizonless morphological formation with horizontal linear dimensions of 3,34–4,50 m in 2012 and 7,14–8,02 m in 2013 have been identified on the basis of the layered mapping the spatial distribution of penetration resistance in the structure of sod–lithogenic soils on red–clay clays. The results of correlation analysis indicate that the formation of the structure elements of heterogeneity of the studied area of the soil occurs under the persistent influence of negative feedbacks with the distribution of hardness values identified in the previous year ($p < 0.05$). The identified elements of spatial organization sod soil lithogenic to red-brown clay with their size, shape, nature of the relationship may be called the elements of heterogeneity and soil are natural elements of the soil as a natural body. Structural integrity, individuality, depending on the environmental conditions gives rise include edaphic structural elements found in the category ecomorphes basis. As a result of technozems spatio-temporal dynamics of a mechanical impedance research the data confirming a hypothesis about ecomorphes existence as over horizons morphological soil formations have been obtained. Ecomorphes approach for studying of a technozems morphological structure have been proposed. Comparative characteristics of ecomorphes from various technozems types have been given. The obtained results solves a problem of combination of the higher and lowest levels in hierarchical system of the soils organisation as natural body that raises efficiency of the analysis of relations of morphological elements as a basis of detailed reconstruction of recultivation processes, soils formation, studying of their regimes and functions.

Key words: soil penetration resistance, the spatial heterogeneity of soil structure, morphological features.

Підвищення вимог до сільськогосподарської та меліоративної практики потребує формування більш повних уявлень про процеси ґрунтоутворення, багаторічні періодичні процеси в ґрунтах, зміни умов ґрунтоутворення в результаті діяльності людини та побудови прогнозів. Вирішення цих завдань не може бути забезпечено вивченням ґрунту тільки як системи генетичних горизонтів, тому що багато найважливіших особливостей процесів, що відбуваються у ґрунті, можуть бути правильно зрозумілі тільки після вивчення позагоризонтної організації ґрунтового тіла [16]. Вирішення багатьох питань меліоративного і сільськогосподарського ґрунтознавства пов'язане з реалізацією системного підходу до вивчення ґрунту, зокрема з вивченням його як багаторівневої ієрархічної системи [4; 21]. При ієрархічному підході досліджуються форми, які послідовно ускладнюються та кожна наступна включає попередні як свої компоненти. Цілі та переваги ієрархічного підходу при вивченні морфологічної організації ґрунтового тіла детально розроблені в класичних роботах Е. А. Корнблюма [14; 16]. Класифікація рівнів організації та їх морфологічних елементів розроблена А. Д. Вороніним і Б. Г. Розановим [2; 19]. Однак сучасні дослідники відзначають наявність «прогалів» в ієрархічній системі морфологічних елементів ґрунту [4; 14]. Визначилася проблема сполучення вищих і нижчих рівнів організації ґрунту як природного тіла, що,

безумовно, дещо позбавляє частки ефективності аналізу відносин морфологічних елементів у якості основи детальної реконструкції процесів становлення ґрунтів, вивчення їх режимів і функцій. Є. А. Дмитрієв вважає, що вибір критеріїв проведення меж у ґрунтовому просторі занадто різниться при виділенні елементів організації ґрунту нижчих рівнів і на горизонтальному рівні [4]. На субпрофільних рівнях організації морфологічні елементи ізометричні, у той час як на горизонтальному рівні та на рівні ґрунтово-покривному латеральна протяжність елементів організації на багато порядків вище, ніж по вертикальній осі. Отже, відсутнє в класифікації ґрунтове тіло має бути позагоризонтним елементом організації і охоплювати всю товщу ґрунту [14; 20].

Позначеним вимогам відповідають морфологічні елементи, що були описані нами в результаті проведених досліджень просторової неоднорідності техноземів ділянки рекультивації Нікопольського марганцеворудного басейну. При вимірюванні твердості пенетрометром і обробці результатів виявлені інтегральні тривимірні фізичні утворення, що мають індивідуальні параметри, притаманні різним ґрунтам незалежно від їх класифікації та відрізняються від описаних раніше ґрунтових морфологічних елементів.

У наших попередніх роботах [7–12] наданий опис результатів досліджень просторово-часових змін твердості дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах і дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках. Градієнтний характер меж між виявленими при цьому позагоризонтними морфоструктурами дозволив зробити висновок про те, що вони є природними елементами організації ґрунту як природного тіла. Структурна цілісність, індивідуальність, неоднорідність у часі дали підставу віднести виявлені нами едафічні структурні елементи до розряду ґрунтових екоморф. Екоморфи ми застосовуємо як утворення, аналогічні за змістом екоморфам рослин за О. Л. Бельградом [2], ґрунтових тварин за О. В. Жуковим [6], герпетобіонтних павуків за О. М. Кунах і співавт. [17].

Метою цієї роботи є обґрунтування існування екоморф – позагоризонтних внутрішньогрунтових морфоструктур дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах ділянки рекультивації Нікопольського марганцеворудного басейну на підставі просторово-часової динаміки їх твердості.

Методи досліджень. Збір матеріалу проводився 20 червня 2012 р. і 13 червня 2013 р. на ділянці рекультивації Нікопольського марганцеворудного басейну в м. Орджонікідзе. У якості об'єкта дослідження був обраний дерново-літогенний ґрунт на червоно-бурих глинах. Назву ґрунту наведено за Л. В. Стеревською [5].

Дослідний полігон являє собою регулярну сітку, яка складається з точок відбору проб, відстань між якими становить 3 м і складається з 7 трансект по 15 проб. Відповідно його розміри становлять 42 м × 18 м.

Вимірювання твердості ґрунтів здійснено в польових умовах за допомогою ручного пенетрометра Eijkelkamp на глибину до 50 см з інтервалом 5 см. Основною робочою частиною твердоміра є плунжер, нагвинчений на нижній кінець штоку, який за допомогою рукоятки крізь пружину вштовхується в досліджений ґрунт. При цьому пружина, яка вимірює, стискається пропорційно величині опору деформації ґрунту [15]. Середня похибка результатів вимірювань приладу складає $\pm 8\%$. Вимірювання твердості ґрунту зроблені конусом поперечного перерізу 2 см² в кожному осередку полігону.

При статистичних розрахунках була використана програма Statistica 7.0, для оцінки геостатистичних показників, двовимірного і тривимірного картографування – програма Surfer 8.0.

Результати та обговорення. У табл. 1 представлені дані твердості вивченої ділянки дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині за 2012–2013 рр., що оброблені методами описової статистики.

Таблиця 1

Описова статистика даних твердості ґрунту

Відстань від поверхні, см	Середнє, МПа	Довірчий інтервал		CV, %
		–95,00 %	+95,00 %	
2012 р.				
0–5	3,26	2,35	6,02	24,46
5–10	4,57	3,64	7,32	32,51
10–15	5,58	4,66	8,31	30,14
15–20	6,31	5,38	9,03	29,19
20–25	6,96	6,02	9,68	28,80
25–30	7,39	6,44	10,10	29,26
30–35	7,79	6,84	10,51	28,40
35–40	8,02	7,05	10,74	30,21
40–45	8,24	7,26	10,97	31,03
2013 р.				
0–5	2,09	1,16	4,88	28,08
5–10	3,94	3,01	6,69	32,08
10–15	4,89	3,96	7,63	30,46
15–20	5,31	4,38	8,04	31,84
20–25	5,43	4,49	8,17	35,65
25–30	5,90	4,97	8,63	31,69
30–35	6,18	5,24	8,91	32,70
35–40	6,45	5,51	9,17	31,26
40–45	6,79	5,86	9,49	27,59
45–50	7,04	6,12	9,74	27,13

Середні значення твердості дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурих глинах, як і довірчий інтервал, закономірно збільшуються з глибиною, що пояснюється тиском верхніх шарів ґрунту на ті, що лежать нижче. Варіативність досліджуваної ознаки в 2012 р. коливається від 24,46 до 32,51 % з максимумом на глибині 5–10 см від поверхні. Найбільший розкид для даних 2013 р. спостерігається на глибині 20–25 см від поверхні при розкиді коефіцієнта варіації в межах 27,13 до 35,69 %.

Геостатистика пропонує ряд механізмів, що враховують просторові закони розподілу отриманих даних, описують просторові моделі та інтерполюють значення для місць, в яких не проводилися вимірювання. Допоміжні дані, такі як наггет-ефект, поріг, радіус впливу доповнюють основні змінні і дозволяють створювати моделі інтерполяції. Результати геостатистичного аналізу представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Геостатистичні параметри твердості ґрунту

Відстань від поверхні, см	C ₀ (Наггет)	C ₁ (Частковий поріг)	C ₀ +C ₁ (Поріг)	SDL, %	Радіус впливу, м
2012 р.					
0–5	0,02	0,94	0,96	2,09	4,50
5–10	0,20	2,83	3,03	6,60	4,31
10–15	0,49	3,26	3,75	13,07	3,50
15–20	0,69	4,70	5,39	12,81	3,34
20–25	0,90	5,98	6,88	13,09	3,79
25–30	1,50	7,26	8,76	17,13	4,01

Закінчення табл. 2

Відстань від поверхні, см	C_0 (Наггет)	C_1 (Частковий поріг)	C_0+C_1 (Поріг)	SDL, %	Радіус впливу, м
30–35	1,50	8,11	9,61	15,61	4,30
35–40	2,10	8,98	11,08	18,96	4,11
40–45	2,65	9,66	12,31	21,29	4,19
45–50	2,62	11,23	13,85	18,92	4,04
2013 р.					
0–5	0,6	0,37	0,97	61,86	7,79
5–10	0,7	1,32	2,02	34,66	7,14
10–15	1,02	2,44	3,46	29,48	7,20
15–20	1,50	2,64	4,14	36,24	7,51
20–25	2,21	3,08	5,29	41,78	8,02
25–30	2,12	1,45	3,57	59,39	7,41
30–35	4,5	1,58	6,08	74,02	8,00
35–40	2,41	1,08	3,49	69,06	7,60
40–45	3,40	2,11	5,55	61,27	6,80
45–50	3,50	1,78	5,28	66,29	6,01

Примітка: SDL – рівень просторової залежності (*spatial dependence level*) ($100 \cdot C_0 / (C_0 + C_1)$).

Наггет-ефект відображає непросторову компоненту мінливості ознаки і збільшується з глибиною від 0,02 до 2,65 в даних 2012 р. і 0,60 до 3,50 – 2013 р. Його співвідношення до показника «поріг» дозволяє оцінити рівень просторової залежності за просторовим відношенням SDL. Якщо просторове співвідношення знаходиться в межах 0–25 %, то мова йде про значну просторову залежність; якщо просторове співвідношення знаходиться в межах 25–75 %, в такому випадку просторова залежність змінної є помірною; якщо просторове співвідношення перевищує 75 %, то змінна розглядається як слабо просторово залежна [22]. Згідно з результатами наших досліджень значну просторову залежність мають показники твердості дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині, зібрані в 2012 р. (показник SDL дорівнює 2,09–21,29 %). Дані твердості ґрунту, отримані при дослідженнях 2013 р., мають помірну просторову залежність (показник SDL коливається в межах 29,06–74,02 %). Істотна і стійка різниця рівня просторової залежності між даними різних років нашої роботи на думку, що на формування будови ґрунту в червні 2013 р. вплинула більша кількість факторів, ніж у 2012 р., що призвело до відносної випадковості розподілу даних. Таким фактором, швидше за все, стала вологість, від якої твердість ґрунту залежить найбільшою мірою. За даними метеостанції міста Нікополь сума опадів перших 6 місяців 2012 р. становить 175,9 мм, а 2013 р. – 216,1 мм, що підтверджує наше припущення. Побічно наше припущення підтверджується і більш низькими середніми значеннями твердості даних, зібраних у 2013 р. в порівнянні з даними 2012 р. (табл. 1).

Достовірно встановлена просторова залежність отриманих змінних припускає наявність неоднорідності ґрунтового покриття вивченої ділянки за ознакою твердості. Це означає, що навколо будь-якої довільної вертикальної осі може бути окреслена область, у межах якої спостерігається взаємний вплив ґрунтових мас, що веде до диференціації процесів перетворення і переміщення речовин та виникнення неоднорідності її властивостей. Чим ближче знаходяться обговорювані ґрунтові маси, тим значнішим має бути їх взаємний вплив. Із віддаленням взаємодія слабшає, тому що її заглушає вплив ближче розташованих мас. Геоestatистичний аналіз дозволяє визначити відстані, у межах яких має місце вказана вище взаємодія. Цей показник називається радіусом впливу. Вели-

чина радіусу впливу значно різниться в даних різних років: у 2012 р вона істотно менше і коливається в межах 3,34–4,50 м у даних 2012 р., і 7,14–8,02 м у даних 2013 р. Ця відстань дорівнює середнім лінійним розмірам морфологічних структур, які є елементами неоднорідності.

Карти, представлені на рис. 1, дозволяють візуалізувати ці морфоелементи.

На картах ділянки з підвищеною твердістю позначені темним кольором. Ці ділянки розташовані в більш м'якому ґрунтовому матеріалі, часто повторюючись, вони утворюють мозаїчний рисунок. Із просуванням углиб конфігурація послідовно змінюється і дає можливість побачити, як змінюється форма елементів неоднорідності. У тривимірному відображенні виділені об'єкти являють собою пов'язану ділянку всередині ґрунтового простору, обмежену з усіх боків природним кордоном у вигляді поверхні, при переході через яку градієнт властивості набуває найбільшого значення. Градієнтний характер кордонів визначає структурну індивідуальність обговорюваних якісно-специфічних компонентів і дає підставу називати їх елементами організації ґрунту.

Найсвітліші ділянки являють собою місця з найбільш м'яким ґрунтом. Найімовірніше, що в цих місцях відбувається переважна фільтрація води. У поверхневих шарах діаметр таких ділянок менше, але їх кількість більша, ніж у глибоких. Із просуванням вниз за профілем чисельність таких каналів стає менше, а величина їх діаметра більша, тобто вони зливаються в більш широкі.

Із плином часу змінюється структура просторового розподілу досліджуваної властивості. Тимчасову неоднорідність будови ґрунту можна простежити, порівнюючи карти просторового розподілу показників твердості ґрунту в різні роки дослідження (рис. 1). За рік змінилася архітектура будови і характеристики її складових частин вивченої ділянки дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині. Добре видно, що в 2013 р. розмір морфоелементів значно більший, вони мають більш протяжну форму. Ділянки з м'яким субстратом розташовані в місцях, де у попередньому році спостерігалися ділянки підвищеної твердості.

Для точного визначення міри схожості – відмінності між будовою ґрунту в різні роки дослідження – був проведений кореляційний аналіз між пошаровим розподілом показників твердості в різні роки досліджень (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції Пірсона твердості ґрунту в 2012–2013 рр.
(показані тільки значущі коефіцієнти $p < 0,05$)

		2013									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2012	1	–	–	–0,21	–0,21	–0,27	–0,23	–0,26	–0,25	–0,26	–0,35
	2	–0,28	–0,22	–0,37	–0,35	–0,35	–0,38	–0,38	–0,32	–0,32	–0,44
	3	–0,30	–0,28	–0,36	–0,29	–0,31	–0,37	–0,37	–0,46	–0,37	–0,43
	4	–0,23	–0,22	–0,28	–0,22	–0,21	–0,28	–0,30	–0,40	–0,28	–0,38
	5	–0,23	–0,27	–0,30	–0,23	–0,20	–0,26	–0,20	–0,30	–	–0,25
	6	–0,20	–0,24	–0,28	–0,23	–	–0,29	–0,20	–0,30	–	–0,22
	7	–	–0,21	–0,25	–	–	–0,27	–	–0,26	–	–0,21
	8	–0,21	–0,22	–0,26	–	–	–0,27	–	–0,29	–	–0,23
	9	–0,20	–0,22	–0,25	–	–	–0,27	–	–0,29	–	–0,23
	10	–0,21	–0,23	–0,26	–	–	–0,27	–	–0,29	–	–0,22

Примітка: 1, ..., 10 – твердість ґрунту на глибині 0–5, ..., 45–50 см.

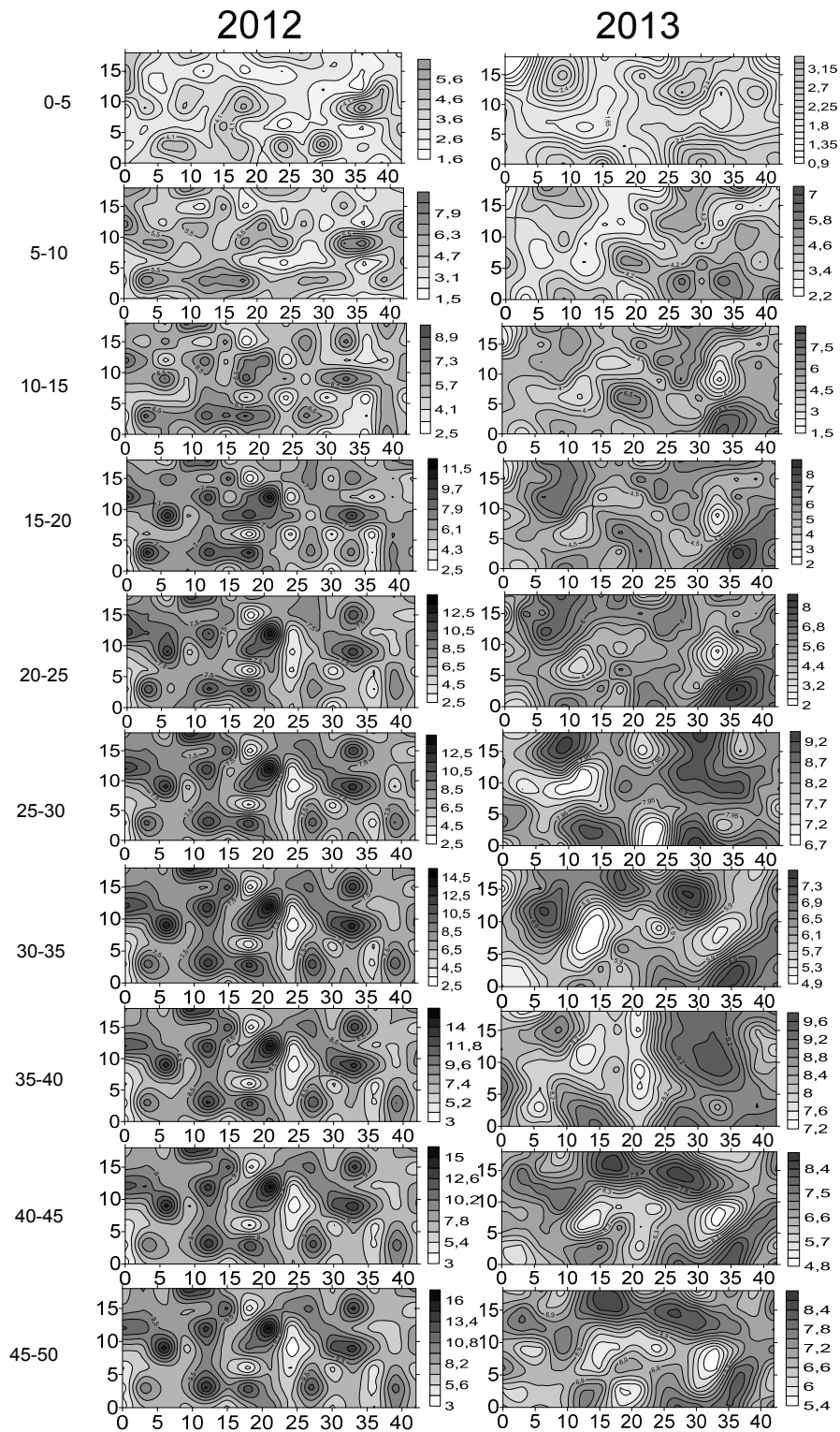


Рис. 1. Карти просторового розподілу показників твердості за шарами у 2012–2013 рр.

Примітка. 0–5, ..., 45–50 – відстань від поверхні вглиб ґрунту

Формування елементів неоднорідності дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині йде під стійким впливом негативних зворотних зв'язків з будовою даного ґрунтового шару, виявленою у попередній рік. Найбільший вплив на розподіл даних твердості у 2013 р. надає будова верхніх шарів ґрунту дослідженої ділянки (0–20 см від поверхні вглиб) 2012 р.

Механізмом антагоністичних відносин структурних властивостей ґрунту у різні роки можуть виступати педотурбації, що виникають у результаті утворення тріщин у періоди висихання і усадки глинистих ґрунтів, зсипання в ці тріщини більш дрібного і насиченого органічними речовинами матеріалу поверхневих горизонтів [21]. Розтріскування – це універсальний механізм ліквідації надлишкових напружень, що виникають у твердому тілі при змінах обсягу у зв'язку з набуханням – стисненням (при зволоженні – просиханні і замерзанні – відтаванні) [14]. Про наявність великої кількості тріщин у цьому ґрунті говорилося в наших попередніх роботах [8; 20]. Як наслідок розтріскування і неоднорідності ґрунтового субстрату, що виникає, йде формування переважних потоків вологи в ґрунті, нерівномірне його змочування. У подальшому формування тріщин відбувається в місцях, де твердість більше і, відповідно, більша напруга. Можна також припускати, що в більш змочені і, відповідно, м'які ділянки проникають коріння рослин, що мають стрижневу будову і йдуть далеко за межі дернового шару. Висока випаровувальна активність рослин може бути причиною виникнення більш сухих і твердих ділянок там, де в попередній рік показники твердості були найменші.

Ґрунтоутворний процес як частина складної і динамічної природної системи, розвиваючись у часі, пристосовує ґрунт до найбільш оптимального функціонування в тій чи іншій екосистемі, організовуючи будову її твердої фази на різних ієрархічних рівнях [21]. Екоморфічний характер знайдених нами структурних елементів дає нам підстави вважати, що їх формування має пряме відношення до підтримання біогеоценотичного покриву шляхом підтримання різноманітності екологічних ніш. Ґрунтові екоморфи охоплюють всю товщу ґрунту, тобто являють собою позагоризонтні елементи організації, і характерні для різних типів ґрунтів [7; 8; 10–12]. На нашу думку, їх виявлення додає відсутню ланку в ієрархічну систему класифікації структурних елементів ґрунту, вирішує проблему стикування вищих і нижчих рівнів організації ґрунту як природного тіла, дає можливість формування більш повних уявлень про процеси ґрунтоутворення, періодичних процесів у ґрунтах, збільшує набір засобів побудови прогнозів.

Висновки. Середні значення твердості дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині, як і довірчий інтервал, закономірно збільшуються з глибиною. Варіативність досліджуваної ознаки коливається в даних 2012 р. від 24,46 до 32,51 % з максимумом на глибині 5–10 см від поверхні. Найбільший розкид даних, зібраних у 2013 р., спостерігається на глибині 20–25 см від поверхні при розкиді коефіцієнта варіації в межах 27,13 до 35,69 %.

Розподіл показників твердості дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині, зібраних у 2012 р., характеризується високою просторовою залежністю (показник SDL дорівнює 2,09–21,29 %). Дані твердості ґрунту, отримані при дослідженнях 2013 р., мають помірну просторову залежність (показник SDL коливається в межах 29,06–74,02 %).

Результати кореляційного аналізу свідчать про те, що формування будови елементів неоднорідності дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині йде під стійким впливом негативних зворотних зв'язків з розподілом показників твердості цього ґрунту, виявленим у попередній рік ($p < 0,05$). Найбільший вплив на будову ґрунту у 2013 р. показує розподіл даних твердості ґрунту верхніх шарів (0–20 см від поверхні вглиб) у даних 2012 р.

Виявлені нами елементи просторової організації дерново-літогенного ґрунту на червоно-бурій глині мають власні розміри, форму, характер взаємозв'язку, мо-

жуть називатися елементами неоднорідності ґрунту і є природними елементами організації ґрунту як природного тіла. Структурна цілісність, індивідуальність, залежність від екологічних умов дає підставу віднести виявлені нами едафічні структурні елементи до розряду ґрунтових екоморф.

Бібліографічні посилання

1. Базовые шкалы свойств морфологических элементов почв. Методическое руководство по описанию почв в поле / Э. А. Корнблум, И. С. Михайлов, Н. А. Ногина, В. О. Таргульян. – М. : Всес. Акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, Всесоюз. об-во почвов. АН СССР, 1982. – 56 с.
2. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К. : Изд-во КГУ, 1950. – 263 с.
3. Воронин А. Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв / А. Д. Воронин. – М. : Изд-во МГУ, 1984. – 204 с.
4. Дмитриев Е. А. Теоретические и методологические проблемы почвоведения / Е. А. Дмитриев. – М. : ГЕОС, 2001. – 374 с.
5. Стеревська Л. В. Рекультивовані ґрунти: підходи до класифікації і систематики / Л. В. Стеревська, Г. Ф. Момот, Л. В. Лехцієр // Ґрунтознавство : наук. журнал. – 2008. – Том. 9, № 3. – С. 147–150.
6. Жуков О. В. Екоморфи Бельгарда–Акімова та екологічні матриці / О. В. Жуков // Екологія та ноосферологія. – 2010. – Т. 21, № 3–4. – С. 109–111.
7. Жуков А. В. Экологическое значение пространственной изменчивости твердости почвы в условиях природного земледелия / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная, А. А. Демидов // Збірник наук. пр. Уман. нац. ун-ту садівництва. – Умань, 2014. – Вип. 84. – С. 21–37.
8. Жуков А. В. Пространственная изменчивость твердости педоземов / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького – 2013. – № 1(7). – С. 34–49.
9. Жуков О. В. Фізичні властивості рекультоземів Нікопольського марганцеворудного басейну / О. В. Жуков, Г. О. Задорожна, І. В. Лядська // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д. : Ліра, 2014. – Вип. 43. – С. 93–102.
10. Жуков А. В. Пространственная изменчивость твердости педоземов / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького – 2013. – № 1(7). – С. 34–49.
11. Жуков А. В. Пространственная изменчивость твердости техноземов / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная // Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование : сб. материалов междунар. научн. конф. (10–15 июня 2013 г.) / под ред. В. А. Андроханова (отв. ред.) – Новосибирск : Изд-во Окрина, 2013. – С. 104–107.
12. Задорожна Г. О. Просторова організація дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах / Г. О. Задорожна // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького. – 2012. – № 4. – С. 48–57.
13. Захарченко А. В. Метод трехмерной морфометрии почв / А. В. Захарченко // Вестник ТГУ, 2004. – № 30. – С. 50–57.
14. Захарченко А. В. Топографическая и физическая лужистость почвенных слоёв / А. В. Захарченко, И. Н. Росновский, Д. А. Ивлев // Вестник Том. гос. ун-та. – 2007. – 300 (II). – С. 153–159.
15. Козлов Д. Н. Традиции и инновации в крупномасштабной почвенной картографии / Д. Н. Козлов, Н. П. Сорокина // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. – М. : Изд-во Почвеного ин-та им. В. В. Докучаева, 2012. – С. 53–57.
16. Корнблум Э. А. Основные уровни морфологической организации почвенной массы / Э. А. Корнблум // Почвоведение. – 1975. – № 9. – С. 36–38.
17. Кунах О. Н. Экоморфическая организация сообществ пауков степной зоны Украины / О. Н. Кунах, Е. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Ґрунтознавство. – 2014. – Т. 14, № 2. – С. 101–119.
18. Медведев В. В. Твердость почвы / В. В. Медведев. – Х. : Изд-во КП «Городская топография», 2009. – 152 с.

19. Медведев В. В. Неоднородность как закономерное проявление горизонтальной структуры почвенного покрова / В. В. Медведев // Грунтознавство – 2010. – Т. 11, № 1–2. – С. 6–15.
20. Пространственная экология и рекультивация земель / А. А. Демидов, А. С. Кобец, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков. – Д. : Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. – 560 с.
21. Розанов Б. Г. Морфология почв : учеб. для высшей шк. / Б. Г. Розанов. – М. : Академический проект, 2004. – 431 с.
22. Cambardella C. A. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils / C. A. Cambardella, T. B. Moorman, J. M. Novak // Soil Science Soc. Am. – 1994. – Vol. 58. – P. 1501–1511.

Надійшла до редколегії 12.10.2015

УДК 631.4:634.9

Д. С. Ганжа¹, О. Н. Кунах^{1,2}, А. В. Жуков², В. А. Новикова²

¹*Природный заповедник «Днепровско-Орельский»*

²*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара*

ЭКОМОРФИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕРНОКЛЕНОВНИКОВ В ПСАМОФИЛЬНОЙ СТЕПИ НА АРЕНЕ р. ДНЕПР

Чернокленовые кустарники на арене р. Днепр, впервые открытые А. Л. Бельгардом и Т. А. Кириченко в 30-е г. XX в., представляют собой уникальные естественные группировки, которые требуют особой охраны. Уникальность чернокленовых кустарников состоит в специфической позиции лесной компоненты – на вершинах дюнных холмов. Кроме того, ценоморфические компоненты сообществ имеют четкую биогоризонтную привязанность: древесный и кустарниковый ярусы представлены сільвантами, а травостой – степантами, псаммофитами и в меньшей степени – пратантами. Установлено, что растительная группировка представлена 57 видами. Экстремальная экологическая обстановка проявляет себя в высокой степени структурированности сообщества, что выявлено средствами многомерного шкалирования. Растительные группировки, которые находят свое отражение в многомерных измерениях, могут быть интерпретированы с помощью фитоиндикационных шкал. Свойства эдафотопы находятся во взаимосвязи со структурой растительного покрова. Это показано для таких почвенных свойств, как твердость, плотность, влажность и температура почвы, а также агрегатная структура. Тест Мантеля подтвердил приоритетную роль фитоиндикационных шкал в интерпретации структурных единиц растительного покрова.

Ключевые слова: экоморфы, многомерное шкалирование, фитоиндикация.

Д. С. Ганжа¹, О. М. Кунах^{1,2}, О. В. Жуков², В. О. Новікова²

¹*Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»*

²*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

ЕКОМОРФІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ЧОРНОКЛЕНОВНИКІВ У ПСАМОФІЛЬНОМУ СТЕПУ НА АРЕНІ р. ДНІПРО

Чернокленові чагарники на арені р. Дніпро, уперше відкриті О. Л. Бельгардом і Т. А. Кириченко в 30-і рр. XX ст., являють собою унікальні природні угруповання, які потребують особливої охорони. Унікальність чорнокленових чагарників полягає у специфічній позиції лісового компонента – на вершинах дюнних пагорбів. Крім того, ценоморфічні компоненти рослинних угруповань мають чітку біогоризонтну приуроченість: деревинний і чагарниковий яруси представлені сільвантами, а тра-

востій – степантами, псаммофітами та у меншому ступені – пратантами. Установлено, що рослинне угруповання представлене 57 видами. Екстремальна екологічна обстановка проявляє себе у високому ступені структурованості угруповання, що виявлено засобами багатовимірного шкалювання. Рослинні угруповання, які знаходять своє відбиття в багатовимірних вимірах, можуть бути інтерпретовані за допомогою фітоіндикаційних шкал. Властивості едафотопу перебувають у взаємозв'язку зі структурою рослинного покриву. Це показано для таких ґрунтових властивостей, як твердість, щільність, вологість і температура ґрунту, а також агрегатна структура. Тест Мантеля підтвердив пріоритетну роль фітоіндикаційних шкал в інтерпретації структурних одиниць рослинного покриву.

Ключові слова: екоморфи, багатовимірне шкалювання, фітоіндикація.

D. S. Ganzha¹, O. N. Kunah^{1,2}, And. V. Zhukov², V. A. Novikova²

¹Nature Reserve "Dneprovsko-Orelysky"

²O. Hochar Dnipropetrovsk National University

ECOMORPHIC ORGANISATION *ACER TATARICUM* COENOSIS IN SAND STEPPES ON ARENA OF THE RIVER DNEPR

Acer tataricum bushes on arena of the river Dnepr, for the first time open by A.L.Belgard and T.A.Kirichenko in 30th years of the XX-th century, represent unique natural groupings which demand the special preservation. Uniqueness *Acer tataricum* bushes consists in a specific position wood components at the up of the dunes hills. Besides, coenomorph components of community have accurate biohorizon attachment behaviour: forest and bushes layers are presented by silvants, and herbage - stepants, psamphyts and to a lesser degree - pratants. It is established that the plant community is presented by 57 species. Extreme ecological conditions prove highly structuredness of assemblage that is revealed by means multidimensional scaling. Vegetative groupings which find the reflectance in multidimensional measurements, can be interpreted by means of phytoindicator scales. Edaphotop properties are in interrelation with frame of a vegetative integument. It is shown for such soil properties, as penetration resistance, density, humidity and soil temperature, and also aggregate composition. Analysis of the received data testifies that the greatest correlation with factors of medium characterises templates on the basis of the metrics Kulchinsky and for transformation of extraction of a square root. Multidimensional scaling allows to display in space of smaller dimension initial multidimensional data file. The question on number of measurements can be solved by an assessment of speed of change of stress at augmentation of number of measurements. The stress is a measure of accuracy of display of the initial data in space of smaller dimension. Phytoindicator scales specify that the dimension 1 obtained at multidimensional scaling, is bound to rather raised acidity of soil, aeration and the raised level of a nitrogenous nutrients. Positive values of dimension 1 specify in those fields of polygon where representatives forest coenotic components prevail. Values of dimension 2 directly do not specify in features of assemblage which would have ecomorphic a component. This measurement is sensitive to erect differentiation of a profile of bedrock on values of hardness. Positive values of dimension 2 specify in fields with prevalence of gravel, and negative - roots in soil. Phytoindicator scales specify in a high role of variability of a mode of humidifying, salifications and edaphotop humidity in definition of trends of variability of vegetation which are reflected by dimension 2. Positive values of dimension 3 specify in sites in which the vegetation has mainly meadow character with essential steppe компонентой. Negative values in a greater degree correspond to psomophyt assemblage components. From edaphic properties to dimension 3 are to the greatest degree bound such, as the gravel and coarse sand maintenance, and also the maintenance in bedrock of roots. The raised values of such phytoindicator scales as security of soil calcium and continentality, correspond to positive values of dimension 3. The Mantel test has confirmed a priority role of phytoindicator scales in interpretation of structural units of vegetation.

Key words: ecomorphes, multidimensional scaling, phytoindication.

Введение. А. Л. Бельгард и Т. Ф. Кириченко [3] при описании растительности пойменных лесов средней части течения р. Днепр обнаружили, что в местности между селами Куриловка и Обуховка, что ныне соответствует территории природного заповедника «Днепровско-Орельский», на дюнных всхолмлениях встречаются своеобразные заросли кустарников, где доминирует клен татарский (*Acer tataricum* L.). Такие чернокленовники занимают кратероподобные понижения между дюн. Нередко чернокленовники более упрощенной структуры одевают зеленой шапкой вершины дюн. Эти оригинальные островки кустарников окружены незадерненными песками с корневещными и корнепаростковыми видами (*Carex arenaria* subsp. *colchica* (J.Gay) Nyman, *Linaria odora* (M. Bieb.) Fisch. и др.). Кроме господствующего *Acer tataricum* тут в мае растет барбарис (*Berberis vulgaris* L.) и встречаются одинокие груша (*Pyrus communis* L.) и кусты бузины черной (*Sambucus nigra* L.). Иногда древесно-кустарниковый ярус настолько мощный, что под ним почти исчезают травянистые виды. Как считают авторы, описавшие эти растительные группировки, парадоксальная приспособленность чернокленовников к повышенным местообитаниям на дюнных всхолмлениях может поставить под сомнение их природное происхождение. Но наличие среди чернокленовников барабариса, бересклета европейского (*Euonymus europaeus* L.) и груши совместно с рядом исключительно лесных видов – купена душистая (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce), колокольчик шершаволистный (*Campanula trachelium* L.) подтверждает естественный характер этих своеобразных лесных ценозов на фоне арены [3]. С момента описания чернокленовых кустарников на вершинах дюн эти уникальные природные явления практически не были изучены. Для анализа и изучения сообществ чернокленовников нами применен метод экоморфического анализа растительности А. Л. Бельгарда [2] в объединении с методами пространственной экологии [1; 5; 6; 8].

Целью настоящей работы является установить видовое богатство растительных группировок чернокленовых кустарников на вершинах дюнных всхолмлений на арене р. Днепр в пределах природного заповедника Днепровско-Орельский, выявить особенности экоморфической организации этих комплексов и характер взаимоотношений с эдафотопом.

Материалы и методы. Исследования проведены в апреле–мае 2014 г. в природном заповеднике «Днепровско-Орельский». Исследуемый полигон заложен на участке, который находится на арене р. Днепр (48°30'47.26"С, 34°49'36.49"В). Полигон состоит из 15 трансект. Каждая трансекта составлена из 7 пробных точек. Расстояние между рядами в полигоне составляет 3 м. Полигон расположен в направлении с юга на север. Начальные пробные точки полигона находятся у основания дюнного всхолмления. Полигон своей правой частью заходит на дюну, а его левая часть эту дюну огибает. На вершине дюны находятся чернокленовые кусты. У основания дюны расположены несколько отдельно стоящих сосен. Преобладающий тип растительности – псаммофильная степь. В пределах каждого квадрата размером 3×3 м было проведено описание растительности. Измерение твердости почв производились в полевых условиях с помощью ручного пенетromетра Eijkelkamp на глубину до 50 см с интервалом 5 см. Средняя погрешность результатов измерений прибора составляет ±8 %. Измерения производились конусом с размером поперечного сечения 2 см². В пределах каждой точки измерения твердости почвы производились в однократной повторности. Для проведения измерения электропроводности почвы *in situ* использовался сенсор HI 76305 (Hanna Instruments, Woodsocket, R. I.). Этот сенсор работает совместно с портативным прибором HI 993310. Тестер оценивает общую электропроводность почвы, т.е. объединенную проводимость почвенного воздуха, воды и частиц. Результаты измерений прибора представлены в единицах насыщенности почвенного раствора солями – г/л. Сравнение результатов измерений прибором HI 76305

с данными лабораторных исследований позволили оценить коэффициент перевода единиц как $1 \text{ дС/м} = 155 \text{ мг/л}$ [12]. Почвенную температуру измеряли в период с 13 до 14 часов цифровыми термометрами WT-1 (ПАО «Стеклоприбор», <http://bit.steklopribor.com>, точность – $0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$) на глубине 5–7 см. Мощность подстилки измерялась линейкой, высота травостоя – мерной рулеткой. Измерения электропроводности, температуры, высоты травостоя и мощности подстилки сделаны в трехкратной повторности в каждой пробной точке. Агрегатную структуру оценили методом сухого просеивания по Савинуву, плотность почвы – по Качинскому, влажность почвы – весовым методом [4].

Статистические расчеты проведены с помощью программы Statistica 7.0 и программной оболочки Project R «R: A Language and Environment for Statistical Computing» (<http://www.R-project.org/>) [13]. Оценивание доверительных интервалов и стандартного отклонения численности почвенных животных было произведено с помощью бутстреп-подхода и выполнено средствами пакета bootES [11]. Характеристика экоморф растений приведена по А. Л. Бельгарду [2] и В. В. Тарасову [9], бальная оценка экоморф приведена по Н. М. Матвееву [7], фитоиндикационные шкалы – по Я. П. Дидуху [10]. Процедура многомерного шкалирования описана в работе А. В. Жукова [5].

Результаты и обсуждение. Установлено, что общий список обнаруженных соудистых растений в пределах изученного полигона составляет 57 видов (табл. 1).

Древесные растения представлены отдельно стоящими сосной обыкновенной, дубом, тополем черным и шелюгой. Полигон частично занимает верхушку дюнного всхолмления, на котором находятся чернокленовые кусты. В нижней части дюнного всхолмления можно встретить ракитник русский. Гемикриптофиты представлены 26 видами, среди которых наибольшее значение имеют овсяница Беккера (*Festuca beckeri* (Hack.) Trautv.) и полынь днепровская (*Artemisia dniproica* Klok). Терриофиты представлены 13 видами, среди которых наибольшее значение по проективному покрытию играет рожь дикая (*Secale sylvestre* Host). Геофиты представлены 9 видами, наиболее типичными из которых являются камышевик обыкновенный (*Scirpoides holoschoenus* (L.) Sojak) и зубровка пахучая (*Hierochloa odorata* (L.) Beauv.).

Изучаемый биогеоценоз находится на стыке двух сообществ: псаммофильной степи и кустарникового ценоза на вершине дюнного всхолмления. В ценоотическом отношении речь идет о псаммофильном степном моноценозе и кустарниковом амфиценозе со степными и лесными элементами. Древостой и кустарники представлены силвантами, а полукустарники – псаммофитами. Гемикриптофиты многолетники представлены преимущественно псаммофитами (82,38 %), а двулетники – степантами (60,00 %). Терофиты представлены псаммофитами (95,00 %). Более разнообразны в ценоморфическом отношении геофиты, которые представлены пратантами 44,00 %, псаммофитами (36,80 %) и силвантами (18,40 %).

Однолетники формируют 67,10 % проективного покрытия (54,39 % от видового богатства), двулетники – 0,24 % (7,02 % от видового богатства), а однолетники – 9,65 % (22,81 % от видового богатства).

За основу шкалы показателя гидроморф (экогруппы растений относительно водного режима почв) Я. П. Дидуха [10] взята шкала Цыганова, которая содержит 23 градации. Уровень влажности эдафотоп изучаемого полигона можно оценить как среднестепной (по Цыганову) и субскерофитный (по Дидуху). Такой режим влажности характерен для суховатых лугово-степных условий с незначительным промачиванием корнеобитаемого слоя осадками и талыми водами [10].

По шкале переменности увлажнения эдафотоп можно охарактеризовать как гидроконтрастнофильный – характерный для сухих степных экотопов, которые формируются в условиях крайне неравномерного увлажнения.

Таблица 1
Видовой состав и экоморфические особенности растительности изученного полигона

Клима-морфа	Жизненная форма	Название вида		Экоморфы по А. Л. Бельгарду [2]				Доверительный интервал		NMDS			
				Ценоморфы	Трофоморфы	Гипроморфы	Гелиоморфы			Проективное покрытие, %	-95 %	+ 95 %	1
Русское	Латынь	Сил	МгТр	МсКс	СсГе	0,01±0,01	0,00	0,03	1,15				
Ph	Дер	Дуб обыкновенный	<i>Quercus robur</i> L.	Сил	МгТр	МсКс	СсГе	0,01±0,01	0,00	0,03	1,15	0,45	0,35
		Сосна обыкновенная	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Сил	ОгТр	Кс	Ге	4,14±0,71	2,88	5,76	1,10	-0,14	0,11
		Тополь черный	<i>Populus nigra</i> L.	Сил	МсТр	Мс	СсГе	0,10±0,09	0,00	0,29	0,05	1,15	-0,53
		Шелюга	<i>Salix acutifolia</i> Willd.	Пс	ОгТр	МсКс	Ге	0,48±0,27	0,10	1,33	0,37	-0,60	-0,99
nPh	Куст	Барбарис обыкновенный	<i>Berberis vulgaris</i> L.	Сил	МсТр	КсМс	СсГе	0,06±0,05	0,00	0,25	1,14	0,64	-0,73
		Жостер слабительный	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	Сил	ОгТр	Мс	СсГе	0,02±0,01	0,00	0,05	1,19	0,07	-0,81
		Клен татарский	<i>Acer tataricum</i> L.	Сил	МсТр	КсМс	Ге	2,65±0,87	1,29	4,85	1,82	0,68	0,15
		Ракитник русский	<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> (Fisch. Ex Wox.) Krasova	Ст	МсТр	КсМс	СсГе	0,14±0,06	0,06	0,29	0,10	-0,54	-0,07
Ch	П/куст	Тимьян Палласов	<i>Thymus pallasiatus</i> H. Braun	Пс	ОгТр	МсКс	Ге	1,56±0,22	1,17	2,04	-0,48	-0,26	0,07
HKr	Бр.	Астрагал изменчивый	<i>Astragalus varius</i> S. G. Gmel.	Ст	ОгТр	Кс	Ге	0,49±0,08	0,34	0,69	-0,22	-0,50	-0,04
		Гвоздика Фишера	<i>Dianthus fischeri</i> Spreng.	Пс	ОгТр	МсКс	СсГе	0,01±0,01	0,00	0,03	-0,11	-1,41	-0,54
		Жабрица извилистая	<i>Seseli tortuosum</i> L.	Пс	ОгТр	МсКс	Ге	1,56±0,18	1,21	1,90	0,15	-0,30	-0,23
		Козлобородник украинский	<i>Tragopogon isticainicus</i> Artemcz.	Пс	ОгТр	МсКс	Ге	0,10±0,04	0,03	0,22	-0,10	-0,83	0,01
		Молочай Сеггеров	<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.	Ст	ОгТр	МсКс	Ге	1,70±0,18	1,35	2,06	-0,50	-0,10	0,13

Продолжение табл. 1

Клима-морфа	Жизненная форма	Название вида		Экоморфы по А. Л. Бельгарду [2]				Проективное покрытие, %	Доверительный интервал		NMDS		
		Русское	Латинь	Ценоморфы	Профоморфы	Гипроморфы	Гелиоморфы		-95 %	+ 95 %	1	2	3
		Наголоватка васильковидная	<i>Jurinea charcoviensis</i> Klok.	St	MsTr	MsKs	He	0,03±0,02	0,00	0,07	0,53	0,08	-0,65
		Овсяница Беккера	<i>Festuca ovina</i> L.	Ps	OgTr	Ks	He	3,75±0,52	2,88	4,97	-0,33	-0,36	0,29
		Одуванчик лекарственный	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	St	MsTr	KsMs	ScHe	0,10±0,04	0,04	0,23	0,45	-0,36	-1,14
		Осока колхидская	<i>Carex arenaria</i> subsp. <i>colchica</i> (J.Gay) Nyman	Pr	OgTr	MsKs	He	0,25±0,06	0,14	0,40	0,20	0,61	0,19
		Полынь полевая	<i>Artemisia arenaria</i> DC.	Ps	MsTr	MsKs	He	0,26±0,08	0,11	0,47	0,18	-0,47	-0,45
		Смолевка татарская	<i>Silene tatarica</i> (L.) Pers.	Pr	MsTr	KsMs	ScHe	0,08±0,03	0,03	0,17	-0,54	0,67	0,75
		Спаржа лекарственная	<i>Asparagus officinalis</i> L.	St	MgTr	MsKs	ScHe	0,10±0,03	0,05	0,17	0,58	0,44	-0,34
		Тонконог песчаный	<i>Poa glauca</i> Schkuhr	Ps	OgTr	MsKs	He	1,42±0,18	1,09	1,77	-0,08	-0,40	0,20
		Тысячелистник мелкоцветковый	<i>Achillea micrantha</i> Willd.	St	MsTr	Ks	He	0,46±0,09	0,29	0,66	0,11	-0,10	-0,18
		Тысячелистник почти обыкновенный	<i>Achillea millefolium</i> L.	Pr	MgTr	KsMs	He	0,08±0,05	0,02	0,29	0,13	-1,14	-0,46
		Цмин песчаный	<i>Helichrysium arenarium</i> (L.) Moench	St	MsTr	MsKs	He	0,63±0,10	0,46	0,84	0,00	-0,28	0,31
		Чистотел большой	<i>Chelidonium majus</i> L.	Sil	MsTr	Ms	ScHe	0,05±0,02	0,01	0,09	1,87	0,50	0,27
		Ястребинка зонтичная	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	St	OgTr	MsKs	ScHe	0,01±0,01	0,00	0,03	0,16	-1,93	0,55
		Синтрихия полевая	<i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr	Ps	OgTr	MsKs	He	11,14±0,90	9,52	13,05	-0,31	0,05	-0,22

Продолжение табл. 1

Клима-морфа	Жизненная форма	Название вида		Экоморфы по А. Л. Бельгарду [2]				Доверительный интервал		NMDS		
		Русское	Латинь	Ценоморфы	Тропоморфы	Гироморфы	Гелиоморфы					
		Осока весенняя	<i>Carex caryophyllaea</i> Latourr.	Pr	OgTr	Ms	He	0,26	0,75	-0,30	-0,09	0,78
		Вероника длинолистная	<i>Veronica longifolia</i> L.	Pr	MgTr	HgMs	ScHe	0,00	0,03	0,54	-1,12	1,22
		Польнь днепро́вская	<i>Artemisia dnpiproica</i> Klok	Ps	MsTr	MsKs	He	1,99	3,01	-0,43	0,25	0,09
	Дв	Василек днепро́вский	<i>Centaurea borystethenica</i> Czern.	Ps	OgTr	MsKs	He	0,00	0,06	0,34	-0,08	0,78
		Василек раскидистый	<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	St	MsTr	Ks	He	0,00	0,07	-0,08	0,74	0,17
		Донник желтый	<i>Mellilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Pr	MsTr	KsMs	He	0,00	0,03	0,54	-1,12	1,22
		Козлобородник большой	<i>Tragopogon major</i> Jacq.	St	MsTr	MsKs	ScHe	0,00	0,06	-0,68	0,22	-0,25
T	Од	Баркгаузия маколистная	<i>Crepis rheadifolia</i> Bieb.	St	MsTr	MsKs	He	0,00	0,03	-0,58	0,27	-0,22
		Бурячок маленький	<i>Alyssum minutum</i> Schlecht. ex DC.	Ps	OgTr	MsKs	He	0,02	0,10	-0,29	1,18	0,46
		Горец песчаный	<i>Polygonum arenarium</i> Waldst. et Kit.	Ps	OgTr	MsKs	He	0,03	0,12	-0,71	0,05	0,20
		Костер растопыренный	<i>Bromus squarrosus</i> L.	St	MgTr	MsKs	ScHe	0,00	0,03	-0,37	-0,63	-1,49
		Латук компасный	<i>Lactuca serriola</i> L.	St	MsTr	KsMs	He	0,00	0,05	0,31	0,20	-1,15
		Лебеда татарская	<i>Atriplex tatarica</i> L.	St	MsTr	MsKs	He	0,01	0,10	1,20	0,64	0,43
		Мелколестник канадский	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	St	MgTr	MsKs	ScHe	0,02	0,10	-0,44	1,01	-0,52

Продолжение табл. 1

Клима-морфа	Жизненная форма	Название вида		Экоморфы по А. Л. Бельгарду [2]				Проективное покрытие, %	Доверительный интервал		NMDS		
		Русское	Латинь	Ценоморфы	Трофоморфы	Гигроморфы	Гелиоморфы		-95 %	+ 95 %	1	2	3
		Мягтик узколистный однолетний	<i>Poa annua</i> L.	Pr	MsTr	Ms	HeSc	0,08±0,05	0,00	0,23	-0,10	-0,06	-2,01
		Резеда желтая	<i>Reseda lutea</i> L.	St	MgTr	KsMs	He	0,01±0,01	0,00	0,03	-0,81	0,07	0,56
		Рожь дикая	<i>Secale sylvestre</i> Host	Ps	OgTr	MsKs	He	2,83±0,30	2,27	3,43	-0,34	0,40	-0,05
		Кохия шерстистоцветная	<i>Bassia laniflora</i> (S.G.Gmel.) A.J.Scott	Ps	OgTr	MsKs	ScHe	0,41±0,09	0,26	0,64	-0,43	0,59	0,04
		Фиалка китайбелева	<i>Viola arvensis</i> Murr.	St	MsTr	KsMs	ScHe	0,10±0,04	0,04	0,20	1,60	0,37	0,27
	Од., Дв	Гулявник Лезеля	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Ps	MsTr	MsKs	ScHe	0,10±0,04	0,04	0,19	0,42	-0,40	-0,96
G	Мн.	Вейник наземный	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Pr	OgTr	Ms	ScHe	0,05±0,03	0,01	0,15	0,40	0,52	-0,46
		Вьюнок полевой	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	St	MsTr	MsKs	ScHe	0,01±0,01	0,00	0,03	2,28	0,74	0,10
		Житняк пушистоцветковый	<i>Elymus lanceolatus</i> ssp. <i>lanceolatus</i> (Scribn. & J.G. Sm.) Gould	Ps	OgTr	MsKs	He	0,06±0,04	0,00	0,14	0,73	-0,90	1,14
		Камышевик обыкновенный	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak	Ps	OgTr	Ms	He	0,38±0,11	0,20	0,67	-0,52	-0,22	-0,61
		Купена пахучая	<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	Sil	OgTr	Ms	ScHe	0,22±0,12	0,05	0,57	1,37	0,42	0,23
		Льнянка обыкновенная	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Pr	MsTr	MsKs	He	0,01±0,01	0,00	0,03	-0,37	-0,63	-1,49
		Пырей ползучий	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Pr	MsTr	KsMs	ScHe	0,14±0,06	0,05	0,32	0,93	-0,23	-0,27

Окончание табл. 1

Клима-морфа	Жизненная форма	Название вида		Экоморфы по А. Л. Бельгарду [2]				Доверительный интервал		NMDS		
		Русское	Латынь	Ценоморфы	Трофоморфы	Гипноморфы	Проективное покрытие, %		1	2	3	
		Зубровка пахучая	<i>Anthoxanthum nitens</i> (Weber) Y. Schouten & Veldkamp	Pr	MsTr	KsMs	ScHe	0,14	0,48	0,46	-0,77	-0,34
		Синеголовник плосколистный	<i>Eryngium planum</i> L.	PrSil	MsTr	MsKs	ScHe	0,00	0,15	0,26	0,07	-2,17

Условные обозначения: Дер. – деревья; Куст. – кустарники, Мн. – многолетники; Дв. – двулетники; Од. – однолетники

Для ординации растительного сообщества было использовано неметрическое многомерное шкалирование, которое считается одной из самых лучших и робастных процедур непрямой ординации. Под робастностью понимается способность метода давать надежные результаты даже тогда, когда нарушаются предположения, лежащие в его основе. Неметрическое шкалирование может применяться для ситуаций с любым характером отклика сообществ живых организмов на факторы окружающей среды [5].

Однако применение этого метода сопряжено с некоторыми особенностями. Прежде всего, это выбор матрицы мер связи между объектами. Известен широкий перечень мер связи и в зависимости от выбора результат проведенного анализа может сильно различаться. Кроме того, расчетная процедура выполнения неметрического шкалирования является итерационной без гарантированного сходящегося решения. Это значит, что пользователь должен рассмотреть несколько альтернативных результатов и некоторым образом распознать и выбрать лучшее решение.

Решение для каждого числа измерений не является подмножеством решения большей размерности, т.е. является в некотором смысле самостоятельным вариантом ординации сообщества.

Для определения лучшей метрики различия-подобия можно исходить из предположения о том, что полученная на её основе матрица должна характеризоваться наибольшей ранговой корреляцией с факторами внешней среды. Выбор был сделан среди следующих метрик: эвклидова, манхеттеновская, Гувера, Брея-Куртиса, Кульчинского, Морисита, Горна-Морисита, биномиальная, Као, Жаккара, Маунфорда, Рауп-Крика, Канберра, Чао [5].

Предварительное преобразование экспериментальных данных также влияет на результаты анализа [5]. Наряду с непосредственным использованием полученных данных практикуются такие формы преобразования, как извлечение логарифма либо корня квадратного, хи-квадрат преобразование, трансформация Хеллинджера и висконсианская трансформация.

В табл. 2 приведены результаты вычисления корреляции Спирмена с матрицами дистанций между сайтами отбора проб, установленными по видовой структуре растительного сообщества и матрицами дистанций, найденными на основе факторов окружающей среды и фитоиндикационных шкал.

Таблица 2

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена матриц мер различия-подобия между сайтов отбора проб по таксономической матрице растений и переменных окружающей среды

Метрика	Способ трансформации данных						
	1	2	3	4	5	6	7
Эвклидова	0,39	0,48	0,50	0,37	0,53	0,42	0,42
Манхеттеновская	0,44	0,46	0,49	0,39	0,52	0,44	0,54
Гувера	0,39	0,44	0,44	0,39	0,46	0,42	0,49
Брея-Куртиса	0,51	0,55	0,56	0,54	0,56	0,56	0,54
Кульчинского	0,52	0,55	0,57	0,54	0,56	0,56	0,54
Горна-Морисита	0,47	0,52	0,52	-0,37	-0,52	-0,30	0,01
Биномиальная	0,47	0,53	0,53	0,50	0,53	0,53	0,50
Као	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45
Жаккара	0,51	0,52	0,54	0,36	0,45	0,44	0,17
Маунфорда	0,51	0,55	0,56	0,54	0,56	0,56	0,54
Раупа-Крика	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Канберра	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Чао	0,54	0,55	0,55	0,54	0,55	0,55	0,54

Условные обозначения: 1 – данные не трансформированы; 2 – логарифмированные данные; 3 – корень квадратный; 4 – данные, нормированные к 1; 5 – преобразование Хеллинджера; 6 – χ^2 -трансформация; 7 – висконсианская трансформация.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что наибольшей корреляцией с факторами среды характеризуются матрицы на основе метрики Кульчинского и для преобразования извлечения квадратного корня. Многомерное шкалирование позволяет в пространстве меньшей размерности отобразить исходный многомерный массив данных. Вопрос о числе измерений может быть решен путем оценки скорости изменения стресса при увеличении числа измерений. Стресс является мерой точности отображения исходных данных в пространстве меньшей размерности. Если при увеличении числа измерений уменьшение стресса происходит медленно, то такой прирост числа не дает существенного улучшения отображения. Таким образом, резкий перегиб кривой стресс-число измерений может указывать на оптимальное число измерений. Четкость перегиба усиливается, если использовать дифференциальный стресс – разницу значений стресса между соседними числами измерений (рис. 1).

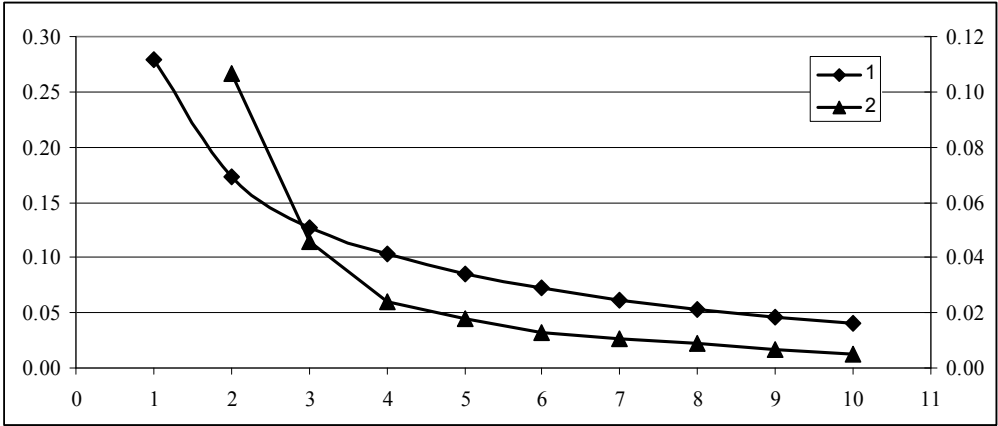


Рис. 1. Зависимость стресса и дифференциального стресса от числа измерений

Условные обозначения: ось абсцисс – число измерений; ось ординат – стресс (1, слева) и дифференциальный стресс (2, справа). Стрелка указывает на зону резкого перегиба дифференциального стресса.

Результаты, представленные на графике, свидетельствуют о том, что после трех и более выбранных измерений стресс увеличивается очень плавно. Это позволило нам остановиться на отображении многомерного облака данных в трех измерениях.

Анализ коэффициентов корреляции показателей среды и значений измерений является основой для интерпретации этих измерений (табл. 3).

Таблица 3

Корреляция измерений, полученных в результате многомерного шкалирования и показателей факторов среды и фитоиндикационных шкал

Показатели, см	Среднее ± ст. ошибка	CV, %	NMDS1	NMDS2	NMDS3	r ²	Pr(>r)	Коды значимости
Твердость (в МПа) на глубине								
0–5	0,65±0,02	26,84	–0,16	–0,53	0,83	0,04	0,28	
5–10	0,95±0,02	19,67	–0,36	–0,68	0,64	0,05	0,12	
10–15	1,34±0,02	18,78	–0,36	–0,93	0,10	0,01	0,87	
15–20	1,73±0,04	20,73	–0,96	–0,16	–0,21	0,03	0,45	

Продолжение табл. 3

Показатели, см	Среднее ± ст. ошибка	CV, %	NMDS1	NMDS2	NMDS3	r ²	Pr(>r)	Коды значимости
20–25	2,11±0,04	21,72	–0,98	0,22	0,01	0,08	0,03	*
25–30	2,45±0,06	26,47	–0,94	0,23	0,24	0,14	0,00	**
30–35	2,79±0,08	29,77	–0,91	0,25	0,32	0,18	0,00	***
35–40	3,05±0,09	28,80	–0,92	0,17	0,36	0,21	0,00	***
40–45	3,38±0,08	25,53	–0,90	0,02	0,43	0,16	0,00	***
45–50	3,76±0,08	22,71	–0,91	–0,16	0,39	0,16	0,00	**
50–55	4,16±0,08	19,77	–0,89	–0,12	0,44	0,10	0,02	*
55–60	4,42±0,07	16,07	–0,94	0,31	0,14	0,10	0,02	*
60–65	4,55±0,06	14,25	–0,82	0,57	0,00	0,05	0,14	
65–70	4,70±0,06	13,05	–0,45	0,61	–0,65	0,03	0,36	
70–75	4,73±0,06	12,12	–0,48	0,15	–0,87	0,02	0,54	
75–80	4,80±0,06	12,92	–0,79	–0,08	–0,61	0,02	0,60	
80–85	4,74±0,06	12,98	–0,85	–0,04	–0,53	0,05	0,17	
85–90	4,75±0,06	12,76	–0,55	0,73	0,41	0,01	0,85	
90–95	4,75±0,06	12,09	–0,88	–0,46	–0,13	0,04	0,20	
95–100	4,72±0,05	11,63	–1,00	0,07	0,07	0,12	0,01	**
<i>Эдафические характеристики</i>								
Температура слоя почвы 5–7 см, °C, 2/07/14 в 9 ч 15 мин	22,72±0,27	12,22	–0,80	0,37	0,47	0,65	0,00	***
8/07/14 в 9 ч 45 мин	22,01±0,30	14,05	–0,85	0,27	0,44	0,54	0,00	***
8/07/14 в 11 ч 15 мин	23,86±0,36	15,54	–0,91	0,39	0,11	0,55	0,00	***
Ст. отклонение температуры	1,50±0,09	59,57	–0,84	0,54	–0,10	0,22	0,00	***
Влажность почвы, % (Moisture)	1,78±0,15	85,64	1,00	0,00	–0,01	0,67	0,00	***
Плотность почв, г/см ³ (Density)	1,39±0,02	14,26	–0,91	0,15	0,39	0,47	0,00	***
Гравий 2– 3,25 мм (Gravel_1)	1,46±0,49	342,04	0,46	0,82	0,33	0,03	0,33	
Гравий 1–2 мм (Gravel_2)	7,61±1,14	153,36	0,15	–0,21	–0,97	0,04	0,23	
Песок крупный 0,5–1 мм (Sand)	2,34±0,30	129,05	0,62	0,14	–0,77	0,04	0,30	
Песок средний 0,25–0,5 мм (Silt)	46,71±1,15	25,16	–0,84	0,26	0,47	0,26	0,00	***
Песок мелкий <0,25 мм (Loam)	41,00±1,26	31,49	0,87	–0,44	0,21	0,09	0,02	*

Показатели, см	Среднее ± ст. ошибка	CV, %	NMDS1	NMDS2	NMDS3	r ²	Pr(>r)	Коды значимости
Корни, % (Roots)	13,83±1,37	101,20	0,33	-0,68	-0,65	0,37	0,00	***
<i>Фитоиндикационные шкалы Я. П. Дидуха [10]</i>								
Hd	7,74±0,02	2,70	0,74	0,56	0,37	0,36	0,00	***
fil	9,42±0,02	1,80	-0,34	0,94	0,11	0,42	0,00	***
Rc	7,59±0,02	2,29	0,98	0,02	-0,19	0,48	0,00	***
Sl	6,16±0,02	3,11	-0,15	0,85	-0,51	0,12	0,00	**
Ca	7,68±0,01	1,76	0,22	-0,19	0,96	0,04	0,26	
Nt	2,87±0,02	6,56	0,49	0,60	-0,63	0,33	0,00	***
Ae	4,42±0,01	2,01	0,61	0,53	-0,59	0,25	0,00	***
Tm	9,62±0,01	0,74	0,38	0,70	-0,61	0,21	0,00	***
Om	10,97±0,01	1,02	-0,01	0,99	0,15	0,28	0,00	***
Kn	10,09±0,01	1,13	-0,43	-0,26	0,87	0,39	0,00	***
Cr	8,77±0,00	0,57	0,23	-0,89	0,39	0,05	0,21	
Lc	9,33±0,00	0,32	0,39	0,92	0,00	0,29	0,00	***
<i>Индексы, основанные на экморфах А. Л. Бельгарда [2]</i>								
Трофоморфы (Troph_B)	1,30±0,02	12,34	0,39	0,83	-0,41	0,50	0,00	***
Гигроморфы (Hygr_B)	1,93±0,03	15,27	0,07	0,91	-0,41	0,29	0,00	***
Гелиоморфы (Hel_B)	3,94±0,01	2,35	-0,31	-0,33	0,89	0,16	0,00	**
Пратанты (Pr)	0,05±0,01	149,16	0,14	-0,32	0,94	0,01	0,85	
Псаммофиты (Ps)	0,68±0,03	41,09	-0,94	-0,08	-0,32	0,86	0,00	***
Сильванты (Sil)	0,17±0,03	176,57	0,97	0,17	0,18	0,89	0,00	***
Степанты (St)	0,11±0,01	69,54	-0,61	-0,51	0,61	0,18	0,00	***

Примечания: коды значимости – ‘***’ – < 0.001; ‘**’ – < 0.01; ‘*’ – < 0.05; ‘.’ – < 0.1; p-уровень основан на 999 пермутациях.

Показатели твердости почвы позволяют описать от 0,01 до 0,21 от уровня варьирования первых трех измерений, выделенных при многомерном шкалировании, если этот уровень принять за 1. Статистически достоверно твердость начинает оказывать влияние на свойства растительности с глубины 20–25 см и до 55–60 см. Также растительность чувствительна к твердости на глубине 95–100 см. Измерение 1 чувствительно к общему уровню изменчивости твердости почвы в пределах всего измеренного почвенного профиля. Таким образом, это измерение дифференцирует растительность по степени предпочтения более или менее твердых почвенных локусов. Менее твердые локусы (позитивные значения измерения) маркируются комплексом видов, среди которых преимущество имеет *Acer tataricum*, а также *Chelidonium majus*, *Convolvulus arvensis*, *Viola arvensis* и *Polygonatum odoratum*. Почва в сайтах, которые заняты указанными видами, отличается более высокой влажностью (рис. 2), а также меньшей температурой и меньшей её вариабельностью во времени и меньшей плотностью. В почве черно-

кленовых кустов отмечено преобладание крупных (0,5–3,25 мм) и очень мелких фракций (< 0,25 мм), а также корней.

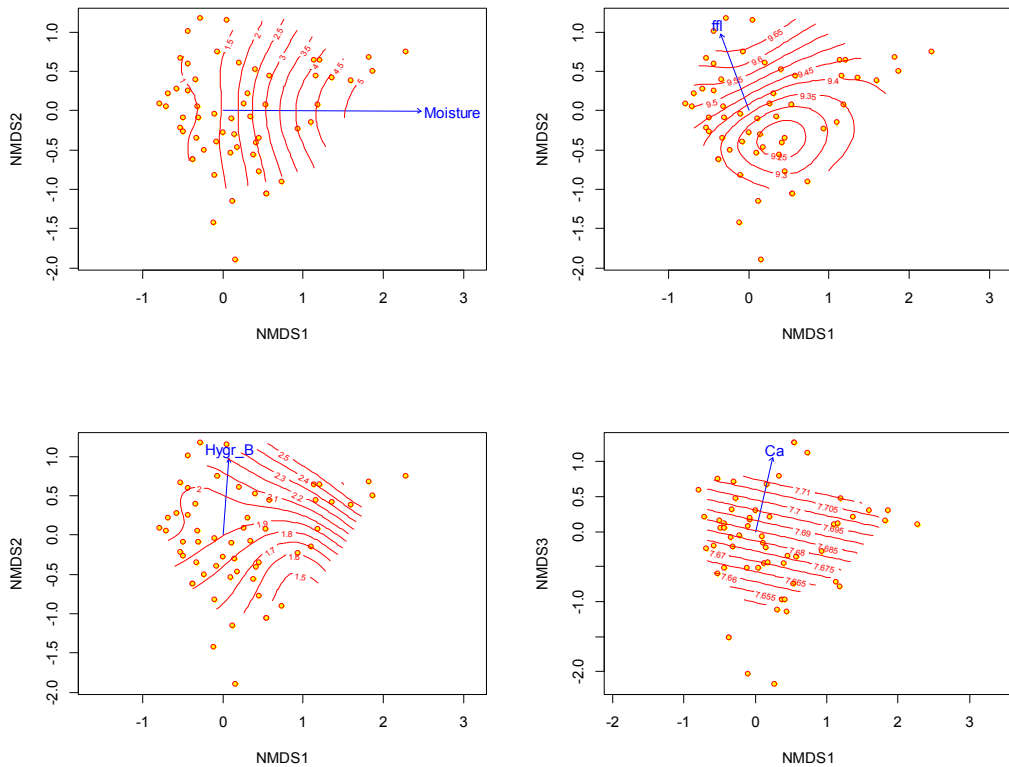


Рис. 2. Векторы экологических факторов и их изолинии в пространстве осей многомерного шкалирования

Условные обозначения: см. табл. 1; точками показано размещение видов.

Фитоиндикационные шкалы указывают на то, что измерение 1, выделенное при многомерном шкалировании, связано с относительно повышенной кислотностью почвы, большей аэрированностью и повышенным уровнем азотного питания. Положительные значения измерения 1 указывают на те участки полигона, где преобладают представители лесной ценотической компоненты.

Негативные значения измерения 1 охватывают участок исследуемого полигона, который непосредственно окружает чернокленовые кусты. Таксономическое и экологическое разнообразие оставшегося пространства описывается измерениями 2 и 3.

Значения измерения 2 непосредственно не указывают на особенности сообщества, которые имели бы ценоморфическую составляющую. Это измерение чувствительно к вертикальной дифференциации профиля почвы по значениям твердости. Позитивные значения измерения 2 указывают на участки с преобладанием гравия, а негативные – корней в почве. Фитоиндикационные шкалы указывают на высокую роль вариабельности режима увлажнения (рис. 1), засоления и влажности эдафотопы в определении трендов изменчивости растительности, которые отражаются измерением 2. Аналогичные результаты показывают индексы, основанные на экоморфах А. Л. Бельгарда [2] (рис. 1). Трофоморфы и гигроморфы высокоинформативны в идентификации указанного измерения. Положительные значения измерения 2 соответствует преобладанию в растительном сообществе таких

видов, как *Populus nigra*, *Alyssum minutum*, *Conyza canadensis* и *Centaurea diffusa*. Экологически противоположную группировку формируют *Hieracium umbellatum*, *Dianthus chinensis*, *Achillea millefolium*, *Melilotus officinalis* и *Veronica longifolia*.

Позитивные значения измерения 3 указывают на сайты, в которых растительность имеет преимущественно луговой характер с существенной степной компонентой. Негативные значения в большей степени соответствуют псамофитным компонентам сообщества. Из эдафических свойств с измерением 3 в наибольшей степени связаны такие, как содержание гравия и крупного песка, а также содержание в почве корней. Повышенные значения таких фитоиндикационных шкал, как обеспеченность почвы кальцием (рис. 1) и континентальность, соответствуют позитивным значениям измерения 3. В таких сайтах превалируют *Veronica longifolia*, *Melilotus officinalis*, *Elymus lanceolatus* и *Centaurea borysthethenica*. Тогда как повышенные значения обеспеченности почвы доступными формами азота и содержания в почве солей указывают на негативные значения измерения. В таких эдафических условиях чаще встречаются *Eryngium planum*, *Poa annua*, *Linaria vulgaris* и *Bromus squarrosus*.

Для оценки роли различных компонент в вариабельности организации растительного сообщества были рассчитаны общие и частные тесты Мантеля (табл. 4).

Таблица 4

Корреляции матриц расстояний (тест Мантеля)

Матрицы расстояний	Эдафические показатели	Фитоиндикационные шкалы			Пространст- венные координаты
		Все	Климатические	Эдафические	
Тест Мантеля					
Растительное сообщество	$r = 0,26,$ $p = 0,001$	$r = 0,62,$ $p = 0,001$	$r = 0,37,$ $p = 0,001$	$r = 0,59,$ $p = 0,001$	$r = 0,04,$ $p = 0,120$
Частный тест Мантеля, управляющие переменные					
Пространство	$r = 0,26,$ $p = 0,001$	$r = 0,62,$ $p = 0,001$	$r = 0,36,$ $p = 0,001$	$r = 0,59,$ $p = 0,001$	–
Фитоиндика- ционные шкалы	$r = 0,17,$ $p = 0,004$	–	–	–	$r = 0,06,$ $p = 0,053$
Климатические шкалы	$r = 0,22,$ $p = 0,002$	–	–	$r = 0,54,$ $p = 0,001$	$r = 0,03,$ $p = 0,195$
Эдафические шкалы	$r = 0,19,$ $p = 0,003$	–	$r = 0,23,$ $p = 0,001$	–	$r = 0,06,$ $p = 0,039$
Эдафические показатели	–	$r = 0,60,$ $p = 0,001$	$r = 0,34,$ $p = 0,001$	$r = 0,57,$ $p = 0,001$	$r = 0,04,$ $p = 0,124$

Простой тест Мантеля свидетельствует о том, что экологические факторы, а именно свойства эдафотопы, в наибольшей степени определяют свойства матрицы растительного сообщества, которая является отражением его структуры. Свойства эдафотопы, оцененные с помощью фитоиндикационных шкал являются лучшими предикторами свойств растительного сообщества, чем инструментально измеренные свойства почвы. Измерение свойств среды с помощью фитоиндикационного оценивания для объяснения особенностей структуры растительного сообщества на первый взгляд тавтологично. Однако, полученный результат указывает на координирующую роль экологических особенностей растений в сообществе для неслучайного их распределения в пространстве. Фитоиндикационные шкалы позволяют содержательно интерпретировать измерения, получаемые при многомерном шкалировании. Сами измерения указывают только лишь на наличие организации в растительном сообществе на избранном масштабном уров-

не. Тогда как фитоиндикация указывает на возможные механизмы формирования этой организации.

Меньшая роль рассмотренных инструментально определенных показателей вполне закономерна, так как перечень эдафических показателей, которые теоретически способны влиять на растительное сообщество, в данном исследовании далеко не полон.

Частный тест Мантеля указывает на то, что пространственные координаты не дают дополнительной информации, которая могла бы объяснить особенности растительного сообщества.

Фитоиндикационные шкалы в качестве управляющей переменной значительно снижают значения теста Мантеля, тогда как в обратной конфигурации эдафические показатели не влияют на тест Мантеля для растительного сообщества и фитоиндикационных шкал. В этом ещё раз отражается более полный характер отображения экологической специфики в терминах фитоиндикационных шкал, чем инструментальных показателей почвенных свойств. Кроме того, частные тесты Мантеля указывают на информационное преимущество фитоиндикационных шкал перед выбранным перечнем почвенных свойств, что свидетельствует о том, что на выбранном масштабном уровне фитоиндикационные шкалы способны давать экологически релевантную информацию.

Вывод. Чернокленовые кустарники на арене р. Днепр, впервые открытые А. Л. Бельгардом и Т. А. Кириченко в 30-е гг. XX в., представляют собой уникальные естественные группировки, которые требуют особой охраны. Созданный 25 лет назад природного заповедника «Днепро-Орельский» способствует решению этой задачи, так как основное число таких сообществ сконцентрировано именно на охраняемой территории этой организации. Уникальность чернокленовых кустарников состоит в специфической позиции лесной компоненты – на вершинах дюнных холмов. Кроме того, ценоморфические компоненты сообществ имеют четкую биогоризонтную привязанность: древесный и кустарниковый ярусы представлены силвантами, а травостой – степантами, псаммофитами и в меньшей степени – пратантами. Экстремальная экологическая обстановка проявляет себя в высокой степени структурированности сообщества, что выявлено средствами многомерного шкалирования. Растительные группировки, которые находят свое отражение в многомерных измерениях, могут быть интерпретированы с помощью фитоиндикационных шкал. Свойства эдафотопы находятся во взаимосвязи со структурой растительного покрова. Это показано для таких почвенных свойств, как твердость, плотность, влажность и температура почвы, а также агрегатная структура. Тест Мантеля подтвердил приоритетную роль фитоиндикационных шкал в интерпретации структурных единиц растительного покрова.

Бibliографические ссылки

1. Адаптивная стратегия отбора проб для оценки пространственной организации сообществ почвенных животных урбанизированных территорий на различных иерархических уровнях / Ю. А. Балюк, О. Н. Кунах, А. В. Жуков и др. // Биол. вестник Мелитопол. гос. пед. ун-та им. Богдана Хмельницкого. – 2014. – № 4 (3). – С. 8–33.
2. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К. : Изд-во КГУ, 1950. – 263 с.
3. Бельгард О. Л. До типології Заплавних лісів середньої течії Дніпра / О. Л. Бельгард, Т. Ф. Кириченко // Збірник робіт біолог. ф-ту. – 1938. – Вип. 2. – С. 129–141.
4. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М., Агропромиздат. – 1986. – 416 с.
5. Жуков О. В. Фітоіндикаційне оцінювання вимірів, отриманих при багатовимірному шкалюванні структури рослинного угруповання / О. В. Жуков // Чорноморський ботанічний журнал. – 2015. – Т. 11. – С. 84–98.

6. Кунах О. Н. Зоо- и фитоиндикация роли автотрофной и гетеротрофной консорций в организации биогеоценоза / О. Н. Кунах, М. В. Трифанова, Д. С. Ганжа // Біолог. вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького – 2014. – № 2. – С. 115–141.
7. Матвеев Н. М. Основы степного лесоведения профессора А. Л. Бельгарда и их современная интерпретация / Н. М. Матвеев – Самара : Самар. ун-т, 2011. – 126 с.
8. Пространственная агроэкология и рекультивация земель : моногр. / А. А. Демидов, А. С. Кобец, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков. – Д. : Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. – 560 с.
9. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біологоекологічна характеристика видів / В. В. Тарасов. – Д. : Вид-во ДНУ, 2005. – 276 с.
10. Didukh Ya. P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication / Ya. P. Didukh. – Kyiv : Phytosociocentre, 2011. – 176 p.
11. Kirby K. N. BootES: An R package for bootstrap confidence intervals on effect sizes / K. N. Kirby, D. Gerlanc // Behavior Research Methods. – 2013. – Vol. 45. – P. 905–927.
12. Pennisi B. V. 3 ways to measure medium EC / B. V. Pennisi, M. van Iersel // GMPro. – 2002. – Vol. 22(1). – P. 46–48.
13. R Core Team. 2013. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.

Надійшла до редколегії 15.09.2015

УДК 581.5(477.56)

В. М. Зверковський, О. С. Зубкова

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ЖИТТЄВІСТЬ ПОЧАТКОВО СТВОРЕНИХ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА РІЗНИХ ВАРІАНТАХ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ВІДВАЛУ ШАХТИ «ПАВЛОГРАДСЬКА»

Досліджено лінійні показники росту, життєвість, видовий склад лісових штучних насаджень рекультиваційної ділянки № 1 Західного Донбасу. Охарактеризовано насадження *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth., *Juniperus virginiana* L., *Acer platanoides* L. і *Salix alba* L.

Серед розглянутих порід за результатами багаторічного дослідження було встановлено, що насадження *Betula pendula* Roth. і *Salix alba* L. не витримують посушливих умов, які характерні для степової частини України. А насадження *Robinia pseudoacacia* L., *Acer platanoides* L., *Juniperus virginiana* L. сформували довговічні насадження, які добре переносять жорсткі умови техногенного середовища. Встановлені середні лінійні показники росту, життєвість і дана оцінка перспективності подальшого використання цих лісових культур у практиці освоєння шахтних відвалів в умовах посушливого степу.

Ключові слова: рекультивація, штучні лісові насадження, ріст, життєвість.

В. Н. Зверковський, Е. С. Зубкова

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ЖИЗНЕННОСТЬ ИЗНАЧАЛЬНО СОЗДАНЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА РАЗНЫХ ВАРИАНТАХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛА ШАХТЫ «ПАВЛОГРАДСКАЯ»

Исследованы линейные показатели роста, жизненность, видовой состав лесных искусственных насаждений рекультивационного участка №1 Западного Донба-

са. Дана характеристика насаждениям *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth., *Juniperus virginiana* L. *Acer platanoides* L., *Salix alba* L.

Среди рассмотренных пород по результатам многолетнего опыта было установлено, что насаждения *Betula pendula* Roth. и *Salix alba* L. не выдерживают засушливых условий, которые характерны для степной части Украины. А насаждения *Robinia pseudoacacia* L., *Acer platanoides* L., *Juniperus virginiana* L. сформировали долговечные насаждения, которые хорошо переносят жесткие условия техногенной среды. Определены средние линейные показатели роста, жизненности и дана оценка перспективности дальнейшего использования этих лесных культур в практике освоения шахтных отвалов в условиях засушливой степи.

Ключевые слова: рекультивация, искусственные лесные насаждения, рост, жизненность.

V. N. Zverkovsky, E. S. Zubkova

O. Hochar National University

THE VITALITY OF INITIALLY CREATED FOREST CULTURES ON DIFFERENT RECLAMATION TYPES ON THE SPOIL OF THE PAVLOGRADSKAY MINE

The linear growth, vitality and species composition of forest plantations of Western Donbass' recultivating plot №1 were studied. The plantations of *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth., *Juniperus virginiana* L., *Acer platanoides* L. and *Salix alba* L. were characterized. Based on results of long-term experiment it has been found that the plantings of *Betula pendula* Roth and *Salix alba* L. characterizes as insufficiently adapted to arid conditions of steppe part of Ukraine among the considered breeds. Whereas *Robinia pseudoacacia* L., *Acer platanoides* L., *Juniperus virginiana* L. have formed a long-lived plantations that normally tolerate dry conditions. Also the average indexes of linear growth and vitality of the forest species were defined and prospects of its further using in mine dumps reclamation in arid conditions were evaluated.

Key words: reclamation, artificial forest plantations, growth, vitality.

У зв'язку з великою загальмованістю процесів саморегулювання в природі і для запобігання незворотних негативних змін в екосистемах унаслідок техногенезу необхідна активація спрямованого перетворення і поновлення втрачених у процесі промислового виробництва природних ресурсів. Це зумовлює виникнення особливого розділу техногенної біогеоценології (рекультивації порушених земель) – рекультознавства як комплексу заходів, спрямованих на відновлення продуктивності порушених земель, а також на поліпшення умов довкілля [3].

У 1975 р. на шахтних відвалах Західного Донбасу було створено експериментально-промислові ділянки лісової рекультивації загальною площею 60 га, де в результаті багаторічних комплексних стаціонарних досліджень розроблені екологічні прийоми формування стійких і довговічних лісових біогеоценозів в умовах техногенного ландшафту.

При відсипанні терикону в зоні шахтних полів шахти «Павлоградська» відвальні породи потужністю 8–10 м вкладалися в місцях інтенсивного просідання рельєфу. Тут створено ділянку лісової рекультивації №1, яка має прямокутну форму зі сторонами по верхній площині 160×200 м.

Ділянка має нахил 1,5° до північного сходу. Створено 5 варіантів штучного едафотопу розміром 160×40 м. (рис. 1) з різною потужністю насипки поверх фундаменту з шахтної породи. Варіанти дослідів (зверху-вниз): I варіант – шахтна порода (2,0 м); II варіант – лесовидний суглинок (0,4 – 0,6 м), пісок (0,4 – 0,6 м), шахтна порода – 1,0 м; III варіант – чорнозем (0,4 – 0,6 м), пісок (0,4 – 0,6 м), шахтна порода – 1,0 м; IV варіант – чорнозем (0,4 – 0,6 м), пісок (0,9 – 1,1 м), лесовидний суглинок (0,4 – 0,6 м); V варіант – чорнозем (0,4 – 0,6 м), пісок (0,4 – 0,6 м), лесовидний суглинок (0,9 – 1,1 м). Експериментальне порівняння лісорослинного

ефекту створених конструкцій штучних антропогенних ґрунтів і оцінка їх доцільності була отримана на біологічному етапі лісової рекультивації [1].

Експериментальні лісові культури на ділянці №1 закладені весною 1976 р. Висаджено смугами 16 деревних та чагарникових порід, які перетинають 5 варіантів штучного едафотопу (рис. 1). Видовий склад рослин: *Populus bolleana Louche*, *Populus nigra* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth, *Juniperus virginiana* L., *Acer platanoides* L., *Salix alba* L., *Ligustrum vulgare* L., *Cotinus coggugria Scop.*, *Acer tataricum* L., *Ulmus pumila* L., *Caragana arborescens* Lam., *Quercus robur* L., *Ribes aureum* Pucsh., *Pinus pallasiana* D. Don., *Elaeagnus angustifolia* L. Висаджені культури *Robinia pseudoacacia* L. і *Salix alba* L. були зрізані на пень [2; 4].

Життєвість рослин визначалася по приросту, ступеню розгалуженості, сформованості крон, інтенсивності плодоношення, впливу ентомошкідників, показники життєвості встановлені за п'ятибальною системою: 5 – найвища, 4 – висока, 3 – задовільна, 2 – низька, 1 – дуже низька.

На даний час лісовому насадженню 39 років. Деякі породи з висаджених не дожили до цього часу, а деякі навпаки почувають себе добре в жорстких степових умовах і захоплюють нові ділянки.

Насадження *R. pseudoacacia*. На першому варіанті росте невелика кількість молоді акації до 1,5 м висотою, життєвість – 3 бали. На варіантах II і III *R. pseudoacacia* росте як в рядах, так і в міжряддях, утворюючи негусті зарості. Різниця в цих варіантах у тому, що на II варіанті ростуть більш молоді невисокі дерева, життєвість – 4, а на III варіанті ростуть як молоді невисокі дерева, які мають значно кращий вигляд, ніж на II варіанті (більші лінійні показники росту, більша кількість плодів), так і старі високі дерева, які вже майже засохли, їх життєвість можна оцінити 2–3 балами. У всіх старих дерев багато сухих гілок, суха верхівка дерева, залишилося декілька живих гілок. Серед інших порід дерев, які поселилися внаслідок самозаростання, тут зустрічаються *U. pumila*, *A. tataricum*, *A. platanoides*, *Q. Robur*; всі вони представлені у вигляді молодого підросту до 1,5 м висотою, а також чагарникові породи – *Euonymus europaeus* L., *Rosa canina* L., *A. melanocarpa*, *L. vulgare* [4]. На II варіанті є дві Берези бородавчасті ($d_1=18,7$ см, $h_1=11$ м; $d_2=9$ см, $h_2=7,5$ м), життєвість – 5. Домінуючою рослиною на обох варіантах залишається *R. pseudoacacia*.

На IV варіанті картина міняється кардинально. Всі дерева *R. Pseudoacacia* – немолоді високі рослини, які мають багато плодів, висока зімкненість крони як в рядах, так і в міжряддях, життєвість найвища – 5. Але тут також багато інших видів дерев. Якщо на II, III, V варіантах домінуючою рослиною є *R. pseudoacacia*, то для IV варіанта – інше співвідношення. Поруч з *R. pseudoacacia* на цьому варіанті є високі дерева *U. pumila* (9 шт.), *A. tataricum* (15 шт.) *Q. robur* (3 шт.), *Prunus cerasifera* Ehrh. (3 шт.) у нижньому ярусі зарості *Prunus spinosa* L., також зустрічається *E. europaeus* і підріст молодого *A. tataricum*. Всі вони разом формують змішане насадження.

V варіант відрізняється від усіх інших наявністю відкритих ділянок, на яких сформувалися степові умови. Дерев *R. pseudoacacia* в міжряддях не зімкнути. Самі дерева виглядають досить добре, сухих гілок майже немає, багато плодів, життєвість 4–5 балів. Серед інших порід зустрічається *A. tataricum*, *U. pumila*, *Q. robur*, *P. cerasifera*, *L. vulgare*.

Середні показники росту Акації білої по варіантах: II варіант – $d=3,44$ см, $h=4,61$ м; III варіант – $d=6,73$ см, $h=5,84$ м; IV варіант – $d=9,73$ см, $h=7,3$ м; V варіант – $d=6,26$ см, $h=4,96$ м.

Насадження *B. pendula*. На сьогоднішній день залишилася одна *B. pendula* на II варіанті, її лінійні показники росту: $d=8,7$ см, $h=6$ м. Але також *B. pendula* зустрічається на межі I і II варіантів уздовж багатьох інших насаджень, які присутні на ділянці. При цьому вона має хорошу життєвість і високі показники лінійного росту.

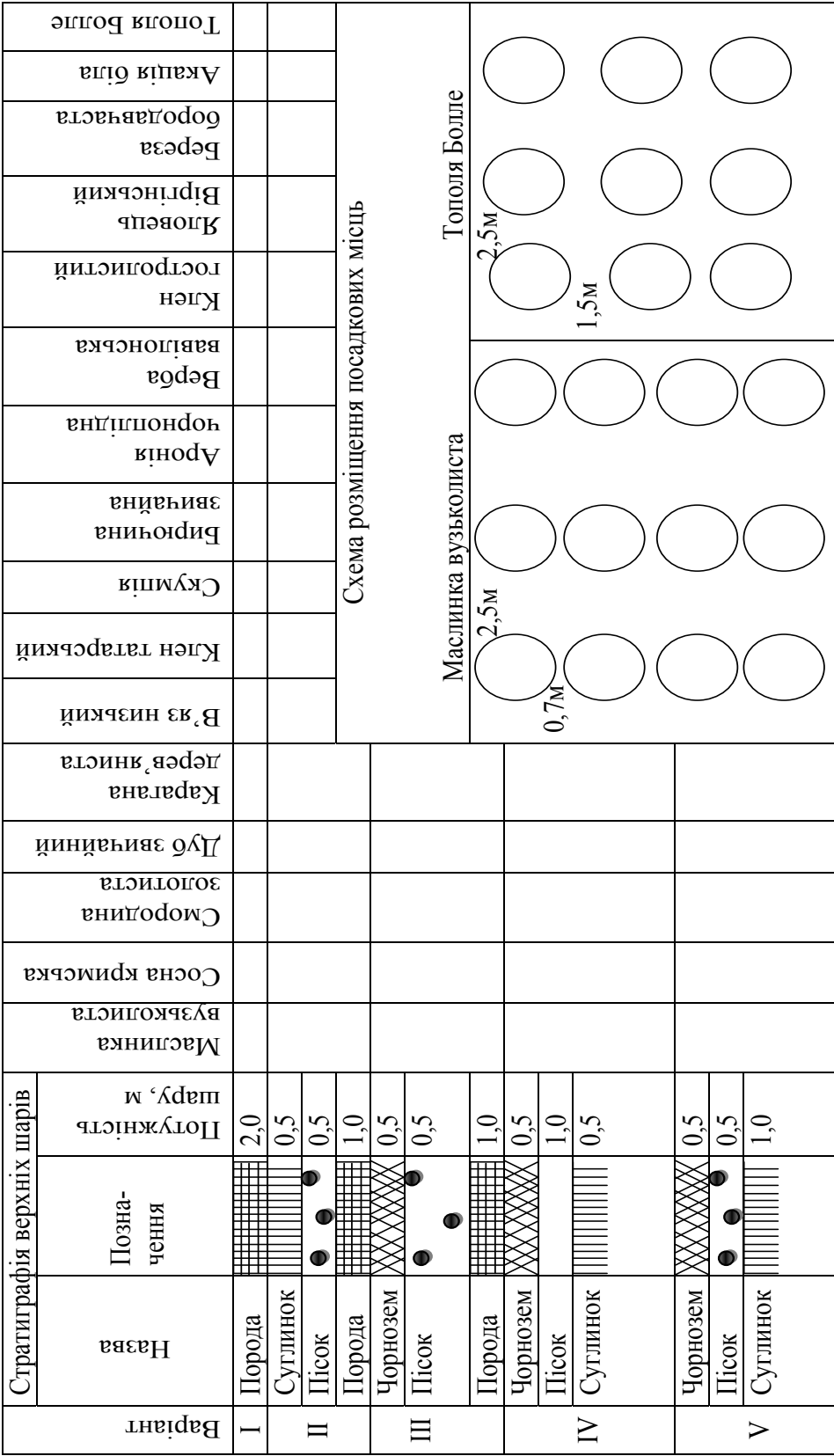


Рис. 1. Схема дослідів на ділянці лісової рекультиваци № 1

Місце, де було насадження *B. pendula*, захопили інші види, які краще себе почувують в степових умовах, і є більш довговічними. Домінуючим видом на усіх варіантах є *R. pseudoacacia*, також зустрічаються такі деревні породи, як *A. tataricum*, *U. pumila*, *Q. robur*, *Crataegus sanguinea* Pall, *Fraxinus lanceolata* Borkh, *Pyrus communis* L., *P. cerasifera*, на IV варіанті росте *P. bolleana* (d=26 см, h=15 м), серед кущів – *C. coggugria*, *L. vulgare*.

Насадження *J. virginiana*. Дерева присутні на усіх варіантах, окрім I. На усіх чотирьох варіантах *J. virginiana* виглядає досить добре, на II і III варіантах його життєвість можна оцінити в 3–4 бали, знизу є сухі гілки, але при цьому на деревах є плоди – шишкоягоди, що говорить про його продуктивність та високу життєвість. На IV і V варіантах його життєвість краща – 4–5 бали, також на деревах є шишкоягоди. Крона дерев зімкнена в рядах і в міжряддях. У насадженні сформувалися типові лісові умови.

Середні лінійні показники росту по варіантах такі: II варіант – d=12,25 см, h=6,68 м; III варіант – d=14,09 см, h=7,94 м; IV варіант – d=14,45 см, h=8,07 м; V варіант – d=12,87 см, h=7,81 м.

Серед інших порід зустрічаються дерева *A. platanoides*, *U. pumila*, *A. tataricum*, *R. pseudoacacia*, кущі *C. coggugria*, *L. vulgare*. Всі рослини молоді, до 1 м висотою.

Насадження *S. alba*. На даний час збереглося лише одне дерево на III варіанті (d=29 см, h=10 м), 2/3 стовбура спиляно, життєвість – 3 бали.

На місці *S. alba* на II і III варіанті ростуть *L. vulgare*, *P. Spinosa* і *Aronia melanocarpa* (Michx) Elliott, де вони утворили густі важко прохідні зарості. Також там присутні поодинокі дерева *E. angustifolia*, *A. platanoides*, *B. Pendula*, *Q. Robur*, *C. sanguinea*, *C. coggugria* та підріст *A. tataricum* ближче до IV варіанта.

На IV і V варіанті найчастіше зустрічається *R. pseudoacacia*, *A. tataricum*, *C. coggugria*. *L. vulgare* подекуди утворює зарості. Також зустрічаються *Q. Robur*, *U. pumila*, *E. angustifolia*.

Насадження *A. platanoides*. Дерева присутні на чотирьох варіантах, окрім першого. На всіх варіантах клен виглядає досить добре, крона дерев зімкнулася як в рядах, так і в міжряддях, на деревах багато плодів, але деякі дерева починають суховершинити. Життєвість для II варіанта – 3–4 бали, для III, IV, V варіантів – 4–5 балів. На деяких варіантах, де були вирубані дерева, утворилися галявини і тому там починається захоплення території іншими видами, так, наприклад, на II варіанті дуже поширилася Бирючина звичайна.

Середні показники росту *A. platanoides* по варіантах: II варіант – d=12,2 см, h=8,87 м; III варіант – d=13,36 см, h= 9,0 м; IV варіант – d=15,08 см, h=9,93 м; V варіант – d=15,55 см, h=10,23 м.

Серед інших порід, які зустрічаються в насадженні *A. platanoides* – дорослі рослини *B. Pendula* на II варіанті, та підріст *A. tataricum*, *R. pseudoacacia*, подекуди зустрічається невелика кількість *Q. Robur*, також є *C. coggugria*, та *L. vulgare*, які досягають від 1 до 1,5 м у висоту.

Серед розглянутих порід перспективними для лісової меліорації за результатами багаторічного дослідження є *R. pseudoacacia*, *J. virginiana*, *A. platanoides*. На жаль, *B. pendula* і *S. alba* не витримують посушливих умов, які характерні для степової частини України. Найкраща життєвість дерев спостерігається на IV варіанті. Найбільшого розповсюдження з перерахованих порід досягла *R. pseudoacacia*, вона може поновлюватися як насінням, так і порослю та кореневими паростками. Сформовані насадження довговічні і добре переносять сухі степові умови. Вона часто зустрічається як супутня порода в інших сформованих насадженнях.

Розповсюдження *A. platanoides* значно нижче, а *J. virginiana* майже не зустрічається, але вже сформовані насадження є довговічними і витривалими.

Бібліографічні посилання

1. Вопросы оптимизации техногенных ландшафтов Западного Донбасса путем создания мелиоративных и рекреационных лесных насаждений / А. П. Травлеев, М. А. Альбицкая, А. Г. Лындя, В. Н. Зверковский // Биогеоценологические основы лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса. – Д. : ДГУ. – 1980. – С. 21–38.
2. Зверковский В. Н. Особенности развития лесных насаждений в многолетнем эксперименте по рекультивации отвала шахты «Павлоградская» / В. Н. Зверковский // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Д. : Вид-во ДНУ, 2002. – С. 21–30.
3. Зверковский В. Н. Техногенная динамика почвенно-грунтовых условий и перспективы восстановления нарушенных земель Западного Донбасса / В. Н. Зверковский // Вісник Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. – Д. : Вид-во ДНУ, 2003. – № 2. – С. 13–17.
4. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів / В. В. Тарасов – Д. : Вид-во ДНУ, 2005. – 276 с.

Надійшла до редколегії 12.05.2015

УДК 574.3+598.115.3

В. Я. Гасо, А. Н. Гагут, С. В. Єрмоленко

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

**ДО ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦІЙ *Natrix natrix*
В УМОВАХ ЕКОСИСТЕМ
З РІЗНИМ АНТРОПОГЕННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ**

Наведено характеристику популяцій звичайного вужа, які мешкають в екосистемах, що знаходяться під певним антропогенним навантаженням м. Дніпропетровськ та м. Першотравенськ. У якості контролю обрані популяції звичайного вужа лісових біогеоценозів Самарського лісу (Присамарський Міжнародний біосферний стаціонар ім. О. Л. Бельгарда, Дніпропетровська обл.). Статистично значущі відмінності для популяцій, що досліджувалися, виявлені за показниками щільності населення і статеві структури. У межах кожної популяції виявлено достовірні відмінності між самцями і самками за індексом $L_{\text{сopг}} / L_{\text{cd}}$, тоді як відмінності за масою тіла і його загальною довжиною виявлено тільки для змій з популяції м. Дніпропетровськ. Відмічено статистично вірогідні відмінності за вагою тіла та індексом $L_{\text{сopг}} / L_{\text{cd}}$ між популяціями.

Ключові слова: *Natrix natrix*, щільність населення, морфометричні ознаки, структура популяції.

В. Я. Гасо, А. Н. Гагут, С. В. Ермоленко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

**К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОПУЛЯЦИЙ *Natrix natrix*
В УСЛОВИЯХ ЭКОСИСТЕМ
С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ**

Приведена характеристика популяций обыкновенного ужа, обитающих в экосистемах, находящихся под антропогенным воздействием г. Днепропетровск и г. Першотравенск. В качестве контроля выбраны популяции обыкновенного ужа лесных биогеоценозов Самарского леса (Присамарский Международный биосферный стационар им. А. Л. Бельгарда, Днепропетровская обл.). Статистически значимые раз-

личия для исследуемых популяций выявлены за показателями плотности населения и половой структуры популяции. В пределах каждой популяции выявлены достоверные различия между самцами и самками по индексу L_{corp} / L_{cd} , тогда как различий по массе тела и его общей длине обнаружены только для змей из популяции г. Днепропетровск. Отмечены статистически значимые различия по массе тела и индексу L_{corp} / L_{cd} между исследованными популяциями.

Ключевые слова: *Natrix natrix*, плотность населения, морфометрические признаки, структура популяции.

V. Y. Gasso, A. N. Gagut, S. V. Ermolenko

O. Honchar Dnipropetrovsk National University

TO THE CHARACTERISTIC OF *NATRIX NATRIX* POPULATIONS IN ECOSYSTEMS OF DIFFERENT ANTHROPOGENIC LOAD

Grass snake (*Natrix natrix* Linnaeus, 1758) inhabits all the territory of Ukraine and is a background snake species of the central-steppe Dnieper region fauna. At the same time, its number decreases in the majority of regions. By the present moment, many papers containing data on distribution, morphology and food of the grass snake have been published. However, regional features of the populations are studied insufficiently.

In ecosystems, testing between populations the adaptation of animals to concrete ecological conditions of existence will allow to estimate adverse anthropogenous influences and reveal the adaptable distinctions. The urgency of the given research also causes by the absence of data on ecological features of *N. natrix* in the urbanised territories of Dnepropetrovsk and Pershotravensk.

The purpose of the given paper is the comparative analysis of ecological and morphometric parameters of the grass snake populations, occupying ecosystems of various level of anthropogenic influence.

The material was collected within summer – autumns 2013–2015 in territory of the city of Dnepropetrovsk, reservoirs-sediment bowls of mines “Uvileina” and “Stepova” (Pershotravensk). Ecosystems of the Samarsky forest (O.L. Belgard Prisamarsky International Biosphere Station, Novomoskovsk district, Dnipropetrovsk province) have been chosen as the control.

The account of number of population and morphometric analysis was made by standard techniques. Body total length (L_{total} , cm) and the relation of length of a trunk to length of a tail (index L_{corp} / L_{cd}) have been studied. Based on the obtained data a fatness indicator was counted according the formula $A = m / L_{total}^3$, where m – weight, g, L_{total} – body total length, and for convenience the value was multiplied by 10^4 .

The median (M) and standard error (m) were counted for each parameter Comparison of average sizes was made with use of the Student criterion.

In territory of the Samarsky forest, the high density of populations of snakes on coast of the Samara river, and also in flood plain ecosystems was fixed. Comparison of population density has shown that in territory of Pershotravensk the population density authentically less in comparison with the control. However, in biotopes of the Dnipropetrovsk city the population density corresponds to the control one.

In the grass snake population of the Samarsky forest the females prevail, while in populations of the *N. natrix* from Dnepropetrovsk males prevail, that is unusual.

The body total length varies from 325 to 790 mm. Research has shown, that body length (L_{corp}) of females and males from the Samarsky forest statistically does not differ. The body length of females from Dnipropetrovsk is higher than L_{corp} of males ($p < 0.05$). The tail length (L_{cd}) varies from 84 to 160 mm and statistically does not differ within investigated biotopes. However the relative tail length (L_{corp} / L_{cd}) of females is higher than in males of all investigated populations ($p < 0.05$; $p < 0.01$). Index L_{corp} / L_{cd} of males from Pershotravensk is higher than of males of others biotopes.

The snakes weight varies from 27.5 till 136.9 g. The weight of females from Dnipropetrovsk exceeds the males weight. While in population of the Samarsky forest, these parameters do not differ statistically. Females from ecosystems of Dnipropetrovsk

possess the big size and weight, than snakes from Samarsky forest, but the fatness factor of those snakes does not differ.

Key words: *Natrix natrix*, population abundance, morphometric features, population structure.

Звичайний вуж – *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) (Reptilia, Squamata) поширений в Європі (крім Ірландії, північної частини Великобританії, північної частини Скандинавії), північно-західній Африці і західній Азії до північно-західної Монголії, півдня Східного Сибіру і прилеглих районів півночі Китаю на сході і південно-західного Ірану на півдні (Атлас, 2004; Банников и др., 1977; Булахов та ін., 2007; Земноводные, 1998). Вид розповсюджений по всій території України та є фоновим видом змій фауни центрально-степового Придніпров'я (Бобылев, 1989; Гаско, 2005; Яровая, Гаско, 2003; Gasso, 2005). У той же час його чисельність зменшується у більшості регіонів. Опубліковано достатньо робіт, які вміщують відомості про розповсюдження, морфологію та харчування звичайних вужів (Бакиев и др., 2001; Бобылев, 1989; Гаско, 2005; Borczyk, 2007; Gasc et al, 2004). Однак регіональні особливості виду вивчені досить фрагментарно. Вплив антропогенних факторів на популяційні характеристики вужів мало досліджені.

В умовах відносної ізоляції популяцій тварин відбуваються процеси адаптивного розходження епігенетичних систем та поява фенотипічної, морфологічної та екологічної своєрідності (Васильев, 1996). В екосистемах, що зазнають несприятливого антропогенного впливу, виявлення таких адаптаційних відмінностей між популяціями може відображати пристосування тварин до певних екологічних умов існування. Новизна нашої роботи зумовлена також відсутністю даних щодо екологічних особливостей *N. natrix* на територіях м. Дніпропетровськ та м. Першотравенськ.

Метою даної роботи є порівняльний аналіз екологічних та морфологічних показників популяцій звичайного вужа, різних районів Дніпропетровської обл.

Матеріали і методи досліджень. Матеріал зібраний протягом літа – осені 2013–2015 рр. У межах м. Дніпропетровськ досліджували заплавні екосистеми правого берега р. Дніпро, які представлені системою озер та островів (найбільший з них – острів Болгарський), що прилягають до вулиці Заводська Набережна. Ці екосистеми знаходяться під впливом розташованих вище за течією промислових підприємств м. Дніпропетровськ та м. Дніпродзержинськ. Також дослідження проводили в екосистемах, що утворилися навколо відстійників шахтних вод (об'єднана шахта «Ювілейна–Степова», ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля») та відстійників станції біоочищення стічних вод м. Першотравенськ (Дніпропетровська обл.). У якості контролю були обрані біотопи Самарського лісу (Присамарський Міжнародний біосферний стаціонар ім. О. Л. Бельгарда (Новомосковський р-н, Дніпропетровська обл.) (рис. 1).

Облік чисельності звичайного вужа проводили маршрутним методом на трансектах (Динесман, Калецкая, 1952). Ширина трансекти – 3 м, довжина – 500–3000 м залежно від біотопу. При організації обліків враховували метеорологічні умови та період найвищої добової активності тварин. Морфометричний аналіз проводили за стандартною методикою (Руководство, 1989).

Досліджували такі показники: довжина тулуба з головою (L_{corp} , см), довжина хвоста (L_{cd} , см), а також маса тіла (m , г). Вимірювання проводили за допомогою лінійки (точність 1 мм). На основі морфологічних вимірювань розраховували загальну довжину тіла з хвостом (L_{total} , см) і відношення довжини тулуба до довжини хвоста (індекс L_{corp} / L_{cd}).

Для кожного показника розраховували медіану (M) та помилку (m). Порівняння середніх величин проводили з використанням критерія Стюдента.

Результати та їх обговорення. Звичайний вуж, як гігрофільний вид, в умовах Дніпропетровщини найчастіше зустрічається по берегах водойм. На території Присамар'я зафіксована висока щільність змій по берегах р. Самара, а також

у заплавлених озерах (о. Княгиня та інші) (Гассо, 2011). В антропогенних екосистемах (м. Дніпропетровськ та м. Першотравенськ) мешкає у навколоводних та водних екосистемах, де може знайти їжу, укриття та місця для баскінгу. У більшості спостережень вузькі не віддаляються від водойм більше ніж на 20–30 м. Експериментально доведено, що для цього виду характерний позитивний фото- та термо-таксис (Желанкин, 2013).

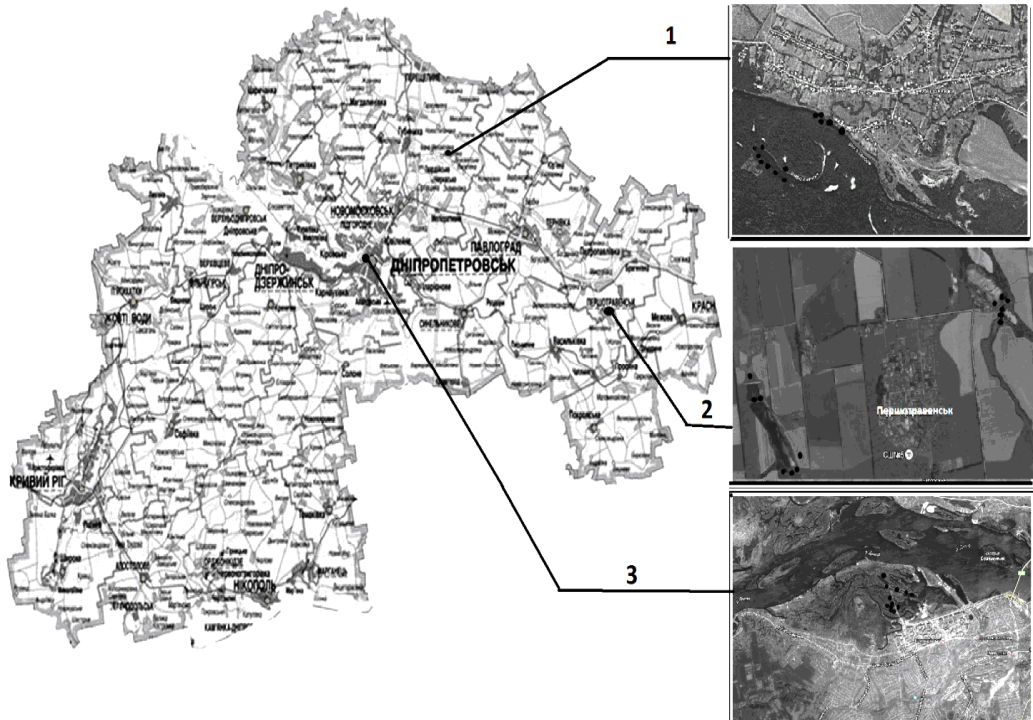


Рис. 1. Місця досліджень популяцій та точки знахідок звичайного вузя:
1 – Самарський ліс; 2 – м. Першотравенськ; 3 – м. Дніпропетровськ

Порівняння щільності населення популяцій звичайного вузя з біотопів, які досліджувалися (рис. 2), показали, що на ділянках відстійників (м. Першотравенськ) щільність населення менша у порівнянні з біотопами Самарського лісу. Однак у придатних для існування вузів екосистемах м. Дніпропетровськ щільність населення статистично не відрізняється від контрольної популяції Самарського лісу.

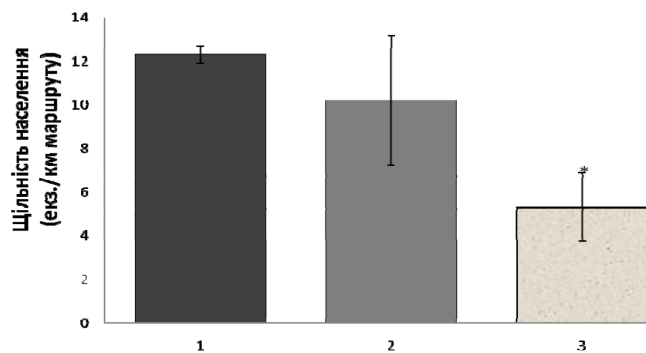


Рис. 2. Щільність населення звичайного вузя різних екосистем Придніпров'я:
1 – Самарський ліс, 2 – м. Дніпропетровськ, 3 – м. Першотравенськ, * – $p < 0,05$

Наші дослідження виявили, що в умовах Дніпропетровщини екологія звичайного вужа відповідає більшості літературних даних (Бакиев и др., 2001; Бакиев и др., 2004; Банников и др., 1956; Булахов та ін., 2007; Гордеев, 2012; Гуськов и др., 1983; Пикулик и др., 1988; Borczyk, 2007). Добова активність носить сезонний одновершинний і двовершинний характер. Притулком слугують зарості очерету, коріння дерев, ущелини субстрату, зазвичай під каменями, пнями й корягами. За результатами наших спостережень (які узгоджуються з даними інших досліджень) у раціоні живлення вужа переважають безхвості амфібії, значно рідше мальки риб і комахи. Тобто, в харчовому відношенні звичайний вуж – добре виражений батрахофаг.

Статеву структуру популяцій звичайного вужа може відрізнятися для популяцій з різних місцевостей, а також з однієї популяції по сезонах і роках. На результати визначення статевої структури впливає активність особин різної статі, яка може визначатися й наданням переваги певним біотопам під час певного виду активності (баскінг, живлення тощо) (Гассо, 2011; Parker, 2002). У популяції звичайного вужа з екосистем Самарського лісу переважають самиці, в той час як в популяціях *N. natrix* у м. Дніпропетровськ переважають самці (рис. 3), що певною мірою нетипово для цієї пори року.

Вважається, що навесні активніші самці, згодом – самиці, а зі спливанням вагітності активність самиць знову знижується (Гассо, 2011; Гордеев, 2012; Madsen, 1984). Тому під час весняних обліків переважають самці, а влітку – самиці. Восени співвідношення вирівнюється.

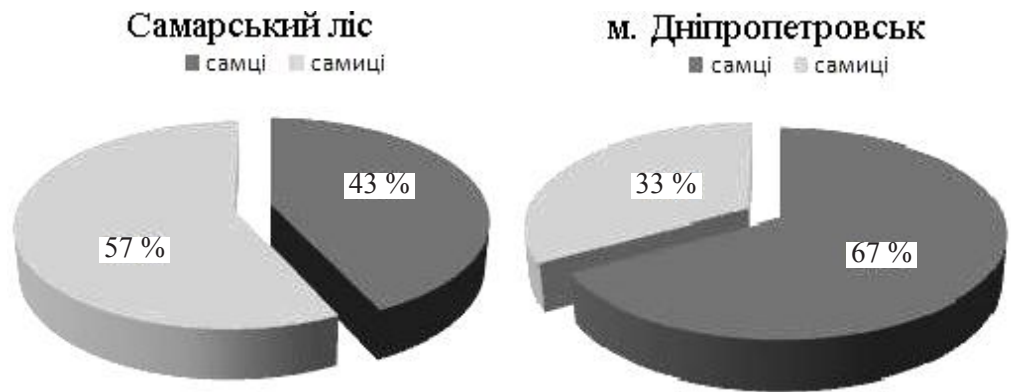


Рис. 3. Статеву структуру популяцій звичайного вужа

Загальна довжина тіла варіює від 32,5–79,0 см. Дослідження показали, що довжина тіла (*L.corp.*) самок і самців звичайного вужа, виловлених з біотопів Присамар’я, статистично не відрізняється (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика пластичних ознак морфометрії звичайного вужа

Місце вилову	Стать	L.corp., см			L.cd., см			L.corp / L.cd.		
		lim	M ± m	t	lim	M ± m	t	lim	M ± m	t
1	♂	42,5 – 55,0	52,5 ± 5,0	1,2	11,7 – 13,3	13,5 ± 1,0	1,1	3,63 – 3,89	3,79 ± 0,09	**
	♀	42,0 – 68,0	63,0 ± 8,6		9,5 – 13,9	11,4 ± 2,3		4,42 – 8,00	4,69 ± 1,28	
2	♂	32,5 – 62,5	46,5 ± 11,8	2,9	8,4 – 16,5	13,0 ± 3,4	1,0	3,46 – 3,87	3,75 ± 0,12	**
	♀	67,5 – 75,0	71,3 ± 2,5		14,5 – 5,9	15,0 ± 0,5		4,66 – 4,75	4,71 ± 0,04	
3	♂	37,9 – 58,0	48,0 ± 6,7	1,4	9,1 – 14,0	12,0 ± 1,7	0,7	4,00 – 4,16	4,14 ± 0,07	*
	♀	37,4 – 79,0	65,7 ± 11,8		8,6 – 16,0	13,0 ± 2,4		4,33 – 6,58	4,49 ± 0,60	

Примітка: 1 – Самарський ліс; 2 – м. Дніпропетровськ; 3 – м. Першотравенськ; t – критерій Стюдента, (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$).

Для досліджуваної території в м. Дніпропетровськ виявлено, що довжина тіла самиць достовірно ($p < 0,05$) переважає *L. corp.* самців. В порівнянні даного параметру між досліджуваними регіонами не виявлено статистично значимих відмінностей (табл. 2).

Таблиця 2

Статистичні відмінності за *t* критерієм Стьюдента

Показник	t1		t2		t3	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
<i>L. corp.</i>	0,3	1,7	0,3	0,3	0,1	1
<i>L. cd.</i>	0,2	2,4	0,9	0,9	0,4	1,3
<i>L. corp</i> / <i>L. cd.</i>	0,5	0,7	*3,7	0,8	*3,5	0,2

Примітка. t1 – відмінності між популяціями Самарського лісу та м. Дніпропетровськ; t2 – відмінності між популяціями Самарського лісу та м. Першотравенськ; t3 – відмінності між популяціями м. Дніпропетровськ та м. Першотравенськ.

Довжина хвоста (*L. cd.*) варіює від 8,4 до 16,0 см і статистично не відрізняється в межах досліджуваних біотопів (табл. 2). Для даного параметра не виявлено і статевих відмінностей. Однак відносна довжина хвоста (*L. corp.* / *L.cd.*) достовірно підвищується ($p < 0,05$; $p < 0,01$) порівняно із самцями. Така тенденція спостерігається для всіх досліджуваних територій (табл. 1). Індекс *L. corp* /*L. cd.* самців з м. Першотравенськ достовірно вищий порівняно з самцями інших біотопів (табл. 2).

Представлені морфометричні параметри вужа звичайного перебувають у межах показників, описаних для інших біотопів даного виду (Гассо, 2011; Borczyk, 2007).

Загальна вага змій варіює від 27,5 г до 136,9 г. Вага самиць із м. Дніпропетровськ достовірно перевищує вагу самців. У той час, як вага самок, виловлених на території стаціонару, статистично не підвищується порівняно із самцями. Для особин з біотопу м. Дніпропетровськ характерний виражений статевий диморфізм. При порівнянні значень маси (*m*, г) і загальної довжини тіла (*L. total*, см) звичайного вужа виявлено, що самиці, виловлені в м. Дніпропетровськ, значно перевищують змій з біотопів Присамарського міжнародного біосферного стаціонару ім. О. Л. Бельгарда (табл. 3).

Таблиця 3

Вагові показники та коефіцієнти вгодованості звичайного вужа з різних екосистем

Місце вилову	Стать	<i>m</i> , г			$A \times 10^4$			<i>t</i> (<i>m</i> , г)		<i>t</i> ($A \times 10^4$)	
		lim	$M \pm m$	<i>t</i>	lim	$M \pm m$	<i>t</i>	♂	♀	♂	♀
1	♂	27,5 – 66,1	56,1 ± 14,9	1,1	1,72 – 1,97	1,95 ± 0,10	1,1				
	♀	28,0 – 97,2	84,6 ± 22,8		1,81 – 2,07	2,01 ± 0,08					
2	♂	18,2 – 90,8	44,5 ± 28,8	*3,8	1,84 – 2,66	1,95 ± 0,28	0,4	0	*2,9	0,9	0,3
	♀	120,8 – 136,9	128,8 ± 5,3		1,82 – 2,19	2,00 ± 0,12					

Примітка: 1 – Присамарський міжнародний біосферний стаціонар ім. О. Л. Бельгарда; 2 – м. Дніпропетровськ; *t* – критерій Стьюдента, (* – $p < 0,05$)

На основі отриманих даних обчислено показник вгодованості за формулою $A = m / L. total^3$, де *m* – маса, г; *L. total*. – загальна довжина тіла. Для зручності використання та аналізу значення *A* помножили на 10^4 (табл. 3) (Синдюков, 1971). Дані, що отримано (табл. 3), показують, що коефіцієнти вгодованості вужів із різних популяцій статистично не відрізняються між собою.

Висновки

Дослідження популяцій звичайного вужа з трьох різних екосистем Дніпропетровської області, які знаходяться під різним рівнем антропогенного впливу, показали певні статистично значимі відмінності для таких параметрів: щільність населення, статева структура популяції, розмірно-вагові показники.

Щільність населення популяцій *N. natrix* достовірно зменшується в екосистемах, які знаходяться під впливом вугільнодобувних підприємств у порівнянні з контрольним регіоном. Заплавні екосистеми м. Дніпропетровськ, у яких мешкають звичайні вужі, створюють сприятливі умови для їх існування. Незважаючи на певний вплив промислових підприємств, популяція характеризується високою чисельністю.

Статева структура популяції вужів з екосистем м. Дніпропетровськ відрізняється від популяції із Самарського лісу (контроль). Також для цієї популяції відмічене переважання у розмірах і вазі самиць над самцями.

Самці звичайного вужа достовірно відрізняються від самиць за показниками відносної довжини хвоста, що відмічено для всіх екосистем, що досліджувалися. Індекс $L.\text{corp.} / L.\text{cd.}$ самців варіює від 3,46 до 4,16, у самок – 4,33–8,00.

Бібліографічні посилання

1. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус) / Н. Б. Ананьева, И. С. Даревский, Н. Л. Орлов и др.; Зоол. ин-т РАН. – СПб., 2004. – С. 164–165.
2. Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России / Н. Б. Ананьева, Л. Я. Боркин, И. С. Даревский, Н. Л. Орлов. – М.: Изд-во «ABF», 1998. – С. 494–496.
3. Бакиев А. Г. Змеи Среднего Поволжья и их распространение в регионе / А. Г. Бакиев, А. Л. Маленев, А. Н. Песков // Вопросы герпетологии. – Пушино; М.: Изд-во МГУ, 2001. – С. 22–24.
4. Бакиев А. Г. Змеи Волжско-Камского края / А. Г. Бакиев, В. И. Гаранин, Н. А. Литвинов. – Самара: Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2004. – 192 с.
5. Банников А. Г. Материалы к изучению земноводных и пресмыкающихся Беловежской Пуши / А. Г. Банников, З. В. Белова // Ученые записки Моск. гор. пед. ин-та им. В. П. Потемкина, 1956. – Т. 61. – С. 385–402.
6. Банников А. Г. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко. – М.: Просвещение, 1977. – 416 с.
7. Бобылев Ю. П. Кадастровая характеристика герпетофауны центрального степного Приднепровья / Ю. П. Бобылев // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по проблеме кадастра и учета животного мира. – Уфа: Б.и., 1989. – С. 261–263.
8. Булахов В. Л. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Земноводні і плазуни / В. Л. Булахов, В. Я. Гаспо, О. Є. Пахомов. – Д.: Вид-во ДНУ, 2007. – 420 с.
9. Васильев А. Г. Фенетический анализ биоразнообразия на популяционном уровне : автореф. дис. на соискание учен. степени доктора биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / А. Г. Васильев. – Екатеринбург, 1996. – 47 с.
10. Гаспо В. Я. Стан біорізноманіття фауни змій Присамар'я Дніпровського // Типологія лісів степової зони, їх біорізноманіття та охорона : тези доп. Міжнар. конф. 4–6 жовтня 2005 р. – Д.: ДНУ, 2005. – С. 154–156.
11. Гаспо В. Я. Характеристика популяцій звичайного вужа лісових біогеоценозів Присамар'я / В. Я. Гаспо // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія, 2011. – 136–142 с.
12. Гордеев Д. А. Особенности распространения, биологии, экологии и морфологии ужа обыкновенного (*Natrix natrix* Linnaeus, 1758) Волгоградской области / Д. А. Гордеев // Известия Самарского научного центра РАН, 2012. – Т. 14, № 1. – 150–153 с.
13. Гуськов Е. П. Определитель земноводных и пресмыкающихся Ростовской области / Е. П. Гуськов, Г. П. Лукина, В. А. Конева. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростов. ун-та, 1983. – 50 с.

14. Динесман Л. Г. Методы количественного учета амфибий и рептилий / Л. Г. Динесман, М. Л. Калецкая // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М. : Изд-во АН СССР, 1952. – С. 329–340.
15. Желанкин Р. В. Влияние различных условий освещенности на некоторые аспекты поведения обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) в лабораторном эксперименте / Р. В. Желанкин // Вестник ТГУ, 2013. – Т. 18, вып. 6. – С. 3002–3005.
16. Макарова Т. Н. Особенности морфологических параметров новорожденных и репродуктивных характеристик самок гадюк ренара *Vipera renardi* из Ульяновской и Волгоградской областей / Т. Н. Макарова, А. Л. Маленёв // Известия Самар. науч. центра РАН. – Т. 16, 2014. – № 5(5). – С. 1680–1683.
17. Моднов А. С. Особенности экологии обыкновенного ужа *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) Цнинского лесного массива (Тамбовская область) / А. С. Моднов // Вестник ТГУ, 2010. – Т. 15, вып. 2. – С. 660–664.
18. Пикулик М. М. Пресмыкающиеся Белоруссии / М. М. Пикулик, В. А. Бахарев, С. В. Косов. – Минск : Наука и техника, 1988. – 166 с.
19. Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся / под ред. Н. Н. Щербака. – К. : Наук. думка, 1989. – 172 с.
20. Синдюков А. П. Определение упитанности гюрз / А. П. Синдюков // Экология, 1971. – № 4. – С. 101–103.
21. Яровая А. О. К вопросу о состоянии фауны змей Днепропетровской области / А. О. Яровая, В. Я. Гассо // Біологічні основи охорони природи та раціонального використання тваринного світу : матер. Всеукр. наук.-практ. конф. – Д. : Наука і освіта, 2003. – С. 27.
22. Gasc J. P. Atlas of amphibians and reptiles of Europe / J. P. Gasc, A. Cabela, J. Crnobrnja-Isailovic et al. – Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle, 2004. – 516 p.
23. Borczyk B. The causes of intraspecific variation in sexual dimorphism in the common grass snake populations, *Natrix natrix* Linnaeus, 1758 (Serpentes, Colubridae): Data from the South Western Poland / B. Borczyk // Acta Zoologica Cracoviensia. – 2007. – Vol. 50A, No 1–2. – P. 9–13.
24. Gasso V. Y. On the grass snake populations' state in the central steppe Dnieper region (Ukraine) / V. Y. Gasso // Societas Europaea Herpetologica. 13th Ord. Gen. Meet. – Bonn : A. Koenig Zoological Research Museum, 2005. – P. 51–52.
25. Madsen T. Movements, home range size and habitat use of radio-tracked grass snakes (*Natrix natrix*) in Southern Sweden / T. Madsen // Copeia, 1984. – Vol. 3. – P. 707–713.
26. Parker W. Population ecology / W. Parker, V. Plummer // Snakes: Ecology and Evolutionary Biology / R. Seigel, J. Collins, S. Novak (Eds.). – New Jersey : The Blackburn Press, 1987 (reprinted in 2002). – P. 253–301.

Надійшла до редколегії 18.03.2015

УДК 581.134:582.76

М. М. Поворотня

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ОСОБЛИВОСТІ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ КЛЕНІВ ЗА РІЗНИХ УМОВ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ У СТЕПОВОМУ ПРИДНІПРОВ'І

Досліджено динамічні зміни вмісту водорозчинних форм цукрів, у тому числі сахарози, протягом вегетації (в листках) та у зимовий період (у пагонах) кленів, що зростають на умовно чистій території та на території з високим рівнем забруднення. Виявлено інгібуючий вплив промислових викидів на вміст сумарних цукрів у листках та стимулюючий вплив – в пагонах досліджуваних видів. Визначено, що в умовах максимального гідротермічного стресу *A. platanoides*, *A. campestre* містять

найбільшу кількість осморегуляторів у вигляді розчинних форм вуглеводів і є високо адаптованими до умов степової зони.

Ключові слова: вуглеводний обмін, сахароза, гідротермічний стрес, інтродукція, промислове забруднення.

М. М. Поворотня

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ОСОБЕННОСТИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА КЛЁНОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В СТЕПНОМ ПРИДНЕПРОВЬЕ

Исследованы динамические изменения содержания водорастворимых форм сахаров, в том числе сахарозы, в течение вегетации (в листьях) и в зимний период (в побегах) клёнов, растущих на условно чистой территории и на территории с высоким уровнем загрязнения. Выявлено ингибирующее влияние промышленных выбросов на содержание суммарных сахаров в листьях и стимулирующее воздействие – в побегах исследуемых видов. Определено, что в условиях максимального гидротермического стресса *A. platanoides*, *A. campestre* содержат наибольшее количество осморегуляторов в виде растворимых форм углеводов и являются адаптированными к условиям степной зоны.

Ключевые слова: углеводный обмен, сахароза, гидротермический стресс, интродукция, промышленное загрязнение.

М. М. Povorotnia

O. Honchar Dnipropetrovsk National University

FEATURES OF CARBOHYDRATE METABOLISM OF MAPLES AT DIFFERENT CONDITIONS OF TECHNOGENIC LOAD IN THE STEPPE PRYDNIPROV'IA

Dynamic changes in the content of water-soluble forms of sugars, including sucrose, has been investigated during the growing season (in leaves) and winter (in shoots) in maples that grow in relatively clean area and in the territory with high level of pollution. The procedure of laboratory studies was applied using iodometric method for determining the sugar content. Ten species of maples were the objects of study.

Inhibitory effect of industrial emissions is discovered on the content of summary sugars in the leaves of maples. The content of carbohydrates in the shoots of the studied species is larger 50–100 % than control. Such redistribution of assimilates in the vegetative plant organs can describe this as an adaptive response to contamination. Established that sucrose is a sensitive indicator and decreases influenced of pollutants.

The sole role of sugars as cryoprotectants is substantiated and is proven, as evidenced by a significant increase in the content of water-soluble forms of sugars in of maples shoots in winter. In terms of pollution, such dynamics are more pronounced.

Determined that *A. platanoides*, *A. sampestre* contain the greatest amount of osmoregulators in the soluble forms of carbohydrates in maximum hydrothermal stress and are highly adapted to the conditions of the steppe zone.

Key words: carbohydrate metabolism, sucrose, hydrothermal stress, introduction, industrial pollution.

Питання озеленення промислових територій України останні десятиріччя постає досить гостро через напруженість екологічного стану, деградацію існуючих екосистем, загрозу здоров'ю та життю людини у трансформованому середовищі. У Східній Україні, у тому числі в Степовому Придніпров'ї, ефект впливу техногенного забруднення на рослини посилюється через складні гідротермічні умови (Бессонова, 2001, Зайцева, 2010). Континентальність клімату з низьким коефіцієнтом зволоження (0,8) сформували природні умови для значної перева-

ги трав'янистої рослинності над деревно-чагарниковою. Для збагачення видового різноманіття арборифлори ведуться інтродукційні дослідження, у тому числі фізіологічних параметрів, для визначення видів, стійких до гідротермічного стресу поряд з промисловим забрудненням (Базилевская, 1986). Найбільш ефективно санітарно-гігієнічну роль виконують щільнокронні листяні дерева з великою листовою пластинкою, висаджені поблизу від джерела забруднення, наприклад клени (Капелюш, 2009), за умов адаптації. Адаптація є загально-біологічною характеристикою, яка вказує на ефективність дії захисних механізмів проти пошкоджуючого фактора.

Відомо, що накопичення та перетворення запасних речовин має важливе значення у стійкості рослин до екстремальних умов існування (Косаківська, 2003, Мусієнко, 2006). Завдяки здатності таких речовин впливати на осмотичний потенціал клітин вони є осморегуляторами (Долгова, 2010, Стрессорные ответы..., 1994). Крім того, осмотично активні речовини виступають кріопротекторами (Сергеева, 1971).

Серед осмотично активних речовин суттєве місце посідають розчинні вуглеводи, тому що зміна метаболізму їх у процесі адаптації рослин-інтродуцентів, наприклад, за умов водного дефіциту, пов'язана з порушенням відтоку метаболітів, погіршенням біосинтетичних процесів і фотосинтетичної адаптації до засвоєння вуглецю у стресових для рослин умовах.

Вуглеводний обмін може змінюватися внаслідок адаптації рослин до стресу, за умов якого накопичені цукри виступають як осморегулятори і нейтралізують метаболічною детоксикацією вільні радикали (Pharr D. M., 1995).

Метою нашої роботи є дослідження вуглеводного обміну як фактора адаптації до гідротермічного стресу у літній період та до холодного стресу у зимовий період за умов забруднення навколишнього середовища продуктами згоряння вугілля, у тому числі, ртуттю та свинцем.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктами досліджень були 10 видів роду *Acer* L., з яких три види можна вважати аборигенними (*A. platanoides* L., *A. tataricum* L., *A. campestre* L.), інші інтродуковані з різних регіонів: *A. pseudoplatanus* L. (Європа, Кавказ), *A. semenovii* Rgl. (Середня Азія), *A. ginnala* Maxim. (Далекий Схід, Китай), *A. monspessulanum* L. (Південна Європа, Середземномор'я), *A. trautvetteri* Medw. (Кавказ), *A. saccharinum* L., *A. negundo* L. (Північна Америка).

Дослідні дерева (чотири види кленів: *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. saccharinum* L., *A. negundo* L.) росли на пробних ділянках санітарно-захисної зони Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ, де основними забруднюючими речовинами є діоксид сірки, оксиди азоту, а також важкі метали, у тому числі ртуть та свинець. Контрольна ділянка розташована в умовно чистій зоні, де концентрація забруднюючих речовин не перевищує ГДК.

Проби відбирали з модельних дерев генеративного віку, гілок одного порядку галузження середньої та нижньої частини крони, з південно-східного боку. Визначення форм цукрів та концентрацію у рослинних тканинах пагонів та листків проводилося на основі йодометричного методу визначення цукрів за Починком (Починок, 1976). Отримані результати опрацьовані статистично.

Результати та обговорення. За результатами досліджень встановлено, що різні види родового комплексу Клен мають відмінності у вмісті цукрів у листках і пагонах. Показники рослин, що зростають на промисловій ділянці також є відмінними від тих, що зростають на умовно чистій території, що свідчить про наявність впливу аерополітантів на метаболізм та пристосувальні реакції рослин.

Динаміка вмісту цукрів у листках є показником адаптації до стресових гідротермічних умов Степового Придніпров'я, інтенсивність яких підвищується під впливом забрудненого важкими металами та іншими політантами повітря.

Серед досліджуваних рослин умовно чистої зони найвищий вміст сумарних цукрів у листках у період найбільшого гідротермічного стресу спостерігається в аборигенних (*A. platanoides* L., *A. campestre* L.) та інтродукованого з Північної Америки видах (*A. saccharinum* L.) – 2,34–2,94 %. Наприкінці літа та восени цей показник ще незначно зростає. Занизькі показники сумарних цукрів протягом всього періоду вегетації характерні для двох інтродукованих із Середземномор’я та Далекого Сходу видів – *A. monspessulanum* L., *A. ginnala* Maxim. відповідно і складають від 0,49 % до 1,35 %. У період найбільшого впливу посушливих умов вміст цукрів удвічі нижчий за показники попередньої групи. Інші клени, що зростають на території ботанічного саду, мають незначні коливання вмісту цукрів у листках протягом вегетаційного періоду.

Серед рослин зони впливу ТЕС відзначено зниження вмісту сумарних цукрів у період вегетації у порівнянні з кленами умовно чистої зони майже удвічі, окрім *A. negundo* L. Подібну реакцію відзначають й інші автори для кленів, що зростають поблизу трубопрокатного заводу (Юсипів, 2015), коксохімічного підприємства (Більчук, 2005, Грицай, 2012). Проте є відомості і про підвищення вмісту цукрів у листках деревно-чагарникових рослин (Чернікова, 2008). Тобто, зниження вмісту сумарних цукрів в умовах техногенного забруднення для кленів є неспецифічною реакцією, характерною для досліджуваних видів *A. platanoides* L., *A. saccharinum* L.

Вміст цукрів у пагонах рослин визначає їх посухо- та зимостійкість, кореляція при цьому носить прямий характер. Серед більшості досліджуваних видів максимум вмісту цукрів у пагонах припадає на зимовий період – період спокою. Найвищі показники відзначаються в інтродуцентів *A. pseudoplatanus* L., *A. saccharinum* L. (3,74 % та 4,38 %) (табл. 1).

Рослини, що зростають на території Придніпровської ТЕС, характеризуються наявністю максимального вмісту цукрів також у зимовий період. Вміст цукрів у цей період у рослин промислової ділянки вищий, ніж у рослин ботанічного саду: у *A. platanoides* L. удвічі, у *A. pseudoplatanus* L. – незначне підвищення, у *A. saccharinum* L. – на 80 %, у *A. negundo* L. – на 50 %.

Таблиця 1

Вміст сумарних цукрів в однорічних пагонах кленів

Вміст сумарних цукрів у пагонах, % (контроль)					
Вид/відбір	травень	липень	серпень	жовтень	лютий
<i>A. platanoides</i>	0,561 ± 0,110	0,330 ± 0,044	0,922 ± 0,153	1,315 ± 0,218	2,390 ± 0,238
<i>A. pseudoplatanus</i>	0,561 ± 0,044	0,824 ± 0,060	0,791 ± 0,066	0,660 ± 0,079	4,383 ± 0,255
<i>A. saccharinum</i>	0,528 ± 0,032	0,857 ± 0,109	0,561 ± 0,110	3,744 ± 0,107	1,479 ± 0,065
<i>A. negundo</i>	1,316 ± 0,052	0,791 ± 0,066	1,576 ± 0,392	0,462 ± 0,076	1,152 ± 0,218
<i>A. tataricum</i>	1,185 ± 0,006	0,462 ± 0,044	0,264 ± 0,011	2,875 ± 0,151	2,680 ± 0,560
<i>A. campestre</i>	0,330 ± 0,044	0,396 ± 0,066	0,725 ± 0,035	1,610 ± 0,087	1,903 ± 0,087
<i>A. Semenovii</i>	0,198 ± 0,009	0,682 ± 0,089	0,922 ± 0,088	1,086 ± 0,131	1,739 ± 0,212
<i>A. ginnala</i>	0,363 ± 0,040	0,132 ± 0,040	0,264 ± 0,028	1,358 ± 0,247	2,714 ± 0,215
<i>A. trautvettera</i>	0,791 ± 0,001	0,528 ± 0,045	0,659 ± 0,110	1,152 ± 0,153	1,053 ± 0,184
<i>A. monspessulanum</i>	0,561 ± 0,037	0,099 ± 0,006	0,725 ± 0,085	0,264 ± 0,085	1,642 ± 0,117
Вміст сумарних цукрів у пагонах, % (дослід)					
<i>A. platanoides</i>	0,758 ± 0,044	0,725 ± 0,088	0,922 ± 0,175	0,363 ± 0,010	4,732 ± 0,233
<i>A. pseudoplatanus</i>	1,316 ± 0,064	0,528 ± 0,044	0,857 ± 0,153	1,968 ± 0,065	4,574 ± 0,191
<i>A. saccharinum</i>	0,955 ± 0,014	0,725 ± 0,153	0,198 ± 0,005	0,627 ± 0,043	2,616 ± 0,302
<i>A. negundo</i>	0,627 ± 0,028	0,495 ± 0,065	1,152 ± 0,044	0,528 ± 0,038	1,642 ± 0,109

Сума цукрів, як показник, дає достовірну інформацію про реакцію деревної породи в умовах комплексного впливу техногенно трансформованих кліматопу, аеротопу та едафотопу. Стійкий вуглеводний баланс із високими показниками вмісту цукрів формує достатню речовинно-енергетичну базу для синтезу азоти-

стих сполук (білків, ферментів тощо), необхідних для нормальної життєдіяльності рослин під впливом несприятливих факторів (Гнатів, 2003).

Розщеплення складних вуглеводів здійснюється до відновлюючих цукрів або до сахарози, які утворюють фракцію розчинних вуглеводів. У літній період вміст відновлюючих цукрів у пагонах на порядок нижчий за вміст відповідно у листках, що свідчить про невід’ємну роль розчинних вуглеводів в адаптації до посушливих умов та впливу важких металів.

У більшості з досліджуваних видів спостерігається максимум накопичення відновлюючих цукрів у листках наприкінці літа, що характеризується складними гідротермічними умовами, і складає від 0,92 % у *A. tataricum* до 2,78 % у *A. saccharinum*. В осінній період у всіх видів контрольної ділянки, окрім *A. platanoides* та *A. pseudoplatanus*, відмічається поступове зниження кількості відновлюючих цукрів у листках, що може бути пов’язаним з відтоком метаболітів у пагони, як підготовка до зимового періоду. Така сама динаміка спостерігається і при вивченні вуглеводного обміну спірей (Дубова, 2009).

Аналіз динаміки вмісту відновлюючих цукрів у листках кленів контрольної зони показав зростання кількості цукрів у процесі вегетації і зниження в осінній період (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст сумарних цукрів у листках кленів

Вміст сумарних цукрів у листках, % (контроль)				
Вид / відбір	травень	липень	серпень	жовтень
<i>A. platanoides</i>	1,185 ± 0,004	2,324 ± 0,563	2,293 ± 0,043	2,585 ± 0,043
<i>A. pseudoplatanus</i>	2,293 ± 0,087	1,870 ± 0,130	1,119 ± 0,109	3,165 ± 0,236
<i>A. saccharinum</i>	2,617 ± 0,216	2,940 ± 0,129	3,519 ± 0,257	3,230 ± 0,064
<i>A. negundo</i>	2,681 ± 0,237	0,824 ± 0,109	1,577 ± 0,065	1,479 ± 0,196
<i>A. tataricum</i>	1,217 ± 0,153	0,922 ± 0,044	1,250 ± 0,175	2,098 ± 0,238
<i>A. campestre</i>	0,889 ± 0,197	2,746 ± 0,065	2,487 ± 0,302	1,642 ± 0,174
<i>A. Semenovii</i>	1,021 ± 0,109	1,217 ± 0,087	1,315 ± 0,196	1,675 ± 0,196
<i>A. ginnala</i>	0,429 ± 0,088	0,824 ± 0,109	1,348 ± 0,109	1,021 ± 0,044
<i>A. trautvettera</i>	1,642 ± 0,044	1,315 ± 0,110	1,968 ± 0,195	1,152 ± 0,052
<i>A. monspessulanum</i>	0,492 ± 0,022	1,315 ± 0,240	0,791 ± 0,008	0,781 ± 0,006
Вміст сумарних цукрів у листках, % (дослід)				
<i>A. platanoides</i>	1,414 ± 0,153	1,185 ± 0,131	1,217 ± 0,175	1,315 ± 0,153
<i>A. pseudoplatanus</i>	1,152 ± 0,152	1,967 ± 0,325	1,217 ± 0,115	1,577 ± 0,131
<i>A. saccharinum</i>	2,098 ± 0,108	1,805 ± 0,174	1,935 ± 0,043	2,325 ± 0,151
<i>A. negundo</i>	1,935 ± 0,043	0,692 ± 0,129	1,870 ± 0,261	2,520 ± 0,086

На промисловій території спостерігається зниження вмісту цукрів у листках, особливо у період вимушеного спокою. Це може пояснюватися більш інтенсивним відтоком цукрів до пагонів, як адаптивна реакція на подразники різної природи, що і підтверджується підвищенням вмісту відновлюючих цукрів у пагонах цих рослин у порівнянні з контролем. Подібна тенденція встановлена й по відношенню до таких чагарників, як бузок та спірея, причому максимальний вміст цукрів припадає саме на кінець вегетації (Дубова, 2009), що говорить про захисну реакцію у відповідь на стрес.

Динаміка вмісту відновлюючих цукрів в однорічних пагонах кленів має закономірність до поступового зростання з незначними коливаннями протягом вегетаційного періоду і максимумом у зимовий період в усіх досліджуваних видів рослин контрольного та промислового майданчиків, що обумовлене інтенсивним розщепленням крохмалю в зимовий період (Юсипіва, 2012).

Відомо, що крохмаль, який нагромаджується в листках при фотосинтезі, може дуже швидко перетворюватися в сахарозу, яка є важливою транспортною

формою вуглеводів у рослині (Курсанов, 1976). Відомо, що транспорт продуктів фотосинтезу із листків у органи здійснюються у рослин на 90–95 % у формі сахарози (Дубова, 2009). Тобто, роль даної форми цукру є невичерпною для рослин і є показником активності фотосинтезу, що у свою чергу вказує на адаптованість до умов зростання.

Вміст сахарози в листках і пагонах досліджуваних рослин є досить варіабельним. Максимальні значення вмісту сахарози у листках припадають на кінець вегетації у більшості кленів колекції ботанічного саду. Найнижчий показник встановлено у видів, які показали недостатній вміст й інших форм цукрів, а саме – *A. monspessulanum*, *A. ginnala*, який не перевищує 0,39 % та 0,33 % відповідно. *A. Semenovii* показує різке зростання вмісту сахарози в осінній період, що може вказувати на інтенсифікацію гідролізу крохмалю при підготовці до зимового періоду.

На початку вегетації найбільший вміст сахарози відмічено у *A. negundo* (0,92 %), далі протягом вегетації відбувається зниження вмісту сахарози, що може бути результатом переведення останньої в олігосахарид і накопичення в пагонах. Накопичення крохмалю, у свою чергу, підвищує кріопротекторні властивості рослин.

У період гідротермічного стресу максимальний вміст сахарози в листках встановлено у аборигенних видів *A. platanoides*, *A. campestre* (0,95 % та 0,74 % відповідно), поступове зниження якого відбувається до кінця вегетації. Така характеристика вуглеводного обміну, а саме, обміну сахарози, у аборигенних видів колекції роду Клен може вказувати на пристосувальний характер даних змін метаболізму до несприятливих умов Степового Придніпров'я.

Інший аборигенний вид – клен татарський – характеризується різким підйомом вмісту сахарози в листках наприкінці вегетації (до 1,35 %), що позитивно корелює з підвищеним вмістом сахарози в однорічних пагонах цього виду (2,08 %). Такі особливості обміну сахарози є пристосувальним механізмом до зимового періоду.

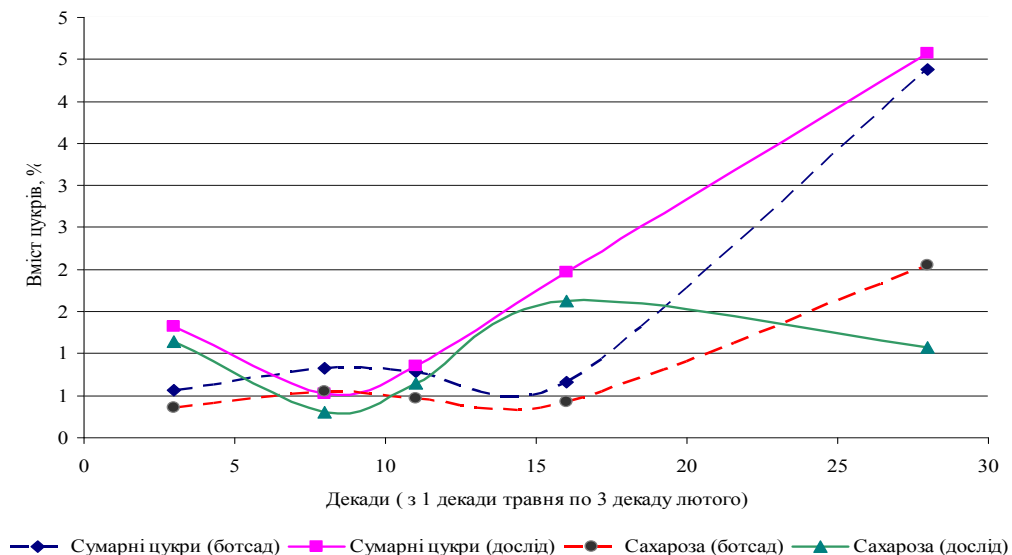


Рис. 1. Вміст цукрів у пагонах кленів за різного рівня забруднення на прикладі *A. pseudoplatanus*

Серед рослин промислової зони спостерігається незначне підвищення вмісту сахарози протягом вегетації (*A. pseudoplatanus*) (рис. 1) та наприкінці вегетації.

ції (*A. negundo*, *A. saccharinum*, *A. platanoides*), останні з яких мають нижчий вміст сахарози у порівнянні з контролем. Така тенденція у коливаннях вмісту сахарози у листках кленів техногенно забрудненої зони може вказувати на недостатній рівень стійкості досліджуваних видів до гідротермічних умов та достатній рівень підготовки до зимового періоду. Збільшення кількості цукрів у листках рослин, які зростають в умовах забрудненого середовища, на думку Дубової, здійснюється за рахунок збільшення концентрації сахарози, що може відбуватися в результаті гальмування відтоку сахарози як основної транспортної форми в аттрагуючі органи (Дубова, 2009).

Серед досліджуваних видів кленів колекції ботанічного саду максимальних значень вмісту у пагонах сахароза досягає наприкінці вегетації у більшості з видів та у період вимушеного спокою в меншості. Усі види, що вважаються аборигенними серед досліджуваних, характеризуються максимальним вмістом сахарози саме в період фізіологічного спокою наприкінці вегетації, що можна розглядати як один із механізмів адаптації до зимового періоду. Високий вміст сахарози в найморозніший період показали інтродуценти, які відомі як малостійкі в умовах Південно-Східної України: *A. ginnala*, *A. monspessulanum* з показниками 1,21 % та 1,17 % відповідно, а також інтродуцент *A. pseudoplatanus* з показником 2,05 %. Подібну тенденцію спостерігали і для лип (*T. europaea*) з максимальним вмістом сахарози в однорічних пагонах у найморозніший період року (Юсипіва, 2012).

Для кленів, що зростають та території Придніпровської ТЕС спостерігаються зсуви максимальних значень показників вмісту сахарози з періоду фізіологічного спокою на період вимушеного і навпаки, що може вказувати на дестабілізацію обмінних процесів у рослинах. У всіх видів кленів, окрім *A. platanoides*, відбувається зниження вмісту сахарози в однорічних пагонах під впливом аерополутантів. Інші автори відмічають подібний характер впливу техногенних емісій на вміст сахарози у рослинних тканинах. Так, автори в умовах хронічного впливу на рослини роду *Acer* L. інгредієнтів промислових викидів ВАТ «Дніпрококс» відзначають зменшення кількості сахарози порівняно з контролем, що пояснюють нижчим рівнем накопичення крохмалю в корі та деревині кленів (Більчук, 2005). Комплексне забруднення навколишнього середовища, за дослідженнями Юсипівої, призводить до падіння рівня сахарози в однорічних пагонах лип (у *T. platyphyllos* на 14,9–29,0 %) (Юсипіва, 2012). Грицай відзначає зниження в насінні кленів кількості таких запасних речовин, як сахароза, сума цукрів, крохмаль та ліпіди (Грицай, 2012).

Така характеристика обміну сахарози наприкінці вегетації та в зимовий період може знижувати кріопротекторні властивості тканин, а отже – їх морозостійкість у техногенних умовах зростання.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що цукри є чутливим параметром до рівня забруднення навколишнього середовища, що виражається у зміні інтенсивності вуглеводного обміну кленів. Вміст сумарних цукрів кленів промислової ділянки зростає в пагонах, у той час, як в листках зменшується, що може бути обумовлено відтоком асимілятів до пагонів і виступати адаптивною реакцією. Рівень сахарози під впливом полутантів знижується у всіх видів кленів. На умовно чистій території виділяється група кленів з високими показниками вмісту водорозчинних форм цукрів, які можуть використовуватися для озеленення промислових міст Степового Придніпров'я, а саме: *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*, *A. negundo*.

Серед досліджених видів найбільш стійкими до промислових токсикантів за показниками вуглеводного обміну виявилися *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*. Перспективними для широкого використання є *A. tataricum*, *A. ginnala*, *A. campestre*.

Бібліографічні посилання

1. *Базилевская И. А.* Интродукция растений. Экологические и физиологические основы / И. А. Базилевская, А. М. Мауринь. – Рига : Изд-во Латв. ун-та, 1986. – 103 с.
2. *Бессонова В. П.* Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO₂ и NO₂) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье : ЗДУ, 2001. – 193 с.
3. *Більчук В. С.* Особливості накопичення неструктурних вуглеводів у пагонах різних видів роду *Acer* в умовах коксохімічного виробництва / В. С. Більчук, Л. В. Шупранова // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2005. – Вип. 2, т. 4. – С. 19–24.
4. *Гнатів П. С.* Адаптація деревних рослин в урбоекосистемі міста Львова / П. С. Гнатів // Лісівнича академія наук України : наук. пр. «Охорона природи та раціональне природокористування». – 2003. – Вип. 2, – С. 108–113.
5. *Грицай З. В.* Вплив промислових викидів коксохімічного підприємства на вміст вуглеводів та жирів у листках деревних рослин / З. В. Грицай, Т. І. Юсипіва // Питання біоіндикації та екології. – 2004. – Вип. 9. № 2. – С. 97–107.
6. *Грицай З. В.* Динаміка вмісту відновлюючих цукрів у листках представників роду *Acer* в умовах техногенного забруднення // Матеріали VIII междунар. науч.-практ. конф. «Новости научной мысли – 2012». – Прага, 2012. – Том 19. – С. 10–13.
7. *Долгова Л. Г.* Осмотично активні речовини у формуванні стійкості рослин-інтродуцентів роду *Chaenomeles Lindl* / Л. Г. Долгова // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗНУ, 2010. – Вип. 15, № 2. – С. 127–134.
8. *Дубова О. В.* Вплив поллютантів Запорізького алюмінієвого комбінату на морфофізіологічні показники чагарників / О. В. Дубова // Вісник Запоріж. нац. ун-ту. – № 1, 2009. – С. 95–101.
9. *Зайцева І. О.* Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї / І. О. Зайцева, Л. Г. Долгова. – Д. : Вид-во ДНУ, 2010. – 388 с.
10. *Капелюш Н. В.* Санітарно-гігієнічна роль *Platanus orientalis* та *Platanus acerifolia* у насадженнях міста Запоріжжя / Н. В. Капелюш // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗНУ, 2009. – Вип. 14, № 1. – С. 68–73.
11. *Косаківська І. В.* Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів / І. В. Косаківська. – К. : Сталь, 2003. – 192 с.
12. *Курсанов А. А.* Транспорт ассимилятов в растениях / А. А. Курсанов. – М. : Наука, 1976. – 647 с.
13. *Мусієнко М. М.* Екологія рослин : підр. / М. М. Мусієнко. – К. : Либідь, 2006. – 432 с.
14. *Починок Х. Н.* Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починков. – К. : Наук. думка, 1976. – 231 с.
15. *Сергеева К. А.* Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений / К. А. Сергеева. – М. : Наука, 1971. – 172 с.
16. *Чернікова О. В.* Вплив промислового забруднення на вміст цукрів в листках рослин роду *Spiraea L.* / О. В. Чернікова // Наук. вісн. Чернів. ун-ту. – Сер. біол. – 2008. – Вип. 416. – С. 65–68.
17. *Шевякова Н. И.* Стрессорный ответ клеток *Nicotiana sylvestris L.* на засоление и высокую температуру. Аккумуляция пролина, полиаминов, бетаинов, сахаров / Н. И. Шевякова, Б. В. Рошупкин, Н. В. Парамонова // Физиология растений. – 1994. – 41. – С. 558–565.
18. *Юсипіва Т. І.* Динаміка неструктурних вуглеводів в однорічних пагонах представників роду *Tilia L.* в умовах коксохімічного виробництва / Т. І. Юсипіва, Ю. П. Коваль // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗНУ, 2012. – Вип. 17, № 1. – С. 147–159.
19. *Юсипіва Т.* Вплив техногенного навантаження на динаміку вмісту розчинних форм вуглеводів у листках представників роду *Acer L.* / Т. Юсипіва, О. Борисова // Вісник Львів. ун-ту. – Сер. біол. – 2015. – Вип. 69. – С. 174–182.
20. *Pharr D. M.* The dual role of mannitol as osmoprotectant and photoassimilate in celery / D. M. Pharr, J. M. H. Stoop // Hortscience, 1995. – 30. – P. 1182–1188.

Надійшла до редколегії 12.10.2015

УДК 630.228.7

С. О. Гунько

Дніпродзержинський державний технічний університет

ЕКОМОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕДАФОТОПІВ м. ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬК

Оцінюється екологічний стан ґрунтів урбоєкосистем м. Дніпродзержинськ за морфологічними показниками в межах екологічного профілю, що поєднав зелену зону селітебної та рекреаційної частин міста.

Ключові слова: екоморфологія, едафотоп, екологічний профіль, урбосистема.

С. А. Гунько

Днепродзержинский государственный технический университет

ЕКОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭДАФОТОПОВ г. ДНЕПРОДЗЕРЖИНСК

Оценивается экологическое состояние почв урбоэкосистем г. Днепродзержинск по морфологическим показателям в пределах экологического профиля, который объединил зеленую зону рекреационной и селитебной части города.

Ключевые слова: морфология, эдафотоп, экологический профиль, урбосистема.

S. O. Gunko

Dniprodzerzhinsk State Technical University

ECOMORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF EDAPHOTOPES IN DNEPRODZERZHINSK

We evaluate and contemplate the ecological conditions of soils of Dneprodzerzhinsk urban ecosystems according to the morphological characteristics within ecological catena which combined green zone of recreational and residential area of the town.

Recently, much attention is paid to the search for methods of establishing environmental standards for objective assessment of admissibility of anthropogenic load on the biosphere. Due to the insufficient and fragmented information available on the ecomorphological peculiarities of soils in Dneprodzerzhinsk town, it's necessary to conduct additional research, taking into account the properties of soils and the biological characteristics.

Environmental assessment of Dneprodzerzhinsk city soil ecomorphological characteristics was made, the problem of topsoil contamination of the city as a territory of high anthropogenic load was considered.

Key words: ecomorphology, edaphotope, ecological profile, urban system.

Вивчення екологічного стану промислових центрів – один з пріоритетних напрямів у дослідженнях навколишнього середовища. Сучасна урбосистема, як правило, характеризується високим рівнем забруднення, пов'язаним з інтенсивним розвитком промисловості та транспорту. В процесі становлення міста його приміська екосистема поступово змінюється, і на її місці формується нова антропогенна система зі специфічними рисами техногенного впливу. Важливі компоненти міського середовища – ґрунти та деревні насадження. Ґрунт у міських умовах – потужний своєрідний фільтр, що поглинає до деякого часу та знешкоджує токсичні викиди. Унікальною фільтруючою здатністю наділені зелені насадження, що поглинають з повітря значну кількість шкідливих компонентів промислових емісій та сприяють збереженню оптимального газового балансу в атмосфері.

Однак буферна здатність ґрунтів та стійкість деревних насаджень до промислового забруднення не безмежні. У результаті антропогенних змін ґрунт сам

може стати токсичним середовищем росту та розвитку рослин, джерелом додаткового забруднення міської екосистеми. У цьому аспекті відтворення природної родючості ґрунтів може стати одним з важливих шляхів покращення екологічної ситуації в містах.

Аналізу стану міських урбоєкосистем присвячено цілий ряд державних і закордонних робіт [6–9; 18; 19]. Дослідження ґрунтів на першому етапі визначення генетичної належності проводилося на підставі будови профілю. Профіль являє собою сукупність генетичних горизонтів неоднакових за складом, ознаками та властивостями та є функцією певного ґрунтоутворюючого процесу у визначених екологічних умовах. Однак даних про морфологічну будову ґрунтів м. Дніпродзержинськ у названих літературних джерелах не визначено. Актуальність подібних досліджень обумовлена, насамперед, необхідністю зниження загрозливих екологічних наслідків і оптимізації умов життя населення.

Мета даної роботи – вивчити морфологічні особливості ґрунтів рекреаційної та селітебної зони крупного промислового міста Дніпродзержинськ та визначити класифікаційні ознаки досліджених ґрунтів, які будуть використані при створенні зелених насаджень.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження ґрунтів проводилися на території Дніпродзержинська – одного з найбільш розвинутих індустріальних промислових центрів Дніпропетровської області та України із загальною площею 138 км² та населенням більше 278 тис. осіб, щільністю населення 2014 осіб/ км².

Дніпродзержинськ розташований на межі Українського кристалічного масиву та Дніпро-Донецької западини. Правобережна частина міста розташована на заплаві та надзаплавних терасах Дніпра, а також на лесовій вододільній рівнині та її схилах на північно-східній околиці Дніпровсько-Бузького вододілу. Лівобережжя розташоване на заплаві та на першій надзаплавній терасі Дніпра і являє собою рівнину. Мінімальна висотна позначка в місті – 51 м, максимальна – 180 м, амплітуда коливання висот – 130 м.

Розміщення міста в пониженій частині рельєфу сприяє осадженню викидів від промислових підприємств автотранспорту в його котловинній частині. Воно відкрите для північно-західного повітряного переносу. За такої направленості вітру в його атмосферу надходить забруднене повітря від підприємств металургійної, хімічної, коксохімічної, машинобудівної та енергетичної промисловості. Кліматичні умови не сприяють достатньому розсіюванню поллютантів. Щорічно в атмосферу Дніпродзержинська викидається близько 126 тис. т шкідливих речовин. За станом атмосферного повітря воно входить у число найбільш забруднених в Україні.

У правобережній частині міста зональним типом ґрунтів є чорноземи звичайні малогумусні, в лівобережній – дерново-піщані та глинисто-піщані ґрунти в комплексі із слабогумусними пісками та піщаними чорноземами, а в плавнях річки – лучні ґрунти [11].

Як показано вище, особливий інтерес становить морфологічна будова ґрунтового профілю, що являє собою концентроване відбиття його генезису, історії розвитку, взаємодії факторів ґрунтоутворення [3; 15]. У роботі досліджувались ґрунти зелених насаджень селітебної та рекреаційної зон міста.

Результати та їх обговорення. У межах міста Дніпродзержинська проведено ґрунтове обстеження, зроблено 33 ґрунтових розрізи. В кожному розрізі виділено ґрунтові горизонти; зроблено опис ґрунтових профілів за морфологічними ознаками: колір, потужність генетичних горизонтів, структура, гранулометричний склад, новоутворення та інше. Встановлено класифікаційні ознаки ґрунтів України [2; 5–9; 15; 16].

Кожний генетичний горизонт ґрунту в роботі позначався відповідними символами за системою символів О. Н. Соколовського для природних ґрунтів [10]. Горизонти, що утворюються внаслідок діяльності людини, за своїми головними

властивостями не відрізняються від природних, позначаються такими ж символами, як і природні, але перед ними ще ставиться символ ознак, пов'язаних із діяльністю людини. Так, рекультивований насипний ґрунт – «аg», зрошений – «то», осушений – «т», орний – «а», антропогеннозмінений – «иг» [11; 14].

Всі пробні площі являють собою екологічний профіль, закладений з півдня на північ, згідно з розташуванням рози вітрів та зміни висотних позначок міста [13].

Пробна площа 1 – тальвег балки Водяна, південно-східна частина міста. Підріст клена гостролистого та дуба черешчатого утворюють масу пагонів та знаходяться у слабдорозвиненому стані. Травостій практично відсутній.

Ґрунтовий профіль:

UrH_1	0–20 см	Темно-сірий, гумусований, свіжий, крупнозернистої структури суглинок, корененасичений. Перехід до наступного горизонту мало помітний.
H_2	20–50 см	Темно-сірий, свіжий, гумусований, горіхуватої структури, рихлий.
H_p	50–70 см	Свіжий, сірий з бурим відтінком, комковато-горіхуватої структури, зустрічається білоглазка.
h_p	70–100 см	Перехідний, темно-бурий, слабогумусований, горіхувато-призматичної структури, містить кротовини, новоутворення карбонатів кальцію у вигляді білоглазки.
Pk	100–150 см	Ґрунтоутворююча порода – лес, палевого кольору, пористий, середнього ущільнення, зустрічається білоглазка.

Ґрунтовий профіль:

Пробна площа 2 – селітебна частина міста, район вул. Водяна – пр. Аношкіна, приватна забудова, переважають одноповерхові будинки.

H_1	0–20 см	Темно-сірий, гумусований, свіжий, крупнозернистої структури суглинок, корененасичений.
H_2	20–50 см	Темно-сірий, свіжий, гумусований, горіхуватої структури, рихлий, зустрічається білоглазка.
H_p	50–90 см	Перехідний, темно-бурий, слабогумусований, горіхуватої структури, новоутворення карбонатів кальцію у вигляді білоглазки.
Pk	90–150 см	Ґрунтоутворююча порода – лес, палевого кольору, пористий, середнього ущільнення, зустрічається білоглазка.

Пробна площа 3 – рекреаційна зона міста, масив лісових насаджень у районі вул. Аношкіна. Акацієва посадка з одиничними екземплярами гледичії, травостій добре розвинений.

Ґрунтовий профіль:

H_1	0–50 см	Темно-сірий, майже чорний, гумусований, свіжий, горіхуватої структури суглинок, корененасичений. Перехід до наступного горизонту малопомітний.
H_2	50–70 см	Темно-сірий, свіжий, гумусований, горіхуватої структури, перехід за незначним поствітлінням ґрунту.
H_p	70–105 см	Перехідний, темно-бурий, слабогумусований, горіхувато-призматичної структури, містить кротовини.

<i>Pk</i>	105–150 см	Грунтоутворююча порода – лесовидний суглинок, зернистої структури, пористий, середнього ущільнення.
Пробна площа 4 – селітебна зона міста, район вул. Колеусівська, представлена багатоповерховою забудовою. Зелені насадження представлені одиничними екземплярами акації білої, тополі чорної, травостій відсутній.		
<i>H₁</i>	0–50 см	Темно-сірий, гумусований, сухий, крупногрудкуватої структури суглинок, корененасичений, ущільнений.
<i>H₂</i>	50–80 см	Сірий, сухий, горохуватої структури, ущільнений, малопомітний перехід до наступного горизонту.
<i>H_p</i>	80–110 см	Перехідний, сірий суглинок, сухий, горохуватої структури, менш щільний.
<i>Pk</i>	110–150 см	Грунтоутворююча порода – лесовидний суглинок, пористий, середнього ущільнення.

Представлені ґрунти за морфологічним описом і аналізом відносяться до ряду ґрунтів автоморфних з акумулятивно-гумусовим профілем типу – чорнозем звичайний лісопокращений з позначкою «иґ», роду – супіщано-суглинковий, вид – середньоглибокий незасолений [4; 8; 12].

Забудова ґрунтів змінює екологічні умови, інтенсивність і спрямованість деяких ґрунтоутворюючих процесів, що потребує відображення в класифікації. Так зміна властивостей ґрунтів у результаті їх сільськогосподарського використання має таксономічну одиницю варіант у класифікації М.І. Полупана (модальний, окультурений, еродований, *urbo* тощо).

Виділяють техногенно забруднені варіанти ґрунтів у разі погіршення екологічного стану територій внаслідок забруднення, наприклад, важкими металами: 1) слаботехнозабруднені – валовий вміст одного чи кількох металів у 2–3 рази перевищує фоновий рівень; 2) середньотехногеннозабруднені – валовий вміст важких металів перевищує фоновий рівень у 3–5 разів та водночас більше ГДК; 3) сильнотехнозабруднені – вміст валових форм важких металів у 5 разів більше фонового, ГДК перевищується більше ніж у 2 рази. Досліджені ґрунти відносяться до другого варіанту забруднення – середньотехногеннозабруднені.

Літологічна серія ґрунтів Дніпродзержинська – лесова, лесоподібна.

За класифікацією природних ґрунтів Стадніченко досліджувані ґрунти – це чорноземи звичайні лісопокращені; за класифікацією міських ґрунтів Самойлової – рістоземи; Травлєєва, Мірзак – *urbo* чорноземи [8; 15; 17].

Висновки. Встановлено еколоморфологічні особливості ґрунтів рекреаційної, селітебної та промислової зони м. Дніпродзержинська.

У морфології досліджених ґрунтів відбиваються процеси природного та антропогенного ґрунтоутворення. Досліджені ґрунти відносяться до середньотехногеннозабруднених – валовий вміст важких металів перевищує фоновий рівень у 3–5 разів та водночас більше ГДК.

Уточнені класифікаційні ознаки урбоґрунтів із метою раціонального використання в зеленому будівництві промислового міста та відтворення родючості ґрунтів.

Досліджені ґрунти рекреаційної, селітебної та промислової зони відносяться до ґрунтів типу *urbo* чорноземи, роду – супіщано-суглинкові, виду – середньоглибоко незасолені.

Бібліографічні посилання

1. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Изд-во «Лесная промышленность», 1971. – 336 с.
2. Добровольский Г. В. Систематика и классификация почв (история и современное состояние) / Г. В. Добровольский, С. Я. Трофимов. – М. : Изд-во МГУ, 1996. – 80 с.

3. Зонн С. В. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С. В. Зонн, А. П. Травлеев. – К. : Наукова думка, 1989. – 216с.
4. Ключи к таксономии почв / Линкольн, Небраска: Департамент сельского хозяйства США. Служба охраны почв. Изд. 7-е 1997 (рус. яз.).
5. Ковда В. А. Опыт построения легенды к почвенной карте мира масштаба 1: 5 000 000 / В. А. Ковда, В. Р. Волобуев, М. А. Глазовская. – М. : Изд-во МГУ, 1966. – 69 с.
6. Медведєва О. В. Досвід класифікації міських ґрунтів Степової зони України / О. В. Медведєва // Ґрунтознавство. – 2004. – Т. 5, № 1–2. – С. 34–39.
7. Мірзак О. В. Досвід дослідження ґрунтів великих промислових центрів степової зони України (на прикладі м. Дніпропетровська) / О. В. Мірзак // Ґрунтознавство. – 2001. – Т. 1, № 1–2. – С. 87–92.
8. Мірзак О. В. Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової зони України (на прикладі м. Дніпропетровська): автореф. дис... канд. біол. наук // О. В. Мірзак. – Д., 2001. – 19 с.
9. Мудрий И. В. О возможном нарушении поверхностно активных веществ экологигиенического равновесия в условиях комплексного антропогенного загрязнения окружающей среды. (Обзор) / И. В. Мудрый // Гигиена и санитария. – 1995. – № 3. – С. 38.
10. Полупан Н. И. Атлас почв Украинской ССР / Н. И. Полупан; под ред. Н. К. Крупкого и Н. И. Полупана. – К. : Урожай, 1979. – 150 с.
11. Почвенная номенклатура и корреляция / сост. П. В. Красильников // Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. – 435 с.
12. Почвенный справочник / пер. с франц. – Смоленск: Ойкумена, 2000. – 288 с; Référentiel pédologique / INRA, Paris, 1995. – 285 с.
13. Тихоненко Д. Г. Класифікація ґрунтів / Д. Г. Тихоненко. – Х. : Вид-во Харк. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва, 2009. – 59 с.
14. Тихоненко Д. Г. Агрогенне ґрунтотворення і класифікація ґрунтів / Д. Г. Тихоненко // Вісник Харк. нац. аграр. ун-ту. Ґрунтознавство. – Х. : 2010. – № 5. – С. 5–10.
15. Травлеев А. П. Материалы к номенклатуре и классификации лесных почв подзоны настоящих степей / А. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения : сб. науч. работ. – Д. : Изд-во ДГУ, 1972. – Вып. 3. – С. 16–21.
16. Фридланд В. М. Основные принципы и элементы базовой классификации почв и программа работ по ее созданию / В. М. Фридланд. – М. : Почв. институт им. Докучаева, 1982. – 30 с.
17. Lecture notes on the Major soils of the world / ed. by Paul Driessen, Jozef Deckers, Freddy Nachtergaele // FAO of the United Nations. – Rome, 2001. – 334 p.
18. World Reference Base for Soil Resources, 2006. FAO, Rome, 2006. – 128 p.
19. World Reference Base for Soil Resources/ World Soil Reports 84 // Rome, 1998. – 88 p.

Надійшла до редколегії 15.06.2015

ЗМІСТ

Коваленко І. М. ФІТОЦЕНОТИЧНІ ЗВ'ЯЗКИ ЛІСОВИХ ТРАВ.....	3
Мицик Л. П., Бессонова О. П. ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ЗНАЧЕННЯ, РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТОНКОНОГА ВУЗЬКОЛИСТОГО (POA ANGUSTIFOLIA L.)	10
Лісовець О. І., Василенко Ю. Р. ВНУТРІШНЬО-ВИДОВА МІНЛИВІСТЬ ACALIPHA AUSTRALIS L. (EUPHORBIACEAE) В УМОВАХ ДНІПРОПЕТРОВЩИНИ	16
Цвєткова Н. М., Якуба М. С. МІКРОЕЛЕМЕНТИ У ДЕРЕВНИХ ПОРОДАХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПІДЕННОГО СХОДУ УКРАЇНИ	21
Кармизова Л. О. АНАЛІЗ ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ КОЛИШНЬОГО БАЙРАЧНОГО КОМПЛЕКСУ БАЛКИ ЧАПЛИНА У м. ДНІПРОПЕТРОВСЬК..	27
Кулік А. Ф. ҐРУНТОВЕ ДИХАННЯ ЯК ПОКАЗНИК БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПРИСАМАР'Я	33
Барановський Б. О. ФІТОКОМПЛЕКСИ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНОЇ МАЛОЇ РІЧКИ ЯК СКЛАДОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЕКОМЕРЕЖІ СТЕПУ УКРАЇНИ	37
Тарахало І. О. ДИНАМІКА ПРОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОМИСЛИВСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ.	43
Россихіна-Галича Г. С., Легостаєва Т. В., Самборська Ю. О., Більчук В. С. СТАН ФЕРМЕНТІВ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ У РЕПРОДУКТИВНИХ ОРГАНАХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН (НА ПРИКЛАДІ <i>FRAXINUS EXCELSIOR</i> L.) В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА	48
Юсипів Т. І., Борисова О. І., Дротік В. В. ВПЛИВ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА СПІВВІДНОШЕННЯ РОЗЧИННИХ ЦУКРІВ У ЛИСТКАХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ <i>ACER</i>	55
Кононенко А. О., Дрегваль О. А., Черевач Н. В., Жерноскова І. В., Вінніков А. І. ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО МІКРОБНОГО ІНСЕКТИЦИДУ «БАКТОФУНГІН-LS» НА ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИН	60
Павлюкова Н. Ф., Хромих Н. О., Богуславська Л. В. ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ ГЛУТАТИОНОВОЇ СИСТЕМИ ОДНОДОЛЬНИХ РОСЛИН НА ВПЛИВ МЕТАЛІВ ТА ГІПЕРТЕРМІЇ	66
Лихолат Ю. В., Білик І. В., Бородай Є. С., Буряк І. Ю. СТІЙКІСТЬ ВИСОКОДЕКОРАТИВНИХ КВІТКОВИХ РОСЛИН ЗА РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ	72
Михайличенко А. А., Оганесян М. С. СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ОКРЕСНОСТЯХ ГОРОДА ПЫТЬ-ЯХ	79
Оганесян М. С., Михайличенко А. А. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРБОНАТІВ КАЛЬЦІЮ В ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТАХ СТЕПОВОЇ ЦІЛИНИ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО	85
Грицай З. В., Трифонов М. О. ВПЛИВ ВИКИДІВ ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ТЕС м. ДНІПРОПЕТРОВСЬК НА ПОКАЗНИКИ ФЛОРАЛЬНОЇ СФЕРИ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ <i>TILIA</i>	91
Дрегваль О. А., Власенко О. Г., Черевач Н. В., Вінніков А. І. ВИЖИВАННЯ <i>BACILLUS THURINGIENSIS</i> ТА <i>BEAUVERIA BASSIANA</i> НА ХВОЇ ЯЛИНИ <i>PICEA ABIES</i>	96
Жуков О. В., Задорожна Г. О. ЕКОМОРФІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННОГО ҐРУНТУ НА ЧЕРВОНО-БУРІЙ ГЛИНІ (НІКОПОЛЬСЬКИЙ МАРГАНЦЕВОРУДНИЙ БАСЕЙН).....	101

Ганжа Д. С., Кунах О. Н., Жуков А. В., Новикова В. А. ЭКОМОРФИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕРНОКЛЕНОВНИКОВ В ПСАМОФИЛЬНОЙ СТЕПИ НА АРЕНЕ р. ДНЕПР	110
Зверковський В. М., Зубкова О. С. ЖИТТЄВІСТЬ ПОЧАТКОВО СТВОРЕНИХ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА РІЗНИХ ВАРІАНТАХ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ВІДВАЛУ ШАХТИ «ПАВЛОГРАДСЬКА»	126
Гасо В. Я., Гагут А. Н., Єрмоленко С. В. ДО ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦІЙ <i>NATRIX NATRIX</i> В УМОВАХ ЕКОСИСТЕМ З РІЗНИМ АНТРОПОГЕННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ	131
Поворотня М. М. ОСОБЛИВОСТІ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ КЛЕНІВ ЗА РІЗНИХ УМОВ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ У СТЕПОВОМУ ПРИДНІПРОВ'І	138
Гуцько С. О. ЕКОМОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕДАФОТОПІВ м. ДНІПРОЗДЕРЖИНСЬК	146

Наукове видання

**ПИТАННЯ СТЕПОВОГО ЛІСОЗНАВСТВА
ТА ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ**

Міжвузівський збірник наукових праць

Випуск 44

Редактор Т. А. Ягельська
Коректор Т. А. Ягельська
Оригінал-макет Г. М. Хомич

Підписано до друку 28.12.2015. Формат 70×108^{1/16}. Папір друкарський.
Ум. друк. арк. 12,25. Тираж 100 прим. Зам. № .

ПП «Ліра ЛТД», вул. Погребняка, 25, м. Дніпропетровськ, 49010.
Свідцтво про внесення до Державного реєстру
серія ДК № 188 від 19.09.2000 р.
Фактична адреса: вул. Наукова, 5.