

БОТАНІКА

УДК 504.73:581.55:234.372.4

**СИНФІТОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА РОСЛИННОСТІ ПІВНІЧНОГО  
МАКРОСХИЛУ ТАТР І ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ**

**Я. Дідух<sup>1</sup>, І. Четвертних<sup>1</sup>, А. Боратинські<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська, 2, Київ 01601, Україна  
e-mail: didukh@mail.ru*

<sup>2</sup>*Інститут Дендрології ПАН  
вул. Паркова, 5, Курник 62-035, Польща  
e-mail: dendbiol@map.poznan.pl*

Дано синфітоіндикаційну оцінку угруповань 16 союзів (належать до 10 класів) рослинності від рівнини до нівального поясу Татр, встановлено характер кореляції між ними на основі методів прямої та непрямої (DCA-analysis) ординацій. Виявлено особливості залежності між зміною провідних екофакторів, що відрізняються для гірських систем і рівнини. При наявній тенденції змін клімату в Татрах спостерігаються зміщення альпійських поясів угору, а на рівнині в зону ризику потрапляють трав'яні ксерофітні угруповання, які заростатимуть кущами та деревами.

*Ключові слова:* Татри, рослинність, екологічна диференціація, синфітоіндикація.

Дослідження ступеня диференціації ценотичного різноманіття передбачає використання різних способів порівняння, зокрема як за видовим складом ценозів, що відображено у класифікації синтаксонів, так і за екологічними характеристиками видів, що дає можливість оцінити градієнт зміни екофакторів, характер взаємозалежності між ними та місце синтаксонів у координатах екологічних характеристик. Такий підхід можна розглядати як оцінку  $\beta$ -ценотичного різноманіття [11]. Проблема такої оцінки полягає в тому, щоб обрати відповідні екофактори і відобразити їх зміну в числових (кількісних) одиницях. Оскільки низка важливих екофакторів не має таких одиниць виміру або їх складно розрахувати, а ще важче (а часом неможливо) отримати такі показники для конкретних типів угруповань за тривалий час, то в цьому аспекті перспективним є використання методики синфітоіндикації [1], що була застосована нами на прикладі різних типів угруповань України.

У цьому сенсі особливу значимість мають такі гірські системи, які представлені великою ценотичною різноманітністю, для них характерні екстремальні показники стосовно різних факторів, що визначають крайні межі поширення видів. Це важливо і тому, що лише за наявності таких екстремальних умов можлива оцінка діапазону екологічних шкал.

Модельним регіоном для такого дослідження були обрані Татри, велика різноманітність угруповань яких відзначається не лише крайніми межами стосовно кліматичних факторів (від рівнин до нівального поясу), а й специфікою геологічних порід (від кислих гранітоїдів до лужних карбонатів), наявністю субстратів різного зволоження, рихлості і т.д. у значній різноманітності варіантів. Для нас це важливо тому, що багато рідкісних, відомих із одного-кількох місцезнаходжень, видів Українських Карпат тут є досить звичними: *Leontopodium alpinum*, *Biscutella laevigata*, *Heliosperma quadripetala*, *Ranunculus thora*, *Ro-*

*diola rosea*, *Saxifraga caesia*, *S. androsacea*, *S. moschata*, *S. cernua*, *Selaginella selaginoides*, *Oreochloa disticha*, *Veronica alpina* тощо. У 1998–1999 рр. за підтримки Каси М'яновського проводили польові наукові дослідження.

#### Об'єкт і методика

Дослідженнями були охоплені різні типи екосистем (біотопів) від рівнинної частини: Ойцовський ПН – ксерофітні біотоми класу *Festuco-Brometea* (*Festucetalia valesiacaе*, *Cirsio-Brachypodium pinnati*), Пенінський ПН – типові лісові ценози передгірного поясу (*Quercu-Fagetea*, *Fagion sylvaticae*, наскельні угруповання *Asplenietea trichomanis*, *Potentillion caulescentis*) до Татр (Татранський ПН), гірські ліси (*Piceion excelsae*) і велика різноманітність (10 класів) високогірних біотопів, що формуються в різних едафічних умовах (від типових субальпійських і альпійських (*Pinion mugo*, *Juncion trifidi*) до специфічних на виходах карбонатних і кристалічних порід), що зумовлює високу кліматичну й едафічну диференціацію. Тут не представлені азональні угруповання: водні, прибережно-болотні, лучні, заплавні ліси, тобто на гідрогенних субстратах, а відібрані плакорні рівнинні (лучно-степові та лісові) й велика різноманітність гірських, зокрема високогірні та наскельні, що формуються на автогенних і літогенних субстратах. Характер цього ценотичного різноманіття відображає його диференціацію по північному макросхилу Татр. Ми не ставили за мету детально оцінити усі типи біотопів, а лише певні «реперні» угруповання на рівні союзів провідних класів, для чого використали більше 10 геоботанічних описів, виконаних нами й опублікованих у літературі [7, 9, 10]. Слід відмітити, що Татри у цьому сенсі досліджені дуже добре, розроблена детальна класифікація рослинності, тут працювали відомі класики геоботаніки В. Шафер, Б. Павловський, які описали (*locus classicus*) низку асоціацій, союзів і порядків. Описи репрезентують різні типи угруповань, відбір яких проводився на основі маршрутів, що охоплювали різні вершини (Каспровський верх, Малий Костелець, Носаль, Гевонт (1895 м н.р.м.), Кондрацька пшелена, Темняк (1900), Молочняк (2095), Кжесоніца (2122), Столи (1900), Вел. Копанец (1328 м н.р.м.) та ін. Також долини (Костеліська, Хохоловська, Смітна, Яворжиська, Стражиська, Кондратова, П'ять Ставів, Мала Ланка, Конські Жлеб, Ольчинський Потік, Суха Вода, Філіп'як тощо.

Оскільки український читач не зовсім знайомий з рослинністю Татр, тут наведемо її коротку характеристику [8].

Татри лежать у зоні гумідного клімату, що визначає атлантичний тип поясності: верхній пояс нівальний (найвища вершина в межах Польщі г. Риси 2499 м н.р.м.), субнівальний (2100–2250 м н.р.м. *Oreochloetum distichae subnivale*), альпійський (1800–2100 м н.р.м. *Oreochloa distichae-Juncetum trifidi*, *Festuco versicoloris-Seslerietum tatrae* – на карбонатах), субальпійський (1550–1800 м н.р.м. – *Pinetum mughi silicosum*, *Pinetum mughi calcicosum*, *Adenostylyon alliariae*), гірсько-лісовий (1200–1250 – 1550 м н.р.м. – *Plagiothecio-Piceetum* – на гранітах, *Polysticho-Piceetum* – на карбонатах), підгірський (900–1250 м н.р.м. – *Dentario glandulosae-Fagetum*). Крім того, в різних поясах гір є специфічні рослинні угруповання, пов'язані з виходами кам'янистих порід, що відділяються на рівні класів або порядків. Класичних передгір'їв у Татрах немає, тому для повного екологічного профілю нами були проведені дослідження у Пенінському НП (букові ліси, карбонатні відслонення) та Ойцовському НП (ксерофітні трав'яні угруповання класу *Festuco-Brometea*).

Характерною є диференціація на карбонатні (лузні) та кристалічні (кислі) породи.

Отже, в Татрах простежується досить висока кліматична й едафічна диференціація рослинності, що не характерно для українських гірських систем (Карпат і Криму).

**Cl. Loiseurio-Vaccinietea Eggler ex Schubert 1960**

1. All. *Loiseleurio-Vaccinion* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 (діагностичні види: *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Rhodococcum vitis-idaea*). Низькорослі плагіотропні субальпійські чагарникові та чагарничкові угруповання, приурочені до кам'янистих оселищ, відкритих вітрам, де взимку сніг здувається.

**Cl. Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl. 1948**

2. All. *Arabidion alpinae* Beguin in Richard 1972 (діагностичні види: *Arabis alpina*, *Cystopteris montana*, *Geranium robertianum*, *Cystopteris fragilis*). Включає мезофільні угруповання, що формуються на виходах вапняків у затінених ущелинах, гірського, рідше субальпійського поясу.

3. All. *Papaverion tatrici* Pawłowski et al. 1928 corr. Valachovič 1995 (діагностичні види: *Cerastium tatrae*, *Rhodiola rosea*). Піонерні угруповання альпійського та субальпійського поясу на вапнякових осипах.

**Cl. Salicetea herbaceae Br.-Bl. 1948**

4. All. *Salicion herbaceae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 (син. *Luzulion spadiceae* Rüb. 1933; діагностичні види: *Luzula alpinopilosa*, *Salix herbacea*, *Soldanella hungarica*, *Taraxum alpinum*). Об'єднує присніжникові угруповання на кислих ґрунтах з тривалим заляганням снігу і постійним підтоком поверхневих вод.

5. All. *Arabidion caeruleae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 (син. *Salicion retusae* Horv. 1949, діагностичні види: *Salix reticulata*, *S. retusa*), включає угруповання присніжників на карбонатних або нейтральних ґрунтах [3].

**Cl. Juncetea trifidi Hadač in Klika et Hadač 1944**

6. All. *Juncion trifidi* Krajina 1934 (син. *Juncenion trifidi* у Словаччині, *Caricion curvulae* Pawowski et al. 1928 non Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, характерні види: *Juncus trifidus*, *Festuca airoides*). Типові, флористично бідні трав'янисті угруповання на силікатних ґрунтах, що формують основу альпійського поясу Татр [5].

**Cl. Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948**

7. All. *Seslerion tatrae* Pawłowski 1935. Угруповання природних альпійських лук на кам'янистих щільних вапнякових субстратах. Характерними видами є *Sesleria tatrae*, *Carex sempervirens*, *Bellidiastrum michelii*, *Festuca versicolor*, *Thymus pulcherrimus*, *Silene acaulis*.

8. All. *Caricion firmae* Gams. 1926. Характерними видами є *Carex firma*, *Festuca versicolor*, *Saxifraga caesia*, *Campanula cochlearifolia*, *Crepis jaquini*. Відкриті осокові дернини на вапнякових терасованих схилах альпійського поясу.

**Cl. Asplenetea trichomanis (Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934) Oberd. 1977**

9. All. *Cystopteridion* Richard 1972 (діагностичні види: *Asplenium viride*, *Cystopteris fragilis*). Угруповання затінених вологих карбонатних порід, поширені в монтанному, рідше субальпійському поясі.

10. All. *Potentillion caulescentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926. (діагностичні види: *Asplenium ruta-muraria*, *Asplenium trichomanes*). Угруповання скель і тріщин сухих освітлених вапнякових субстратів.

**Cl. Mulgedio-Aconitetea Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944**

11. All. *Adenostylyon alliariae* Br.-Bl. 1926. (діагностичні види: *Adenostyles alliariae*, *Anthriscus nitida*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Delphinium oxusepalum*). Справжні високотравні ценози, котрим властива відсутність дернового процесу, слабо виражена ярусність. Фор-

мунуться переважно в субальпійському поясі вздовж верхньої межі лісу, по руслах гірських річок, де спускаються глибоко в лісовий пояс.

#### Cl. Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. in Br.-Bl. et all. 1939

12. All. *Pinion mugo* Pawłowski 1928 (діагностичні види: *Homogyne alpina*, *Pinus mugo*, *Salix silesiaca*, *Solidago alpestris*). Субальпійські угруповання високорослих чагарників з *Pinus mugo*.

13. *Piceion excelsae* Pawłowski et all. 1928, типові лісові угруповання темнохвойних лісів з *Picea abies* та *Abies alba*.

#### Cl. Quercio-Fagetea Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937

14. All. *Fagion sylvaticae* Pawł. in Pawł., Sokol. et Wall. (1928), угруповання мезофітних букових і близьких до них широколистяних лісів.

#### Cl. Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadač 1944

15. All. *Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadač et Klika 1994 in Klika et Hadač ex Klika 1951. Ксеротермні субконтинентальні напівсухі лучно-степові угруповання.

16. All. *Festucion valesiacae* Klika 1931. Ксерофітні степові угруповання з домінуванням дернинних вузьколистих злаків родів *Festuca* та *Stipa*.

#### Результати і їхнє обговорення

На основі методики синфітоіндикації була розрахована оцінка амплітуд показників екофакторів для кожного союзу і встановлена закономірність розподілу останніх [1, 6]. Як видно із загальної картини (рис. 1, а-к), найчіткіша закономірність розподілу характерна для кліматичних показників: термо-, омброклімату, кріоклімату, гірша – для континентальності.

Показники терморезиму коливаються від 4,9 для *Arabidion coeruleae* 1026 МДж см<sup>2</sup>•рік<sup>-1</sup>, що відповідає субарктичній зоні, а найвищі 9 балів – для угруповань класу *Festuco-Brometea* (1884 МДж см<sup>2</sup>•рік<sup>-1</sup>), що відповідає зональним показникам півночі степової зони. Різниця між цими показниками дорівнює 858 МДж см<sup>2</sup>•рік<sup>-1</sup>, і вони розділяються на 2 групи по межі 7,5 бала. В цілому, як видно з рис. 1, а, показники нарастають від *Arabidion coeruleae* → *Salicion herbaceae* → *Loiseleurio – Vaccinion*, *Juncion trifidi*, *Papaverion tatricii* → *Pinion mugo*, в межах похибки розміщуються *Cystopteridion* → *Caricion firmae* → *Seslerion tatrae*, далі *Arabidion alpinae* → *Adenostylyon alliariae*. Наступна група (> 7,5 бала) – лісові ценози *Piceion excelsae* → *Fagion sylvaticae*, які змінюються угрупованнями наскельно-карбонатних відслонень *Potentillion caulescentis* і ксерофітно-злакових (*Festuco-Brometea*). Показники іншого фактора (кріорежим Cr), що відображає температуру найхолоднішого місяця (січня) в цілому змінюються у такому ж напрямі, і градієнт їх зміни становить 2 бали (9,0–6,9 балів), що відповідає середній температурі від -4°C (*Fagion sylvaticae*) до -12°C (для *Papaverion tatricii*, *Salicion herbaceae*, *Juncion trifidi*, *Loiseleurio – Vaccinion*), тобто високіри угруповання схилів, де спостерігається сильне здування снігу, внаслідок чого вони найбільше промерзають. Ізохори цього показника у Європі простягаються від південного заходу на північний схід, а в зональному відношенні перші показники ідентичні до таких східної частини Польщі, а останні – до таких басейну р. Волги-Кольського півострова [2]. Показник континентальності залежить від розташування території щодо океану-суші, що відображається у різниці між показниками середньозимових і середньолітніх температур, яка знижується в напрямку до океану і залежить від географічної широти. Має нешироку амплітуду, що коливається від 6,7 до 9,6 бала (112%–147%) і становить 2,9 бала (37%). У зональному аспекті ці показники відповідають центральній Польщі та м. Києву. Їх незна-

чне коливання пояснюється тим, що Татри лежать у гумідній зоні, а це згладжує різницю між середньозимовими та середньолітніми температурами. Найвищі показники характерні для степових угруповань (*Festuco-Brometea*), які суттєво вищі за *Potentillion caulescentis*, і різко відрізняються від усіх останніх, амплітуди яких досить перекриваються (рис. 1, в).

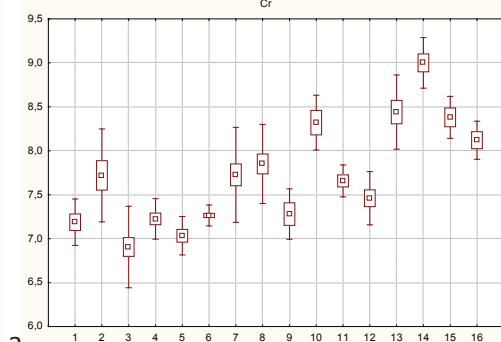
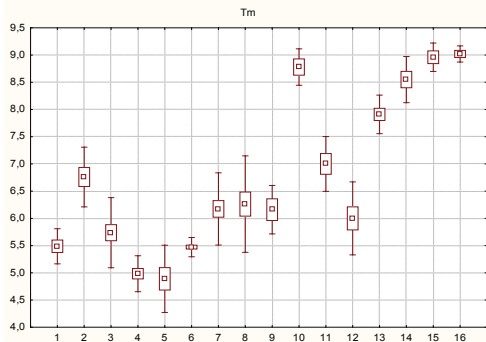
Показник омброрежиму (Om), на відміну від попередніх, найбільше залежить від кількості опадів і характеру їх розподілу та коливається від найсухіших степових (*Festuco-Brometea*) – 11,5–11,7 бала (350–370 мм) до найвологіших (*Salicion herbaceae*) – 16,3 бала (+760 мм). Перші ідентичні для зони центрального лісостепу, а останні – для узбережжя Атлантичного океану. При цьому, на відміну від Tm і Kn, різких меж між союзами не спостерігається і за положенням середніх значень формується такий ряд: *Salicion herbaceae* → *Arabidion coeruleae* → *Juncion trifidi* → *Caricion firmae* → *Pinion mugo* → *Seslerion tatrae* → *Cystopteridion* → *Arabidion alpinae* → *Papaverion tatrici* → *Loiseleurio – Vaccinion* → *Adenostylin alliariae* → *Piceion excelsae* → *Fagion sylvaticae* → *Potentillion caulescentis* → *Cirsio-Brachypodion* → *Festucion valesiacae*, що цілком логічно (рис. 1, г).

Натомість, вплив едафічних факторів на розподіл синтаксонів відрізняється від такого кліматичних. Едафічні фактори поділяють на дві групи: перша відображає гідрорежим ґрунтів, а друга – трофність (вміст азотних сполук, карбонатів, кислотність і сольовий режим). Що стосується вологості ґрунту (Hd), то різко від інших виділяються лише ксеротичні угруповання *Festuco-Brometea* та *Potentillion caulescentis*, що мають показники < 10,5 бала, а амплітуди останніх лежать у межах 11–12,5 бала і значною мірою перекриваються (рис. 1, д). Це можна стверджувати і про показники змінності зволоження (fH), де вони найвищі для угруповань *Festuco-Brometea*, дещо нижчі для *Potentillion caulescentis*, а вся решта перекривається, тобто характеризуються умовами рівномірного та помірно-рівномірного зволоження ґрунту при повному його промочуванні опадами і талими водами ( $\omega=0,17-0,27$ ) [2] (рис. 1, е). Також вузькою амплітудою, що перекривається, характеризується і аерація ґрунту (6,0–7,5) – помірно аеровані ґрунти (35–50%) (рис. 1, е). Отже, можна констатувати, що в цілому рослинні угруповання Татр достатньо забезпечені вологою і цей фактор не має диференціюючого значення (якщо не брати до уваги гідрогенні типи угруповань).

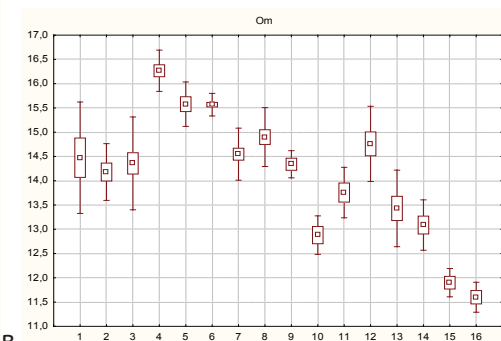
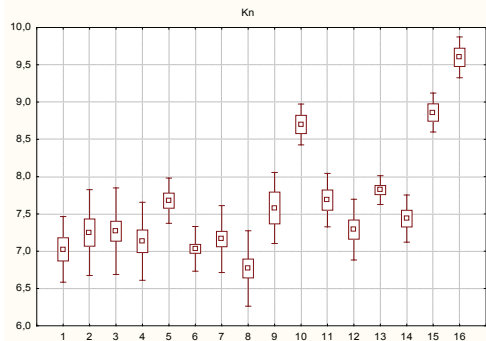
Зовсім іншою є ситуація щодо розподілу показників трофності, яка визначається сольовим і кислотним режимами, вмістом карбонатів і нітрогену у ґрунті. Так, коливання показників кислотності між крайніми союзами (*Loiseleurio-Vaccinion* та *Cirsio-Brachypodion*) становить 4,2–9,0 балів, але різниця між гірськими та рівнинними угрупованнями значно менша, і амплітуди окремих союзів перекриваються. Найвища (4,1–5,5 бала) кислотність ґрунтів (Rc) характерна для біотопів *Loiseleurio – Vaccinion*, *Pinion mugo*, *Juncion trifidi* та *Salicion herbaceae*, які можна розглядати як «кислі». До помірнокислих (5,8–7 балів) належать *Arabidion caeruleae* та *Piceion excelsae*. Решта типів гірських угруповань приурочені до слабкокислих ґрунтів (6,7–8,1 бала). До «нейтрофільної» групи можна зарахувати угруповання рівнин *Potentillion caulescentis*, *Festucion valesiacae* та *Cirsio-Brachypodion* (рис. 1, ж).

Аналогічну тенденцію змін відображають показники сольового режиму (Sl), хоча різниця між рівнинними степовими та гірськими скельними тут значно більша, і їх амплітуди не перекриваються (рис. 1, з). До біотопів із низьким вмістом солей (4,5–5,5 бала) належать *Loiseleurio – Vaccinion*, *Pinion mugo*, *Juncion trifidi* та *Salicion herbaceae*. Вищі показники (5,5–6,5 бала) характерні для всіх інших гірських біотопів, але вміст солей у ґрунтах незначний. І лише ксерофітні ценози класу *Festuco-Brometea* формуються на лесових ґрунтах з показниками > рН 6,5 і мають підвищений вміст солей.

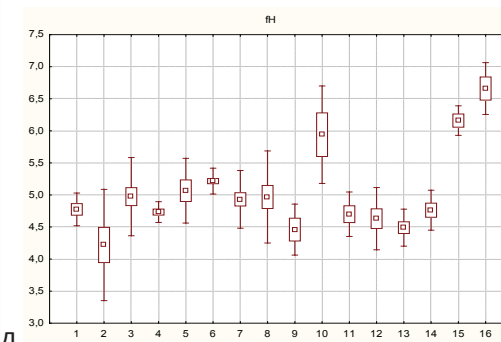
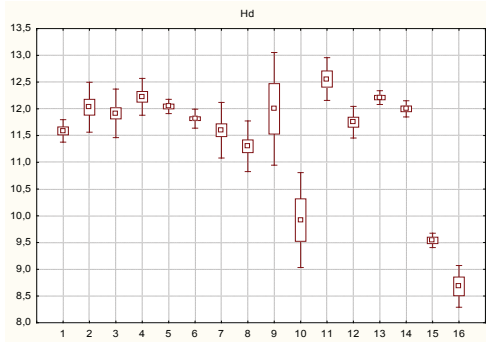




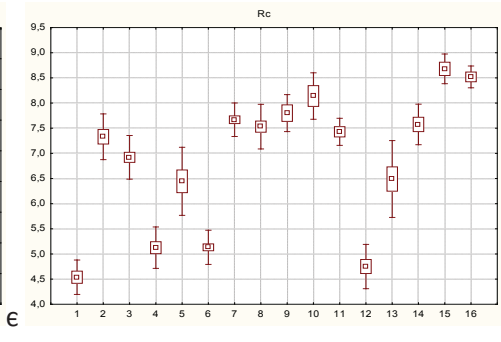
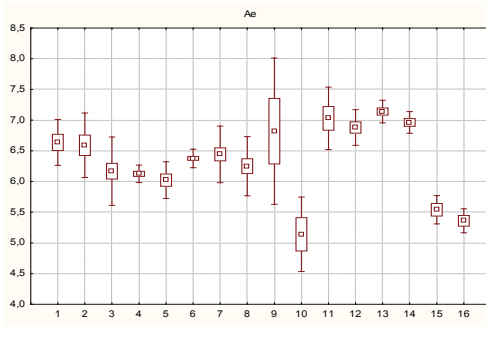
а б



в г



д е



е ж

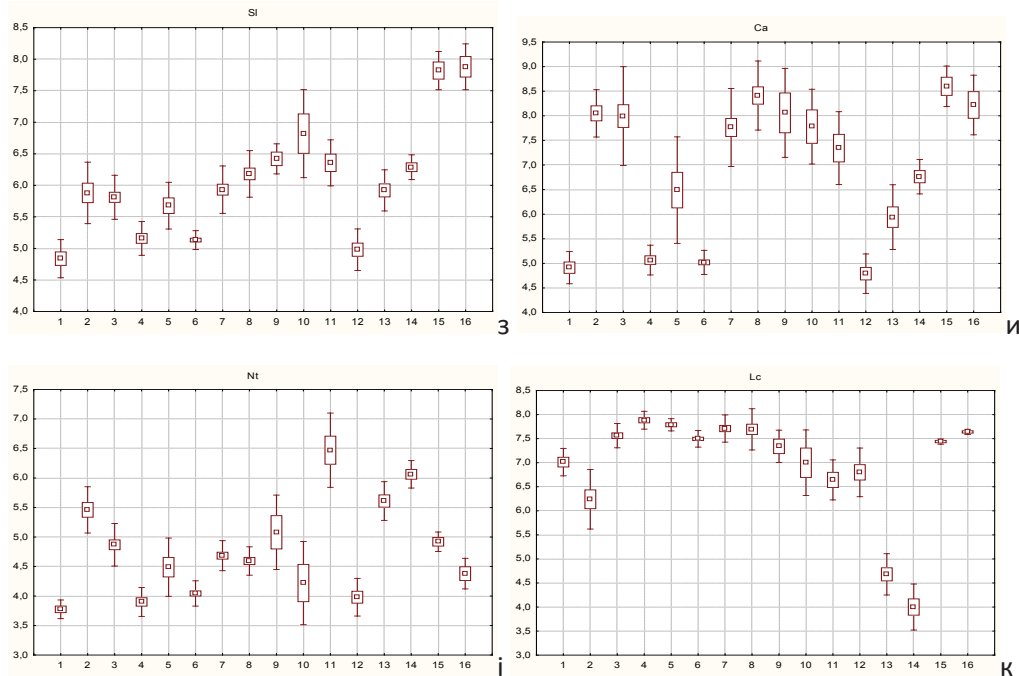


Рис. 1. Амплітуди й оптимуми союзів за екологічними факторами: а – Тм, б – Ст, в – Кп, г – Ом, д – Hd, е – fH, є – Ae, ж – Rc, з – Sl, и – Ca, і – Nt, к – Lc: 1. *Loiseleurio-Vaccinion*, 2. *Arabidion alpinae*, 3. *Papaverion tatrici*, 4. *Salicion herbaceae*, 5. *Arabidion caeruleae*, 6. *Juncion trifidi*, 7. *Seslerion tatrae*, 8. *Caricion firmae*, 9. *Cystopteridion*, 10. *Potentillion caulescentis*, 11. *Adenostyilion alliariae*, 12. *Pinion mugo*, 13. *Piceion excelsa*, 14. *Fagion sylvaticae*, 15. *Cirsio-Brachypodion pinnati*, 16. *Festucion valesiacaе*.

Особливо різкий розподіл союзів характерний щодо вмісту карбонатів у ґрунтах, показники яких коливаються у значних межах – від 4,4 до 9 балів (рис. 1, и). До таких, що уникають карбонатних субстратів (4,5–5,5 бала), належать ті ж союзи *Pinion mugo*, *Loiseleurio-Vaccinion*, *Juncion trifidi*, *Salicion herbaceae*. Наступну групу становлять (5,5–7 балів) *Piceion excelsaе*, *Arabidion caeruleae* та *Fagion sylvaticae*. Для решти союзів амплітуда лежить у межах 7–9 балів, від акарбонатofilів до гемікарбонатofilів, тобто таких, що витримують незначний вміст карбонатів і ростуть на збагачених карбонатами ґрунтах. Найвищі показники карбонатності мають угруповання *Festucion valesiacaе*, *Caricion firmae* та *Cirsio-Brachypodion pinnati*.

Зовсім інший характер має диференціація біотопів за показниками вмісту нітрогену у ґрунті (Nt), амплітуда яких коливається від 3,5–7,3 бала (рис. 1, і). Найнижчими показниками (3,5–4,2 бала) відзначаються високогірні *Loiseleurio-Vaccinion*, *Salicion herbaceae*, *Juncion trifidi*, *Pinion mugo* та наскельні *Potentillion caulescentis*, де відбуваються процеси оторфовування або азот швидко розкладається і вимивається. Основна кількість біотопів характеризується відносно бідними щодо мінерального азоту умовами (4,2–5,2 бала). Трохи вищі показники (5,0–6,0) мають біотопи союзів *Arabidion alpinae* та *Piceion excelsaе* і найвищі (5,7–7,0) – *Adenostyilion alliariae* та *Fagion sylvaticae*.

Що стосується освітленості в ценозах, то тут лісові ценози різко відрізняються від решти (рис. 1, к).

З метою оцінки залежності між зміною різних факторів і визначення місця союзів у координатах різних факторів було використано методику ординації та DCA-аналіз. Результати такого аналізу показали, що між зміною більшості факторів залежність досить слабка, амплітуди показників для союзів перекриваються, а отже, ці фактори не відіграють диференціюючої ролі. Проте між зміною деяких із них є прямолінійна чи оберненолінійна залежність. Як видно із кореляційних матриць (рис. 2), диференціюючими виступають кліматичні фактори (терморежим, континентальність, омброрежим), а з едафічних – кислотність, сольовий режим, вміст карбонатів у ґрунті. Так, серед кліматичних факторів є оберненолінійна залежність між показниками  $T_m$  та  $O_m$  (рис. 3, а). Показники терморежиму ( $T_m$ ) корелюють з показниками кріорежиму ( $C_r$ ) та континентальності ( $K_n$ ). Щодо показників кріо- і терморежиму крайні полюси займають з одного боку високогірні союзи *Salicion herbaceae*, *Arabidion alpinae*, *Juncion trifidi* та *Papaverion tatrici*, а з іншого – рівнинні степові *Cirsio-Brachypodion pinnati* та *Festucion valesiacaе* (рис. 3, б). Це означає, що саме угруповання всіх названих таксонів є найчутливішими до змін клімату. Якщо середня температура та зимова сонячна радіація буде наростати, то в Татранських горах, враховуючи наявність нивального поясу, ці угруповання будуть «підніматися» вгору. Але в таких горах як Східні Карпати, де висоти обмежуються 2305 м, для альпійських угруповань є велика загроза зникнення. Натомість на рівнині, при збільшенні кількості опадів, навіть при наростанні температури, виникає загроза заліснення степових ценозів, що вже відбувається.

Між зміною  $O_m$  та  $K_n$  спостерігається оберненолінійна залежність, яка підтверджує, що збільшення кількості опадів і зниження континентальності становить загрозу існуванню степових ценозів, а в горах при зворотних процесах у зону ризику найпершими потрапляють угруповання *Salicion herbaceae* (рис. 3, в).

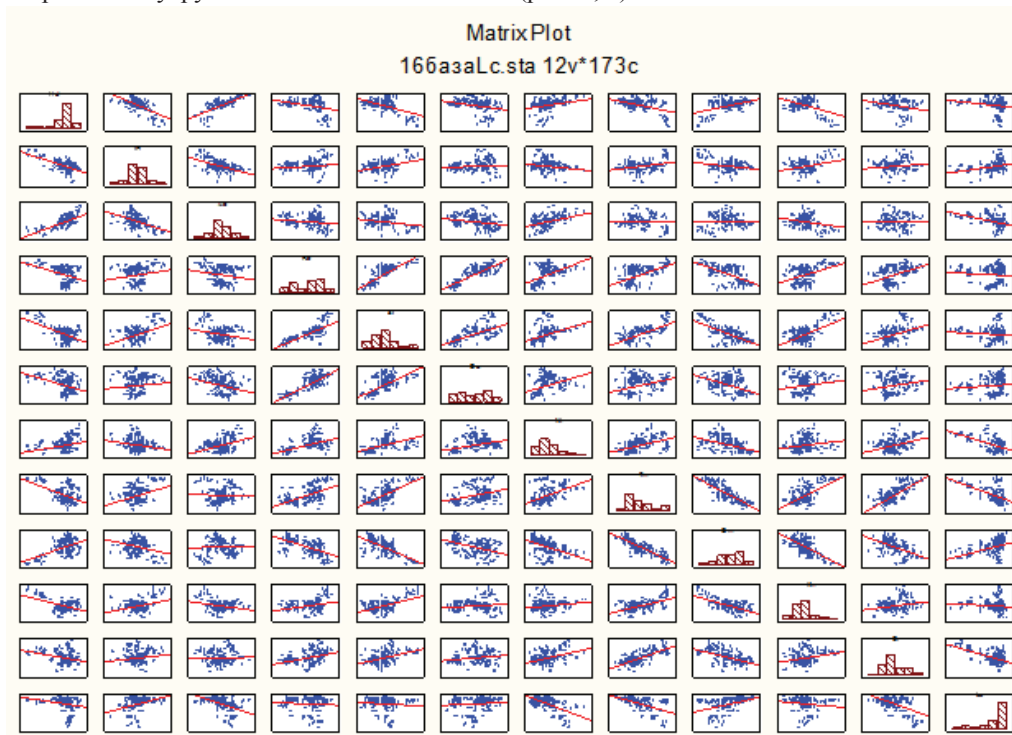


Рис. 2. Кореляційні матриці залежності між провідними екологічними факторами.



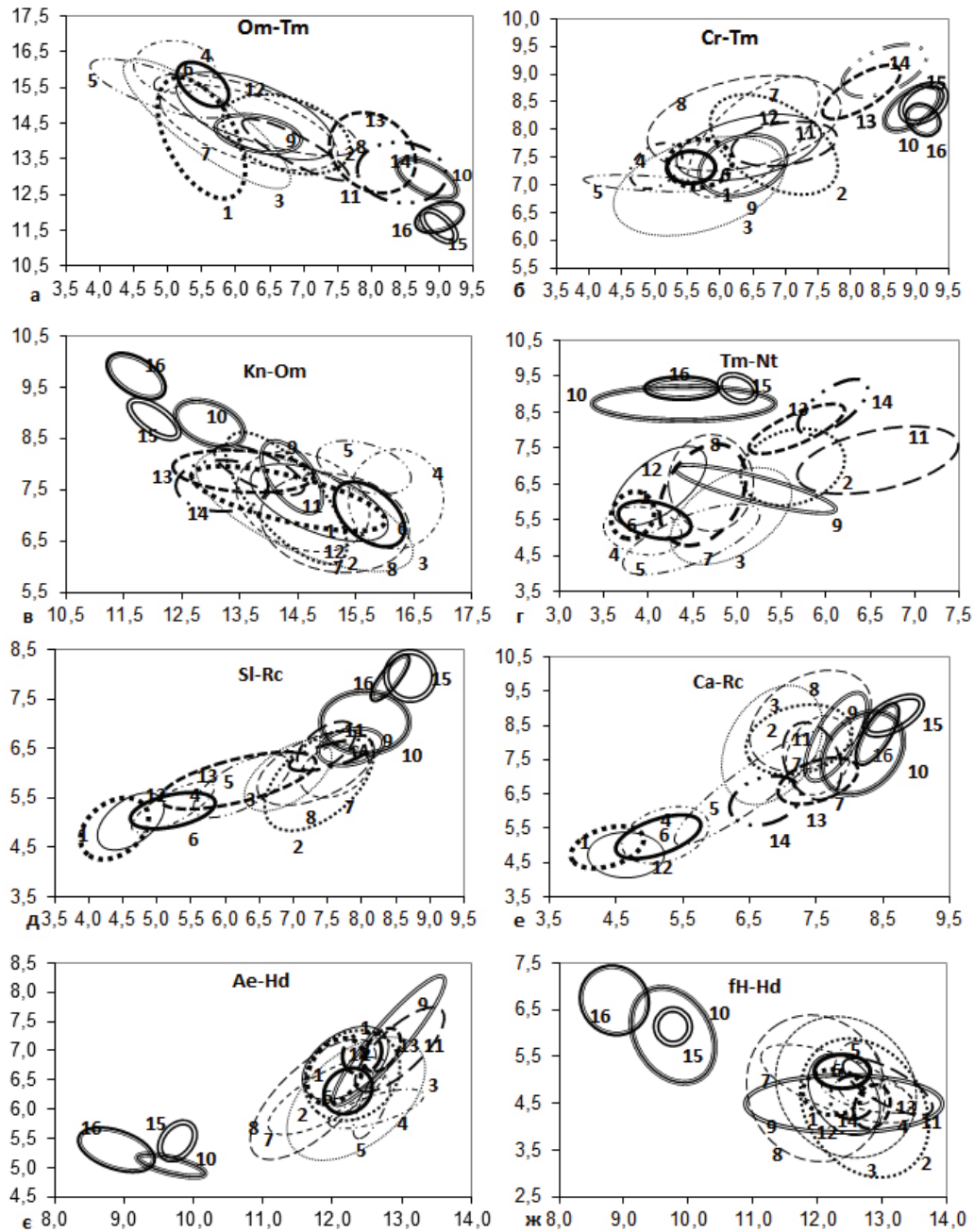


Рис. 3. Ординаційні матриці розподілу союзів за едафічними та кліматичними факторами: а – Om/Tm, б – Cr/Tm, в – Kn/Om, г – Tm/Nt, д – Sl/Rc, е – Ca/Rc, е – Ae/Hd, ж – fh/Hd: 1. *Loiseleurio-Vaccinion*, 2. *Arabidion alpinae*, 3. *Papaverion tatrici*, 4. *Salicion herbaceae*, 5. *Arabidion caeruleae*, 6. *Juncion trifidi*, 7. *Seslerion tatrae*, 8. *Caricion firmae*, 9. *Cystopteridion*, 10. *Potentillion caulescentis*, 11. *Adenostyilion alliariae*, 12. *Pinion mugo*, 13. *Piceion excelsa*, 14. *Fagion sylvaticae*, 15. *Cirsio-Brachypodion pinnati*, 16. *Festucion valesiacaе*.

При цьому слід підкреслити, що кліматичні фактори не лише безпосередньо, а й опосередковано змінюють дію едафічних факторів, що відстежується на основі залежності між ними. Так, спостерігається хоча і слабка, але пряmolінійна залежність між зміною терморезиму (Tm) та кислотності (Rc). Це означає, що при наростанні середньорічної та середньозимової температури рН ґрунтів мусить збільшуватись, а відтак угруповання, що в своїх локалітетах перебувають в умовах низьких показників рН (*Arabidion coeruleae*, *Salicion herbaceae*, *Papaverion tatricii*), будуть зникати.

Найбільш залежним від кліматичних факторів є азотний режим ґрунту (Nt). Пряmolінійна залежність між Tm та Nt і обернено-лінійна між Om та Nt означає (рис. 2, 3, г), що при наростанні Tm і зниженні Om пришвидшується розклад органіки, гумусу і підвищується мінеральний вміст азоту в ґрунтах. Ці процеси найбільш небезпечні для високогірних ценозів *Arabidion caeruleae*, *Salicion herbaceae*, *Loiseleurio-Vaccinion*, *Pinion mugo*. З іншого боку, в зону ризику потрапляють степові ценози рівнини (*Cirsio-Brachypodion* та *Festucion valesiacaе*). Натомість у горах збільшуються можливості для експансії угруповань союзу *Adenostylion alliariae*, а на рівнині – *Fagion sylvaticae*.

Між показниками окремих едафічних факторів теж спостерігають певні залежності. Зокрема, при зміні сольового режиму (Sl) та кислотності (Rc) формується ряд від найкисліших і оліготрофних *Loiseleurio – Vaccinion* та *Pinion mugo* до угруповань класу *Festuco-Brometea* (рис. 3, д). Аналогічна картина спостерігається щодо зміни кислотності (Rc) й карбонатів (Ca) ґрунтів, де чотири союзи високогірної рослинності (*Loiseleurio – Vaccinion*, *Pinion mugo*, *Salicion herbaceae*, *Juncion trifidi*) відмежовані від останніх показниками Rc < 6 балів. Амплітуди решти союзів, хоча і перекриваються, однак спостерігаються певні закономірності щодо їх розподілу (рис. 3, е). Ще одним фактором, що виступає диференціюючим між союзами, є аерація ґрунту (Ae). Як правило, на рівнині цей фактор має пряmolінійну кореляцію з вологістю, але в горах ситуація інша, бо при однакових показниках вологості аерація залежить від фізичної структури субстрату (рис. 3, є).

Якщо в межах гірської системи між зміною вологості й сольового режиму не спостерігається залежності, то для рівнини проявляється оберненолінійна залежність, тобто чим нижча вологість, тим більша засоленість. Аналогічна (але обернена) залежність спостерігається між змінами Hd та Rc (рис. 2). Для високогірних, що формуються на кислих субстратах *Loiseleurio – Vaccinion*, *Pinion mugo*, *Salicion herbaceae*, *Arabidion coeruleae*, кислотність не залежить від вологості, а для таких, що приурочені до нейтральних чи лужних субстратів, спостерігається оберненолінійна залежність, і найвищі показники рН характерні для найсухіших ценозів *Cirsio-Brachypodion pinnati*, *Festucion valesiacaе*, *Potentillion caulescentis*. Підтвердження того, що в горах і на рівнині водний режим по-різному впливає на хімічні властивості ґрунтів, простежується між зміною показників змінності зволоження (fH) і сольового режиму (Sl). Відомо, що цей показник є важливим для степових угруповань, які існують при високій змінності зволоження (>6 балів), в той час як для гір він не має диференціюючого впливу.

Проявляється пряmolінійна залежність між зміною аерації ґрунту (Ae) і вмістом мінеральних форм азоту (Nt). Найвищими показниками аерації та найнижчою кількістю мінеральних форм азоту характеризуються угруповання карбонатних відслонень союзу *Potentillion caulescentis*, а найнижчою аерацією при найбільшій кількості азоту – високогірні угруповання *Adenostylion alliariae*.

З метою відображення кумулятивного ефекту впливу 12 провідних екофакторів нами використано метод неметричного багатовимірного шкалювання (NMDC), який показав розподіл союзів стосовно дії тих чи інших факторів та складні взаємозв'язки між останніми (рис. 4).

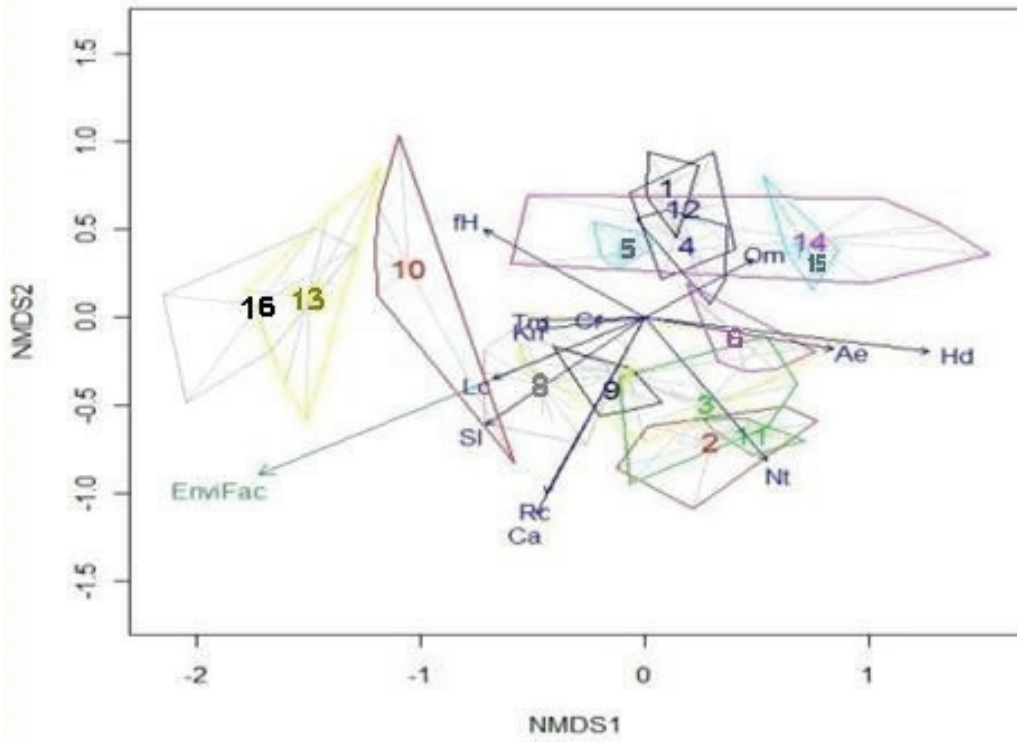


Рис. 4. Розподіл союзів по відношенню до дії 12 провідних екофакторів за результатами DCA-аналізу.

Розрахунок показників евклідової дистанції за методом Варда (рис. 5, а) свідчить, що всі союзи розділяються на чотири кластери. На рівні показника 20 відділяється кластер високогірних угруповань, що формуються на кислих субстратах (*Loiseleurio – Vaccinion*, *Pinion mugo*, *Salicion herbaceae*, *Juncion trifidi*) та нейтральних чи карбонатних (*Arabidion caeruleae*). На рівні 15 відділяються союзи ксерофітних угруповань рівнинної частини (*Cirsio-Brachypodium pinnati*, *Festucion valesiacaе*, *Potentillion caulescentis*) і, нарешті, на рівні 9 – союзи лісової рослинності (*Piceion excelsae*, *Fagion sylvaticae*) відділяються від тих гірських, що формуються на карбонатних субстратах. Отже, при такому способі кластерного аналізу диференціюючими виступають едафічні фактори. Натомість при застосуванні методики поодиноких зв'язків для оцінки дистанції (single linkage distance city-block (Manhattan) distances), хоча ми і отримуємо ті ж чотири блоки кластерів, однак послідовність їх відокремлення зовсім інша (рис. 5, б). На першому етапі відокремлюються союзи рівнинних угруповань від гірських, потім ліси і, нарешті, поділ союзів високогірних угруповань і відслонень за характером кислотно-лужного субстрату. При цьому виявляється, що союз *Arabidion caeruleae* ближче до союзів базифільного типу субстратів, ніж до кислих. Тобто у цьому випадку провідними диференціюючими виступають кліматичні фактори.

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що характер залежності між зміною показників основних екологічних факторів гірських систем Татр і на рівнині різні.

При наявній тенденції змін клімату в Татрах спостерігається наростання показників терморезиму, що спричинює зміщення альпійських, субнівальних і нивальних видів та поясів угору. В Східних Карпатах, де гори відносно низькі (найвища точка – 2305 м), це викликає серйозну загрозу зникнення високогірної біоти. На рівнині загроженими біото-

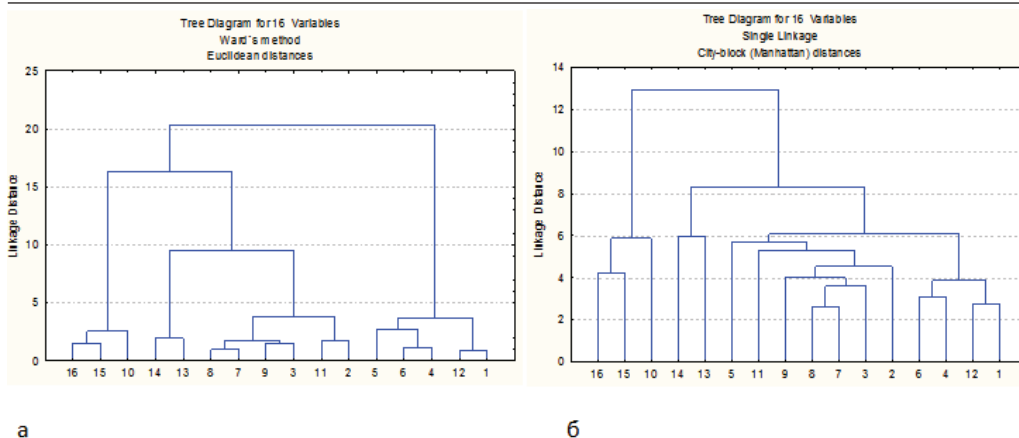


Рис. 5. Дендрограма подібності союзів за результатами фітоіндикації: а – розрахунок евклідової дистанції за методом Варда; б – методика поодиноких зв'язків для оцінки дистанції. пами є степові ксерофітні угруповання, які заростають кущами, деревами (спостерігається процес сільватизації).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дідух Я. П. Основи біоіндикації. К.: Наук. думка, 2012. 344 с.
2. Дідух Я. П., Плюта П. Г., Протопопова В. В. та ін. Екофлора України. Т. 1. К.: Фітосоціоцентр, 2000. 283 с.
3. Малиновський К. А., Крічфалушій В. В. Рослинні угруповання високогір'я Українських Карпат. Ужгород: Карпатська Вежа, 2002. 244 с.
4. Balcerkiewicz S. Roślinność wysokogórska Doliny Pięciu Stawów Polskich w Tatrach i jej przemiany antropogeniczne. Wyd. Naukowe UAM, Ser. Biol. 1984. T. 25. S. 1–191.
5. Chytrý M. Vegetace České Republiky. 1. Travinná a keříčková vegetace. Praga: Academia, 2007. 528 p.
6. Didukh Ya. P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 176 p.
7. Pawłowski B., Sokołowski M., Wallisch K. Zespoły roślin w Tatrach. Cz. VII. Zespoły roślinne i flora Doliny Morskiego Oka. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU. T. 67. Ser. A/B. 1927. S. 171–311.
8. Piekos-Mirkowa H., Mirek Z. Zbiorowiska roślinne // Przyroda Tatrzańskiego parku narodowego. Kraków-Zakopane, 1996. S. 237–274.
9. Szafer W., Pawłowski B., S. Kulczyński M. Zespoły roślin w Tatrach. Cz. I. Zespoły roślin w dolinie Chochołowskiej. Rozpr. Wydz. Matem.-Przyr. PAU. T. 63. Ser. B. 1923. S. 1–66.
10. Szafer W., Sokołowski M. Zespoły roślin w Tatrach. Cz. V. Zespoły roślin w dolinach położonych na północ od Giewontu. Rozpr. Wydz. Matem.-Przyr. PAU. T. 30. Ser. B. 1925. Tab. 6.
11. Whittaker R. H. Communities and Ecosystems. Macmillan, New York, 1970. 162 p.

Стаття: надійшла до редакції 20.03.14

доопрацьована 01.07.14

прийнята до друку 10.10.14

## THE SYNPHYTOINDICATION ESTIMATION OF VEGETATION OF NORTHERN MACROSLOPE TATRAS AND SURROUNDING AREAS

**Ya. Didukh<sup>1</sup>, I. Chetvertnykh<sup>1</sup>, A. Boratynski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine  
2, Tereshchenkivska St., Kyiv 01601, Ukraine  
e-mail: didukh@mail.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Dendrology, Polish Academy of Sciences  
5, Parkowa St., 62-035 Kornik, Poland  
e-mail: dendbiol@man.poznan.pl*

Synphytoindication estimation of communities of 16 unions belonging to 10 classes of Tatra vegetation from the plains to the nival zone is given, the correlation between the classes, based on the methods of direct and indirect (DCA-analysis) ordination, is presented. The features of the relationship between changing of the leading ecological factors, which differ for mountain ranges and plains, are revealed. Taking into consideration the current trends in climate changes, a shift of the alpine zone upwards in the Tatra Mountains will be observed, and xerophytic grassland communities will be under danger at the plains since they will be overgrown by bushes and trees.

*Keywords:* Tatra, vegetation, ecological differentiation, synphytoindication.

## СИНФИТОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА ТАТР И ПРИЛЕЖАЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

**Я. Дидух<sup>1</sup>, И. Четвертных<sup>1</sup>, А. Боратынски<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт ботаники имени Н.Г. Холодного НАН Украины  
ул. Терещенковская, 2, Киев 01601, Украина  
e-mail: didukh@mail.ru*

<sup>2</sup>*Институт Дендрологии ПАН  
ул. Парковая, 5, Курник 62-035, Польша  
e-mail: dendbiol@man.poznan.pl*

Дана синфитоиндикационная оценка сообществ 16 союзов (относятся к 10 классам) растительности Татр от равнины до нивального пояса, установлен характер корреляции между ними на основе методов прямой и непрямой (DCA-analysis) ординаций, выявлены особенности зависимости между сменой ведущих экофакторов, которая отличается для горных систем и равнины. При существующей тенденции изменений климата в Татрах будет наблюдаться смещение альпийских поясов вверх, а на равнине в зону риска попадают травянистые ксерофитные сообщества, которые зарастут кустами и деревьями.

*Ключевые слова:* Татры, растительность, экологическая дифференциация, синфитоиндикация.