

Трансформація рослинного покриву та зміна екологічних умов під впливом насаджень *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) в Національному природному парку "Подільські Товтри"

Інна О. ОДУКАЛЕЦЬ¹, Інна А. КОРОТКА², Наталія А. ПАШКЕВИЧ³,
Людмила Г. ЛЮБІНСЬКА⁴, Леся Т. ГОРБНЯК¹

¹Національний природний парк "Подільські Товтри"

пл. Польський ринок, 6, Кам'янець-Подільський 32301, Україна

innanpp1980@ukr.net

lesyagorbnyak@gmail.com

²Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Національна академія наук України

вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

korotkayainna28@gmail.com

³Інститут еволюційної екології, Національна академія наук України

вул. акад. Лебедева, 37, Київ 03143, Україна

pashkevych@ieenas.org

⁴Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка

вул. Івана Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський 32300, Україна

kvitkolub@gmail.com

Odukalets I.O.¹, Korotka I.A.², Pashkevych N.A.³, Lubinska L.H.⁴, Horbniak L.T.¹ **Transformation of the vegetation cover and change in environmental conditions as affected by plantations of *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) in Podilski Tovtry National Nature Park.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 59–69.

¹Podilski Tovtry National Nature Park

6, Polyskyi Rynok Sq., Kamianets-Podilskyi 32301, Ukraine

²M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine

2, Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine

³Institute of Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine

37, Acad. Lebedev Str., Kyiv 03143, Ukraine

⁴Ivan Ohienko Kamianets-Podilskyi National University

61, Ivan Ohienko Str., Kamianets-Podilskyi 32300, Ukraine

Abstract. Changes in the ecological conditions of meadow-steppe and steppe phytocoenoses under the influence of plantations of *Pinus sylvestris* in Podilski Tovtry National Nature Park are investigated. The authors analysed the environmental conditions of the studied areas and their floristic saturation, which was formed as a result of succession. Ecological and cenotic comparison of xerophytic herbaceous and forest groups, including of *P. sylvestris*, was carried out. It is shown that the areas I, II and III at the initial stage of formation are the areas that are overgrown with pine trees and species that are typical for the initial stages of succession of forest groups, predominating in the grassy tier. It was revealed that IV–VII areas have a narrow amplitude of environmental factors and more developed vegetation cover. It has been established that the amplitude of the fluctuation of the humidity factor for all studied areas indicates the stenotopicity of the groups typical for the fresh forest-meadow ecotopes. It was revealed that soil aeration indices closely correlate with moisture indices. The carbonate index for all areas indicates the formation of groups in neutral conditions. According to the studied edaphic factors, the value of ecological indicators of humidification and aeration variability of soil for VIII steppe area are within the ecological amplitude for plantations. It is shown that soil acidity and carbonate content are differentiating and limiting factors for *P. sylvestris*. It has been found that the warmest factors in terms of the factor of thermoregulation and the least illuminated by indicators of illumination factor are IV–VII areas, and area VIII is the most illuminated. It has been established that the studied plantations are representatives of a stenotope group and are typical for fresh meadow ecotopes. We analysed influence of pine plantation on the rare species reproduction. It is demonstrated that before *P. sylvestris* was planted, groups of the association *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* (Cl. *Festuco-Brometea*) were represented on these areas, with rare species including *Pulsatilla grandis*.

Keywords: *Pinus sylvestris*, transformation, environmental conditions, synphytoindication, plantations, succession, Podilski Tovtry National Nature Park

Вступ

Національний природний парк (НПП) "Подільські Товтри" – один із найбільших національних природних парків у Європі – займає територію 261 тис. 316 га і включає 173 об'єкти природно-заповідного фонду. В межах парку охороняється 77 видів флори та 86 видів представників фауни, що занесені до "Червоної книги України" (Chervona..., 2009; Proekt..., 2012).

Територія НПП представлена природними рослинними (лучно-степовими, степовими та лісовими угрупованнями) і штучними фітоценозами. У 80-х рр. минулого століття частина природних степових та лучно-степових ділянок була заліснена лісовими культурами, в т. ч. видами роду *Pinus* L. (*Pinus sylvestris* L., *P. pallasiana* D. Don) – інтродуцентами, які були насаджені з метою зупинення ерозійних процесів та біорекультивациі вапнякових відвалів, що утворилися після промислових розробок. На сьогодні площа культур *P. sylvestris* та *P. pallasiana* становить відповідно 695,5 та 226,8 га (Proekt..., 2009). *Pinus sylvestris* характеризується високою стійкістю до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов і здатна зростати на сухих і бідних на поживні речовини ґрунтах, навіть на дренажних супіщаних ґрунтах і суглинках, формуючи при цьому повноцінні насадження (Мулкуна, 1987; Svytydenko, 2005). Вивчення особливостей сформованих штучних фітоценозів за домінування сосни є актуальним для подальшого прогнозування можливості існування та перспективи розширення подібних насаджень на досліджуваних територіях, а саме схилах Дністра та його приток.

Мета нашого дослідження – проаналізувати зміни рослинного покриву та екологічних умов під впливом насаджень *P. sylvestris* на території НПП "Подільські Товтри"; здійснити еколого-ценотичне порівняння ксерофітних трав'яних і лісових угруповань за участі *P. sylvestris*.

Матеріали та методи

Для проведення досліджень сукцесійних змін степових та лучно-степових фітоценозів за умов створення штучних насаджень *Pinus sylvestris* нами закладені площі, які розміщені в околицях населених пунктів Кам'янець-Подільського р-ну Хмельницької області. З'ясовано, що в природних угрупованнях відбувається трансформація

рослинного покриву в напрямку від лучно-степових і степових фітоценозів до лісових. Даний процес відбувається в результаті природного поновлення штучно насаджених лісів з *P. sylvestris*. Такі сукцесійні зміни пізніше можуть спричинити зникнення природних степових і лучно-степових угруповань, типових рослин, в т. ч. й рідкісних видів через зміну екологічних умов їхніх місцезростань.

Дослідження проводились упродовж 2011–2016 рр. на території НПП "Подільські Товтри". Для аналізу змін еколого-ценотичних умов на заліснених ділянках були закладені 8 ділянок: I ділянка – околиці с. Сокіл; II ділянка – с. Бабшин; III ділянка – с. Гринчук; IV ділянка – с. Боришківці (описи здійснені в 2010 р.); V ділянка – с. Боришківці (описи здійснені в 2014 р.); VI ділянка – с. Суржинці (описи здійснені в 2010 р.); VII ділянка – с. Суржинці (описи здійснені в 2014 р.) Кам'янець-Подільського р-ну Хмельницької області. Контрольна ділянка (VIII) степової рослинності розміщена поблизу с. Китайгород того самого району (рис. 1).

На досліджених ділянках виконано 36 геоботаничних описів: I ділянка – 4 описи; II ділянка – 4; III ділянка – 4; IV ділянка – 5; V ділянка – 4; VI ділянка – 4; VII ділянка – 5; ділянка VIII – 6. Проаналізовано екологічні умови даних ділянок і флористичне насичення угруповань, що тут формуються. Дослідження проведені за детально-маршрутним методом, назви видів подані за зведенням С.Л. Мосякіна і М.М. Федорончука (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Популяційні дослідження проводили за методичними розробками Т.А. Работнова (Rabotnov, 1975), Г.Г. Жиліяєва (Zhylyayev, 2005), Ю.А. Злобіна (Zlobyn, 1989), А.А. Уранова (Uranov, 1967), Г.І. Серебрякова (Serebryakov, 1964), онтогенетичні стани виділені за Л.Г. Любінською (Lyubins'ka, 1988). Для побудови графіків екологічних факторів використано програмне забезпечення TURBOVEG, за допомогою якого підраховані значення екологічних факторів для всіх пробних площ. На основі отриманих даних у програмному забезпеченні STATISTICA 7 було побудовано графіки коливання амплітуди за кожним екологічним фактором для кожної ділянки.

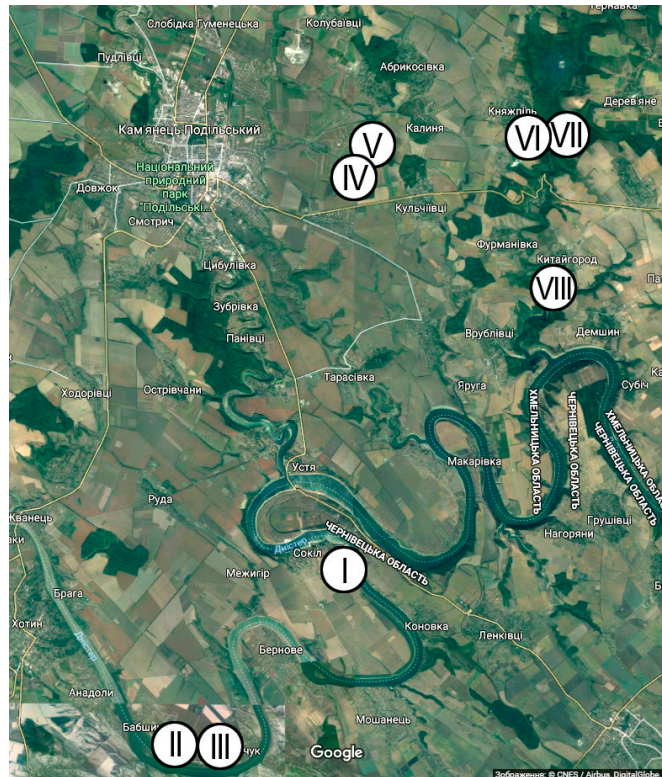
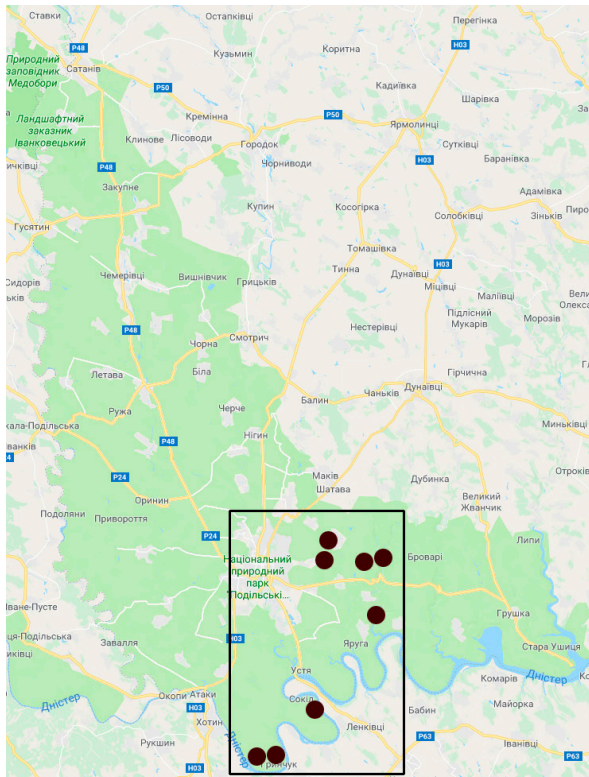


Рис. 1. Розміщення досліджуваних ділянок на території Національного природного парку "Подільські Товтри"
 Fig. 1. Location of the studied areas of Podilski Tovtry National Nature Park

Результати та обговорення

Досліджувані ділянки мають деякі відмінності. Так, I ділянка – представлена насадженням змішаного типу за участі *Pinus sylvestris*, *Picea abies* (L.) H. Karst, *Prunus armeniaca* L., *Betula pendula* Roth та *Quercus robur* L. Вік цих насаджень становить 27 років, середня висота деревостану – 9 м, середній діаметр – 12 см та II клас бонітету. Відстань між рядами – 3,1 м, між деревами – 0,9 м, зімкнутість крон – 0,55. Травостій є мало видовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 30%. Але наявні окремі ділянки з фрагментарним покриттям з *Teucrium chamaedrys* L., яке дорівнює 40–55%.

II ділянка – представлена насадженнями за участі *P. sylvestris*, вік яких становить 25 років. Середня висота деревостану – 7 м, середній діаметр – 21 см та III клас бонітету. Відстань між рядами – 2,8 м, між деревами – 0,8 м, зімкнутість крон – 0,65. Травостій має дуальний характер є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 20%. Також є ділянки з фрагментарним травостоєм з *Teucrium chamaedrys* або *Galium odoratum* (L.) Scop. з проєктивним покриттям 60%.

III ділянка – представлена насадженням *P. sylvestris*, вік яких становить 27 років, середня висота – 9 м та середній діаметр – 20,6 см, II клас бонітету. Відстань між рядами – 3,1 м, між деревами – 1 м, зімкнутість крон – 0,6. Травостій є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 20%.

IV та V ділянки представлені лісовими культурами змішаного типу за участі *P. sylvestris* та *B. pendula* і містяться на схилі західної експозиції 30–45°. Вік насаджень – 41 рік, середня висота – 12 м, середній діаметр – 60 см, I клас бонітету. Відстань між деревами – 1,8 м, між рядами – 4 м. Зімкнутість крон – 0,6.

На IV та V ділянках травостій є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям відповідно 15 і 30%. На V ділянці наявні окремі локуси зі значним покриттям *Teucrium chamaedrys* (40–55%).

VI та VII ділянки, які представлені лісовими культурами чистого типу, сформовані *P. sylvestris* і розміщені на схилі північної експозиції 30°. Вік насаджень становить 39 років. Висота сосни – 9,5 м, середній діаметр – 18 см, III клас бонітету.



Рис. 2. *Pulsatilla grandis* на зарослих сосною лучно-степових і степових ділянках

Fig. 2. *Pulsatilla grandis* in the meadow-steppe and steppe areas overgrown with pine

Відстань між деревами 1,2 м, між рядами – 3,4 м. Зімкнутість крон – 0,65.

Травостій на VI ділянці є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 15%, але трапляються місця з проєктивним покриттям *Chelidonium majus* L. 35–40%.

На VII ділянці травостій є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 25%. Фрагментарно представлений травостій з *C. majus*, *Urtica dioica* L., *Galium aparine* L. із покриттям 40–45%.

Варто підкреслити, що у міжрядях насаджень з відстанню 3–4 м, які сформовані на крутосхилах, рослинний покрив утворює покриття травостою 70–95%, тобто близьке до природного проєктивного покриття природної ділянки VIII, проте видова насиченість його значно нижча.

На ділянці VIII представлено угруповання асоціації *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* Klika (1931) 1936 класу *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 1943. Тут відмічено ряд видів созофітів, серед яких види із "Червоної книги України" (Chervona..., 2009): *Pulsatilla grandis* Wender., *P. pratensis* (L.) Mill., *Adonis vernalis* L., *Chamaecytisus albus* (Hacq.) Rothm., *Scutellaria verna* Besser, *Stipa capillata* L., а також регіонально рідкісні види Хмельницької обл.: *Anemone sylvestris* L., *Allium podolicum* Błocki ex Racib. & Szafer, *Sesleria heufleriana* Schur (Kataloh..., 1999; Lyubins'ka, 2013; Zelena..., 2009). Тут відмічені також *Silene dichotoma* Ehrh., *Viola collina* Besser, *Euphorbia cyparissias* L., *E. seguieriana* Neck., *Filipendula vulgaris* Moench., *Clematis integrifolia* L.,

Fragaria viridis Duch., *Prunus spinosa* L., *Astragalus onobrychis* L., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Trifolium montanum* L., *T. repens* L., *Lotus ambiguus* Besser ex Spreng., *Knautia arvensis* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Salvia nemorosa* L., *S. verticillata* L., *S. pratensis* Lam., *S. nutans* L. agg., *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop., *Inula ensifolia* L., *Veronica spicata* L., *V. incana* L., *Anthericum ramosum* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Teucrium chamaedrys*, *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Potentilla arenaria* L., *Clematis recta* L., *Aster amelloides* Besser, *Leucanthemum vulgare* Lam. тощо.

Протиерозійні заходи, проведені на території НПП "Подільські Товтри" в 70–80-х рр. минулого століття, мали за мету сприяти скороченню поверхневого стоку й перетворенню його в ґрунтовий, а також забезпечити утримання вологи в ґрунті для подальшого оптимального розвитку рослинного покриву на дослідженій території. Проте, за нашими даними (Odukalets, 2012), штучно створені насадження *P. sylvestris* після досягнення 20-річного віку починають всихати, а їхнє природне поновлення активно поширюється на прилеглі території. На основі аналізу та оцінки хімічного складу ґрунту було висунуто декілька можливих причин, що призводять до таких наслідків.

На сучасний стан *P. sylvestris* і *P. pallasiana* вздовж схилів Дністра впливають такі фактори, як особливість ландшафту і будова та склад ґрунту, насамперед хімічний. Досліджені ґрунти достатньо забезпечені гумусом (2,05–3,63%), але мають низький вміст фосфору та високий – кальцію й магнію. На пригнічений стан соснових насаджень на території НПП "Подільські Товтри" впливає видовий склад присутніх інших видів, насамперед листяних порід, які за підвищених температур характеризуються інтенсивним розвитком вегетативних органів та створюють природну конкуренцію видам сосни у фітоценозі. Ущільнений ґрунт на ділянках перешкоджає нормальному росту сосни – життєві процеси проходять повільніше, затримується ріст коренів, погіршується постачання до них води й повітря, що може призводити до всихання сосни (Odukalets, 2015).

Як вже зазначалося, штучні насадження *P. sylvestris* в умовах НПП "Подільські Товтри" впливають на рослинний покрив лучних, лучно-степових ділянок. Вселення *P. sylvestris* до степових та лучно-степових угруповань, призводить до їхньої сукцесії та формування лісових фітоценозів, на що вказує розвиток рослинного покриву за

участі видів-сільвантів (*Fragaria vesca* L., *Lapsana communis* L., *Ligustrum vulgare*, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Crataegus curvisepala* Gand., *Acer campestre* L.). Зміна екологічних умов через зміну середовища існування призводить до трансформації флори і рослинності.

Ділянка VIII, де вік насадження *P. sylvestris* становить 30–40 років, являла собою лучно-степовий схил, вкритий рослинністю з асоціацією *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* (Cl. *Festuco-Brometea*) з участю рідкісного виду *Pulsatilla grandis* (рис. 2). Сьогодні на ділянці відмічені процеси трансформації лучно-степової рослинності в напрямку формування штучних лісових фітоценозів через заростання самосівом насадженої *P. sylvestris*.

Популяція *P. grandis* на ділянці VIII має правосторонній онтогенетичний спектр із переважанням генеративних особин. Більша частина насіння тут не проростає. Встановлено, що ця популяція має депресивний віталітетний тип (Lyubins'ka, 2013; Horbnyak, 2015). У місяцях щільного заростання (6–12 шт. на 1 м²) молоді дерева призводять до загибелі різновікових особин рідкісного виду. Оскільки *P. grandis* – світлолюбний вид, то в затінку він значно рідше цвіте, а згодом взагалі припиняє цвітіння. Після чого тривалий час рослини можуть функціонувати у вегетативному стані, а потім зникають.

На основі порівняння отриманих показників чисельності популяцій виду у різні роки на ділянці VIII (табл. 1) встановлено, що за роки дослідження популяція *P. grandis* значно зменшилась.

Ділянки I, II, III характеризуються чисельним флористичним складом та значним проективним покриттям едифікатора, яким виступає сосна звичайна. Трав'яний покрив ділянок сформований переважно лучними видами: *Agrimonia eupatoria* L., *Dactylis glomerata* L., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Poa trivialis* L., *Achillea submillefolium* Klokov & Krytzka. Такий комплекс видів свідчить про розвиток угруповань, тому ці ділянки за кожним із показників екологічних факторів добре диференціюються. З рис. 3 видно, що ділянки IV–VII мають вузьку амплітуду екологічних факторів, а це свідчить про більш сформований рослинний покрив. Ці ділянки не є гомеостазними угрупованнями і перебувають в процесі сукцесії, хоча є стабільнішими за ділянки I–III, які на початку формування являють собою площі, зарослі сосною з переважанням у трав'яному ярусі видів, що характерні первинним

Таблиця 1. Чисельність вікових груп у популяції *Pulsatilla grandis* на ділянці VIII (100 м²)
Table 1. The number of age groups of the *Pulsatilla grandis* population in area VIII (100 м²)

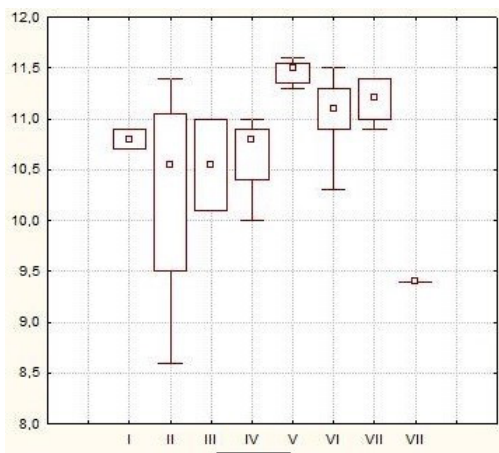
Роки	Онтогенетичні стани*					
	<i>j</i>	<i>im</i>	<i>v</i>	<i>g</i>	<i>s</i>	Всього
	Кількість особин, штук/100 м ²					
1995	85	62	24	32	11	214
1996	83	46	20	29	13	191
2001	26	23	20	21	16	106
2015	3	4	5	24	-	34

* *j* – ювенільний; *im* – іматурний; *v* – віргінільний; *g* – генеративний; *s* – сенільний.

стадіям сукцесій лісових угруповань: *Veronica chamaedrys* L., *Galium aparine*, *Hieracium pilosella* L., *Ligustrum vulgare* L., *Euonymus europaeus* L., *Teucrium chamaedrys*.

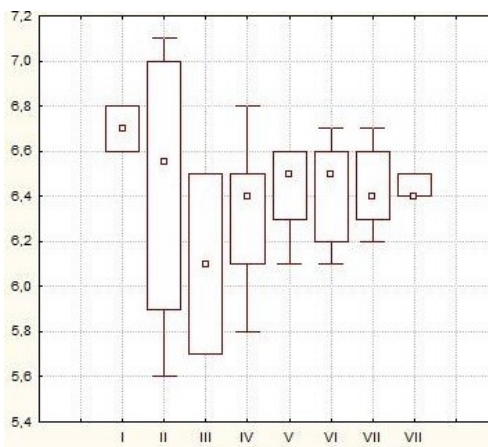
Амплітуда коливання показників фактора вологості (Hd) для всіх досліджених ділянок не перевищує 1–4 бала, що свідчить про стенотопність даних угруповань. Найширшим градієнтом характеризуються ділянки: II (9,5–11,1 балів) та III (10,2–11,0 балів). Вони є субмезофітними, являють собою угруповання сухуватих лісо-лучних екотопів з помірним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами й талими водами (W_{пр} = 75–90 мм). Найвужча амплітуда зафіксована на ділянках I (10,7–10,9 балів) та VI (11,3–11,6 балів), але остання характеризується найвищим рівнем зволоження ґрунту серед інших пробних ділянок і являє собою мезофітні угруповання свіжих лісо-лучних екотопів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами й талими водами (W_{пр} = 100–145 мм). Порівняно з ділянкою VIII, решта ділянок має значно ширшу амплітуду коливання Hd-фактора. Це пов'язано з тим, що ділянка VIII є лучно-степовою, де рівень вологості ґрунту має незначні коливання за рахунок розвиненого лише трав'яного покриву, на відміну від ділянок, насаджених сосною (рис. 3, а).

За показниками змінності зволоження (fH) ширина екологічної амплітуди не перевищує 2–3 бала, а ділянки є стенотопними. Ширшою амплітудою відзначаються ділянки III (5,7–6,5 балів) та II (5,6–7,1 балів), що мають строкатий рослинний покрив, з видів різних ценоморф: лісових (*Acer negundo* L., *Padus avium* Mill., *Robinia pseudoacacia* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Poa trivialis*, *Agrimonia eupatoria*, *Acer pseudoplatanus* L., *Fraxinus*



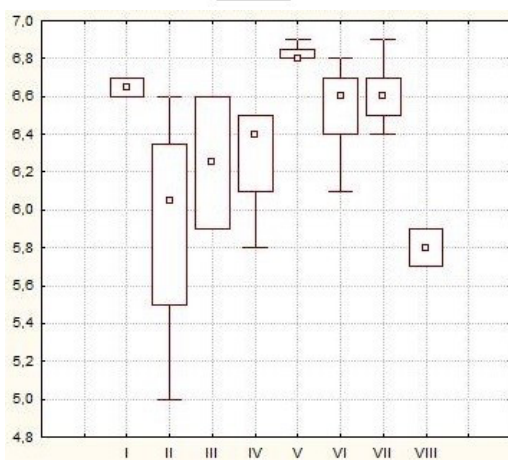
a

Hd



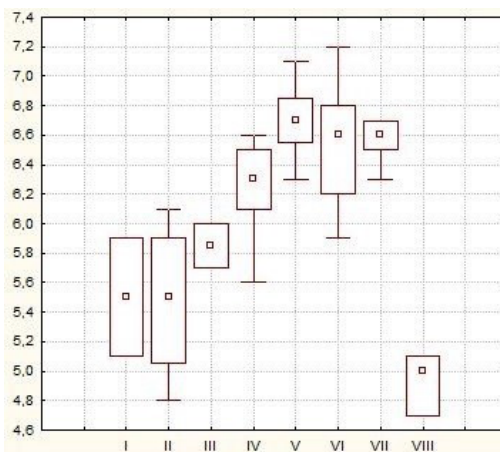
b

fH



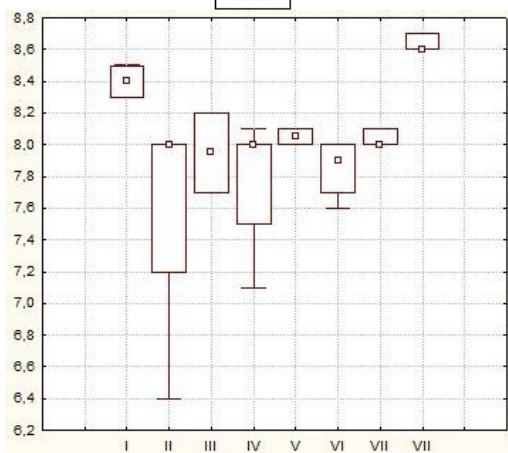
c

Rc



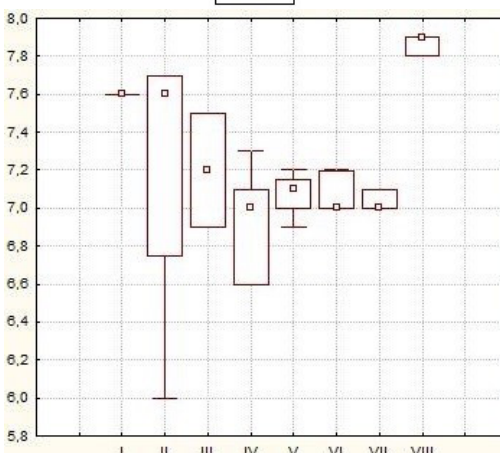
d

Nt



e

Rc



f

Sl

Рис. 3. Закономірності розподілу середніх показників провідних екофакторів досліджуваних ділянок: *a* – Hd (вологість); *b* – fH (змінність зволоження); *c* – Rc (кислотність ґрунту); *d* – Sl (загальний сольовий режим ґрунту); *e* – Ca (вміст карбонатів у ґрунті); *f* – Nt (вміст сполук азоту в ґрунті); *g* – Ae (аерація ґрунту); *h* – Tm (терморезим); *i* – Om (омброрезим); *j* – Kn (континентальність клімату); *k* – Cг (кріорезим); *l* – Lc (освітлення).

На осі абсцис позначені бали, на осі ординат – досліджені ділянки

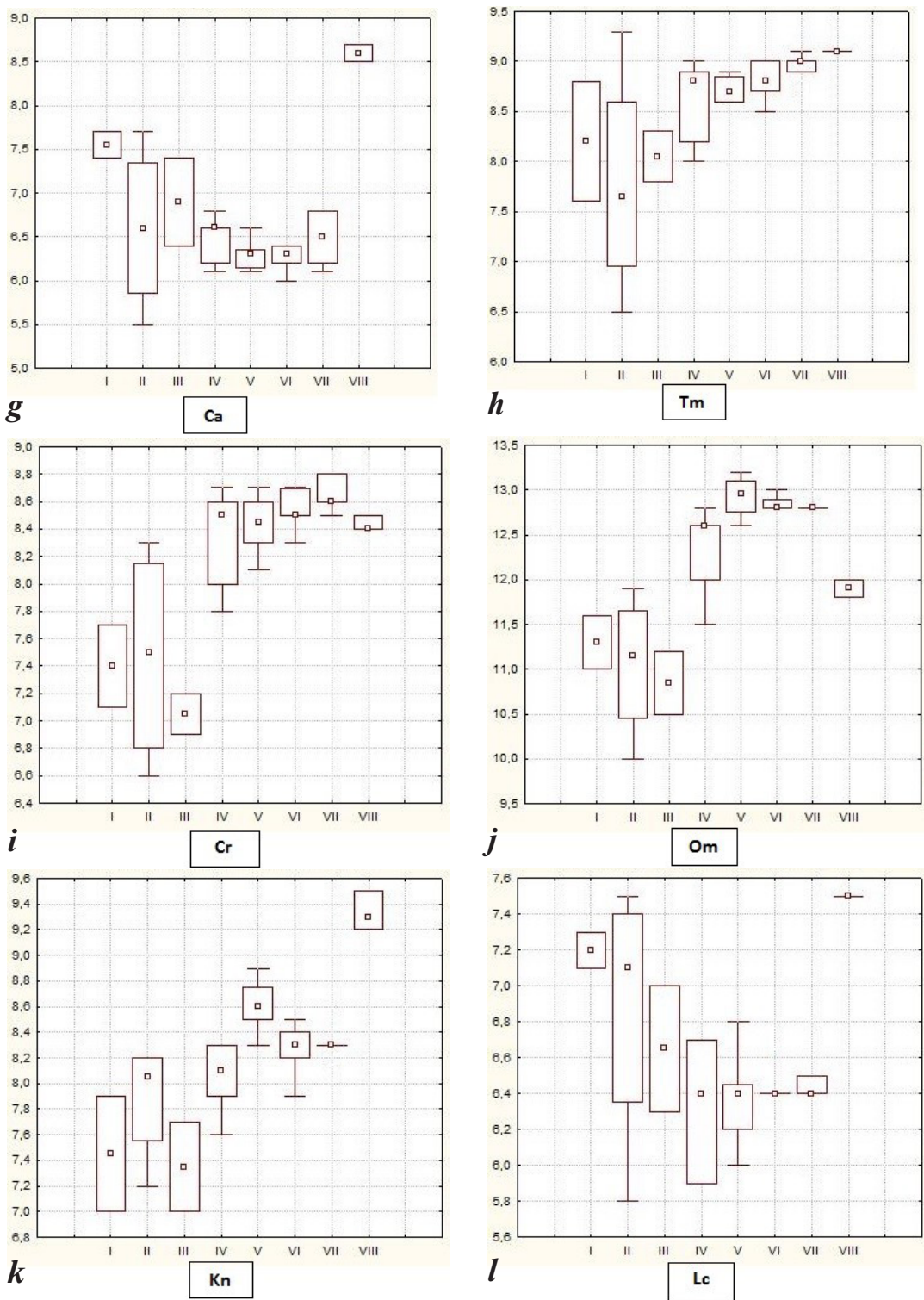


Fig. 3. Patterns of distribution of the average indicators of leading ecofactors in the studied areas: *a* – Hd (soil water regime); *b* – fH (variability of damping); *c* – Rc (soil acidity); *d* – Sl (total soil salt regime); *e* – Ca (carbonate content in soil); *f* – Nt (nitrogen content in soil); *g* – Ae (soil aeration); *h* – Tm (thermoregime); *i* – Om (ombroregime); *j* – Kn (continentality of climate); *k* – Cr (cryoclimate); *l* – Lc (light).

On abscissa axis points are marked, on ordinate axis – studied areas

excelsior L.), степових (*Plantago lanceolata* L., *Festuca valesiaca*, *Euphorbia cyparissias*, *Falcaria vulgaris* Bernh., *Eryngium campestre* L.); лучних (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg., *Dactylis glomerata*, *Achillea submillefolium*, *Artemisia absinthium* L., *Hieracium umbellatum* L.). Досліджені угруповання є гемігідроконтрастофобними та характерні для свіжих лісо-лучних екотопів з помірно нерівномірним зволоженням кореневмісного шару ґрунту при повному його промочуванні опадами й талими водами. Ділянка I має найвужчу амплітуду за даним фактором (6,6–6,8 балів), а ділянки IV–VII є гемігідроконтрастофілами, кореневмісний шар ґрунту в даних угрупованнях характеризується нерівномірними зволоженням при помірному або незначному промочуванні його опадами чи талими водами, трапляються на сухуватих лісо-лучних та лучно-степових екотопах з майже однаковою амплітудою коливання показників fH-фактора (6,1–6,6 балів). Ділянка VIII має вузьку амплітуду коливання змінності зволоження ґрунту та середні показники даного фактору по відношенню до решти ділянок із штучним насадженням сосни (рис. 3, b).

Підтвердженням рівня стабільності угруповань різних досліджуваних ділянок є і показники аерації ґрунтів (Ae), що тісно корелюють із попередніми, а їхнє коливання також не перевищує 2–3 бала. Ділянки III (5,0–6,6 балів) та II (5,9–6,6 балів) за відношенням до Ae-фактора є субаерофілами, і характеризуються значною аерованістю екотопів із включенням щебеню гірських порід та піску, що ростуть при незначному або помірному промочуванні кореневмісного шару ґрунту опадами й талими водами. На ділянці I екологічний фактор має дуже вузьку амплітуду (6,6–6,7 балів), а для решти ділянок показники аерації мають діапазон 5,8–6,9 балів, де крок амплітуди не перевищує 0,6 бала. По відношенню до Ae-фактора ці ділянки є геміаерофобами із помірною аерованістю сухих глинистих чи вологих піщаних ґрунтів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами чи талими водами або тимчасовим надмірним зволоженням даного шару ґрунтовими водами. Ділянка VIII має низькі показники та вузьку амплітуду коливання (рис. 3, c).

За едафічними показниками, які характеризують хімічні властивості ґрунту – Rc (рис. 3, e), SI (рис. 3, f) та Ca (рис. 3, g), рослинні угруповання всіх ділянок є стенотопними.

Амплітуда коливання показників кислотності Rc ґрунту для ділянок IV–VII становить 7,5–8,1 балів, для ділянок II, III – 7,2–8,2, а ділянка I має найвищі показники даного фактора, але вузьку амплітуду (8,3–8,5 балів). Угрупування цих ділянок є субацидофільними і формуються на слабкокислих ґрунтах з рН 5,5–6,5. Ділянка VIII має найвищі показники Rc порівняно з рештою ділянок, але амплітуда коливання цього фактора незначна.

Сольовий режим ґрунту (SI) для ділянок IV–VII не перевищує 6,6–7,2 балів. Показники SI-фактора для ділянок II, III становлять 6,7–7,7 балів, а ділянка I – 7,6 бала. За показниками даного фактора угруповання на всіх ділянках є семіевтрофними. Найвищі та вузькі показники відмічено на ділянці VIII.

Показник карбонатності ґрунтів (Ca) для всіх ділянок становить 6,2–6,8 балів, що свідчить про акарбонатність угруповань, тобто вона зростають у нейтральних умовах і витримують незначний вміст карбонатів у ґрунті. З'ясовано, що нестабільні ділянки характеризуються вищими показниками факторів Rc, SI і Ca та ширшою їхньою амплітудою, а за шириною екологічної амплітуди угруповання на цих ділянках є стенотопними. Рівень карбонатності ґрунтів для ділянок II і III становить 5,5–7,7 балів. Вужча амплітуда та вищі показники Ca-фактора відмічені на ділянці I (7,4–7,7 балів). За показниками даного фактора угруповання на всіх ділянках є гемікарбінатофобними й уникають карбонатних субстратів (CaO, MgO = 0,5%), тоді як угруповання ділянки VIII є гемікарбонатфільними і зростають на субстратах із вмістом карбонатів 1,5–5,0%. Отже, на ділянці VIII угруповання характеризуються високими показниками Ca-фактора й вузькою амплітудою.

За дослідженими едафічними факторами значення екологічних показників (змінність зволоження та аерація ґрунту) для VIII степової ділянки знаходяться в межах екологічної амплітуди заліснених ділянок. А фактори кислотності ґрунту (Rc) та вмісту карбонатів (Ca) є диференціюючими та лімітуючими для сосни звичайної.

За показниками омброрежиму (Om) (рис. 3, j) та континентальності (Kn) (рис. 3, k) всі ділянки диференціюються подібно до попередніх екологічних факторів. Приблизно однакові значення показників цих екологічних факторів мають ділянки I–III: Kn становить 0,7–8,2 балів,

От – 10,0–11,9. За фактором омброрежиму вони є субаридофітами. Амплітуда коливання показників Кп-фактора для ділянок IV–VII дорівнює 7–9 балів та От-фактора вона становить 10,5–13,2 балів; за цими показниками угруповання є субомброфітами. Показник Кп для ділянки VIII перевищує значення всіх інших порівнюваних ділянок, за От-фактором амплітуда коливання вузька, показники середні по відношенню до решти ділянок.

Показники кріорежиму (Cr) (рис. 3, i) на ділянках I–III також відрізняються і становлять 6,6–8,0 балів. Для ділянок IV–VII вони дорівнюють 6,9–8,8 балів. Показники даного фактора на ділянці VIII найнижчі серед порівнюваних і мають вузьку амплітуду коливання.

Важливою з екологічної точки зору є оцінка ділянок за кліматичними показниками. Найтеплішими ділянками є IV–VII, які мають високі показники терморежиму (Tm) (рис. 3, h) і незначну амплітуду коливання (8,2–9,0 балів). Широка амплітуда та нижчі показники Tm-фактора відмічені на ділянках I–III (7,6–9,3 балів). Діапазон коливання фактора терморежиму для ділянки VIII є вузьким, але показники високі. Це свідчить про те, що рослинність на даній ділянці розвивається за умов високих температур.

Рівень освітленості (Lc) (рис. 3, l) має різні показники: для ділянок IV–VII характерні низькі показники із незначною амплітудою коливання (5,9–6,8 балів). Ділянки I–III мають вищі показники із ширшою амплітудою коливання (5,8–7,5 балів). Значення амплітуди степової VIII ділянки свідчать про те, що вона є найбільш освітленою.

Висновки

Проведені дослідження показують, що під впливом насаджень *Pinus sylvestris* відбувається зміна екологічних умов лучно-степових та степових фітоценозів НПП "Подільські Товтри". На основі синфітоіндикаційної оцінки досліджених ценозів встановлено, що досліджені насадження являють собою стенотопні угруповання і характерні для свіжих лісо-лучних екотопів, а фактори кислотності ґрунту та вмісту карбонатів є диференціюючими та лімітуючими для сосни звичайної. З'ясовано, що під наметом сосни, залежно від віку й стану едифікатора спостерігаються процеси трансформації лучно-степових і степових ценозів у штучні лісові. Вселення *P. sylvestris* до степових та лучно-степових угруповань призводить до їхньої сукцесії та формування лісових фітоценозів.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Chervona knyha Ukrainy. Roslynnnyi svit (Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom)*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Hlobalkonsal'tynh, 2009, 912 pp. [*Червона книга України. Рослинний світ*. Гол. ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 2009, 912 с.].
- Hennekens S.M., Schaminée J.H. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veget. Sci.*, 2001, 12(4): 589–591. <http://dx.doi.org/10.2307/3237010>
- Horbnyak L.T. *Pulsatilla grandis Wender. in Ukraine (chorology, ecological-phytocoenotic peculiarities, populations and conservation)*: Cand. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, 2015, 20 pp. [Горбняк Л.Т. *Pulsatilla grandis Wender. в Україні (хронологія, еколого-ценотичні особливості, популяції та охорона)*: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 "Ботаніка". Київ, 2015, 20 с.].
- Kataloh vydiv flory i fauny Ukrainy, zanesenykh do Bernskoyi konvencii pro okhoronu dykoj flory i fauny ta pryrodnykh seredovyshch isnuvannya v Yevropi*. Ed. V.I. Chopyk. Kyiv, 1999, 13 pp. [*Каталог видів флори і фауни України, занесених до Бернської конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі*. Ред. В.І. Чопик. Київ, 1999, 13 с.].
- Lyubinska L.H. *Naukovizapysky Ternopilsk. nats. pedahoh. univ. Ser. Biolohiya*, 2013, 2(51): 93–98. [Любінська Л.Г. Динаміка і антропогенна трансформація рослинності НПП "Подільські Товтри". *Наук. зап. Тернопільськ. нац. педаг. ун-ту. Сер. Біологія*, 2013, 2(51): 93–98].
- Lyubinska L.H. *Ukr. Bot. J.*, 1988, 45(4): 68–70. [Любінська Л.Г. Біологічні особливості *Pulsatilla grandis Wend.* в умовах Кам'янецького Придністров'я. *Укр. бот. журн.*, 1988, 45(4): 68–70].
- Lyubinska L.H., Odukalets' I.O., Musiyenko M.M. *Naukovy visnyk Chernivets'k. un-tu. Ser. Biolohiya*, 2010, 2(4): 63–66. [Любінська Л.Г., Одукалець І.О., Мусієнко М.М. Особливості насаджень *Pinus sylvestris* L. в НПП "Подільські Товтри". *Наук. вісн. Чернівецьк. ун-ту. Сер. Біологія*, 2010, 2(4): 63–66].
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kiev, 1999, xxiii + 345 pp.
- Mylkina L.Y. *The indigenous forests of the north-eastern macroslope of the Ukrainian Carpathians (phytocoenotic structure, spreading, ecological bases of restoration and protection)*: Dr. Sci. Diss. Abstract. Lvov, 24 pp. [Милкіна Л.Ю. *Коренні ліси северо-восточного макросклона Українських Карпат (фітоценотична структура, розповсюдження, екологічні основи встановлення і охорони)*: автореф. дисс. ... д-ра біол. наук. Львов, 1987, 24 с.].
- Odukalets' I.O., Musiyenko M.M. *Biol. visnyk Melitopol'sk. derzh. pedahoh. un-tu*, 2012: 108–115. [Одукалець І.О., Мусієнко М.М. Стан видів роду *Pinus* L. в залежності від вмісту елементів мінерального живлення в Національному природному парку "Подільські Товтри". *Біол. вісн. Мелітопольськ. держ. педагог. ун-ту*, 2012: 108–115].

- Odukalets I.O., Musiienko M.M., Olkhovych O.P. *Visnyk Kyiv. nats. un-tu*. Ser. Biologiya, 2015, 1(69): 38. [Одукалец І.О., Мусяненко М.М., Ольхович О.П. Дослідження причин всихання *Pinus sylvestris* L. в штучних соснових насадженнях НПП "Подільські Товтри". *Вісн. Київ. нац. ун-ту*. Сер. Біологія, 2015, 1(69): 38].
- Ofitsiyni perehlyk rehionalno ridkisnykh roslyn administratyvnykh terytorii Ukrainy*. Eds T.L. Andriienko, M.M. Perehrym. Kyiv: Alterpress, 2012, 148 pp. [Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України. Ред. Т.Л. Андрієнко, М.М. Перегрим. Київ: Альтерпрес, 2012, 148 с.].
- Proekt lisov poriadkuvannia natsionalnoho pryrodnoho parku Podilski Tovtry Khmelnytskoi oblasti. Poiasnuvalna zaruska*, Irpin, 2009, pp. 51–53. [Проект лісовпорядкування національного природного парку "Подільські Товтри" Хмельницької області. Пояснювальна записка. Ірпін, 2009, с. 51–53].
- Proekt orhanizatsiyi terytorii natsionalnoho pryrodnoho parku Podilski Tovtry, okhorony, vidtvorennia ta rekreatsiinoho vykorystannia yoho pryrodnykh kompleksiv ta obiektiv*. Kyiv, 2012, vol. 1, 263 pp. [Проект організації території національного природного парку "Подільські Товтри", охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів та об'єктів. Київ, 2012, т. 1, 263 с.].
- Rabotnov T.A. *Bull. MOIP*. Otd. Vyol., 1975, 80(2): 5–17. [Работнов Т.А. Изучение ценотических популяций в целях выяснения "стратегии жизни" видов растений. *Бюлл. МОИП*. Отд. Биол., 1975, 80(2): 5–17].
- Serebryakov I.N. In: *Polevaya heobotanyka*. Moscow; Leningrad: Nauka, 1964, vol. 8, pp. 146–202. [Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение. В кн.: *Полевая геоботаника*. М.; Л.: Наука, 1964, т. 8, с. 146–202].
- Svyrydenko V.Ye. In: *Lisivnytstvo (Forestry)*. Eds V.Ye. Sviridenko, O.H. Bababich, L.S. Kyrychok. Kyiv, 2005, pp. 101–120. [Свириденко В.Є. В кн.: *Лісівництво*. Ред. В.Є. Свириденко, О.Г. Бабабіч, Л.С. Киричок, Київ, 2005, с. 101–120].
- Uranov L.A. *Ontogenez i vozrastnoy sostav populyatsiy tsvetkovykh rasteniy*. Moscow: Nauka, 1967, 156 pp. [Уранов Л.А. *Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений*. М.: Наука, 1967, 156 с.].
- Zelena knyha Ukrainy (Green Data Book of Ukraine)*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Alterpress, 2009, 448 pp. [Зелена книга України. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Альтерпрес, 2009, 448 с.].
- Zhilyaev G.G. *Zhiznesposobnost populyatsiy rasteniy*. Lvov: LPMNANU, 2005, 304 pp. [Жиляев Г.Г. *Жизнеспособность популяций растений*. Львов: ЛПМ НАНУ, 2005, 304 с.].
- Zlobyn Yu.A. *Printsipy i metody izucheniya tsenoticheskikh populyatsiy rasteniy*. Kazan: Izd-vo Kazan. univ., 1989, 146 pp. [Злобин Ю.А. *Принципы и методы изучения ценотических популяций растений*. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989, 146 с.].

Рекомендує до друку
І.А. Коротченко

Надійшла 11.09.2017

Одुकалець І.О.¹, Коротка І.А.², Пашкевич Н.А.³, Любінська Л.Г.⁴, Горбняк Л.Т.¹ **Трансформація рослинного покриву та зміна екологічних умов під впливом насаджень *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) в Національному природному парку "Подільські Товтри"**. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 59–69.

¹ Національний природний парк "Подільські Товтри" пл. Польський ринок, 6, Кам'янець-Подільський 32301, Україна

² Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

³ Інститут еволюційної екології НАН України вул. акад. Лебедева, 37, Київ 03143, Україна

⁴ Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка вул. Івана Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський 32300, Україна

Досліджено зміни екологічних умов лучно-степових та степових фітоценозів під впливом насаджень *Pinus sylvestris* на території Національного природного парку "Подільські Товтри". Проаналізовано екологічні умови досліджених ділянок та їхнє флористичне насичення, яке сформувалося в результаті сукцесії. Здійснено еколого-ценотичне порівняння ксерофітних трав'яних і лісових угруповань за участі *P. sylvestris*. Показано, що ділянки I–III на початковому етапі формування являють собою площі, зарослі сосною з переважанням у трав'яному ярусі видів, що характерні первинним стадіям сукцесії лісових угруповань. Виявлено, що ділянки IV–VII мають вузьку амплітуду екологічних факторів і більш сформований рослинний покрив. Встановлено, що амплітуда коливання показників фактора вологості для всіх досліджених ділянок свідчить про стенопопність даних угруповань, які характерні для свіжих лісо-лучних екотопів. Виявлено, що показники аерації ґрунтів тісно корелюють із показниками вологості. Показник карбонатності для всіх ділянок свідчить про формування угруповань у нейтральних умовах. За дослідженими едафічними факторами значення екологічних показників змінності зволоження та аерації ґрунту для VIII степової ділянки знаходяться в межах екологічної амплітуди заліснених ділянок. Показано, що фактори кислотності ґрунту та вмісту карбонатів є диференціюючими та лімітуючими для сосни звичайної. Досліджено, що найтеплішими за показниками фактора терморезиму та найменш освітленими за показниками фактора освітленості є IV–VII ділянки, а ділянка VIII є найосвітленішою. Здійснено аналіз впливу насаджень *P. sylvestris* на відтворення рідкісних видів. Показано, що на ділянках до насадження *P. sylvestris* тут були відмічені угруповання асоціації *Festuco valesiacaе-Caricetum humilis* (Cl. *Festuco-Brometea*) за участі рідкісних видів, в т. ч. *Pulsatilla grandis*.

Ключові слова: *Pinus sylvestris*, трансформація, екологічні умови, синфітоіндикація, насадження, сукцесія, Національний природний парк "Подільські Товтри"

Одुकалец И.А.¹, Короткая И.А.², Пашкевич Н.А.³, Любинская Л.Г.⁴, Горбняк Л.Т.¹ **Трансформация растительного покрова и изменение экологических условий под влиянием насаждений *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) на территории Национального природного парка "Подольские Товтры"**. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 59–69.

¹ Национальный природный парк "Подольские Товтры" пл. Польский рынок, 6, Каменец-Подольский 32301, Украина

² Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина

³ Институт эволюционной экологии НАН Украины ул. акад. Лебедева, 37, Киев 03143, Украина

⁴ Каменец-Подольский национальный университет им. Ивана Огиенко ул. Ивана Огиенко, 61, Каменец-Подольский 32300, Украина

Исследованы изменения экологических условий лугово-степных и степных фитоценозов под влиянием насаждений *Pinus sylvestris* на территории Национального природного парка "Подольские Товтры". Проанализированы экологические условия исследованных участков и их флористическое насыщение, которое сформировалось в результате сукцессии. Осуществлено эколого-ценотическое сравнение ксерофитных травяных и лесных сообществ с участием *P. sylvestris*. Показано, что участки I–III на начальном этапе формирования представляют собой площади, заросшие сосной с преобладанием в травяном ярусе видов, характерных первичным стадиям сукцесий лесных сообществ. Определено, что участки IV–VII имеют узкую амплитуду экологических факторов и более сформированный растительный покров. Установлено, что амплитуда колебания показателей фактора влажности для всех исследованных участков свидетельствует о стенопопности данных сообществ, которые характерны для свежих лесо-луговых экотопов. Обнаружена тесная корреляция показателей аэрации почв с показателями влажности. Показатель карбонатности для всех участков свидетельствует о формировании сообществ в нейтральных условиях. По исследованным эдафическим факторам значения экологических показателей изменчивости увлажнения и аэрации почвы для VIII степного участка находятся в пределах экологической амплитуды лесных участков. Показано, что факторы кислотности почвы и содержания карбонатов являются дифференцирующими и лимитирующими для сосны обыкновенной. Доказано, что самыми теплыми по показателям фактора терморезима и наименее освещенными по показателям фактора освещенности являются IV–VII участки, а участок VIII – наиболее освещенным. Проведен анализ влияния насаждений сосны на воспроизводство редких видов. Показано, что на участках до насаждения *P. sylvestris* здесь были отмечены сообщества ассоциации *Festuco valesiacaе-Caricetum humilis* (Cl. *Festuco-Brometea*) с участием редких видов, в т. ч. *Pulsatilla grandis*.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, трансформация, экологические условия, синфитоиндикация, насаждения, сукцесия, Национальный природный парк "Подольские Товтры"