

Topological differentiation of plant communities of the Eastern regions of Ukraine in the Steppe zone

Yakiv P. DIDUKH^{1,2}  | Olha O. CHUSOVA¹  | Yulia V. ROZENBLIT¹  |
Maryna O. YAROTSKA³ 

Affiliation

¹M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Institute for evolutionary ecology National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv, Ukraine

Correspondence

Yulia Rozenblit
yuliya.rozenblit@gmail.com

Funding information

National Reserch Foundation of Ukraine (N2022.01/0121)

Co-ordinating Editor

Victor Shapoval

Data

Received: 05 August 2024

Revised: 09 December 2024

Accepted: 20 December 2024

e-ISSN 2308–9628

doi: 10.32999/ksu1990-553X/2024-20-4-3



ABSTRACT

Question: What is the pattern of distribution of plant communities for the study districts? What research methods should be used to assess the topological differentiation of habitats?

Locations: Siversko-Donets and Donetsk forest-steppe geobotanical districts, Ukraine.

Methods: critical analysis of the literature sources and electronic resources, ecological and cenotic profiling.

Nomenclature: POWO (<https://powo.science.kew.org>), *Mucina et al. 2016*, *Dubyna et al. 2021*

Results: We reflected specificity of the plant communities distribution within the landscapes depending on the ecological conditions in the eastern part of Ukraine in the Steppe zone. There are a lot of mesic deciduous forests exclaves within the Donetsk forest-steppe geobotanical district, which are common in beams, ravines, and partly on the planes. The diversity of forest communities is widely represented, from overmoistened (*Alnion glutinosae*) to dry (*Quercetea pubescentis*). Meanwhile there are a wide range of chalk outcrops communities and localities of the chalk pines in Siversko-Donets district. And the meadow vegetation in the study area is characterized by a higher degree of salinity than in the forest-steppe zone. Edaphic factors have a significant influence on the vegetation cover differentiation, on the other hand, the thermoclimate and cryoregime do not have a differentiating value within the landscape. Based on the phytoindication analysis, the inversibility of climatic indicators has been proven. The average annual temperatures and the associated characteristics of the Donetsk forest-steppe district are lower than those of the more northern Siversko-Donets, which is due to the height features of the Donetsk ridge and the nature of its relief.

KEYWORDS

Donetsk forest-steppe geobotanical district, Donets Ridge, Siversko-Donets geobotanical district, landscape differentiation, vegetation

CITATION

Didukh, Ya.P., Chusova O.O., Rozenblit, Yu.V., Yarotska, M.O. (2024). Topological differentiation of the vegetation cover of the Steppe zone of eastern Ukraine. *Chornomorski Botanical Journal* 20 (4): 390–409. doi: 10.32999/ksu1990-553X/2024-20-4-3

ВСТУП

Характер топологічного розподілу рослинних угруповань відображає їх ландшафтну різноманітність. Положення кожного синтаксону (біотопу) в екологічному просторі (екомері) має велике значення для прогнозування оцінки реакції рослинності до зміни зовнішнього середовища, зокрема і клімату. Інший аспект цих досліджень полягає у оцінці ценорізноманітності та специфіки відповідного хоріону. У даній роботі ми виклали результати порівняння екомер двох сусідніх регіонів. Таке порівняння проводиться нами на рівні геоботанічних округів, для кожного із яких характерний специфічний (відмінний) синтаксономічний склад рослинності.

Територія досліджень розташована у східній частині України у межах Степової зони і включає два геоботанічні округи: Сіверськодонецький, що займає південно-західні відріги Середньоруської височини та Донецький лісостеповий, який приурочений до Донецького кряжу. Спільними рисами цих округів є значне підвищення і висока почленованість рельєфу річковими долинами, ярами і балками на глибину від 50 до 200 м, що не характерно для Степової зони. Разом з цим, геологічна будова, ґрунти, рослинний світ досить відмінні. У фізико-географічному відношенні Сіверськодонецький округ належить до Старобільської схилово-височинної, а Донецький лісостеповий – до Донецької височинної областей (Marynych et al. 2003). За даними районування ґрунтів Сіверськодонецький округ відповідає Задонецькій провінції, а Донецький лісостеповий – Донецькій провінції <https://geomap.land.kiev.ua/>, а за геоботанічним районуванням перший відноситься до Середньодонської степової підпровінції, а другий – до Чорноморсько-Азовської підпровінції (Didukh & Shelyag-Sosonko 2003). Тобто, між ними існує суттєва різниця, тому цікавим і важливим є порівняння топологічного розподілу їх рослинних угруповань.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Геоботанічні дослідження авторами було здійснено впродовж 2013–2021 років. База даних включає 1466 авторських геоботанічних описів. З метою репрезентативності територіального розподілу всіх типів рослинних угруповань для досліджуваних геоботанічних округів було залучено геоботанічні описи з літературних джерел (Oleksienko 1936) та описи В.С. Ткаченка з фітоценотичної бази відділу геоботаніки та екології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного. Методика досліджень передбачала низку польових та камеральних робіт. Польові дослідження полягали у здійсненні геоботанічних описів та включали закладку еколого-ценотичних профілів. При цьому рослинний покрив технотопів (терикони та відвали) нами не аналізувався. Розмір ділянок для лісів та чагарників складав – 25 × 25 м, трав'яних – 10 × 10 м та петрофітно-скельних угруповань – 5 × 5 м. Встановлення закономірностей ландшафтного розподілу біотопів досліджуваних регіонів проводили методом еколого-ценотичного профілювання векторного типу, які в подальшому, на основі синфітоіндикаційної оцінки, перебудовувались у профілі комбінативного типу. Назви рослин наведені відповідно до списку видів Plants Of The World Online <https://powo.science.kew.org/>. Камеральний етап роботи полягав у створенні геоботанічної бази у програмі TURBOVEG (Henekens & Schaminée 2001) та подальшому опрацюванні за допомогою модифікованої версії алгоритму TWISPAN (Roleček et al. 2009) програми JUICE (Tichý 2002). За результатами обробки даних було розроблено класифікаційну схему рослинності та проведено біотопічну ідентифікацію (Didukh et al. 2020). За допомогою базового статистичного аналізу в програмі STATISTICA 6.0. та за методикою синфітоіндикації (Didukh 2011, Didukh & Budzhak 2020) було розраховано показники провідних екофакторів (середні значення та стандартне відхилення). Візуалізація даних екологічного аналізу проведена за допомогою пакетів vegan v. 2.6-4 (Oksanen 2022) і ggplot2 (Wickham 2016) мовою програмування R у додатку R-studio <https://www.R-project.org/>.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Донецький лісостеповий округ

Донецький лісостеповий округ дубових лісів, лучних та різнотравно-злакових і петрофітних степів займає Донецький кряж, що розташований на північно-східній частині Донецької височини. В геологічному відношенні це територія Донецького прогину, який заповнений потужними відкладами осадових порід палеозою різного складу, що через дію екзо- та ендегенних герцинських горотвірних процесів мають нерівномірне складчасте розміщення, місцями зруйновані і розмиті. В основі залягають кам'яновугільні сланці, пісковики, вапняки, а по периферії – пермські пісковики, глини та мергелі. Зверху ці древні породи покриті лесовидними суглинками, але місцями виходять на поверхню. На півночі округ обмежений Воронежським масивом крейдяних відкладів, на заході – Дніпровсько-Донецькою западиною, на південному заході – Українським кристалічним щитом.

Загалом Донецький кряж є підвищеною до 300 м н.р.м. рівниною (найвища вершина – Могила Мечетна, 367 м н.р.м.), глибоко почленованою густою мережею річкових долин, балок, ярів часто з крутими схилами. На поверхню схилів виходять пісковики та сланці, що надають вигляду гірських рис. Така структура розглядається як денудаційно-ерозійний яружно-балковий тип, але рельєф Донецького кряжу неоднорідний. Центральна частина, що являє собою антиклінальну складку, яка простягається з північного заходу на південний схід, має вигляд залишків гірської системи, з виходами грив, куполів, останців, поверхня яких дуже еродована. На північний схід та південний захід рельєф згладжується, стає рівнинним, хвилястим із наявністю балок. Долини балок та річок характеризуються колінчастими вигинами, тобто мають різну експозицію схилів. Річки, що беруть на кряжі свій початок, відносяться до басейнів Сіверського Дінця, Дніпра та Азовського моря. Вони мають погано диференційовані надзаплавні лесові тераси та чіткі заплави, заповнені алювіальними відкладами, де спостерігаються процеси засолення (Makhov 1926, Oleksiyenko 1936, Preobrazhenskyi 1959). Характерними є антропогенні форми рельєфу (терикони, відвали тощо). Фрагментарно, як на підвищених формах рельєфу, так і у пониженнях, відмічені піщані відклади, утворення яких пов'язують із руйнацією пісковиків.

Зональними ґрунтами є звичайні мало- та середньо гумусні (7–8 %) чорноземи з високою ємністю поглинання (до 50 мг-екв. на 100 г), рН близько 7. На схилах чи гривах вони хрящуваті та дерново-щербеністі, у заплавах – лучні оглеєні солонцюваті та солонцеві. Під лісовими масивами залягають опідзолені чорноземи, які у напрямку глибини лісового масиву змінюються на темно-сірі, сірі і світло-сірі лісові ґрунти. Лучні ґрунти характеризуються карбонатним та хлоридно-сульфатним засоленням, а у депресіях є солонцеві ґрунти (Oleksiyenko 1936, Kavaleridze 1929, Kleopov 1929, Preobrazhenskyi 1959, Bilyk 1977).

Клімат континентальний з вираженими відлигами, ожеледицями, посухо-суховійними явищами. Річний радіаційний баланс 1900–2000 МДж/м², ФАР за вегетаційний період 1850–1950 МДж/м² (Rybchenko 2007, Hoisa & Perelet 2003). Середньорічна температура – +7,8–8 °С, липня – +21–23 °С, січня – –6,4–6,6 °С, безморозний період 166–180 діб, тривалість вегетації – 160–175 діб (Lipinsky et al. 2003). При цьому відмічається зміна середньорічних температур від +6,5 до +8,5 °С залежно від висоти над р.м. від 50 до 300 м (Preobrazhenskyi 1959). Річна кількість опадів – 550–600 мм, половина яких (300–325 мм) випадає у теплий період. Коефіцієнт зволоження 1,0–1,2, тобто вищий, ніж для степового клімату. Так, М.І. Олексієнко (1936) зазначає, що кряж перетинає три ізогіети: 400, 450 та 500 мм, що залежить від особливостей рельєфу. Тобто, рельєф є визначальним фактором диференціації як едафічних, і навіть кліматичних умов, так і рослинності.

Рослинність округу досить порушена, сільськогосподарські угіддя займають понад 80 % площі, а технотопи (терикони – 104, відвали – 1257) – 8013 га (Zubova et al. 2015, Zubov 2022). Природна рослинність збереглася лише на схилах балок та долин річок, а плакорна – у Провальському степу (філіалу Луганського природного заповідника). Угруповання відносяться до гігrotичного варіанту різнотравно-злакових степів із фрагментами лучних та петрофітних ценозів (Bilyk 1977, Tkachenko et al. 1998). Через відносну висоту та розсіченість рельєфу, вищу залісненість (5–6 %), ніж у степових регіонах, Є.М. Лавренко (1926) у ранніх роботах цю територію відносив до Лісостепу. На лісостеповий характер рослинності пізніше вказували Є.М. Лавренко, Ю.Д. Клеопов (1933), М.І. Олексієнко (1936), а згодом Є.М. Лавренко (Lavrenko 1930, 1947) відносить цей лісостеповий анклав до Степової зони, що було прийнято і у наступних роботах (Shelyag-Sosonko 1974, Bilyk 1977). Ще М.Д. Залеський (1904) відмічав, що переважаючими в цьому регіоні є мезофітніші *S. tirsia*, *S. dasphylla*, а також *S. ucrainica* і меншу роль відіграє *S. lessingiana*, характерний для степової зони. Степознавці розглядають ці степи як надгігrotичні та гігrotичні варіанти різнотравно-типчакково-ковилкових степів (Kleopov & Lavrenko 1933, Lavrenko 1940, Lavrenko et al. 1991, Bilyk 1977, Tkachenko et al. 1998). Хоча на плакорі відсутні лучні степи, але, зважаючи на наявність вилужених чорноземів, вони роблять висновок, що такі степи тут існували. В своїх роботах В.С. Преображенський (1959) виділяє вертикальну поясність у розподілі степових угруповань. Вище 300 м н.р.м. цю рослинність він відносить до лісостепового типу, на півночі у межах висот 200–300 м – північні різнотравно-типчакково-ковилкові степи, а на півдні нижче 200 м – південні різнотравно-типчакково-ковилкові степи. На плакорі раніше панували злакові степові угруповання за участю *S. tirsia*, *S. ucrainica*, *Bromus riparius*, *Festuca valesiaca* s. l., та чагарникові степи в складі яких відмічено *Caragana frutex*, *Spiraea hypericifolia*, *Prunus tenella*. Залишки плакорних степів збереглись у Провальському степу (Fitstailo 2008). На некрутих схилах при наявності чорноземних ґрунтів домінує *Stipa lessingiana*, *S. capillata*, а на щербенистих ґрунтах – петрофітні угруповання за участі *Thymus dimorphus* та *Jurinea stoechadifolia*.

Ландшафтний розподіл рослинних угруповань відображено на рисунку (FIGURE 1). У складі петрофітних степів виділяється три варіанти: барвисті, злакові та сірі (Kleopov 1929, Preobrazhenskyi 1959). Петрофітні угруповання М.І. Олексієнко (1936) розподіляє на скельні, відслонення та кам'яністі степи, які формуються на пісковикових сланцях, мідистих ґрунтах та пісковиках, вапняках. Основними домінантами є *Tanacetum millefolium* та *Thymus dimorphus*, а у міру розвитку ґрунту співдомінують злаки *Festuca valesiaca*, *Koeleria pyramidata*, *Stipa capillata*. Ці угруповання фіксуються як на схилах, так і на гривах межиріч. На плакорних зниженнях та північних і західних схилах наявні лучні степи *S. dasphylla* та *S. tirsia*, які займають тут значні площі, та *Poa angustifolia* (Preobrazhenskyi 1959, Kondratyuk et al. 1988). На заплавах терасах і навіть досить високо на приплакорних ділянках фрагментарно трапляються псамофітні степові угруповання з *Artemisia campestris*, *Koeleria glauca*, *Calamagrostis epigejos*, *Carex colchica*, *Stipa borysthena* (Dryuchenko 1948, Zyman et al. 1973). Лучна рослинність приурочена до заплав та днищ балок, але вона досить трансформована через надмірний випас. Тут домінантами виступають на легких супіщаних ґрунтах *Agrostis gigantea*, *Artemisia campestris*, *Carex praecox*, *Calamagrostis epigejos*, а на суглинистих *Bromus inermis* та *Elytrigia repens*.

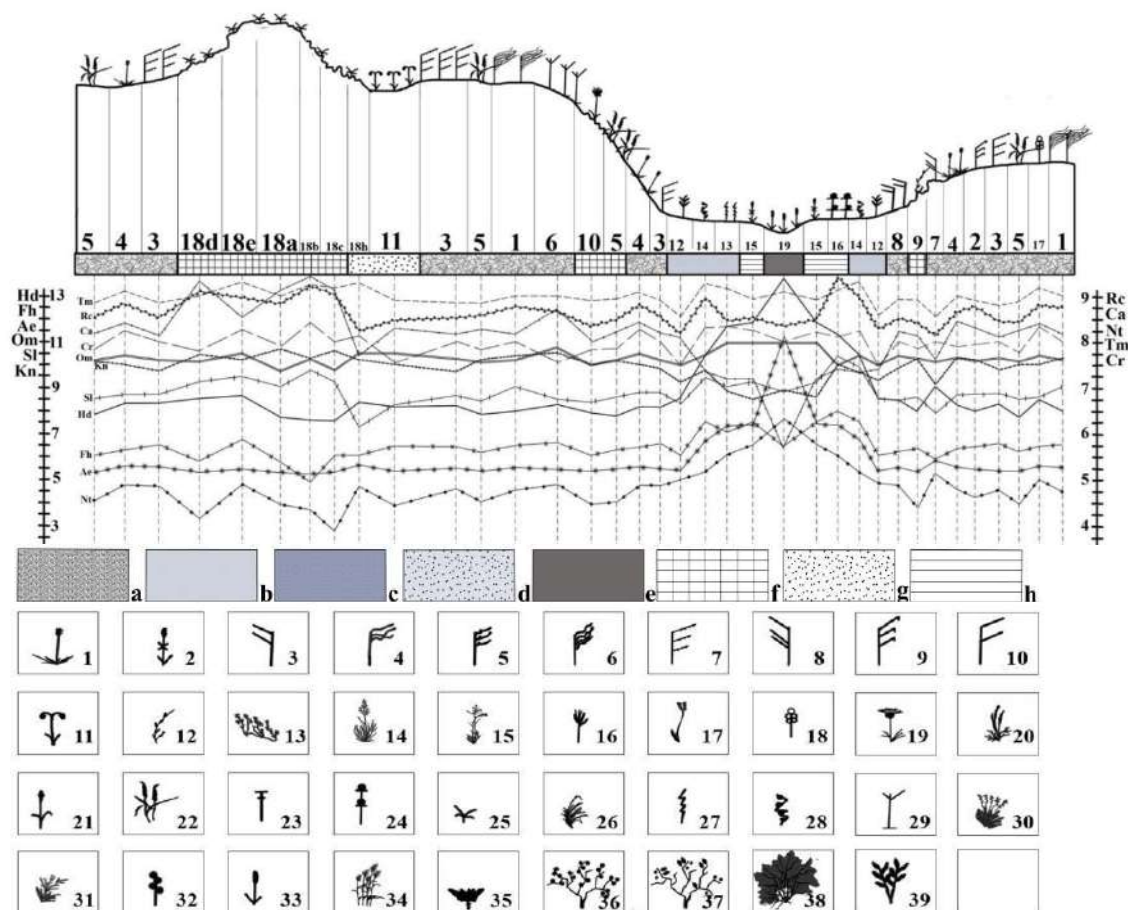


РИСУНОК 1. Розподіл трав'яних типів біотопів Донецького лісостепового геоботанічного округу в межах ландшафту.

Умовні позначення: тут і далі: ґрунти: а – чорноземи; б – сірі-лісові; с – лучні; d – алювіальні лісові; e – болотні; f – рендзини; g – піщані; h – засолені. Екологічні фактори: Hd – вологість ґрунту, Ae – аерація, fH – змінність зволоження, Rc – кислотність ґрунту, Ae – аерація, fH – змінність зволоження, Rc – кислотність ґрунту, Sl – сольовий режим ґрунту, Ca – вміст карбонатів, Nt – вміст нітрогенів, Tm – терморезим клімату, Om – омброрезим клімату, Kn – континентальність клімату, Cr – кріорезим клімату, Lc – освітленість в ценозах.

FIGURE 1. Distribution of grassland biotopes of the Donetsk forest-steppe geobotanical district within the landscape.

Legend: here and further: soils: a – black soil; b – forest gray soils; c – meadows; d – alluvial forest; e – peat bogs; f – rendzic leptosols; g – sandy soils; h – salty soils. Ecological Indicator Values: Hd – soil humidity, Ae – soil aeration, fH – damping variability, Rc – soil acidity, Sl – salt regime, Ca – carbonate content, Nt – nitrogen content, Tm – thermal climate, Om – climate humidity (ombroregime), Kn – climate continentality, Cr – cryoclimate, Lc – light.

Умовні позначення до профілів трав'яного типу, тут та для рис. 3, 5: 1 – *Festuca valesiaca*; 2 – *Lolium arundinaceum* subsp. *orientale*; 3 – *Stipa tirsia*; 4 – *S. pennata*; 5 – *S. capillata*; 6 – *S. lessingiana*; 7 – *S. ucrainica*; 8 – *S. dasyphylla*; 9 – *S. zaleskii*; 10 – *S. borysthena*; 11 – *Thymus marschallianus*; 12 – *T. dimorphus*; 13 – *T. cretaceus*; 14 – *Deschampsia caespitosa*; 15 – *Agrostis tenuis*; 16 – *Bromus inermis*; 17 – *Elytrigia repens*; 18 – *Geranium sanguineum*; 19 – *Jurinea brachycephala*; 20 – *Artemisia marschalliana*; 21 – *Melica transylvanica*; 22 – *Poa angustifolia*; 23. *Bolboschoenus maritimus*; 24 – *Elytrigia elongata*; 25 – *Asplenium ruta-muraria*; 26 – *Carex gracilis*; 27 – *Galium verum*; 28 – *Elymus repens* subsp. *repens*; 29 – *Bothriochloa ischaetum*; 30 – *Artemisia hololeuca*; 31 – *A. nutans*; 32 – *Juncus gerardi*; 33 – *Typha* spp.; 34 – *Phragmites australis*; 35 – *Lemna* spp.; 36 – *Prunus fruticosa*; 37 – *Prunus spinosa*; 38 – *Berberis vulgaris*; 39 – *Salix acutifolia*.

Умовні позначення до профілю: 1 – *Stipion lessingiana* [*Stipa lessingiana*] (E:2.218); 2 – *Festucion valesiaca* [*Stipa zaleskyi*] (E:2.214); 3 – *Stipion lessingiana* [*Stipa ucrainica*] (E:2.216); 4 – *Salvio nemorosae-Festucetum* (E:2.222); 5 – *Salvio pratensis-Poetum angustifoliae* (E:2.121); 6 – comm. *Bothriochloa ischaetum* (E:2.231); 7 – *Festucion valesiaca* [*Stipa pennata*] (E:2.212); 8 – *Festucion valesiaca* [*Stipa tirsia*] (E:2.213); 9 – *Euphorbio cretophilae-Thymion cretacei* (E:4.311); 10 – *Festucion beckeri* [*Stipa borysthena*, *Koeleria glauca* s.l., *Festuca beckeri*] (E:3.211); 11 – *Thymo marschalliani-Caricetum praecocis* (E:2.122); 12 – comm. *Bromus inermis*, *Elytrigia repens* (E:1.311); 13 – *Galiatalia very* (E:1.322); 14 – *Carici praecoxi-Elytrigion pseudocoesiae* (E:1.313); 15 – *Festucetum regalianae* (E:1.434); 16 – comm. *Elytrigia elongata* (E:1.443); 17 – *Geranion sanguineae* [*Vicia tenuifolia*, *Inula germanica*] (E:1.523); 18 (a–h) – *Verrucarietea nigriscentis* (H2.121); 19 – *Bolboschoenetalia maritimi* (D1.114).

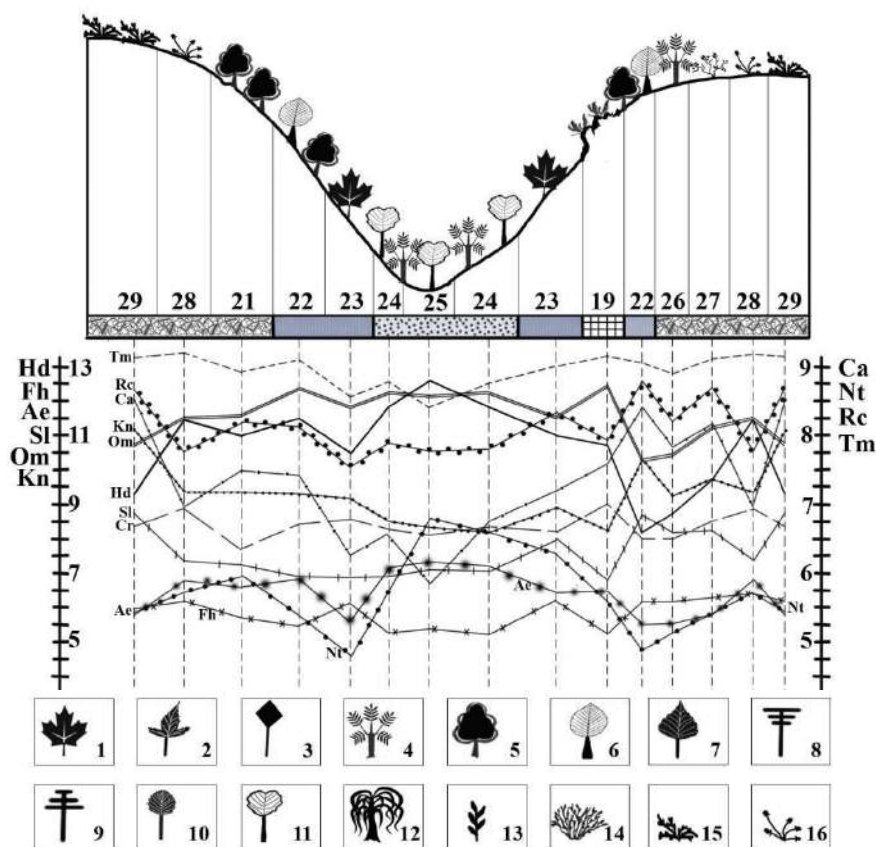


РИСУНОК 2. Розподіл чагарниково-лісових біотопів Донецького лісостепового геоботанічного округу в межах ландшафту.

FIGURE 2. Distribution of shrub-forest biotopes of the Donetsk forest-steppe geobotanical district within the landscape.

Умовні позначення доміантних видів до профілів чагарниково-лісового типу, тут та на рис. 4: 1. *Acer platanoides*; 2. *Acer tataricum*; 3. *Acer negundo*; 4. *Fraxinus excelsior*; 5. *Quercus robur*; 6. *Carpinus betulus*; 7. *Betula pendula*; 8. *Pinus sylvestris* var. *cretacea*; 9. *P. sylvestris*; 10. *Ulmus glabra*; 11. *Alnus glutinosa*; 12. *Salix alba*; 13. *S. acutifolia*; 14. *S. cinerea*; 15. *Caragana frutex*; 16. *Spiraea* sp.

Умовні позначення біотопів на профілі: 21 – G:1.312 Мезоксерофітні термофільні дубові ліси (*Aceri tatarici-Quercion*) байраків Донецького кряжу; 22 – *Tulipo quercetori-Quercetum roboris* (G:1.226); 23 – *Stellario holosteaie-Aceretum platanoidis* (G:1.224); 24 – *Fraxino-Quercion roboris* (G:1.217); 25 – *Alnion incanae* (G:1.133); 26 – Comm. *Acer negundo* + *Fraxinus pennsylvanica* (G:1.241); 27 – *Prunion spinosae* [*Prunus spinosa*, *P. stepposa*] (F:3.211); 28 – *Prunion fruticosae* [*Spiraea hypericifolia*, *S. crenata*] (F:3.321); 29 – *Prunion fruticosae* [*Caragana frutex*] (F:3.314).

В умовах засолення розвиваються угруповання із *Artemisia maritima*, *Juncus gerardi*, *Lolium arundinaceum* subsp. *orientale*, *Tanacetum achilleifolium*. Також наводиться солончакова рослинність *Plantago cornuti*, *Salicornia europaea* та *Suaeda prostrata*, однак їх площа невелика і вони мають вигляд плям (Kotov 1933). Оскільки вода в річках досить мінералізована, вони інколи влітку пересихають, то в угрупованнях прибережно-водної рослинності домінують види, які витримують такі умови (Kotov 1933, Клеоров 1933).

Ліси поширені лише у балках, байраках, а на плакорі були зафіксовані Є.М. Лавренком (1926). Розподіл чагарниково-лісових біотопів нами відображено на профілі (FIGURE 2). Основною лісотвірною породою є *Quercus robur*, а також доміантними першого ярусу можуть виступати *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, а у другому ярусі переважають *Acer campestre*, *A. tataricum*. Характерною особливістю є наявність *Carpinus betulus* (балка Грабова, на схилах балок басейнів р. Макатихи та

р. Глухої), що знаходиться тут в ізольованому ексклаві (Kleopov 1933, Shelyag-Sosonko 1974). Розподіл деревних порід залежить від рельєфу: у верхній частині схилів наявні сухі дуброви (*Quercetea pubescentis*, *Aceri tatarici-Quercion*) з переважанням *Quercus robur* із співдомінуванням *Acer campestre*, *A. tataricum*, *Ulmus minor* subsp. *minor*, нижче по схилу дубові ліси свіжого типу із співдомінуванням *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra* (Onyschenko et al. 2007, Didukh & Pashkevych 2003, Ustymenko & Popovych 1992). Проміжною стадією між лісами та трав'яними угрупованнями є невисокі вторинні зарості з *Acer tataricum* та чагарникові угруповання (*Prunion spinosae*) з *Crataegus* × *fallacina*, *C. rhipidophylla* var. *rhipidophylla*, *Prunus spinosa*, *Rhamnus cathartica*, а також *Crataegus monogyna*, *Euonymus verrucosus*, *E. europaeus*, *Ligustrum vulgare*. На вершинах сформувались угруповання *Prunion fruticosae* (*Caragana frutex*, *Prunus tenella* var. *tenella*, *Spiraea crenata*, *S. hypericifolia*), а по тальвегах – *Sambucus nigra* (Fitsailo 2008, 2017). У верхній частині схилів домінантами трав'яного ярусу лісів виступають *Aegonychon purpureo-caeruleum*, *Dactylis glomerata*, *Melica picta*, нижче – *Rabelera holostea*, а по тальвегах – *Aegopodium podagraria* (Lavrenko 1926, Golgofskaya 1953, 1958, Shelyag-Sosonko 1974). У найнижчих формах рельєфу наявні вільхові ліси (*Alnion incanae*) (Vasylyuk et al. 2018).

У лісах Донецького кряжу дослідники відмічали наявність кримських та балканських флористичних елементів: *Arum orientale*, *Astragalus glycyphylloides*, *Cerastium nemorale*, *Lysimachia verticillaris*, *Physospermum cornubiense*, *Silphiodaucus hispidus*, *Symphytum tauricum*, *Vincetoxicum scandens* (Kleopov 1933, Shelyag-Sosonko 1974).

Сіверськодонецький округ

Середньодонська степова підпровінція включає один Сіверськодонецький округ різнотравно-злакових степів, байрачних дубових лісів та рослинності крейджаних відслонень. Його специфіка полягає саме у наявності своєрідних угруповань томілярного типу, що формуються на виходах крейди крутих схилів.

Сучасна територія Сіверськодонецького округу майже збігається із Старобільським геоботанічним округом Г.І. Білика (1977). Згідно з останнім геоботанічним районуванням (Didukh & Shelyag-Sosonko 2003), на північному заході округ частково межує з Лісостеповою областю по р. Оскол, далі в нижній течії річки – з Самарським лівобережним округом, а на півдні по правому берегу р. Сіверський Донець – з Донецьким лісостеповим округом Понтичної степової провінції. На півночі й сході округ обмежується кордоном із Росією. Характер ландшафтів округу обумовлений відрогами Середньоруської височини, що сформована докембрійськими породами кристалічного Воронезького масиву. Вони, в свою чергу перекриті товщами осадових відкладень девонського, юрського, крейджаного і палеогенового періодів. Особливістю території також є наявність потужних виходів крейджаних порід (Bilyk 1977, Fysunenko & Zhadan 1994). Завдяки цьому на правих піднятих (150–250 м н.р.м.) берегах річок сформувалася строката яружно-балкова система. Такий тип рельєфу належить до денудаційних помірно піднятих форм (Marynych et al. 2007).

Річки округу відносяться до басейну Сіверського Дінця, характеризуються досить високими (до 60 м), крутими (30–35°) правими берегами. Ліві береги пологі (3–7°), нижчі, досягають 30 м заввишки. У долині річок розвинені заплавна, надзаплавна та борова тераси.

Ґрунтовий покрив округу досить строкатий. На плакорних ділянках формуються чорноземні ґрунти, а на схилах, де на поверхню виходить крейда, – рендзини та рендзиноподібні літосолі, що мають назву делювійно-карбонатних. В заплавах значні площі займають чорноземно-лучні і лучні ґрунти різного ступеня засоленості. На аренних ділянках переважають дерново-підзолисті, дерново-піщані і піщано-глинисті ґрун-

ти в комплексі з лучно-чорноземними і лучними ґрунтами. На боровій терасі Сіверського Дінця значні площі займають слабкозадерновані піски. Також для цієї території в невеликій кількості характерні лучно-болотні солонцюваті ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах (Vernander et al. 1951).

Територія округу належить до субконтинентального (субаридного) клімату та характеризується найбільшою континентальністю для степової зони в межах України, з дефіцитом вологи та періодом посухи у серпні-вересні, що характерно для степової зони. Випаровування переважає над опадами, середня кількість яких складає 450–500 мм. Близько 70% опадів випадає в теплу пору року, їхній максимум припадає на липень, коли вони мають характер злив. Незначним є потужність снігового покриву, який досягає лише 16–19 см (Lipinsky et al. 2003). Середня річна температура становить 7–8 °С, середня температура січня коливається в межах від –8 до –6 °С, а липня – від +21 до +22 °С. тривалість безморозного періоду складає 150–170 днів, але навесні та восени нерідко бувають заморозки (Hrytsenko 2004).

Незважаючи на значний відсоток розораних земель (72%) (Burkovskiy et al. 2017, Tkachenko et al. 2009), рослинний покрив відображає зональні особливості і має досить строкатий характер. Розподіл рослинних угруповань за впливом екологічних факторів у межах ландшафту добре ілюструється за допомогою екологічних профілів. Для Сіверськодонецького округу ми побудували 3 профілі, що репрезентують характер диференціації трав'яної (FIGURE 3) та чагарниково-лісової (FIGURE 5) рослинності, а також специфіку яружно-балочних ландшафтів (FIGURE 4).

Степова рослинність збереглася на окремих плакорних ділянках, а також у Стрільцівському степу (Borovyk 2019) і представлена різнотравно-типчакково-ковилловими степами класу *Festuco-Brometea*. На плакорі та у верхній частині степових схилів північної, північно-східної та східної експозицій формуються біотопи різнотравно-злакових степів союзів *Festucion valesiacae* та *Stipion lessingiana* з домінуванням різних видів *Stipa*: *S. capillata* (E:2.211); *S. tirsia*, *S. zalesskyi* Wilensky ex Grossh. (E:2.21); *S. lessingiana* (E:2.218), що чергуються із чагарниковими угрупованнями *Prunion fruticosae* (F:3.314).

В незначних пониженнях рельєфу на плакорних частинах в місцях накопичення делювіальних відкладів зазвичай трапляються різнотравні угруповання *Salvio nemorosae-Festucetum* (E:2.222). В умовах слабого випасу на малопотужних чорноземах відмічені угруповання *Prunion spinosae* (F:3.211), які можуть розглядатися як стадія заростання степів (Didukh et al. 2020) (FIGURE 3).

В пониженнях рельєфу, в нижніх частинах балок, на багатих чорноземних ґрунтах формуються угруповання з домінуванням *Melica transsilvanica* Schur (E1.312), які на дні балок змінюються високотравними мезофітними угрупованнями з домінуванням *Bromus inermis* та *Elymus repens* (E:1.311). На сухих ерозійних схилах балок в умовах змиву ґрунту трапляються угруповання з домінуванням *Thinopyrum intermedium* (E:2.232). В верхніх частинах балок та ярів на деградованих чорноземах поширені низькорослі чагарники *Prunion fruticosae* класу *Rhamno-Prunetea* (FIGURE 4).

На виходах крейдяних порід на схилах балок та в долинах річок переважають томіляри та угруповання петрофітних степів, флора яких багата ендеміками та рідкісними видами (*Artemisia hololeuca*, *Carex pediformis*, *Hedysarum cretaceum*, *Helianthemum canum* s. l., *Hyssopus officinalis* subsp. *montanus*, *Onosma tanaitica*, *Thymus calcareus*, *Scrophularia cretacea* тощо). Типові томіляри союзу *Thymo cretacei-Hyssopetalia cretaceae* (E:4.32) представлені угрупованнями з домінуванням кущиків-хамефітів *Artemisia hololeuca*, *Hyssopus officinalis* subsp. *montanus*, *Pimpinella titanophilla* та *Thymus calcareus* і приурочені до найбільш крутих та змитих схилів (до 45°) (Didukh et al. 2018).

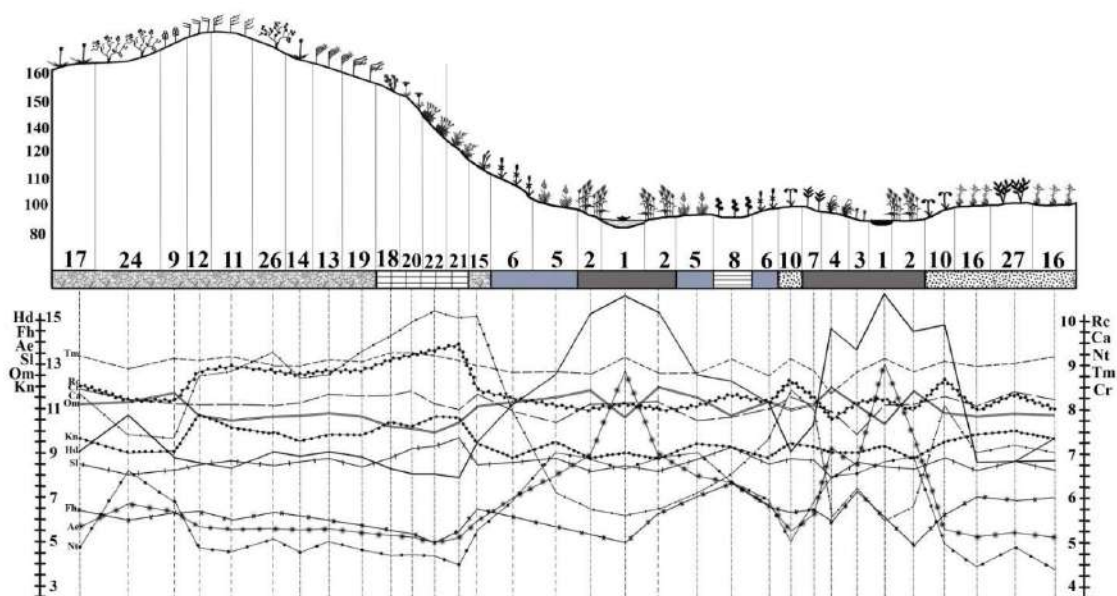


РИСУНОК 3. Розподіл трав'яних біотопів Сіверськодонецького геоботанічного округу в межах ландшафту.

FIGURE 3. Distribution of grassland biotopes of the Siversko-Donets geobotanical district within the landscape.

Умовні позначення до профілю: 1 – *Lemnetea* (C:1.11); 2 – *Phragmition communis* (D:1.111); 3 – *Bolboschoenetalia maritimi* (D:1.114); 4 – *Magnocaricetalia* (D:2.11); 5 – *Deschampsion cespitosae* (E:1.122); 6 – *Arrhenatherion elatioris* (E:1.222) + *Festucetum regalanae* (E:1.434); 7 – comm. *Bromus inermis*, *Elytrigia repens* (E:1.311); 8 – *Scorzonero-Juncetalia gerardi* (E:1.424); 9 – *Geranion sanguinei* (E:1.523); 10 – *Thymo marschalliani-Caricetum praecocis* (E:2.122); 11 – *Festucion valesiaca* [*Stipa capillata*] (E:2.211); 12 – *Festucion valesiaca* [*Stipa tirsia*, *S. zalesskyi*] (E:2.21); 13 – *Stipion lessingiana* [*Stipa lessingiana*] (E:2.218); 14 – *Salvio nemorosae-Festucetum* (E:2.222); 15 – *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae* (E:2.232); 16 – *Festucion beckeri* (E:3.2); 17 – comm. *Melica transylvanica* (E:1.312); 18 – *Centaureo carbonati-Koelerion talievii* (E:4.224); 19 – comm. *Stipa pennata* + *Carex humilis* (E:2.212); 20 – *Euphorbio cretophilae-Thymion cretacei* (E:4.311); 21 – *Pimpinello titanophillae-Artemisietum salsoloides* (E:4.323); 22 – *Thymo cretacei-Hyssopetalia cretaceae* (E:4.321, E:4.322).

Угрупування петрофітних степів союзу *Centaureo carbonatae-Koelerion talievii* (E:4.224) розвиваються на субстраті із помітним вмістом органіки як на більш-менш пологих (до 20°), так і на крутіших схилах (Didukh et al. 2018). На відміну від попередніх угруповань, тут карбонатні породи нерухливі, досить щільні, замість ґрунтового покриву формуються регосоли, а на пологіших та приплакорних ділянках – рендзини. Біля підніжжя крейдяних схилів та в їх нижній частині на делювіальних відкладах подекуди трапляються угруповання з домінуванням *Artemisia salsoloides* та *A. nutans*. Почасти ж в нижній частині схилів поширені ксерофітні угруповання із домінуванням *Festuca valesiaca*, які переходять у сінокісні луки з домінуванням *Lolium pratense* (E:1.222) або субгалофітні луки з домінуванням *L. arundinaceum* subsp. *orientale* (E:1.434) і далі замінюються на заплавні біотопи союзу *Deschampsion cespitosae* (E:1.122).

На лівих берегах річок природна рослинність представлена заплавними луками, а на піщаних терасах – псамофітними угрупованнями. Характерною особливістю рельєфу є незначні пониження з досить високим рівнем ґрунтових вод, що призводить до засолення і формування галофітної рослинності (E:1.424). Там, де в пониженнях вода виходить на поверхню, формуються різні типи прибережно-водних та болотних біотопів: *Phragmition communis* (D:1.111) та *Bolboschoenetalia maritimi* (D:1.114), а біля урізу води ще і осокові угруповання *Magnocaricion elatae* (D:2.111) та *Magnocaricion gracilis* (D:2.112). На підвищених ділянках арени на легких піщаних і супіщаних ґрунтах поширені типові псамофітні угруповання *Festucion beckeri* різного ступеню

трансформованості: від збіднених безрангових угруповань з *Calamagrostis epigejos* та *Secale sylvestre* (E:3.221) до типових псамофітних степів зі *Stipa borysthena*, *Koeleria glauca* s. l., *Festuca beckeri* (E:3.211). Також до цих форм рельєфу приурочені чагарникові угруповання *Artemisio dniproicae-Salicion acutifoliae* (F:5.121). Проміжними між лучними та псамофітними трав'яними біотопами є мезоксерофітні різнотравно-злакові угруповання *Thymo marschalliani-Caricetum praecocis* (E:2.122), які формуються на легких ґрунтах з незначним або середнім вмістом гумусу (Didukh et al. 2020).

Лісова рослинність округу (FIGURE 5) характеризується збідненим синтаксономічним складом. У заплавах річок наявні вербові та тополеві ліси класу *Salicion albae* (G:1.11) та вільхові ліси *Alnion incanae* (G:1.133), а на схилах яружно-балкових систем фрагменти байрачних дібров союзу *Scillo sibericae-Quercion roboris* (G:1.224).

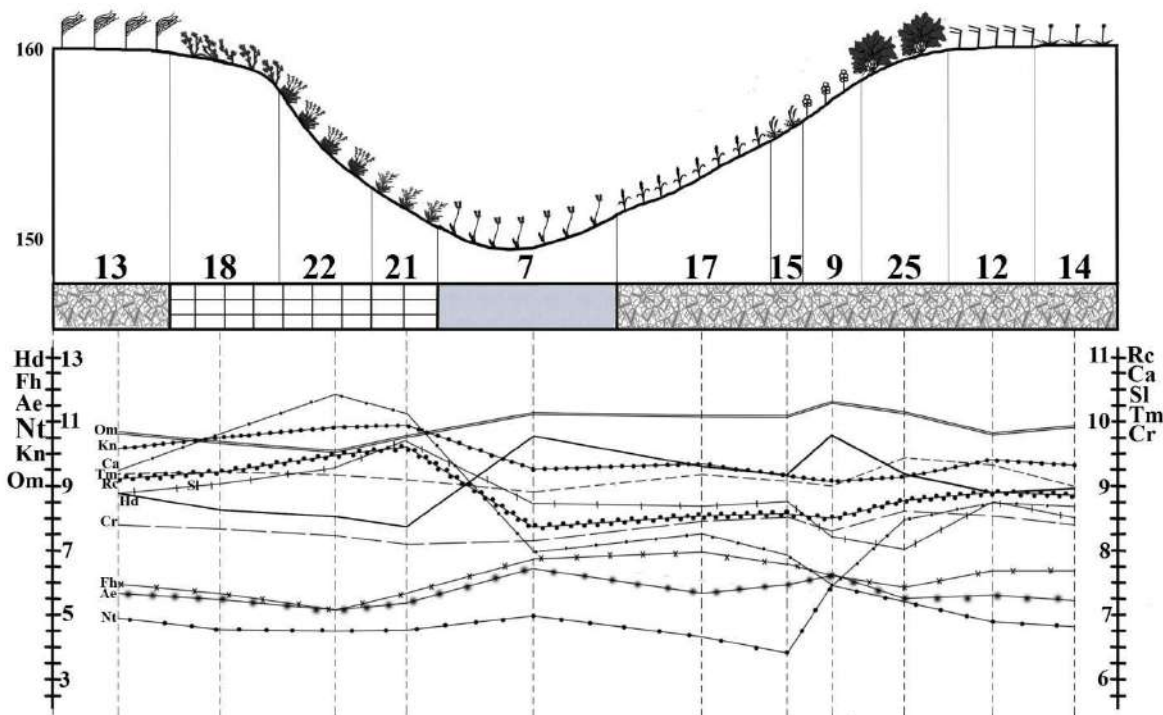


РИСУНОК 4. Еколого-ценотичний профіль лучно-степових біотопів в межах яружно-балочних форм рельєфу.

FIGURE 4. The distribution of meadow-steppe biotopes within the boundaries of the ridge-beam landforms.

Умовні позначення до профілю: 7 – *Bromus inermis*, *Elytrigia repens* (E:1.311); 9 – *Geranium sanguineum* (E:1.523); 12 – *Festucion valesiaca* [*Stipa tirsia*, *S. zalesskyi*] (E:2.21); 13 – *Stipion lessingiana* (E:2.218); 14 – *Salvio nemorosae-Festucetum* (E:2.222); 15 – *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae* (E:2.232); 17 – comm. *Melica transylvanica* (E:1.312); 18 – *Centaureo carbonati-Koelerion talievii* (E:4.224); 21 – *Pimpinello titanophyllae-Artemisietum salsoloides* (E:4.323); 22 – *Thymo cretacei-Hyssopetalia cretaceae* (E:4.32); 25 – *Prunion fruticosae* (F:3.31).

Значну цінність представляють лісові масиви на виходах крейди з домінуванням сосни крейдової (*Pinus sylvestris* var. *cretacea*) (G:2.233). Такі угруповання трапляються у вигляді окремих локалітетів на правому березі Сіверського Дінця в об'єктах природно-заповідного фонду (Національний природний парк «Святі гори», філіалу Українського природного степового заповідника «Крейдова флора») (Vasylyuk et al. 2018). На жаль, раритетні угруповання з домінуванням та за участі *P. sylvestris* var. *cretacea* в значній мірі постраждали через військові дії. На сьогодні ці біотопи потребують ретельного моніторингу та проведення глибинних досліджень в майбутньому,

коли це стане можливо. На узліссях цих лісів трапляються специфічні угруповання з *Stipa pennata* та *Carex humilis* (E:2.212), які характерні і для крутіших крейдяних схилів. На більш-менш пологих схилах на сухих ґрунтах відмічені угруповання *Aceri tatarici-Quercion* (G:1.312), а в пониззі схилів та на підвищених ділянках прируслових гряд – ліси з домінуванням натуралізованих адвентивних видів *Acer negundo* та *Fraxinus pennsylvanica* (G:1.241).

Для лівих низьких берегів контрастність умов спричинена характером залягання ґрунтових вод, які залежно від мікрорельєфу місцями виходять на поверхню. В цілому більша частина території зайнята аренними сосновими лісами штучного походження, що натуралізувалися *Koelerio glaucae-Pinion sylvestris* (G:2.221), які чергуються із вільховими болотами *Alnion glutinosae* (G:1.132) та вербовими болотами-блюдцями *Salicion cinereae* (F:1.212).

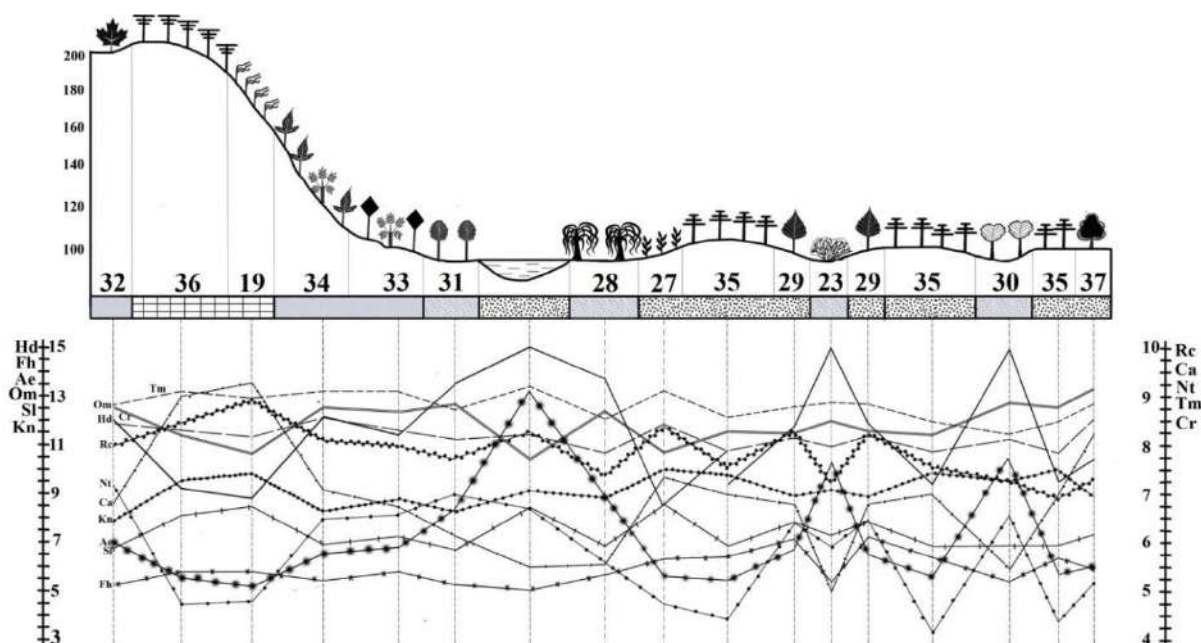


РИСУНОК 5. Розподіл лісових біотопів Сіверськодонецького округу.

FIGURE 5. Distribution of forest biotopes of the Siversko-Donets geobotanical district.

Умовні позначення до профілю: 19 – comm. *Stipa pennata* + *Carex humilis* (E2.212); 23 – *Salicion cinereae* (F:1.212); 27 – *Artemisio dniproicae-Salicion acutifoliae* (F:5.121); 28 – *Salicion albae* (G:1.11); 29 – *Dicrano-Pinion* (G:1.122); 30 – *Alnetea glutinosae* (G:1.132); 31 – *Alnion incanae* (G:1.133); 32 – *Stellario holosteae-Aceretum platanoidis* (G:1.224); 33 – *Fraxino-Quercion roboris* (G:1.217); 34 – *Aceri tatarici-Quercion* (G:1.312); 35 – *Koelerio glaucae-Pinion sylvestris* (G:2.221); 36 – *Erico-Pinetea* (G:2.233); 37 – *Convallario majalis-Quercion roboris* (G:3.111).

На лівому березі р. Сіверський Дінець в межах Національного природного парку «Кремінські ліси» та заказників місцевого значення, розташованих біля нього, трапляються рідкісні угруповання вільхових лісів, занесені до Зеленої книги України. Ці біотопи характерні для притерасних знижень та ділянок виходів ґрунтових вод біля піщаної/борової тераси. Особливого підходу вимагає збереження угруповань озера-стариці з домінуванням *Utricularia minor* та сфагнових боліт-блюдець, які знаходяться тут на південній межі поширення (Chusova & Barsukov 2018, Yarotska 2013). Дуже рідко серед монодомінантних соснових лісів трапляються осередки мішаних дубово-соснових угруповань *Convallario majalis-Quercion roboris* (G:3.111). Біотопи Кремінських лісів відзначаються особливою цінністю в межах східного регіону та України в цілому, зазнали значних втрат через військові дії та потребують пильної уваги науковців у майбутньому.

Відмітимо, що саме соснові та змішані насадження найбільше потерпають від пожеж, спричинених воєнними діями, і на сьогодні значні їх масиви знищені.

Як видно із рисунку (FIGURE 5), найбільші коливання значень по профілю відмічені для таких едафічних факторів, як вологість та аерація ґрунту. Дещо менше змінюються показники вмісту азоту та карбонатів, сольового режиму. Коливання кліматичних показників (кріорежим, омброрежим) є менш помітними. Слід констатувати зміни показників континентальності, найнижчий рівень якої характерний для вільхових лісів, найвищий – для чагарникових угруповань *Artemisio dniproicae-Salicion acutifoliae* (F:5.121).

Синфітоіндикаційний аналіз

На основі фітоіндикаційних показників окремих угруповань нами було розраховано середні значення для синтаксонів (біотопів), а також їхні фонові (реперні) значення для округів (TABLE 1). На основі розробленої методики (Didukh 2023) було розраховано відповідні кліматичні показники.

ТАБЛИЦЯ 1. Фонові (реперні) показники Сіверськодонецького та Донецького лісостепового округів

TABLE 1. Background (benchmark) indicators of Siversko-Donets and Donetsk forest-steppe districts

Фактори/Кліматичні параметри	Сіверськодонецький округ	Донецький лісостеповий округ
	$\bar{x} \pm \sigma$	
Hd	10,33±2,12	9,11±2,18
Fh	6,20±0,64	6,12±0,66
Rc	8,42±0,62	8,38±0,58
Sl	8,24±0,76	8,25±0,64
Ca	7,45±1,80	7,96±0,86
Nt	5,45±0,88	5,22±1,05
Ae	6,41±1,32	5,83±1,23
Tm	9,02±0,31	8,81±0,58
Om	11,24±0,69	10,57±0,79
Kp	9,47±0,68	9,70±0,74
Cr	8,24±0,24	8,09±0,34
Lc	7,35±0,75	7,26±0,82
Сер.річ.Т ⁰ С	8,6	8,4
ФАР МДж/м ²	1835,36	1654
Активна вегетація, діб	167,3	165
Т ⁰ С січня	-4,74	-5,21
Омброрежим Де-Мартона(Ідм)	27,99	25,4
Континентальність Горчинського (Іг)	29,81	30,4
Індекс ГТК Селянінова	1,05	0,91

Примітки: \bar{x} – середнє значення бальних показників екофакторів, σ – квадратичне відхилення.

Notes: \bar{x} – mean value of indicators of ecofactors, σ – quadratic deviation (SD).

Хоча розраховані кліматичні дані для двох округів дещо відрізняються від даних метеостанцій (повітря), але досить добре характеризують особливості кліматичних умов і вони близькі між собою. Однак, якщо порівнювати максимальні чи мінімальні значення, то їх відхилення ширші, що зумовлено специфікою угруповань, які впливають на мікроклімат (FIGURE 6).

Як видно із наведених даних (TABLE 1, FIGURE 6), амплітуди екофакторів Сіверськодонецького округу ширші за амплітуди Донецького через те, що до першого включено заплаву Сів. Донця, на якій представлений комплекс гідрофітних угруповань. При цьому показники термо-, омбро- кріорежиму для південнішого Донецького лісостепового округу нижчі, а показники континентальності – вищі. Така інверсія зумовлена більшими висотами та характером розчленування рельєфу Донецького краю.

Детальніший аналіз наземних біотопів (APPENDIX 1) свідчить, що за показниками вологості (Hd) найбільш вологими (14,0–16,0) є обводнені біотопи (F:1.212, G:1.132), а найсухішими (7,8) – карбонатні угруповання з *Artemisia nutans*. За змінністю зволоження (Fh) найвищі показники (7.7) мають заплавні засолені луки (E:1.424), тоді як найнижчі (4,9) – угруповання *Galietalia veri* (E:1.322). Відповідно до показників кислотності (Rc) лужні ґрунти (9,8) характерні для томілярів (E:4.32), що формуються на виходах крейдяних порід, а найнижчі значення (7,1) відмічаються під болотними чагарниками *Salicion cinereae* (F:1.212). Для угруповань з *Artemisia nutans* та засолених степів *Scorzonero-Juncetalia gerardi* характерні найвищі (9,5) показники засоленості ґрунтів (Sl), в той час як найнижчі відмічаються в листяних лісах *Scillo sibericae-Quercion roboris* (G:1.224).

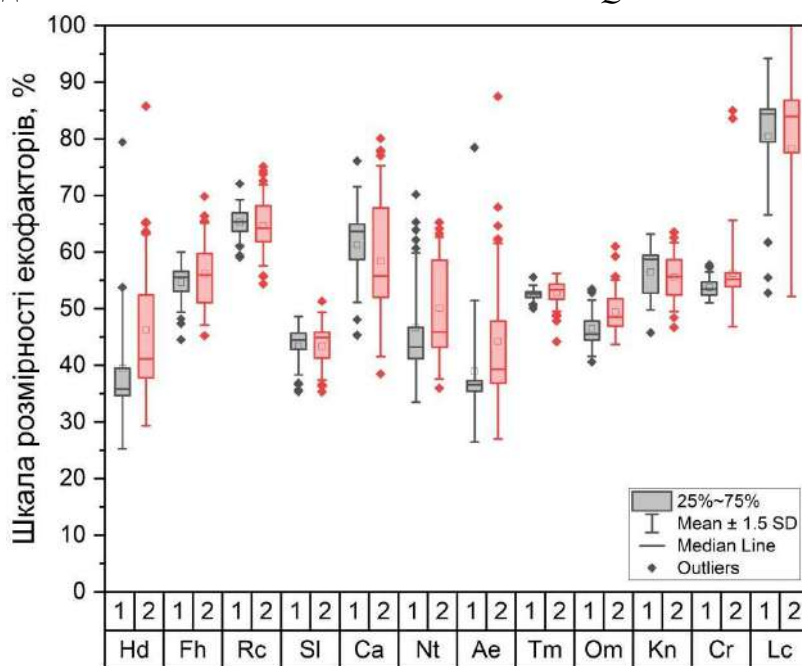


РИСУНОК 6. Екологічні амплітуди екофакторів рослинних угруповань (біотопів) в межах геоботанічних округів: 1 – Донецький; 2 – Сіверськодонецький.

FIGURE 6. Ecological amplitudes of the ecological indicator values for plant communities (biotopes) within geobotanical districts: 1 – Donetsk; 2 – Siversko-Donets.

Найвищий (10,4) вміст карбонатів у ґрунті (Ca) характерний для типових томілярів на крейдяних відслоненнях Середньоруської височини (E:4.32), а найнижчий (5,0) – для обводнених чагарникових (F:1.212) та деревних (G:1.11) біотопів. За вмістом нітрогену (Nt) листяні ліси *Scillo sibericae-Quercion roboris* та степові чагарники *Prunio spinosae* (F:3.211) характеризуються найвищими (7.2) показниками, а найнижчими (4,3) – соснові ліси на легких ґрунтах *Koelerio glaucae-Pinion sylvestris* (G:2.221) та піщані степи зі *Stipa borysthena* (E:3.2). За показниками аерації (Ae) найменш аеро-

вані ґрунти характерні для заплавних вербняків (9,94) з *Salix aurita* L., а найбільш щільними (5,1) є літосолі під угрупованнями томілярів (E:4.32). За показниками термоклімату найбільш теплолюбивими (9,4) є петрофітні степи *Centaureo carbonati-Koelerion talievii* (E:4.224), а найбільш холодостійкішими (8,1) – вільхові заболочені ліси *Alnetea glutinosae* (G:1.132). Так само для прирічкових ценозів *Alnetea glutinosae* характерні найвищі (12,8) показники вологості повітря (Om), а найбільш пристосованими до малої кількості опадів (10,1) є томіляри на крейді (E:4.32). За показниками континентальності (Kn) для томілярів характерні найвищі значення (10,8), а от найнижчі (7,9) – для листяних лісів *Scillo sibericae-Quercion roboris*. За показниками кріоклімату (Cr) найбільше (8,6) може промерзати дерново-піщані ґрунти під угрупованнями *Galietales veri* (E:1.322), а найменше (7,7) мулисті ґрунти під галофітними угрупованнями *Juncion gerdii* (E:1.424) та *Bolboschoenetalia maritimi* (D:1.114). Найбільш освітленими (Lc) є розріджені відкриті томіляри (8,2), а найбільш затіненими (4,7) – листяні ліси *Scillo sibericae-Quercion roboris*. Із наведеного переліку видно, що найчастіше екстремальні середні значення характерні з одного боку для томілярних угруповань на сухих крейдових схилах, а з іншого – для тінистих лісів неморального типу та заболочених чагарників.

Крім того, була розрахована залежність між зміною показників окремих факторів (FIGURE 7). На рисунках наведені графіки лише тих залежностей, що мають лінійний характер та високу (більше 0,5) ступінь кореляції.

Привертає увагу той факт, що зміна едафічних факторів не залежить від показників термо- та кріорежиму. Але в умовах аридного клімату степової зони простежується чітка (>0,4) кореляція між показниками омброрежиму та континентальності по відношенню як до вмісту хімічних сполук в ґрунті (засолення та вміст карбонатів), так і показників вологості, аерації ґрунту та вмісту у ньому мінеральних форм азоту. Натомість, кислотність ґрунту таких ознак кореляції, окрім як із засоленням, не проявляє. Чим вища континентальність і аридність клімату, тим вища засоленість і вплив карбонатності ґрунту на рослинний покрив. Останнє є дуже важливим, бо, здавалося б на виходах карбонатів Середньоруської височини цей фактор не повинен спрацьовувати. Але така залежність якраз і підтверджує той факт, що саме в умовах степового аридного клімату ми спостерігаємо наявність своєрідних томілярних угруповань (*Helianthemo-Thymetea*). Саме тут формуються відповідні умови для домінування високоспеціалізованих хамефітів, на відміну від крейдових відслоненнях в західніших гумідних регіонах.

Слід також відмітити відсутність кореляції будь-яких факторів із показниками змінності зволоження, що різко контрастує із показниками степового Криму (Didukh et al. 2023). Пояснюємо ми це специфікою рельєфу регіону, де на диференціацію його рослинності змінності зволоження не впливає так, як на приморських солончаках чи в грязевих вулканах.

ВИСНОВКИ

У статті відображено специфіку розподілу рослинних угруповань залежно від екологічних умов ландшафтів східної частини степової зони України. Синтаксономічна специфічність Донецького лісостепового округу полягає у наявності значних екскавів неморальних лісів (*Scillo sibericae-Quercion roboris*), а також значної різноманітності лісових угруповань – від перезволожених (*Alnion glutinosae*) до сухих (*Quercetea pubescentis*). Специфічність Сіверськодоонецького округу характеризується наявністю широкого спектру томілярних угруповань (*Thymo cretacei-Hyssopetalia cretaceae*) та локалітетів крейдових борів (*Erico-Pinetea*). Встановлено, що лучна рослинність округів характеризується вищим ступенем засоленості, ніж у Лісостеповій зоні.

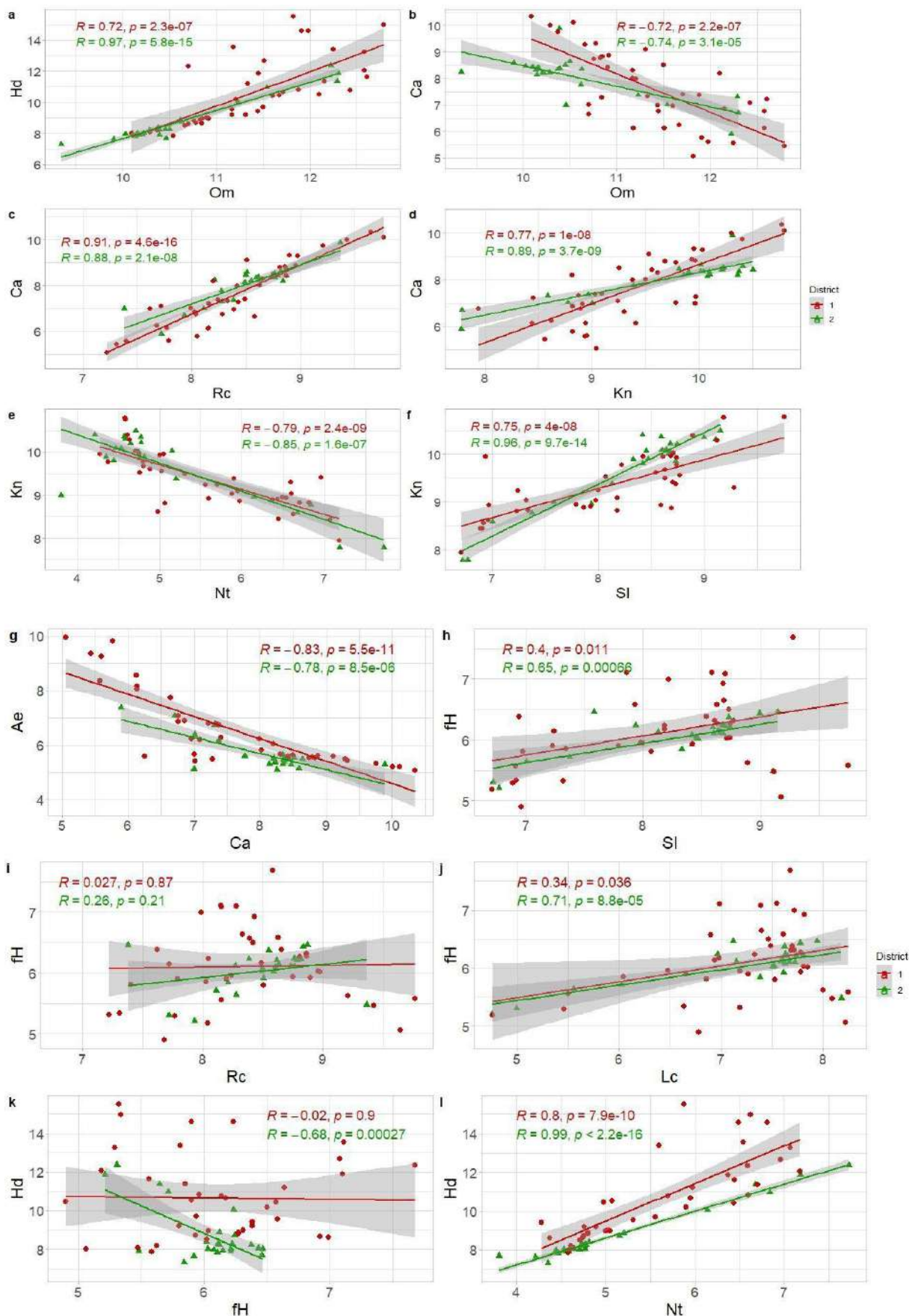


РИСУНОК 7. Графіки кореляційної залежності між показниками екофакторів.

FIGURE 7. Correlation between Ecological Indicator Values.

Умовні позначення: 1 – Донецький геоботанічний округ; 2 – Сіверськодонецький геоботанічний округ.

В умовах аридного клімату простежується чітка кореляція між зміною показників омброрежиму та континентальності клімату по відношенню як до хімічних характеристик (засолення, вмісту карбонатів та азотних сполук) ґрунту, так і фізичних (вологість, аерація), натомість термо- та кріорежим не мають диференціюючого значення у межах ландшафту. На основі аналізу фітоіндикаційних даних доведено інверсивність кліматичних показників, коли середньорічні температури та пов'язані з ними характеристики Донецького лісостепового округу нижчі, ніж північнішого Сіверськодонецького. Це обумовлено висотними особливостями Донецького кряжу та характером членування рельєфу.

Отримані дані важливі в аспекті подальшої оцінки пошкоджень та втрат біотопів у результаті воєнних дій, які безпосередньо ведуться на даній території, з метою репарації відшкодувань. Особливо актуальним є оцінка збитків лісових екосистем, зокрема унікальних крейдових борів, які за нашими пропозиціями були включені до Резолюції 4 Бернської конвенції (G3.4G *Pinus sylvestris* forest on chalk in the steppe zone) (Kuzemko et al. 2018). Вже проведені дослідження створюють фундамент для розробки програм відновлення біотопів Східної України, а також надання рекомендацій з екологічного менеджменту та ведення лісового господарства, враховуючи вразливість угруповань та їх здатність до ревіталізації. Ще більшої актуальності набуває прогнозування можливо-го розвитку рослинного покриву, що посилюється впливом кліматичних змін.

Подяки

Дослідження здійснено у рамках виконання у рамках конкурсної тематики НФД України «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди»: «Геоінформаційна система з просторового оцінювання деградації довкілля України внаслідок російської агресії» (N 2022.01/0121) та програмно-цільової конкурсної тематики НАН України КПКВК 6541230 «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень»: «Оцінка впливу воєнних дій на трансформацію наземних природних екосистем з використанням модельних груп видів-біоіндикаторів та моніторинг чужорідних видів у флорі та фауні як складової забезпечення біологічної безпеки України.

REFERENCE

- Bilyk, H.I. (1977). *Yevropeisko-Aziiska stepova oblast*. In: Neobotanichne rayonuvannya Ukrainskoi RSR. Kyiv: Naukova dumka, 195–262 p. (in Ukrainian)
- Borovyk, L.P. (2019). Current state of the vegetation cover of the Striltsivskiyi steppe (Luhansk Natural Reserve). *Biosphere Reserve «Askania Nova» Reports* 21: 37–46. (in Ukrainian)
- Burkovskiyi, O.P., Vasyliuk, O.V., Yeromin, V.O. & Kolomytsev, H.O. (2017). *Steppe landscapes of Donetsk and Luhansk regions* (educational popular science edition). Kyiv, 40 p. (in Ukrainian)
- Chusova, O.O. & Barsukov, O.O. (2018). New information about sphagnum marshes on the southern border of distribution. *Advances in Botany and Ecology – 2018: proceedings of International Conference of Young Scientists, Kyrylivka, September 3–4, 2018*: 57. (in Ukrainian)
- Didukh, Ya.P. (2011). *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre, 176 p. (in Ukrainian)
- Didukh, Y., Chusova, O. & Demina, O. (2018). Syntaxonomy of chalk outcrop vegetation of the order *Thymocretacei-Hyssopetalia cretacei*. *Hacquetia* 17: 85–109. <https://doi.org/10.1515/hacq-2017-0013>
- Didukh, Ya.P. & Budzhak, V.V. (2020). *A program for automating the process of calculating indicator values of environmental factors: methodical recommendations*. Chernivtsi: Yu. Fedkovych ChNU, 40 p. (in Ukrainian)
- Didukh, Ya.P., Borsukevych, L.M., Davydova, A.O., Dzyuba T.P. & Dubyna D.V. (2020). *Biotopes of the steppe zone of Ukraine*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Druk Art, 391 p. (in Ukrainian)
- Didukh, Ya.P. (2023). World of plants of Ukraine in aspect of the climate change. Kyiv: Naukova Dumka, 202 p.
- Didukh, Ya.P., Kolomiychuk, V.P. & Rosenblit, Yu.V. (2023). Topological structure of biotopes of the Crimean plain. *Biosphere Reserve «Askania Nova» Reports* 25: 31–44. (in Ukrainian)
- Didukh, Ya.P. & Pashkevych, N.A. (2003). Ecological regularities of vegetation districtional in the National Park «Sviati Hory». *Ukrainian Phytosociological Collection*. Ser. S. 1 (20): 83–98. (in Ukrainian)
- Didukh, Ya.P. & Sheliag-Sosonko, Yu.R. (2003). A geobotanical zoning of Ukraine and adjacent territories. *Ukrainian Botanical Journal* 60 (1): 6–17.

- Dryuchenko, M.M. (1946). *Selskokhozyaystvennoe ispolzovanie i agrolesomelioratsiya Pridonetskikh peskov*. In: Ukrainskiy nauchno-issledovatel'skiy institut agrolesomelioratsii i lesnogo khozyaystva. Nauchnyi otchet za 1946 g. Kiev-Kharkov, 66–118 p. (in Ukrainian)
- Dubyna, D.V., Dziuba, T.P., Iemelianova, S.M., Bagrikova, N.O., Borysova, O.V., Borsukevych, L.M., Vynokurov, D.S., Gapon, S.V., Gapon, Yu.V., Davydov, D.A., Dvoret'skiy, T.V., Didukh, Ya.P., Zhmud, O.I., Kozyr, M.S., Konishchuk, V.V., Kuzemko, A.A., Pashkevych, N.A., Ryff, L.E., Solomakha, V.A., Felbaba-Klushyna, L.M., Fitsailo, T.V., Chorna, H.A., Chorney, I.I., Shelyag-Sosonko, Yu.R., Iakushenko, D.M. (2019). *Prodrome of the Vegetation of Ukraine*. K.: Naukova Dumka, 782 p. (in Ukrainian)
- Fitsailo, T.V. (2008). The syntaxonomy of shrubs vegetation (klass *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Carb. 1961) in Proval'ski Step section of the Luganski Nature Reserve. *Biosphere Reserve «Askania Nova» Reports* **10**: 74–85. (in Ukrainian)
- Fitsailo, T.V. (2017). Ecology of diagnostic species of *Rhamno-Prunetea* class. *Ukrainian Botanical Journal*. **74** (3): 263–275. (in Ukrainian)
- Fysunenko, O.P. & Zhadan, V.Y. (1994). *Pryroda Luhanskoi oblasti*. Luhansk: Luhanska oblasna typhrafiya, 232 p.
- Golgofskaya, G.F. (1953). O roste duba v bayrachnykh lesakh v zavisimosti ot tipa lesa. *Doklady AN SSSR* **88** (2): 345–347. (in Russian)
- Golgofskaya, K.Yu. (1958). *Tipy bayrachnykh lesov rayona Derkuls'koy NII stantsii*. Trudy Instituta lesa AN SSSR **39** (1): 5–82. (in Russian)
- Hennekens, S.M. & Schaminée, J.H.J. (2001). TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* **12** (4): 589–591.
- Hoisia, M.I. & Perelet, N.A. (2003). Fotosyntetychno-aktyvna radiatsiia. *Klimat Ukrainy*. Kyiv: Vydavnytstvo Raievs'koho, 65–68 p. (in Ukrainian)
- Hrytsenko, A.V. (2004). *Ecological atlas of Luhansk region*. Luhansk, 167 p. (in Ukrainian)
- Kavaleridze, V. (1929). *Poperedniy narys pro grunty Stalinskoi okruhy*. Kyiv, 55 p. (in Ukrainian)
- Kleopov, Yu.D. (1929). Roslynnist Stalinskoi okruhy. *Korotkyi poperedniy narys. Vyp. 4. Materialy doslidzhennya gruntiv Ukrainy*. Kyiv, 56–62 p. (in Ukrainian)
- Kleopov, Yu.D. (1933). Roslynnne vkrytyta pivdenno-zakhidnoi chastyny Donetskoho kryazha (kol. Stalinska okruha). *Visnyk Kyivskoho botsadu* **15** (1): 1–248. (in Ukrainian)
- Kleopov, Yu. & Lavrenko, Ye. (1933). Suchasnyi stan klasyfikatsii ukrainskykh stepiv. *Zhurnal biobotanichnoho tsykladu VUAN* **5-6**: 7–23. (in Ukrainian)
- Kondratyuk, E.N., Burda, R.I., Chuprina, T.T. & Khomyakov, M.T. (1988). *Luhansk State Reserve*. Kiev. Naukova dumka, 188 p. (in Russian)
- Kotov, M.I. (1933). Zaslennnye pochvy Donbassa i ikh rastitelnost. *Priroda* **8-9**: 97–98. (in Russian)
- Kuzemko, A.A., Didukh, Ya.P., Onyschenko, V.A. & Sheffer, Ya. (eds). (2018). National habitat catalogue of Ukraine. Reds. A.A. Kyiv, FOP Klymenko Yu.Ya., 442 p. (in Ukrainian)
- Lavrenko, Ye.M. (1926). Lesa Donetsekogo kryazha. *Pochvovedenie* **3-4**: 49–66. (in Russian)
- Lavrenko, Ye.M. (1930). Materialy do detalnoi heobotanichnoi rayonizatsii Ukrainy. *Visnik prikladnoi botaniki* **5-6**: 83–99. (in Ukrainian)
- Lavrenko, Ye.M. (1940). *Stepi SSSR. Rastitelnost SSSR. T.2*. Moskow-Leningrad: AN SSSR, 265 s. (in Russian)
- Lavrenko, Ye.M. (1947). Evraziatskaya stepnaya oblast. In: *Geobotanicheskoe rayonirovanie SSSR*. Moskva-Leningrad: AN SSSR, 167–198. (in Russian)
- Lavrenko, E.M., Karamyisheva, Z.V. & Nikulina, R.I. (1991). Steppes of Eurasia. Nauka, 146 s. (in Russian)
- Lipinsky, V.M., Dyachuk V.A. & Babichenko, V.M. (2003). *The climate of Ukraine*. Kyiv, 343 p. (in Ukrainian)
- Makhov, G. (1926). Pochvy Donetskogo kryazha. *Pochvovedenie* **3-4**: 1–24.
- Marynych, O.M., Parkhomenko, H.O., Petrenko, O.M. & Shyshchenko, P.H. (2003). The improved scheme of physical and geographical zoning of Ukraine. *Ukrainian Geographical Journal* **1**: 16–21.
- Marynych, O.M., Pashchenko, V.M., Petrenko, O.M. & Shyshchenko, P.H. (2007). Landscapes. *National Atlas of Ukraine*. Kyiv: DNVP «Kartographia»: 222–224. (in Ukrainian)
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., Gavilán García, R., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F.J.A., Bergmeier, E., Santos Guerra, A., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J.H.J., Lysenko, T., Didukh, Y.P., Pignatti, S., Rodwell, J.S., Capelo, J., Weber, H.E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S.M. & Tichý, L. (2016). Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science* **19** (1): 1–783.
- Oksanen, J (2022). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-2. Available from: <https://cran.r-project.org/package=vegan>.
- Onyschenko, V.A., Diakova, O.V. & Karpenko, Yu.O. (2007). Forest vegetation of Teplinska Dacha and Mayatska Dacha forests (national nature park «Svyaty Hory»). *Chornomorski Botanical journal* **3** (2): 88–99. (in Ukrainian)
- Oleksiyenko, M.I. (1936). Roslynnist vidslonen i kam'yanistykh stepiv Horlivskoho rayonu v Donbasi. *Uchenni zapysky Kharkivskoho derzhavnogo universytetu* **4**: 99–128. (in Ukrainian)
- Preobrazhenskiy, V.S. (1959). *Ocherki prirody Donetskogo kryazha*. Moskva: AN SSSR, 199 s.
- Roleček J., Tichý, L., Zelený, D. & Chytrý, M. (2009). Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science* **20**: 596–602. <https://doi.org/10.1111/J.1654-1103.2009.01062.X>

- Rybchenko, L.S. (2007). Radiation regime change under the current drought in Ukraine. *Ukrainskyi Geografichnyi zhurnal* **1**: 14–19. (in Ukrainian)
- Shelyag-Sosonko, Yu.R. (1974). *Lisy formatsii duba zvychaynoho na terytorii Ukrainy ta yikh evolyutsiya*. Kyiv: Naukova dumka, 240 p. (in Ukrainian)
- Tichý, L. (2002). JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* **13**: 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Tkachenko, V.S., Didukh, Ya.P., Henov, A.P., Dudka, I.O., Vasser, S.P., Boyko, M.F., Vyetrova, Z.I., Navrotska, I.L., Partyka, L.Ya., Heluta, V.P., Smyk, L.V., Tykhonenko, Yu.Ya., Merezhko, T.O., Burdyukova, L.I. & Soldatova, I.M. (1998). *Ukrainskyi pryrodnyi stepovyi zapovidnyk. Roslynniyi svit*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 280 p. (in Ukrainian)
- Tkachenko, V.S., Borovyk, L.P., Sova, T.V. & Lysenko, G.M. (2009). Vegetation structure of a widening plot of "Striltsivsky step" (Lugansk region, Ukraine). *Biosphere Reserve «Askania Nova» Reports* **11**: 35–47. (in Ukrainian)
- Ustymenko, P.M., & Popovych, S.Yu. (1992). Rastytelnost proektyruemoho Slavianohorskoho natsyonalnogo parka y zonyrovanye eho terrytoryy. *Bulletin of the Main Botanical Garden* **164**: 76–81. (in Ukrainian)
- Vasylyuk, O.V., Spinova, Yu.O., Sadogurska, S.S., Bronskova, O.M., Kazarinova, G.O., Bronskov, O.I., Honcharov, G.L., Chusova, O., Yarotska M.O., Kuzemko A.A., Vashenyak Yu.A., Shcherba Yu., & Zalevskiy, V.D. (2018). *Smaragdova merega Donetskoï oblasti*. Kharkiv: PJSC Kharkivska knyzhkova fabrika «Globus», 104 p. (in Ukrainian)
- Vernander, N., Godlin, M., Sambur, G. & Skorina, S. (1951). *Soils of the USSR*. 326 p. (in Russian)
- Wickham, H. (2016). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Available from: <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- Yarotska, M.O. (2013). Research of floristic and phytocoenotical diversity in the forests of Severtskiy Donets river valley. *Biological Bulletin MDPU* **3** (6): 147–165. (in Ukrainian)
- Yarotska, M.O. & Yarotsky, V.Yu. (2022). Istoriia doslidzhen roslynnoho pokryvu Kreminskykh lisiv. *Pryrodnychi nauky: proiekty, doslidzhennia, perspektyvy: materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, DZ «Luhanskyi natsionalnyi universytet imeni Tarasa Shevchenka»*, Kyiv, 2022: 98–103. (in Ukrainian)
- Zubov, A.O. (2022). Metodychni ta praktychni pidkhody do otsinky ploshchi zemel, shcho zabrudnyuyutsya vnaslidok eroziyi poverkhni porodnykh vidvaliv hirnychodobuvnykh pidpryemstv. *Tavriyskyi naukovyi visnyk* **128**: 359–368. (in Ukrainian)
- Zubova, L.G., Zubov, A.R., Zubov, A.A., Kharlamova, A.V., Vorobyev, S.G., Makarishina, Yu.I., & Buniachenko, V.V. (2015). *Waste dumps*. Lugansk: Noulidzh, 712 p. (in Ukrainian)
- Végétaux fossils du terrain carbonifère du bassin du Donetz. I. Lycopodiales. *Mémoires du Comité Géologique*. Nouvelle série **13**: 80–126.
- Zyman, S.M., Ivashyn, D.S. & Chupryna, T.T. (1973). Pro zminu aspektiv stepovoi roslynnosti na Donetskomu kryazhi. *Introduktsiya ta eksperymentalna ekolohiya roslyn* **2**: 52–58. (in Ukrainian)

РЕЗЮМЕ

Дідух, Я.П., Чусова, О.О., Розенбліт, Ю.В., Яроцька, М.О. (2024). Топологічна диференціація рослинного покryву східних регіонів України в Степовій зоні. *Чорноморський ботанічний журнал* 20 (4): 390–409. doi: 10.32999/ksu1990-553X/2024-20-4-3

В роботі оцінено особливості ландшафтного розподілу рослинних угруповань відповідно до екологічних умов у східних регіонах України в степовій зоні. Лісова рослинність на дослідженій території загалом характеризується значним біотопічним різноманіттям в широкому екологічному спектрі – від заболочених вільхових *Alnion glutinosae* до сухих термофільних дубових лісів (*Quercetea pubescentis*). У межах Донецького лісостепового геоботанічного округу наявно багато екскавів мезофітних лісів, які поширені в балках, ярах і частково на плакорах. Водночас, специфіка Сіверськодонецького округу полягає у наявності локалітетів крейдових борів, що включені до Резолюції 4 Бернської конвенції (G3.4G *Pinus sylvestris* forest on chalk in the steppe zone). Лучна рослинність досліджуваних регіонів характеризується загалом вищим ступенем засолення, ніж у лісостеповій зоні. Степова рослинність Донецького округу відрізняється більшою мезофітністю та вертикальною поясністю, в межах якої можна виділити лісостеповий тип, північні різотравно-типчакково-ковиллові степи та південні різотравно-типчакково-ковиллові степи. Для Сіверськодонецького округу типовими є угруповання крейдових відслонень, для яких характерна адаптованість до екстремальних умов та сильна ксерофітізація. Результати синфітоіндикаційного аналізу показали, що едафічні фактори мають значний вплив на диференціацію рослинного покryву, натомість показники температурного режиму та морозостійкості не мають диференціуючого значення в межах ландшафту. На основі фітоіндикаційного аналізу доведено інверсійність кліматичних показників. Середньорічні температури та пов'язані з ними характеристики Донецького лісостепового округу нижчі, ніж у більш північному Сіверсько-Донецькому, це обумовлено висотними особливостями Донецького кряжу та характером його рельєфу.

Ключові слова: Донецький лісостеповий геоботанічний округ, Донецький кряж, Сіверсько-Донецький геоботанічний округ, рослинність, ландшафтний розподіл.

ДОДАТОК 1

Амплітуди екологічних факторів рослинних угруповань на території дослідження

APPENDIX 1

Amplitudes of the ecological indicator values for plant communities in the study area

