



Я.П. ДІДУХ, У.М. СОКОЛЕНКО

Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна

didukh@mail.ru

uliashkina@ukr.net

ЕКОЛОГІЧНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ БІОТОПІВ КАРАБІ-ЯЙЛИ (ГІРСЬКИЙ КРИМ)

К л ю ч о в і с л о в а: Карабі-яйла, Гірський Крим, біотопи, рослинність, екологічна диференціація, синфітоіндикація

Вступ

Для збереження ценотичного та ландшафтного різноманіття необхідна оцінка їх різноманітності, що передбачає аналіз (диференціацію) біотопів за різними ценотичними й екологічними характеристиками. Оцінка ценотичного різноманіття відображається як у якісній різноманітності ценозів, так і в кількісному вимірі ступеня їхньої диференціації за певними ознаками. Перше ґрунтується на класифікації синтаксонів, яка, в свою чергу, можлива в трьох вимірах: типологічному — виділення синтаксонів, топологічному (екологічному) — виділення фітоценомер і територіальному (просторовому) — виділення фітоценохор (Сочава, 1979; Дідух, 1995, 2004) і відображає відповідно α , β , γ -різноманіття ценозів. Основою для оцінки *типологічної* різноманітності є класифікація фітоценозів, що ґрунтується на різних принципах, однак сьогодні найперспективнішою визнана еколого-флористична класифікація, яка, на відміну від домінантної, передбачає оперування й аналіз усього флористичного складу ценозів. Водночас ця класифікація слугує основою класифікації біотопів. Така класифікація вже розроблена для Лісової та Лісостепової зон України (Дідух та ін., 2011), а також створюється для Гірського Криму.

Топологічна класифікація передбачає встановлення закономірностей поєднання синтаксонів відповідно до зміни градієнта екологічних умов для
© Я.П. ДІДУХ, У.М. СОКОЛЕНКО, 2014

певного типу ландшафту, що відображає характер гетерогенності рослинних угруповань, тобто оцінку фітоценомер. Нарешті, території, які представлені однаковим поєднанням синтаксонів (тобто об'єднують однакові ценомери), розглядаються як один тип фітоценохор.

Інший аспект цієї проблеми полягає в тому, щоб перевести таку якісну оцінку в кількісні одиниці, що відкриває доступ до використання цілого арсеналу математичних методів і важливо для потреб моделювання та прогнозування. Кількісна оцінка екологічних факторів є доволі складною. Оскільки інструментальні виміри досить вартісні і не забезпечують отримання репрезентативної інформації в часовому та просторовому аспектах, то для цього використовується методика синфітоіндикації, яка дає змогу відобразити зміни екологічних факторів у бальних показниках (Дідух, 2012).

Таким чином, мета нашої роботи полягає в оцінці екологічної диференціації біотопів (синтаксонів), що уможлиблює відображення різних аспектів (α , β , γ) ценотичного різноманіття.

Об'єкт досліджень

Для такої оцінки ми обрали Кримські яйли як специфічний тип ландшафту, який характеризується невисоким різноманіттям біотопів, але складений їхнім мозаїчним поєднанням. Це зумовлено взаємодією багатьох природних процесів, що в гірських умовах відзначаються певною особливістю.

Ця специфіка ландшафту пояснюється тим, що в орографічному відношенні яйла являє собою столоподібну гірську вершину, складену верхньоюрськими вапняками, які підвищені від 800 м н. р. м. у північній і до 1400 м н. р. м. — у південній частинах.

Вплив Чорноморського басейну з півдня й аридних умов континенту степової зони на півночі, висотне положення над навколишніми територіями обумовлює специфіку переносу та сезонного розподілу опадів. Інтенсивність опадів спричинює масштабні поверхневі та підземні карстові ерозійні процеси у вапнякових відкладах, особливості водного режиму, формування гірських лучних степів із чорноземоподібними та дерново-чорноземоподібними ґрунтами. Слід відзначити і те, що відслонення вапнякових порід є ареною і фактором інтенсивного видоутворення, і багато ендемічних видів досягають рівня домінантів, тобто визначають специфіку біотопів.

Усе це, а також характер та інтенсивність перебігу природних процесів, специфічність біотичної складової визначають мозаїку екосистем, закономірності їхньої диференціації та поєднання, оцінка яких відображає β-різноманітність. Оцінка такої різноманітності передбачає встановлення меж дії факторів, градієнта їхніх змін, особливо тих, що мають лімітувальне значення.

Як полігон досліджень нами обрана Карабі-яйла — найбільша за площею (129 км²) і найсхідніша з кримських яйл, що відокремлена від західніших Долгоруківської та Демерджи долинами рік Суат і Бурульча, а зі сходу від лісового пасма гір — долинами р. Тана-Су та Біюк-Карасу. Її максимальна ширина із заходу на схід — 11,9 км, а з півночі на південь — 10 км. Хоча вважається, що середня висота цієї яйли 1000 м н. р. м., проте в цілому її масив розташований у межах висот від 700 до 900 м н. р. м., поступово піднімається на південь до найвищої точки г. Таш-Коба (1262 м) і круто обривається донизу. Її вершина платоподібна, безліса, ландшафт характеризується похилим, сильно закарстованим плато з верхньоюрських вапняків (коефіцієнт закарстованості 2,5). Тут близько 4500 котлованів та 1555 вирв (їхня щільність — 75 шт. на 1 км²), карові поля, 250 печер, колодязів, шахт, які сягають кількості метрів углиб, найбільша — Солдатська (517 м) (Вахрушев, 2002). У південній та північній частинах характер рельєфу різний: у північній (700—800 м) спостері-

гаються незначні широкі зниження, карстові заглиблення, в центральній (800—900 м) — найвища закарстованість із численними вирвами діаметром 200—300 м, завглибшки 40—50 м. Вони асиметричної будови, яка зумовлена специфікою залягання порід, напрямком вітру, що впливає на перерозподіл снігу (північні схили похилі (4°), південні круті (68°)). На півдні, де рельєф підвищений, підняття чергуються з обривистими виступами, які тягнуться з північного сходу на південний захід.

Клімат Карабі-яйли помірно-холодний, характеризується середньорічною температурою 6,3° С (середня t° січня — 3° С), сума активних температур (>10° С) — 1800—1900° С, річна кількість опадів — 595 мм, із яких найбільше (381 мм) випадає у вегетаційний період (квітень—жовтень), а відношення до холодного періоду — 0,56. Випаровування (реальне) тут досягає 420 (Ведь, 2000) — 440 (Парубець, 2010; Ретейом, 2010) мм/рік, а випаровуваність (максимально можлива) — 800 мм/рік. Отож відношення кількості опадів до цього показника (595/800) становить 0,74. Це свідчить про посушливий клімат, тобто існує дефіцит зволоження, який підсилюється специфікою карбонатних порід, що погано утримують вологу. Показник континентальності дорівнює 135,5 %, що в рівнинній частині України відповідає південному Лісостепу, а показник омброрежиму — 205, що відповідає центральній частині Лісостепової зони.

Таким чином, клімат Карабі-яйли загалом аналогічний клімату південної частини Лісостепу України. При цьому важливим є те, що за 110 років кількість опадів для яйл зросла на 45 мм, хоча, за даними А.В. Пенюгалова (1930), на початок ХХ ст. середньорічна кількість опадів становила 491, а тепер — 595 мм на рік, і характер їхнього розподілу вирізняється певною циклічністю. Середньорічна температура за цей період зросла на 0,5° С. Отже, спостерігається гумідизація клімату, проте в цілому його характеризують як семігумідний (Ретейом, 2010). У таких умовах розвиваються гірські лучно-степові угруповання, під якими формуються чорноземоподібні ґрунти (Драган, 2004). На відслоненнях карбонатів трав'яний покрив розріджений (томілярні угруповання), на рівнинних ділянках — степові ценози, а від'ємні форми рельєфу займають гірсько-лучні угруповання. У зниженнях південної підвищеної частини яйли на північних схилах формуються масиви грабових лісів. Таким чином, у межах ландшафту Карабі-яйли можна виділити

три типи мезокомбінацій, що змінюють одна одну в напрямку з північного заходу на південний схід. Кожна з них, у свою чергу, характеризується певним типом мікрокомбінацій, у межах яких рослинний покрив змінюється від томілярів на відслоненнях до степових лучних угруповань.

Методика досліджень

Польові методи. З метою вивчення закономірностей диференціації рослинного покриву 24—27.06.1980 було закладено профіль від середини яйли (44°893; E 34°482) до її південного краю (44°837; E 34°528), з північного заходу на південний схід завдовжки 5 км. Він охопив ковилові степи з *Stipa tirsae* Steven, які займають тут великі площі, але внаслідок помірного випасання і залісення суттєво скоротилися. На профілі репрезентовано основні типи угруповань — як природних, так і порушених, а також штучні соснові посадки. Орієнтирами для профілю слугували колодязь і вишка. Рухаючись відповідно до вибраного азимуту, відміряючи віддалі рулетками, ми позначали зміну домінуючих видів, крутизну схилів, виходи кам'янистих порід, що відображалося на міліметровому папері. Паралельно виконували геоботанічні описи рослинності на ділянках 10×10 м. Усього зроблено близько 100 геоботанічних описів, що репрезентують різні типи угруповань.

Камеральні методи. Геоботанічні описи ми ввели до бази даних TURBOVEG 2.90 із подальшою їх обробкою у програмі DJUCE 7.0. Для того, щоб результати фітоіндикації були достовірнішими, здійснили регульовану стратифікацію у програмі JUICE (Tychu, 2002) із відбором описів на основі обрахунку Евклідової відстані. Таким чином, нами отримано по 40 описів кожного союзу, які використовувалися в подальшому аналізі. Кількісні показники багатьох факторів, що відображають екологічну організацію структури екосистем, їхню різноманітність і характер диференціації, оцінювали на основі рослинного покриву, який є їх інтегральним індикатором. З метою такої оцінки використовували методику синфітоіндикації та низку інших методів.

Бальну оцінку описів за екологічними факторами здійснено за допомогою екологічних шкал Я.П. Дідуха (Didukh, 2011) у програмі JUICE. Для виявлення закономірностей розташування угруповань у багатовимірному просторі екологічних факторів скористалися методом DCA-ординації (Hill,

Gauch, 1980) за допомогою програми R-project (Venables et al., 2011). Амплітуди й оптимуми союзів рослинності за кожним із 12-ти екологічних факторів розраховували у програмі Statistica 7.0 і відображали у вигляді статистичних графіків «Box-Whiskers»: точка символізує середнє значення, «box» окреслює помилку середньої, а «whiskers» — межі стандартного відхилення щодо середнього значення, на основі яких були вилучені екстремальні значення факторів. Кластерний аналіз факторів і синтаксонів також виконували у програмі Statistica 7.0 (StatSoft, 2005), із використанням Евклідової відстані та групування за методом Варда й одинарного зв'язку на основі кореляційних матриць.

Результати досліджень та їх обговорення

Рослинні угруповання Карабі-яйли належать до чотирьох класів, що відображено у пропонованій синтаксономічній схемі.

Molinio-Arrhenatheretea R.Tx. 1937

Arrhenatheretalia Pawl. 1928

Trifolio (pratensis)-Brizion elatioris Didukh et Kuzemko 2009

Trifolio (pratensis)-Brizetum elatioris Didukh et Kuzemko 2009

Helictotricho (compressi)-Bistortion officinalis Didukh et Kuzemko 2009

Helictotricho (compressi)-Bistortetum officinalis Didukh et Kuzemko 2009

Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 1943

Festucetalia valesiacae Br.-Bl. et Tx. 1943

Adonidi-Stipion tirsae Didukh 1983

Adonidi-Stipetum tirsae Didukh 1983

Carici humilis-Androsacion Didukh 1983

Potentilletum depressae Didukh 1983

Asplenietea trichomanis Oberd. 1977

Asplenion rutae-murariae Oberd. et al. 1967

Quercus-Fagetea Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937

Fagetalia sylvaticae Pawl. 1928

Lasero trilobi-Carpinetum betuli Didukh 1996

Як видно зі схеми, ландшафт Карабі-яйли не відрізняється великим різноманіттям біотопів, хоча їхній розподіл досить строкатий. Тут відсутні водні, болотні біотопи, а найвологішими є луки. Специфіка луків полягає в тому, що вони трапляються у вигляді фрагментів по днищах і схилах карстових вирв, діаметром кілька десятків метрів. Їхнє розмаїття зводиться до двох асоціацій, що належать до різних союзів. Угруповання ас. *Trifolio (pratensis)-Brizetum elatioris* займають поглиблені днища ба-

лок та вирв із потужнішим чорноземоподібним ґрунтом і характеризуються домінуванням типових лучних злаків *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* L., *Dactylis glomerata*. Можна вважати, що це постлісові луки, бо в складі флори тут наявні лісові та відсутні лучно-степові види. Угрупування ас. *Helictotricho (compressi)-Bistortetum officinalis* займають як днища, так і схили балок і містять, окрім названих лучних, що втрачають домінуючу роль, лучно-степові й узлісні види, які переважають: *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Geranium sanguineum* L., *Poa angustifolia* L., *Trifolium medium* L., *Filipendula vulgaris* Moench тощо. Характерними видами для луків є *Ranunculus polyanthemus* L., *Betonica officinalis* L., *Stellaria graminea* L., види роду *Achillea* L. (Дідух, Куземко, 2009).

Типові для яйли степові угруповання відносять до союзу *Adonidi-Stipion tirsae*, їх об'єднали в одну асоціацію *Adonidi-Stipetum tirsae*. Проте, як показує детальніший аналіз, її слід розділити на дві і виокремити ще одну асоціацію, умовно названу нами *Trifolio montanae-Stipetum tirsae* nom. prov., що займає проміжне положення між луками та степами. Вона представлена двома варіантами: var. *Alchemilla jailae* (диференційні лучні види *Myosotis lithospermifolia* (Willd.) Hornem., *Stellaria graminea*), що є перехідним варіантом до згаданих лучних ценозів, але відрізняється від останніх наявністю для союзу і класу видів *Festuca rupicola* Heuff., *Teucrium chamaedrys* L., *Poa angustifolia*, і власне типовий варіант, в якому, крім *Stipa tirsae*, *Festuca valesiaca* Gaud., *Filipendula vulgaris*, *Coronilla varia* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Adonis vernalis* L., *Veronica incana* L., наявні *Trifolium montanum* L., *T. medium* L., *Carex michelii* Host, *Phleum phleoides* (L.) Karst, *Lathyrus pannonicus* (Jacq.) Garcke, *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop. Ці угруповання нагадують лучні степи рівнинного союзу *Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadač et Klika ex Klika 1951.

Типові степові угруповання Карабі-яйли аналогічні таким південного Лісостепу, де домінує лучно-степова *Stipa tirsae* і наявні типові види степового різнотрав'я, вони належать до асоціації *Adonidi-Stipetum tirsae*. Домінантами виступають *Stipa tirsae*, *Festuca rupicola*, а з різнотрав'я — *Filipendula vulgaris*, яка в сухіших ценозах втрачає домінуючу роль. Слід зазначити, що крім типових угруповань, локально трапляються деградовані під впливом випасу ділянки, в яких переважає *Artemisia austriaca* Jacq., а в місцях збоїв — *Scleranthus annuus* L. (Шеляг-Сосонко, Дідух, 1978), однак на дано-

му профілі вони не представлені. У складі цієї асоціації теж вирізняються два варіанти. Це типовий (4), в якому діагностичними видами є: *Stipa tirsae*, *Adonis vernalis* L., *Phlomis taurica* Hartwiss ex Bunge, *Paeonia tenuifolia* L., *Trifolium alpestre* L., *Hieracium bauhiniflorum* (Nägeli et Peter) Üksip, *Poterium polygamum* Waldst. ex Kit., *Veronica incana* L., *Plantago lanceolata* L., *Galium verum* L., *Trinia glauca* (L.) Dumort., *Filipendula vulgaris*, *Leontodon asperus* (Waldst. et Kit.), *Bunium ferulaceum* Smith, *Cerastium biebersteinii* DC., *Cruciata taurica* (Pall. ex Willd.) Soó, *Linum euxinum* Juz., *Onobrychis jailae* Czernova. Ці угруповання розвиваються на чорноземоподібних ґрунтах у сухіших умовах, ніж ценози попередньої асоціації. Другий варіант (4a) характеризується співдомінуванням видів карбонатних відслонень *Helianthemum stevenii* Rupr. ex Juz. et Pozdeeva, *Thymus dzevanovskyi* Klokov et Des.-Shost., *Teucrium chamaedrys* L., *Bromopsis cappadocica* (Boiss. et Balansa) Holub і зменшенням ролі *Stipa tirsae*.

У міру збільшення виходів карбонатних порід зростає домінуюча роль *Bromopsis cappadocica*, а на відслоненнях хамефітів — *Thymus dzevanovskyi*, *Th. tauricus* Klokov et Des.-Shost., *Teucrium polium* L., *Helianthemum stevenii*. На щільних вапняках формуються плями з *Koeleria lobata* (M. Bieb.) Roem. et Schult., а на рихлих порушених уламках розростаються *Sideritis taurica* Steph. ex Willd. та *Vincetoxicum laxum* (Bartl.) Gren. et Godr. Діагностичними видами цих угруповань є *Paeonia tenuifolia*, *Veronica taurica* Willd., *Scorzonera crispa* M. Bieb., *Cruciata taurica*. Ці угруповання, які ми розглядаємо в складі союзу *Carici humilis-Androsacion*, заслуговують на виділення в окрему асоціацію, умовно названу тут *Teucro polii-Koelerietum lobatae*.

У південній підвищеній частині Карабі-яйли (вище 1000 м н. р. м.) на північних схилах поширені угруповання ас. *Potentilletum depressae*. Тут домінують *Carex humilis* Leyss. і *Thymus tauricus*, однак, на відміну від типових західних яйл, відсутні такі види, як *Androsace taurica* Ovcz., *Draba cuspidata* M. Bieb., *Elytrigia strigosa* (M. Bieb.) Nevski, *Iberis saxatilis* L.

На крутих відслоненнях наявні флористично збіднені угруповання, представлені союзом *Asplenienion ruta-muraria* (*Asplenium ruta-muraria* L., *A. trichomanes* L., *Potentilla geoides* M. Bieb., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.).

Невеликі куртини *Carpinus betulus* умовно можна віднести до асоціації *Lasero trilobi-Carpinetum betuli*, (*Mercurialis perennis* L., *Primula acaulis* (L.) L., *Arum elongatum* Steven, *Galium odoratum* (L.) Scop., *Euphorbia*

amygdaloides L.), проте їхній флористичний склад збіднений і чимало характерних видів відсутні.

Класифікаційна схема та флористичний аналіз рослинних угруповань, розраховані показники головних екофакторів дали змогу виділити сім біотопів п'ятого ієрархічного рівня, два з яких представлені ще й варіантами (шостий рівень).

E1.2.51 {1} Післялісові гірські луки (*Trifolium pratensis-Brizion elatioris*)

E1.252 {2} Гірсько-лучні угруповання в карстових вирвах яйли (*Helictotrichon compressi-Bistortion officinalis*)

E2.1411 {5} Біотопи щільно- та рихлодернинних лучно-степових угруповань (*Carex humilis, Bromopsis cappadocica*) на малопотужних, погано розвинутих чорноземоподібних ґрунтах високих яйл Криму

E2.142 Біотопи злакових мезоксерофітних і ксерофітних угруповань Гірського Криму

E2.1422 {3} Біотопи злаково-типчачових мезоксерофітних лучно-степових угруповань (*Festuca rupicola, Koeleria cristata, Filipendula vulgaris, Poa angustifolia, Phleum phleoides* (L.) H. Karst., *Alopecurus vaginatus* (Willd.) Pall. ex Kunth) на розвинутих чорноземоподібних ґрунтах. (Варіант 3а — *Stipa tirsia* не домінує)

E2.1421 {4} Біотопи дернинних ксерофітних типчачово-ковилових степів (*Stipa tirsia, Festuca rupicola, Teucrium chamaedrys, Helianthemum stevenii*) на чорноземоподібних ґрунтах різного ступеня розвитку низьких яйл Криму. (Варіант 4а — співдомінують *Helianthemum stevenii, Anthyllis biebersteiniana* Popl., *Teucrium chamaedrys*, а *Filipendula vulgaris* втрачає домінуючу роль).

F4.322 {6} Біотопи злаково-чагарничкових лучно-степових угруповань (*Helianthemum stevenii, Thymus dzevanovskyi, Bromopsis cappadocica, Koeleria lobata*) яйл на відслоненнях карбонатів

G1.235 {7} Грабові ліси Гірського Криму (*Lasero trilobi-Carpinetum betuli*)

H2.1133 Освітлені хазмофітні угруповання гірського поясу *Asplenion rutae-murariae*

I4.112 Штучні посадки сосни на яйлі

Характер розподілу цих угруповань представлено на профілі (рис. 1). Перша частина профілю — знижена ділянка яйли (700—800 м), більш-менш похила з невеликими карстовими заглибленнями, друга характеризується глибшими карстовими заглибленнями, третя — залишками природних лісів із *Carpinus betulus* L. і підвищеннями на півдні з *Carex humilis* Leyss. Ці частини можуть розглядати-

ся як три типи фітоценохор, кожна з яких характеризується відповідним поєднанням синтаксонів у межах зміни рельєфу. Закономірні зміни одного синтаксона на інший на незначній віддалі (фітоценомери) обумовлені дією одного чи кількох екофакторів у межах даної фітоценохори. Вони формують екологічні ряди, а їхній набір (зміна) для трьох названих фітоценохор, тобто в межах яйлинського ландшафту, визначається як мезокомбінація. Екологічні ряди і мезокомбінації ми розглядаємо як категорії фітоценомер (Дидух, 1995), отождествлюємо їх детальніше.

Перша фітоценохора представлена зниженими, злегка хвилястими ділянками, де в місцях із розвиненим ґрунтом формуються угруповання з домінуванням *Festuca rupicola* Heuff., *Stipa tirsia*, а на невисоких кам'янистих підвищеннях чи схилах — *Helianthemum stevenii* Rupr. ex Juz. et Podz., *Thymus dzevanovskyi*, до яких із злаків домішується *Bromopsis cappadocica*. У карстових заглибленнях (>10 м, діаметром до 40 м) формуються лучні угруповання *Festuca pratensis* Huds., *Filipendula vulgaris* Moench, *Dactylis glomerata* L., *Alchemilla jailae* Juz., *Poa angustifolia* L., по периферії яких відзначені зарості з *Geranium sanguineum* L. У цих місцях простягаються лісопосадки *Pinus pallasiana* D. Don. Через 1700 м спостерігається підвищення рельєфу і різкіша його диференціація, що визначає особливості другої фітоценохори. Тут ділянки ковилових та кострицевих степів трапляються у вигляді незначних фрагментів (до 20 м), на північних крутих схилах домінує *Carex humilis*, *Helianthemum chamaecistus* Mill., *Thymus dzevanovskyi*, *Bromopsis cappadocica*, на південних — *Helianthemum stevenii*, *Teucrium jailae* Juz., а в заглибленнях — *Festuca pratensis*, *Filipendula vulgaris*, *Dactylis glomerata* L., *Alchemilla jailae*, *Poa angustifolia*, *Geranium sanguineum*. На південь від знака (третя фітоценохора) рельєф характеризується більшою диференціацією, наявністю карстових знижень. Превалують угруповання з *Bromopsis cappadocica*, типчачово-ковилові угруповання дуже скорочуються, у зниженнях рельєфу — лучні угруповання із *Poa angustifolia*, *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Geranium sanguineum*. На північних схилах є залишки природних лісів із *Carpinus betulus* з участю в трав'яному покриві *Mercurialis perennis*. Натомість, через 1800 м, знову спостерігається підвищення рельєфу (800 м до обриву), на північних схилах з'являється *Carex humilis*, на вершині і на південних схилах — *Thymus tauricus*, а найбільшу роль відіграє *Helianthemum stevenii*.

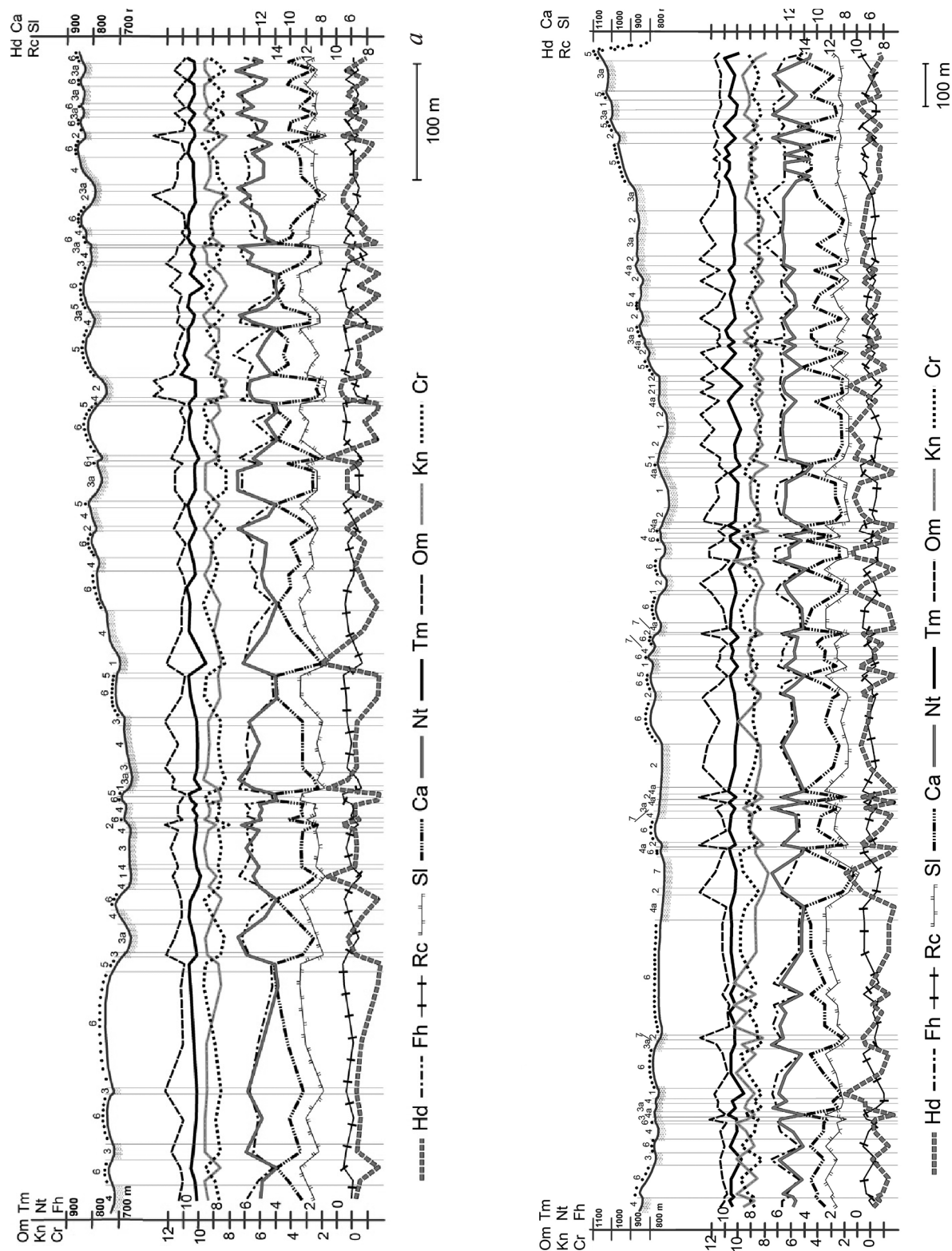


Рис. 1. Еколого-ценотичний профіль Карабі-яйли: 1, 2, 3, 3а, 4, 4а, 5, 6, 7 — типи біотопів
 Fig. 1. Ecological phytocoenotic profile of Karabi-yaila: 1, 2, 3, 3a, 4, 4a, 5, 6, 7 — biotope types

Разом з тим, для відображення екологічної диференціації ценозів показані значення провідних екологічних факторів. Як видно з графіків, градієнт їхньої зміни незначний, доволі обмежений, хоча частота коливання дуже висока. Найвищий рівень коливання мають показники карбонатності (4,6 бала, 35 % шкали), вмісту мінерального азоту (3,3 бала, 30 % шкали) та вологості ґрунту (4,9 бала, 21 % шкали). Зрозуміло, що в умовах атмосферного живлення, однакової геологічної будови такі показники зумовлюються особливостями мікрорельєфу, що визначає характер ґрунтоутворення та потужність накопичення ґрунтів. Загалом можна констатувати, що екологічна амплітуда біотопів яйл доволі вузька, але між зміною їхніх показників стосовно окремих факторів спостерігається залежність (рис. 2). Як правило, ця залежність виявляється у підвищенні (або зниженні) показників екофакторів від лучних, що формуються по днищах вирв, до кам'янистих на вершині гребенів біотопів. Різко відмінними показниками вирізняються ліси. Характер залежності між факторами відображено на ординаційних матрицях (рис. 3). Як видно з рисунків, пряmlinійна залежність спостерігається між зміною Hd/Ae, Hd/Nt, Sl/Rc, Ca/Rc, Ca/Sl, Nt/Ae, обернено лінійна — між Hd/Rc, Hd/Ca, Hd/Sl, Rc/Nt, Rc/Ae, Sl/Ae, Ca/Nt, Ca/Ae, Nt/Cr, Ae/Cr тощо. Такі зв'язки свідчать про взаємозалежність між зміною едафічних факторів. Натомість із кліматичних лише кріорежим, пов'язаний із зимовими температурами, запасами снігового покриву, впливає на характер диференціації біотопів. Інші чинники не менш важливі, оскільки, як видно з ординаційних матриць, зони перекриття між біотопами досить незначні, однак їх слід розглядати як самостійні, що не пов'язані зі зміною показників решти факторів.

Кумулятивний ефект впливу екологічних факторів на диференціацію біотопів відображено на рис. 4, де добре видно характер подібності та відмінності між ними. Відмінність між класами ценозів проявляється на рівні показника 0,5 Евклідової дистанції, а порядків — 0,2. Такий метод також показав взаємозалежність між факторами, що розділені на дві великі групи (рис. 5). З одного боку, це вологість і багатство ґрунтів (Hd, Ae, Nt, Om, Fh, Kn), а з другого — їхній хімічний склад (Rc, Ca, Sl, Lc, Tm, Cr). Кліматичні фактори розподілилися так: континентальність й омброрежим,

пов'язані з кількістю та розподілом опадів, їх випаровуваністю, корелюють із гідрологічними характеристиками (вологістю) ґрунту, а термічні фактори (термо- й кріорежим) — з хімічними властивостями ґрунту. Це досить важливо в аспекті прогнозування можливого розвитку рослинності під впливом потенційних кліматичних змін.

Результуючу взаємозалежність між зміною екофакторів та біотопів відображено на основі побудови DCA-ординаційної тривимірної матриці РІ — аналізу (рис. 6). З рисунка видно диференціувальну роль DCA1, пов'язану з факторами зволоження ґрунтів, які впливають на розподіл лучних та степових біотопів. З переходом від степових до хамефітних карбонатних біотопів провідну диференціувальну роль починають відігравати хімічні властивості ґрунтів (сольовий, кислотний, карбонатний режими), пов'язані зі зміною термо- та кріорежиму. Водночас бачимо, що всі біотопи розподілилися на три групи: 1, 2 — лучні, добре ізольовані, 3, 4 та їхні варіанти — степові, 5, 6 — угруповання відслонень (включаючи *Carex humilis*), які заслуговують на виокремлення на вищому синтаксономічному рівні, принаймні, порядку.

Висновки

Специфікою біотопів Карабі-яйли є їхня невелика різноманітність (10 типів і варіантів) і водночас дуже строкатий розподіл, зумовлений характером рельєфу та карстовими процесами. Природний рослинний покрив охоплює шість асоціацій, що належать до 4 класів і представлені луками, лучними та петрофітними степами, томілярами, наскельними відслоненнями і фрагментами лісів. На основі методики синфітоіндикації встановлено межі диференціації показників 12-ти провідних екофакторів та характер взаємозалежності їхніх змін. З'ясована пряmlinійна кореляція між вологістю, аерацією ґрунту і вмістом у ньому нітрогена, а також кислотністю, сольовим режимом і концентрацією карбонатів. Оберненолінійна залежність спостерігається між хімічними властивостями ґрунту та його вологістю і кріорежимом. На основі аналізу корелятивних зв'язків доведено, що термофактори (термо- й кріорежим) найтісніше пов'язані з хімічними властивостями ґрунту, а ті, що залежать від кількості опадів (омброрежим і континентальність) — з вологістю ґрунту, зміністю зволоження й аерацією.

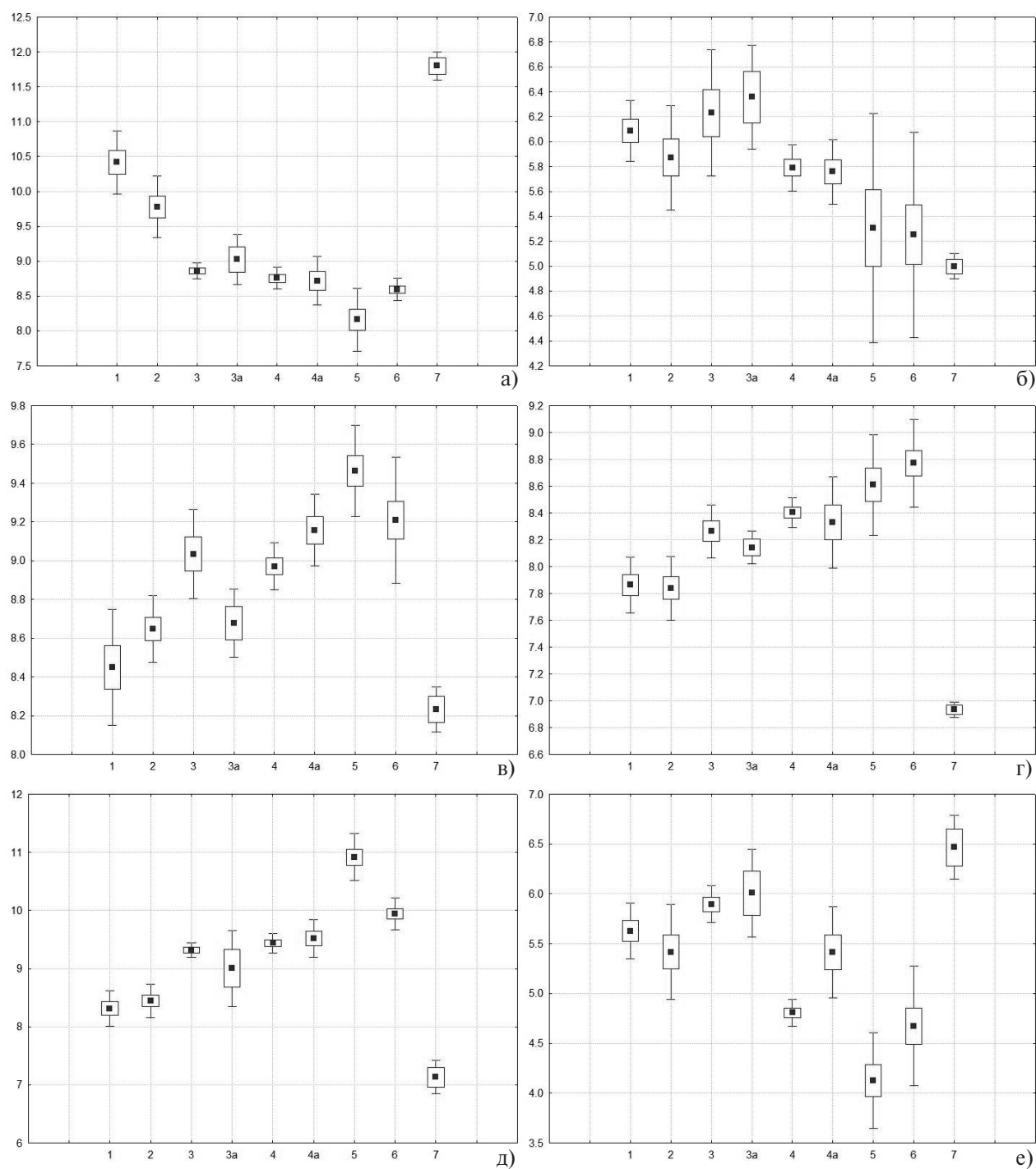


Рис. 2. Амплітуди й оптимуми біотопів Карабі-яйли за екологічними факторами: а) Hd, б) fH, в) Rc, г) SI, д) Ca, е) Nt

Fig. 2. Optima and ranges of ecological factors values of Karabi-yaila biotopes: а) Hd, б) fH, в) Rc, г) SI, д) Ca, е) Nt

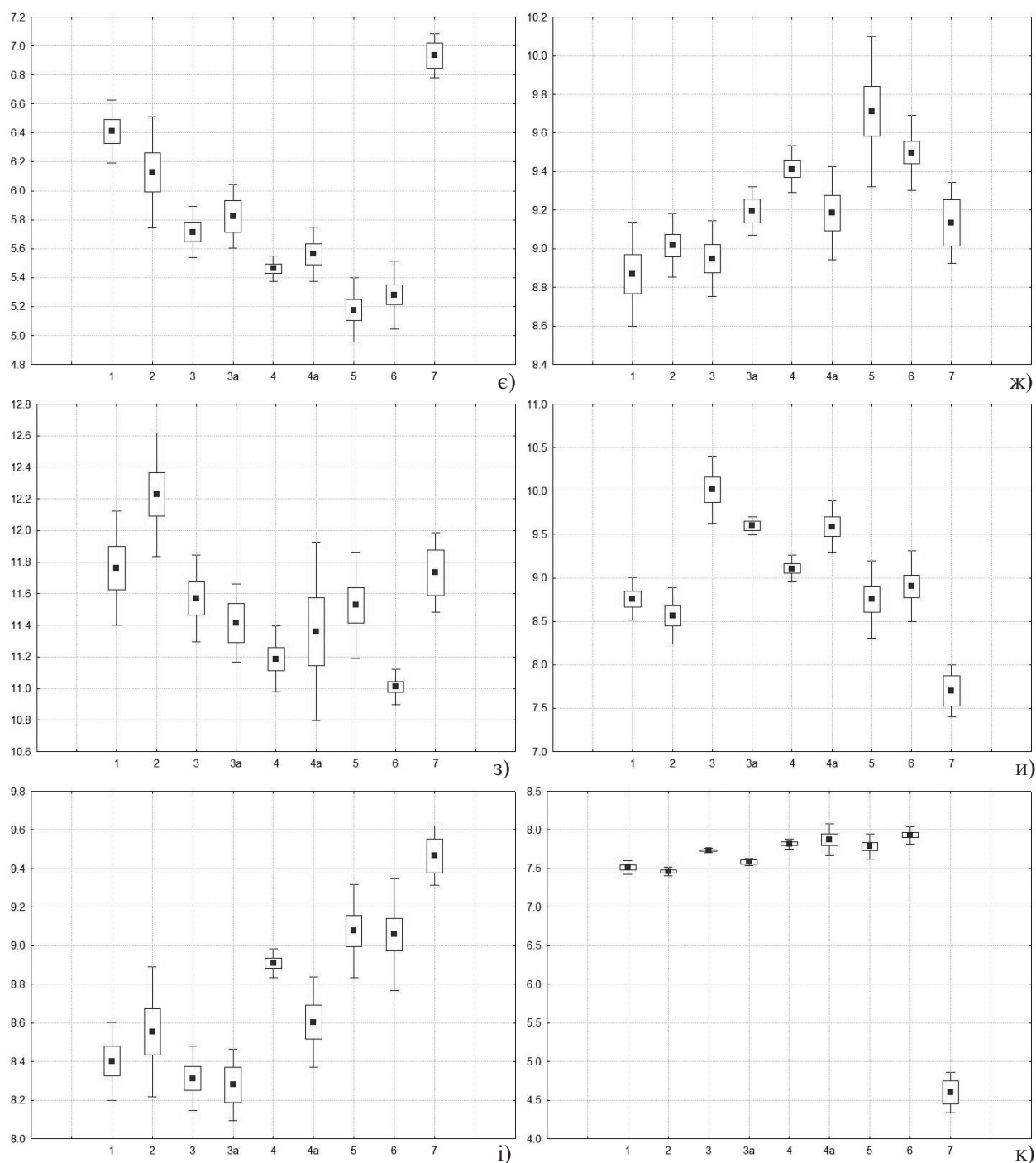


Рис. 2. (продовження). Амплітуди й оптимуми біотопів Карабі-яйли за екологічними факторами: є) Ae, ж) Tm, з) Om, и) Kn, і) Cr, к) Lc

Fig. 2. Optima and ranges of ecological factors values of Karabi-yaila biotopes: є) Ae, ж) Tm, з) Om, и) Kn, і) Cr, к) Lc

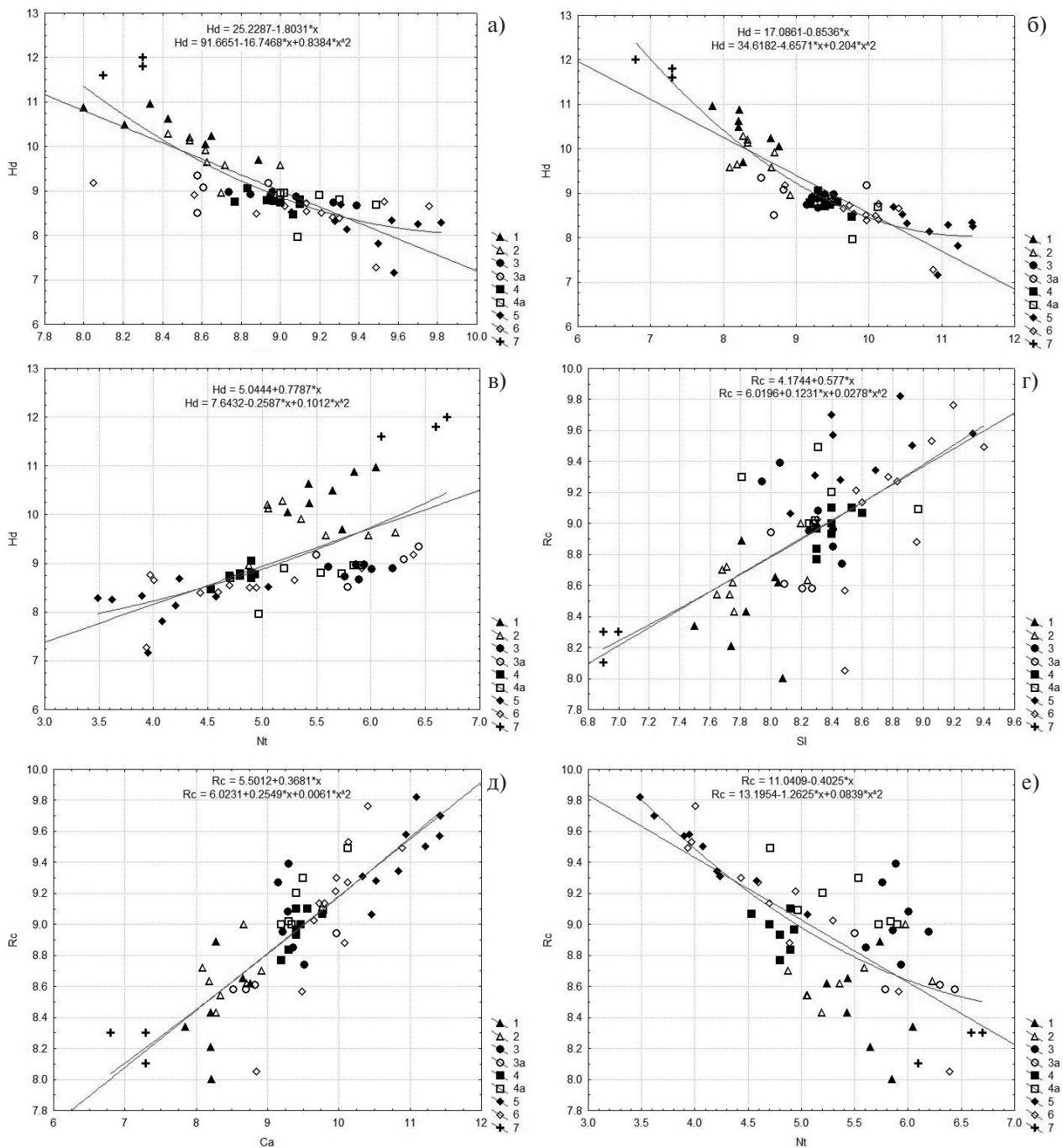


Рис. 3. Ординаційні матриці розподілу біотопів за едафічними та кліматичними факторами: Hd/Rc (а), Hd/Ca (б), Hd/Nt (в), Rc/SI (г), Rc/Ca (д), Rc/Nt (е)

Fig. 3. Ordination matrices on biotopes differentiation related to edaphic and climatic factors: Hd/Rc (a), Hd/Ca (б), Hd/Nt (в), Rc/SI (г), Rc/Ca (д), Rc/Nt (е)

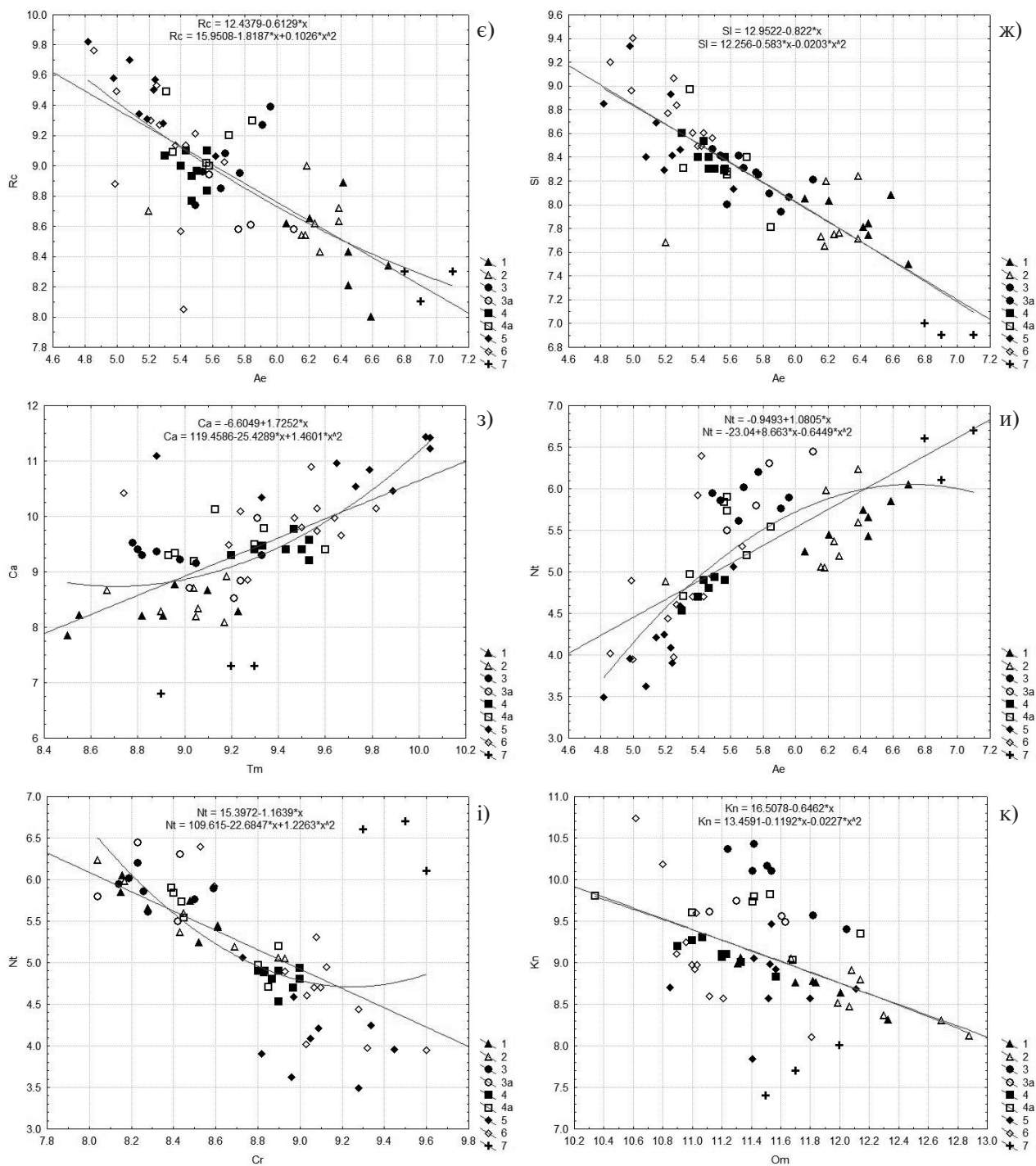


Рис. 3. (продовження). Ординаційні матриці розподілу біотопів за едафічними та кліматичними факторами: Rc/Ae (є), Sl/Ae (ж), Ca/Tm (з), Nt/Ae (и), Nt/Cr (і), Kn/Om (к)

Fig. 3. Ordination matrices on biotopes differentiation related to edaphic and climatic factors: Rc/Ae (є), Sl/Ae (ж), Ca/Tm (з), Nt/Ae (и), Nt/Cr (і), Kn/Om (к)

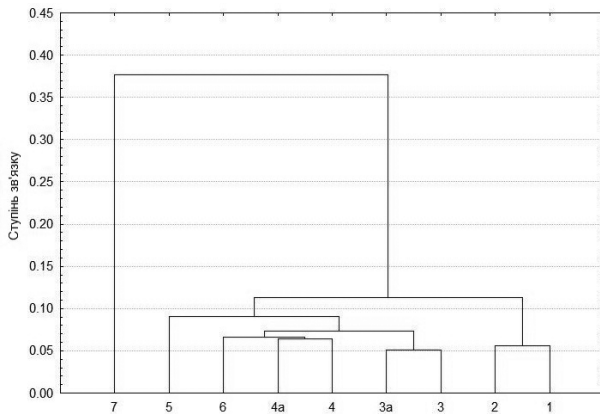


Рис. 4. Дендрограма подібності біотопів Карабі-яйли за результатами фітоіндикації (метод одинарного зв'язку, Евклідові відстані)

Fig. 4. Cluster analysis tree based on synphytoindication data of Karabi-yaila biotopes (single linkage method, Euclidean distances)

Отримані дані свідчать, що саморозвиток рослинності в напрямку утворення стійких ценозів, злуговіння, задерніння забезпечує формування потужніших ґрунтів, збільшення їхньої вологості, вмісту нітрогена. Все це сповільнює ерозійні процеси, протидіє розвитку карсту, поліпшує водний режим, стабілізує екологічну рівновагу. Тому штучне залісення кримських яйл сосною вважаємо недоцільним.

Висловлюємо подяку канд. біол. наук Л.П. Вакаренку за надані геоботанічні описи та співпрацю у складанні геоботанічних профілів Карабі-яйли.

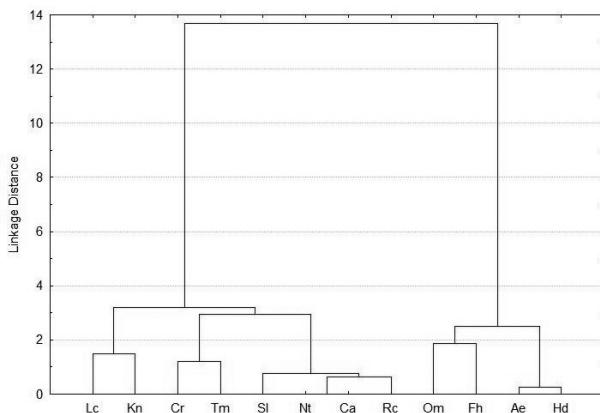


Рис. 5. Дендрограма подібності екологічних факторів за результатами кластерного аналізу (метод Варда, Евклідові відстані)

Fig. 5. Cluster analysis tree based on ecological factors values (Ward's method, Euclidean distances)

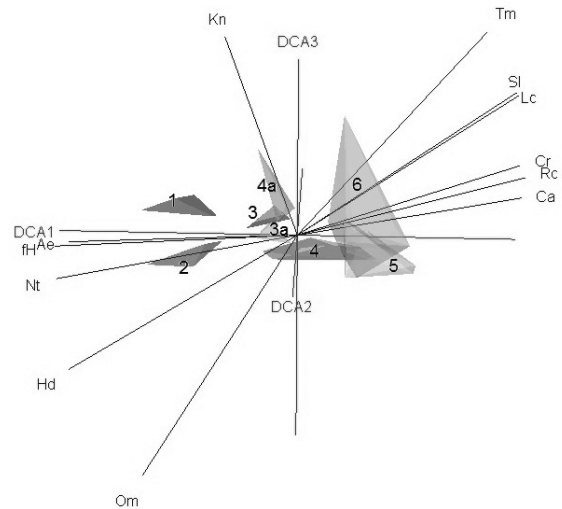


Рис. 6. Результати DCA-ординації біотопів Карабі-яйли

Fig. 6. Differentiation of Karabi-yaila biotopes based on DCA-ordination

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Вахрушев Б.А. Морфологический анализ поверхностного карста Крымских гор // Культура народов Причерноморья. — 2002. — № 35. — С. 15—20.
- Ведь И.П. Климатический атлас Крыма. — Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. — 120 с.
- Дідух Я. П. Опыт классификации ксерофильной полукустарничковой и травянистой растительности Горного Крыма // Ботан. журн. — 1983. — **68**, № 11. — С. 1456—1466.
- Дідух Я.П. Структура классификационных единиц растительности и ее таксономические категории // Экология і ноосферологія. — 1995. — **1**, № 1—2. — С. 56—73.
- Дідух Я. П. Методологічні підходи до створення класифікації екосистем // Укр. ботан. журн. — 2004. — **61**, № 1. — С. 7—17.
- Дідух Я.П. Основы биоиндикации. — К.: Наук. думка, 2012. — 342 с.
- Дідух Я.П., Вакаренко Л.П. Порівняльний аналіз синтаксонів флористичної класифікації степів і томілярів Гірського Криму // Укр. ботан. журн. — 1984. — **41**, № 3. — С. 11—20.
- Дідух Я.П., Куземко А.А. Нові синтаксони класу *Molinio-Arrhenatheretea* з Гірського Криму // Чорномор. ботан. журн. — 2009. — **5**, № 4. — С. 547—562.
- Дідух Я.П., Фіцайло Т.В., Коротченко І.А. та ін. Біотопи лісової та лісостепової зон України. — К.: ТОВ «Макрос», 2011. — 288 с.
- Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма и их рациональное использование. — Симферополь: ДОЛЯ, 2004. — 208 с.
- Парубец О.В. Изменения и колебания климата // Трансформация ландшафтно-экол. процессов в Крыму

в XX веке — начале XXI века / Под ред. В.А. Бокова. — Симферополь: ДОЛЯ, 2010. — С. 88—99.

Пенюгалов А.В. Климат Крыма: опыт климатического районирования. — Симферополь: Крымгосиздат, 1930. — 178 с.

Ретеюм А.Ю. Климат Крыма в прошлом, настоящем и будущем // Трансформация ландшафтно-экол. процессов в Крыму в XX веке — начале XXI века / Под ред. В.А. Бокова. — Симферополь: ДОЛЯ, 2010. — С. 67—87.

Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. — Новосибирск: Наука, 1979. — 189 с.

Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дидух Я.П. Ковиліві степи кримських яйл // Укр. ботан. журн. — 1978. — 35, № 1. — С. 9—14.

Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. — Kyiv: Phytosociocentre, 2011. — 176 p.

Hill M.O., Gauch H.G. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique // Vegetatio. — 1980. — 42. — P. 47—58.

Kuzemko A. Ukrainian Grasslands Database // Biodiversity & Ecology. — 2012. — 4. — P. 431.

StatSoft, Inc. (2005): STATISTICA for Windows. Version 7.0. — URL: <http://www.statsoft.com>.

Tichy L. JUICE, software for vegetation classification // J. Veg. Sci. — 2002. — 13. — P. 451—453.

Venables W. N. An Introduction to R Notes on R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics Version 2.13.2 / W. N. Venables, D. M. Smith and the R Development Core Team. — 2011. — <http://www.R-project.org>.

Рекомендує до друку
М.М. Федорончук

Надійшла 01.09.2013 р.

Я.П. Дидух, У.М. Соколенко

Институт ботаники имени Н.Г. Холодного НАН Украины, г. Киев

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ БИОТОПОВ КАРАБИ-ЯЙЛЫ (ГОРНЫЙ КРЫМ)

Разработана классификация биотопов Караби-яйлы на основе синтаксономии растительного покрова и исследовано их распределение. При незначительном разнообразии (10 типов и вариантов) наблюдается их сильная изменчивость, обусловленная изменениями рельефа и карстовыми процессами. Дана фитоиндикационная оценка экофакторов, установлен характер корреляции между ними и изменением биотопов на основе методов прямой и непрямой (DCA-analysis) ординаций, экологического профилирования. Показано, что континентальность и омброрежим связаны с количеством, распределением осадков и коррелируют с гидрорежимом, аэрацией почвы, а термо-криорежимы влияют на химические свойства почв.

Ключевые слова: Караби-яйла, Горный Крым, биотопы, растительность, экологическая дифференциация, синфитоиндикация.

Ya.P. Didukh, U.M. Sokolenko

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

ECOLOGICAL DIFFERENTIATION OF THE BIOTOPES OF KARABI-YAILA (CRIMEAN MOUNTAINS)

Biotope classification of Karabi-yaila based on syntaxonomy of vegetation cover was developed; ecological differentiation of the investigated biotopes was made. Biotopes amount to only 10 types and variants but have high variability due to changes in topography and karst processes. The synphytoindication of ecological factors, their correlation and correspondence with biotope types are presented. This was made with the help of direct and indirect (DCA-analysis) ordination, as well as environmental profiling methods. Thus, it is shown that the continental climate and humidity climate are related to the amount and distribution of rainfall and correlate with hydrometeorology and soil aeration, while thermal and cryoclimates have an effect on the chemical properties of soils.

Key words: Karabi-jaila, Crimean Mountains, biotopes (habitats), vegetation, ecological differentiation, synphytoindication.