УДК 502.4; 502.7; 574.3; 581.55 DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2026.370812

ОЦІНКА АЛЬФА-БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «КАРМЕЛЮКОВЕ ПОДІЛЛЯ»

О.В. Мудрак[1], А.П. Магдійчук[2], Г.В. Мудрак[3], А.Л. Щерблюк[4], Д.О. Мудрак[4], В.С. Корольчук[1]

[1] КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» (м. Вінниця, Україна)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: 0000-0002-1776-6120
e-mail: korolchuk.vitos@gmail.com; ORCID: 0009-0003-4089-8986
[2] Хмельницький національний університет (м. Хмельницький, Україна)
e-mail: mahdiichuk@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6719-2148
[3] Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)
e-mail: galina170971@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1319-9189
[4] Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: alina.shcherbliuk@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1606-4554
e-mail: dima.mudrak.2001@gmail.com; ORCID: 0009-0008-1535-7471

У статті висвітлено результати досліджень альфа-біорізноманіття лісових екосистем на території національного природного парку «Кармелюкове Поділля». Визначено, що біорізноманіття є одним із ключових показників стану екосистем, що забезпечує їхню стійкість, продуктивність та здатність до саморегуляції. В умовах кліматичних змін та антропогенного навантаження актуальним є комплексний моніторинг видового складу й структури лісових екосистем. Обґрунтовано застосування інтегральних показників для кількісного аналізу рослинних угруповань, зокрема оцінки рівномірності та домінування видів у їхніх межах. Визначено роль лісових фітоценозів як складних багатокомпонентних систем, в яких взаємодія деревного ярусу і трав'яного покриву формує структурну організацію та забезпечує стійкість екосистем. Опрацьовано сучасні підходи до оцінки біорізноманіття, зокрема використання індексів альфа-різноманіття, які дають можливість комплексно охарактеризувати видове багатство флори, рівномірність розподілу і ступінь домінування видів. Визначено доцільність застосування індексів Шеннона, Сімпсона, Пієлу, Макінтоша і Бергера–Паркера як інформативних показників структурної організації фітоценозів у контексті охоронних екосистем. Здійснено оцінку альфа-біорізноманіття в межах пробних площ, закладених у різних природоохоронних науково-дослідних відділеннях парку. Визначено показники видового різноманіття для деревного і трав'яного ярусів, що допомогло здійснити порівняльний аналіз досліджуваних ділянок. Встановлено, що значення індексу Шеннона варіюють у межах 1,46–1,70, Сімпсона — 0,71–0,78, Пієлу — 0,73–0,81, Макінтоша — 0,46–0,54, Бергера-Паркера — 2,33–2,82, що відображає особливості структурної організації досліджуваних рослинних угруповань. Додатково використано методи геоінформаційного аналізу і дистанційного зондування для оцінки динаміки змін лісових екосистем. Виявлено відмінності просторової організації лісових фітоценозів, залежно від функціонального зонування території і рівня антропогенного впливу. Отримані результати підтверджують ефективність застосування індексів альфа-біорізноманіття як інструменту оцінки стану екосистем і можуть бути використані для наукового обґрунтування заходів збереження біорізноманіття в межах природоохоронних територій.

Ключові слова: *інтегральні показники біорізноманіття, індекс Шеннона, лісові фітоценози, екологічна мережа, Східне Поділля.*

ВСТУП

Видове різноманіття флори є ключовим об'єктом сучасних екологічних досліджень, оскільки безпосередньо визначає стабільність, функціонування і продуктивність екосистем. У цьому контексті вагоме місце займають лісові екосистеми як складні й багатокомпонентні природні системи.

© О.В. Мудрак, А.П. Магдійчук, Г.В. Мудрак, А.Л. Щерблюк, Д.О. Мудрак, В.С. Корольчук, 2026

Лісові екосистеми відіграють важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги, збереженні біорізноманіття та забезпеченні широкого спектра екосистемних послуг. Особливе значення у формуванні лісових фітоценозів має взаємодія деревного ярусу та трав'яного покриву, яка забезпечує структурну цілісність екосистем через формування просторової неоднорідності, водного режиму та ґрунтові характеристики [1–3].

В умовах кліматичних змін і зростання антропогенного навантаження, особливої актуальності набуває моніторинг стану лісових екосистем, спрямований на оцінку їхнього видового складу, структурної організації та функціональних характеристик. Сучасні підходи до досліджень фітоценозів ґрунтуються на поєднанні різних підходів, зокрема поєднання дистанційного зондування, математичного моделювання та аналізу інтегральних показників, що дають можливість кількісно оцінити структуру рослинних угруповань, визначити просторову неоднорідність біогеоценотичного покриву, ступінь його трансформації, реакцію на зміну екологічних умов досліджуваної території [4–6].

Серед сучасних підходів кількісної оцінки стану екосистем, важливе місце займає оцінка альфа-біорізноманіття. Цей показник є інформативним для характеристики структури фітоценозів і рівномірності розподілу особин між видами в межах угруповань, що дає змогу зробити висновок щодо рівня стабільності та стійкості досліджуваних екосистем.

Індекси домінування, такі як Сімпсона, Макінтоша і Бергера–Паркера, кількісно визначають розподіл чисельності між видами, тоді як коефіцієнти Пієлу, Шеннона-Вінера, Джині і Камарго оцінюють рівномірність рослинних угруповань та рівень екологічного домінування. Це допомагає комплексно оцінити структуру фітоценозів, виявити домінування окремих видів і визначити ступінь стабільності екосистем [7; 8].

Питання оцінки альфа-біорізноманіття лісових фітоценозів у межах природоохоронних територій, зокрема національних природних парків (НПП), потребує досліджень з урахуванням локальних екологічних умов, ступеня антропогенного впливу на них і особливостей просторової організації рослинного покриву.

Тому **метою нашого дослідження** є кількісна оцінка структурної організації видового різноманіття лісових екосистем на території НПП «Кармелюкове Поділля» на основі показників альфа-біорізноманіття.

Об'єкт дослідження — лісові екосистеми НПП «Кармелюкове Поділля».

Предмет дослідження — інтегральні показники альфа-біорізноманіття (індекси Шеннона, Сімпсона, Пієлу, Макінтоша і Бергера–Паркера).

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сучасні дослідження біорізноманіття базуються на використанні інтегральних показників, зокрема індексів альфа-різноманіття, які допомагають оцінити як число видів (видове багатство флори), так і співвідношення їх чисельності або проєктивного покриття. Найпоширенішими є індекси Шеннона, Сімпсона, Пієлу і Бергера–Паркера, що відображають різні аспекти організації біоценозів — різноманіття, рівномірність і домінування.

Застосування цих індексів є стандартною практикою у дослідженнях лісових екосистем і широко представлено в міжнародних та вітчизняних дослідженнях, де вони використовуються для комплексної оцінки структури екосистем та аналізу впливу різних екологічних чинників.

У межах заповідних територій і природних екосистем, оцінку біорізноманіття шляхом застосування інтегральних показників альфа-біорізноманіття проводили Л. Романчук, В. Устименко, П. Діденко, В. Бадзян (2020), P. Kumar, L.M. Dobriya, A. Kale, A.K. Pandey, R.S. Tomar, E. Thounaojam (2022), О.Ю. Андреєва, Ф.Ф. Марков, Т.М. Іванюк, О.М. Корма, Г.В. Кірейцева (2022), Y. Tian, G. Fu (2022), Y. Xi, W. Zhang, M. Brandt, Q. Tian, R. Fensholt (2023), В.П. Шлапак, А.В. Коджебаш, М.І.

Парубок (2023), О.В. Барабаш, М.В. Тарасюк (2025), L. Wen, P. Yu, Z. Qingqiu, Z. Weiying, L. Yuqi (2026), P. Cuza, T. Sîrbu, P. Pînzaru (2026) та ін. [4; 6; 8–15].

Можемо зробити висновок, що як серед вітчизняних, так і закордонних досліджень, окрім традиційних методик, інвентаризації та аналізу таксономічної, флористичної, еколого-ценотичної структури флори, активно інтегрують класичний підхід (із використанням індексів) із ГІС-технологіями та супутниковим моніторингом, що підтверджує актуальність комплексного застосування існуючих методик.

Отже, дослідження лісових фітоценозів НПП «Кармелюкове Поділля» є актуальним з огляду на необхідність кількісної оцінки їх структурної організації і рівня видового різноманіття. Використання індексів альфа-біорізноманіття дає можливість об'єктивно охарактеризувати стан рослинних угруповань, виявити особливості співвідношення видів деревного ярусу і трав'яного покриву, а також оцінити ступінь їх стійкості в умовах природних та антропогенних впливів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оцінку альфа-біорізноманіття лісових екосистем НПП «Кармелюкове Поділля» проводили в межах окремих пробних площ, закладених у межах Британського, Червоногребельського, Любомирського і Дохнянського постійних науково-дослідних відділень (ПНДВ). Це дає змогу отримати репрезентативні характеристики видового складу на локальному рівні. Для цих ділянок розраховували індекси Шеннона, Сімпсона, Пієлу, Макінтоша, Бергера–Паркера [1–3; 15–17].

Індекс Шеннона (H) розраховували за формулою 1:

$$H = -\sum p_i \ln p_i, \qquad (1)$$

де p_i — частка особин i-го виду.

У вибірці справжнє значення p_i невідомо, але оцінюється як n_i/N.

Індекс Шеннона зазвичай варіює в межах від 1,5 до 3,5, дуже рідко перевищуючи 4,5. Нижчий рівень індексу вказує на низький рівень біотичного або ландшафтного різноманіття.

Індекс Сімпсона (D) описує вірогідність приналежності будь-яких двох особин, випадково відібраних із невизначено великої спільноти, до різних видів, розраховували за формулою 2:

$$D = \sum p_i^2, \qquad (2)$$

де p_i — частка особин i-го виду.

У міру збільшення D різноманіття зменшується. Тому індекс Сімпсона часто використовують у формі $(1–D)$. Ця величина носить назву «вірогідність міжвидових зустрічей» і варіює від 0 до 1.

Індекс Пієлу (J') визначали за формулою 3:

$$J' = \frac{H}{\ln(S)}, \qquad (3)$$

де H — індекс Шеннона; S — загальна кількість видів.

Міру різноманіття Макінтоша (U) обраховували за формулою 4. Індекс Макінтоша U сам по собі не є індексом домінування, однак, використовуючи його, можна визначити індекс вирівняності (E) за формулою 5:

$$U = \sqrt{\sum n_i^2}, \qquad (4)$$

$$E = \frac{N - U}{N - \frac{N}{\sqrt{S}}}, \qquad (5)$$

де U — індекс різноманіття Макінтоша; n_i — чисельність кожного виду; N — загальна кількість особин; S — загальна кількість видів.

Індекс Бергера–Паркера (d) виражає відносну значимість найбільш насичених видів, розраховували за формулою 6:

$$d = \frac{N_{\max}}{N}, \qquad (6)$$

де $N_{\max}$ — кількість особин домінантного виду; N — загальна кількість особин.

Збільшення величини індексу Бергера–Паркера, як і індексу Сімпсона, означає

зменшення різноманіття і збільшення ступеня домінування одного виду. Тому використана величина,зворотня індексу Бергера–Паркера — $1/d$.

Динаміку змін екосистем НПП досліджено за допомогою систем GIS-картування і засобів дистанційного зондування (timelapse) [19].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

НПП «Кармелюкове Поділля» розташований на території Гайсинського р-ну Вінницької обл. в адміністративних межах Чечельницької селищної, Ольгопільської і Ободівської сільських територіальних громад (ТГ), його площа становить 20203,4 га. Територіальна структура ділянок НПП «Кармелюкове Поділля», їх ландшафтні характеристики вказують, що понад 80% його території це лісовкриті землі (неморальні ліси), розташовані в межиріччі річок Кодими і Савранки), гідрологічні системи яких забезпечують дренаж південно-західного схилу Українського кристалічного щита з формуванням стоку на схід — у долину р. Південний Буг.

У рослинному покриві парку переважають лісові екосистеми, які займають $^1/_3$ площі його ядра (17987,5 га). Найбільше значення мають збережені в природному стані лісові екосистеми Червоногреблянського, Стратіївського, Дохнянського і Британського лісництв. За результатами еколого-флористичної класифікації, широколистяні ліси парку належать до трьох асоціацій — *Isopyro thalictroidis Carpinetum* Onyshchenko 1988, *Galeobdolono lutei-Carpinetum* Shevchyk, Bakalyna et Solomakha 1996 і *Quercetum pubescenti-roboris* (Zólyomi 1957) Michalko et Džatko 1965.

Фітоіндикаційний аналіз виділених синтаксонів показав, що едафічні чинники мають значно більший вплив на їхню диференціацію порівняно із кліматичними чинниками. Лісова рослинність займає більшу частину території парку, характеризується досить високим флористичним багатством, значною природоохоронною цінністю за участі рідкісних і зникаючих видів [20].

За допомогою ГІС-технологій і засобів дистанційного моніторингу було досліджено стан лісових масивів у ретроспективі (*рис. 1*).

Згідно з даними ретроспективних знімків, лісові масиви збереглись значною мірою, в окремих частинах розширились. Дотичні сільськогосподарські землі зазнали перерозподілу, зони лучно-степової рослинності — фрагментації, а площі орних земель — збільшились.

У межах Дохнянського і Лузького ПНДВ (див. *рис. 1, а*) помітне ущільнення, відкриті площі всередині масивів зменшились, що свідчить про природне заростання або відсутність у цій зоні активних рубок. У межах Лузького, Британського, Червоногребельського ПНДВ (див. *рис. 1, б*) збільшились площі орних земель там, де раніше були луки та межові смуги агроценозів.

Також спостерігається посилення забудови біля населених пунктів, особливо на межі з лісом, що може становити додаткове антропогенне навантаження на ці екосистеми.

Природні комплекси НПП «Кармелюкове Поділля» мають мозаїчну структуру, ядром якої є лісові екосистеми, локалізовані в межах кількох ізольованих урочищ. Найбільшу частку в структурі НПП займають лісові масиви, серед них найпоширенішими є деревостани з домінуванням — дуба скельного (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) і дуба звичайного (*Quercus robur* L).

За результатами досліджень різних функціональних зон парку виявлено, що стан досліджених деревостанів загалом задовільний. На лісові екосистеми здійснюється антропогенний вплив, який прямо і опосередковано впливає на видовий склад фітоценозів. Він проявляється через несанкціоновані рубки з метою отримання якісної деревини, рекреаційний тиск, мисливство, фрагментацією біогеоценотичного покриву, поширенням високоінвазійних видів, збільшення забудови та площі орних земель. На основі даних, отриманих у межах закладених пробних площ, було проведено розрахунок індексів альфа-біо-

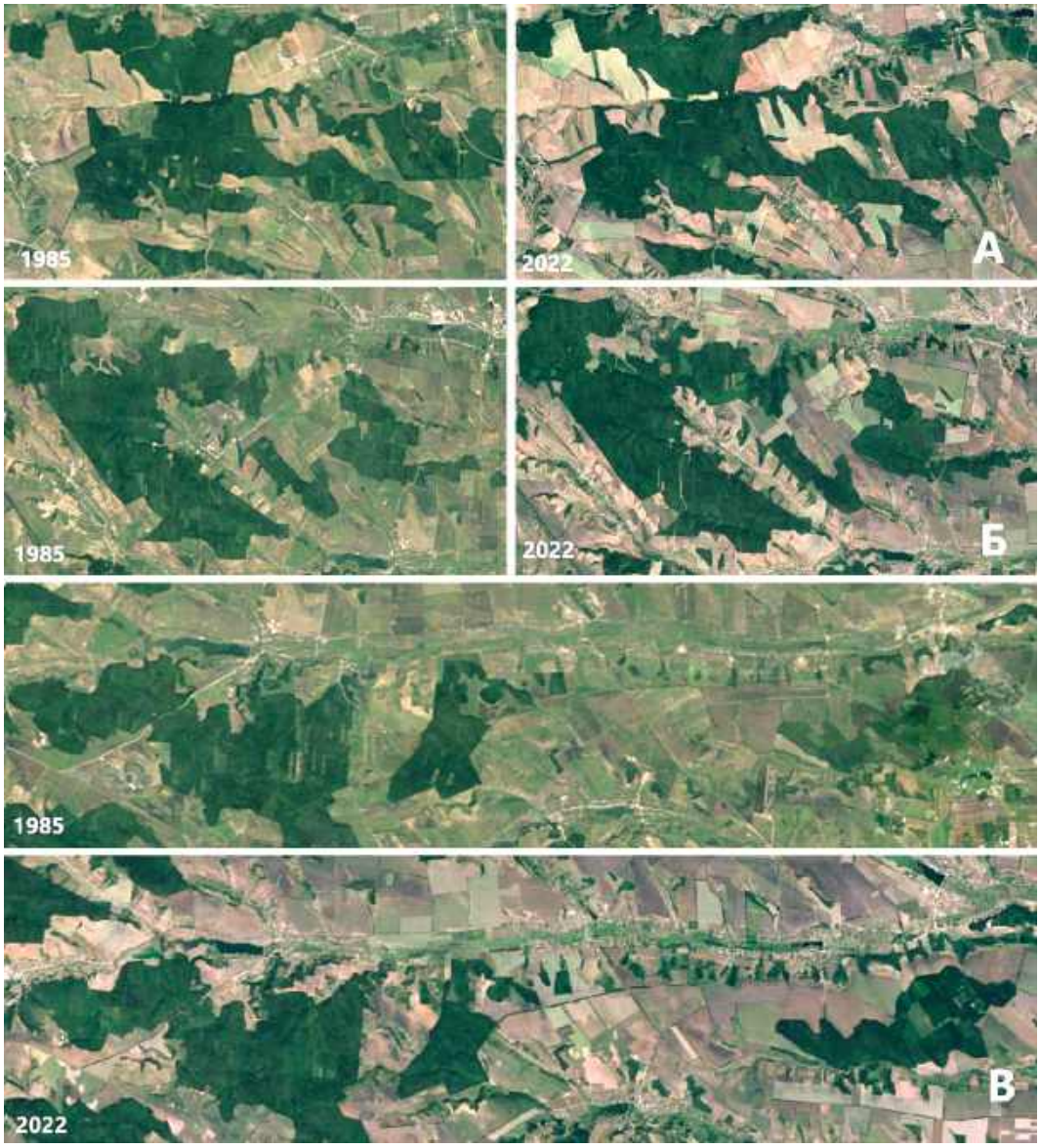


Рис. 1. Зміни лісових екосистем у ретроспективі у межах:
А — Дохнянського і Лузького ПНДВ; *Б* — Лузького, Бритавського, Червоногребельського ПНДВ; *В* — Червоногребельського, Любомирського ПНДВ

Примітки: розроблено авторами (на основі систем GIS-картування).

різноманіття, що дало можливість кількісно охарактеризувати видове багатство флори, рівномірність, ступінь домінування в лісових фітоценозах та здійснити порівняльний аналіз між досліджуваними ділянками. Основний аналіз стосується деревного ярусу, що зумовлено більшою повнотою і зіставністю даних. Результати розрахунків індексів для деревостанів наведено в *табл. 1.*

Таблиця 1. **Результати розрахунку індексів альфа-біорізноманіття деревостанів Червоногребельського, Любомирського і Дохнянського ПНДВ**

ПНДВ	Індекси				
	Шеннона (H)	Сімпсона ($1–D$)	Пієлу (J')	Макінтоша (E)	Бергера–Паркера ($1/d$)
Червоногребельське	1,52	0,71	0,73	0,46	2,33
Любомирське	1,70	0,78	0,81	0,54	2,82
Дохнянське	1,46	0,73	0,75	0,48	2,50

Примітка: розроблено авторами на основі отриманих розрахункових даних.

Динаміку зміни індексів у межах ділянок Британського ПНДВ упродовж 2019–2024 рр. подано в *табл. 2*.

Згідно з отриманими результатами встановлено, що досліджувані лісові фітоценози характеризуються різним рівнем видового різноманіття та структурної організації. Найнижчі значення індексів Шеннона і Сімпсона зафіксовано в межах Британського ПНДВ, зокрема на пробних площах господарської зони та зони регульованої рекреації, що свідчить про спрощену структуру угруповань і вираженого домінування окремих видів.

Це саме підтверджується низькими значеннями індексів Пієлу і Макінтоша, які показують на нерівномірний розподіл особин між видами.

Водночас на пробній площі заповідної зони Британського ПНДВ виявлено значно вищі показники (Шеннона 1,65; Сімпсона 0,76; Пієлу 0,80 і Макінтоша 0,80), що підтверджує про більш складну і рівномірну структуру угруповань. Така відмінність пов'язана з мінімальним антропогенним впливом у межах заповідної території, що узгоджується з уявленнями щодо позитивного впливу режиму заповідання на збереження біорізноманіття.

Порівняльний аналіз значень індексів альфа-біорізноманіття за 2019–2024 рр. у межах Британського ПНДВ свідчить про різноспрямовану динаміку структурної організації угруповань. У межах господарської зони відмічається зниження індексу Шеннона за майже незмінних значеннях інших індексів, що є ознакою зміни деревостану (зникнення з опису черешні) та посилення домінантного впливу окремих видів (дуба скельного і граба звичайного). У зоні регульованої рекреації і заповідній зоні більшість показників зросла, що є позитивною динамікою: фітоценоз є більш стабільнішим. Так, у зоні регульованої ре-

Таблиця 2. **Результати розрахунку індексів альфа-біорізноманіття деревостанів Британського ПНДВ**

ПНДВ		Індекси									
		Шеннона (H)		Сімпсона ($1–D$)		Пієлу (J')		Макінтоша (E)		Бергера–Паркера ($1/d$)	
		2019	2024	2019	2024	2019	2024	2019	2024	2019	2024
Британське	ГЗ	0,75	0,69	0,42	0,43	0,43	0,43	0,24	0,24	1,38	1,42
	ЗРР	0,63	0,88	0,41	0,51	0,57	0,64	0,55	0,32	1,41	1,56
	ЗЗ	1,49	1,65	0,73	0,76	0,71	0,80	0,74	0,80	2,52	2,71

Примітка: ГЗ – господарська зона; ЗРР – зона регульованої рекреації; ЗЗ – заповідна зона; розроблено авторами на основі отриманих розрахункових даних.

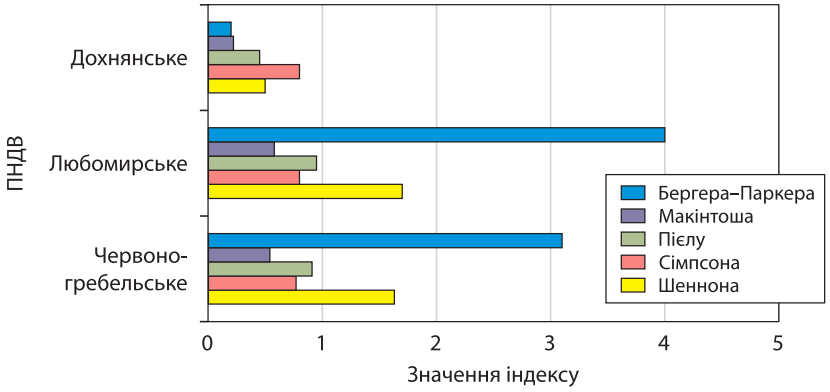


Рис. 2. Індекси альфа-біорізноманіття трав'яного ярусу

Примітка: розроблено авторами на основі отриманих розрахункових даних.

креації в деревостані відмічено появу дуба скельного, з незначним зменшенням особин дуба звичайного та граба звичайного, що в загальному вплинуло на показник індексів Сімпсона і Бергера–Паркера. В заповідній зоні, як і в господарській, зникла черешня, зменшилась популяція дуба звичайного, натомість, як і в зоні регульованої рекреації, в прирості відмічена поява дуба скельного.

Аналіз значень індексу Бергера–Паркера підтверджує отримані результати: нижчі значення (1,42–1,56) характерні для ділянок із вираженим домінуванням граба звичайного і дуба звичайного.

Для Червоногребельського, Любомирського і Дохнянського ПНДВ характерні вищі значення індексу Шеннона та Сімпсона, що вказує на достатній рівень видового різноманіття. Значення індексів Пієлу та Макінтоша свідчить про рівномірний розподіл видів. Для цих ділянок характерні вищі значення індексу Бергера–Паркера (2,33–2,82), які фіксують про зменшення ролі домінантних видів і більш рівномірну структуру угруповань.

Найвищі показники різноманіття виявлені для Любомирського ПНДВ (Шеннона 1,70; Сімпсона 0,78; Пієлу 0,81), що вказує про збалансованість структури фітоценозу.

Встановлені відмінності можуть бути зумовлені як особливостями лісорослинних умов, так і різним ступенем антропогенного впливу на окремі ділянки у межах ПНДВ.

Для трав'яного ярусу розрахунки виконано для окремих пробних площ. Результати розрахунків індексів для трав'яного ярусу наведено на *рис. 2*.

Аналіз альфа-різноманіття трав'яного ярусу лісових екосистем виявив істотні відмінності. Для Червоногребельського і Любомирського ПНДВ характерні високі значення індексів, що вказує на видове різноманіття флори та рівномірний розподіл видів без вираженого домінування.

Натомість для Дохнянського ПНДВ характерне зниження індексу Шеннона і Пієлу, що свідчить про збіднений видовий склад, не зважаючи на високе значення індексів Сімпсона і Бергера–Паркера. Це узгоджується із результатами польових спостережень: на окремих ділянках трав'яний покрив представлений обмеженою кількістю видів із низьким проєктивним покриттям (15%), що впливає на показники біорізноманіття флори.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження здійснено оцінку альфа-біорізноманіття лісових фітоценозів на території НПП «Кармелюкове Поділля» із використанням індексів Шеннона, Сімпсона, Пієлу, Макінтоша та Бергера–Паркера. Встановлено, що

показники альфа-різноманіття варіюють у помірних межах: значення індексу Шеннона становлять 1,46–1,70, Сімпсона — 0,71–0,78, Пієлу — 0,73–0,81, Макінтоша — 0,46–0,54, Бергера–Паркера — 2,33–2,82. Отримані результати фіксують відносну структурну однорідність та загальну стабільність лісових фітоценозів, водночас із наявністю локальних відмінностей у межах окремих ділянок, зокрема Британського ПНДВ.

Виявлено, що найвищі значення індексів біорізноманіття характерні для ділянок заповідної зони, що підтверджує позитивний вплив обмеження антропогенного навантаження на формування та збереження структури рослинних угруповань.

Доведено, що трав'яний ярус характеризується більшою варіабельністю показників альфа-різноманіття, що свідчить про його високу чутливість до змін екологічних умов (ксерофітизації). Водночас деревний ярус є більш стабільним компонентом лісових екосистем, формуючи їхню структурну основу, тоді як трав'яний покрив може розглядатися як індикатор трансформацій середовища.

Встановлено, що підвищене антропогенне навантаження призводить до спрощення видового складу, зниження рівня видового різноманіття флори та порушення структури фітоценозів, що супроводжується деградацією природних біотопів і зменшенням екологічної стійкості екосистем.

Загалом, отримані результати доводять доцільність використання індексів альфа-біорізноманіття як ефективного інструменту для оцінки стану лісових екосистем, виявлення впливу антропогенних чинників і обґрунтування заходів щодо збереження та відновлення природних ландшафтних комплексів у межах національних природних парків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мудрак, О. В. (2012). *Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи: моногр*. Вінниця: СПД Главацька Р.В.
2. Мудрак, О. В., & Мудрак, Г. В. (2013). *Особливості збереження біорізноманіття Поділля: теорія і практика: моногр*. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД».
3. Кляченко, О. Л., Лісовий, М. М., & Кваско, О. Ю. (2022). *Основи біорізноманіття: підручник*. Київ: НУБіП.
4. Kumar, P., Dobriyal, M., Kale, A., Pandey, A. K., Tomar, R. S., & Thounaojam, E. (2022). Calculating forest species diversity with information-theory based indices using sentinel-2A sensor's of Mahavir Swami Wildlife Sanctuary. *PLoS ONE, 17*(5). DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268018.
5. Костюк, В. С., Петруха, Н. М., & Петруха, С. В. (2026). Картографічне відображення зв'язку між кліматичними змінними та біорізноманіттям регіону. *Природнича освіта та наука, 2*, 242–251. DOI: https://doi.org/10.32782/NSER/2026-2.31.
6. Wen, L., Yu, P., Qingqiu, Z., Weiying, Z., & Yuqi, L. (2026). Estimation of Plant Alpha Diversity by Hyperspectral Data in Grassland. *Grass and Forage Science, 81*(1). DOI: https://doi.org/10.1111/gfs.70036.
7. Kunakh, O. M., Volkova, A. M., Tutova, G. F., & Zhukov, O. V. (2023). Diversity of diversity indices: Which diversity measure is better? *Biosystems Diversity, 31*(2), 131–146. DOI: https://doi.org/10.15421/012314.
8. Cuza, P., Sirbu, T., & Pinzaru, P. (2026). Assessment of Diversity and Evenness of Herbaceous Vegetation and Natural Regeneration Communities in the Plaiul Fagului Reserve. *Ecologies, 7*(1), 18. DOI: https://doi.org/10.3390/ecologies7010018.
9. Romanchuk, L., Ustymenko, V., Didenko, P., & Badzian, V. (2020). Determination of the main indicators of species diversity in «Drevlyansky» nature reserve's forests. *Scientific Horizons, 07*(92), 65–73. DOI: https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-65-73.
10. Андреєва, О. Ю., Марков, Ф. Ф., Іванюк, Т. М., Корма, О. М., & Кірейцева, Г. В. (2022). Різноманіття флори на деяких об'єктах природно-заповідного фонду ДП «Коростенське лісомисливське господарство» Житомирської області. *Scientific Bulletin of UNFU, 32*(4), 12–17. DOI: https://doi.org/10.36930/40320402.
11. Tian, Y., & Fu, G. (2022). Quantifying plant species α-diversity using normalized difference vegetation index and climate data in alpine grasslands. *Remote Sensing,* 14(19). DOI: https://doi.org/10.3390/rs14195007.
12. Xi, Y., Zhang, W., Brandt, M., Tian, Q., & Fensholt, R. (2023). Mapping tree species diversity of temperate forests using multi-temporal Sentinel-1 and -2 imagery. *Science of Remote Sensing, 8*. DOI: https://doi.org/10.1016/j.srs.2023.100094.
13. Шлапак, В. П., Коджебаш, А. В., & Парубок, М. І. (2023). Історія та сучасність парку «Перемога» м. Черкаси. *Вісник Уманського національного університету, 2*, 111–117. DOI: https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-2-111-117.
14. Onoszko, K., Gómez, F. J. R., Lazzaro, L., González, Á. L., & González-Moreno, P. (2024). Diversity

patterns of herbaceous community in environmental gradients of Dehesa ecosystems. *Global Ecology and Conservation, 54*. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e03162.
15. Барабаш, О. В., & Тарасюк, М. В. (2025). Технології захисту навколишнього середовища для управління біорізноманіття лісових екосистем національного природного парку «Синьогора». *Екологічні науки, 3*(60), 93–97. DOI: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.3-60.17.
16. Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology, 13*, 131–144.
17. Shannon, C. E., & Wiener, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press.
18. Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature, 163*. DOI: https://doi.org/10.1038/163688a0.
19. EOS DataAnalytics: CropMonitoring. URL: https://crop-monitoring.eos.com.
20. Літопис природи національного природного парку «Кармелюкове Поділля». (2024). Т. XII. Чечельник.

Дата першого надходження рукопису до редакції: 03.06.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.07.2026
Дата публікації: 24.09.2026