



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.221>

RESEARCH ARTICLE

Еколого-топологічна диференціація біотопів Гірського Криму

Яків П. ДІДУХ , Юлія В. РОЗЕНБЛІТ 

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна

Abstract. The article provides results of the quantitative score assessment of environmental conditions of plant communities (biotopes) and comparative analysis of the topological (altitude) gradient of changes using the method of synphytoindication and the Mountain Crimean geobotanical zone as an example. Of the 126 biotopes listed for the Mountain Crimea, we selected for the analysis 68 forest, shrub, grassland and petrophytic types, reflecting the patterns of topological differentiation, i.e. β -coenotic diversity within five geobotanical regions and altitudinal zones of the southern and northern macroslopes. In the article, we highlight the specifics of the methodology of field research and data processing, based on geobotanical relevés entered into the database in the TURBOVEG software and selected ecological and coenotic profiles. At the next stage, we assessed the living conditions of the biotopes by applying modern methods and programs TWISPAN, STATISTICA-7. On the basis of key biotopes, we identified combinations within the altitude zones treated as mesocombinations and those within the macroslopes – as macrocombinations. In the article, distribution of biotopes by mesocombinations, macrocombinations and geobotanical regions is provided. The model ecological-coenotic profiles of each geobotanical region of shrub-forest and petrophytic-grass series were built showing distribution of biotopes and graphs of the indicators of major ecological factors. The regularities of altitude changes and the nature of correlation were established. For climatic factors (thermo-, cryoregime, humidity, and climate continentality), we calculated relevant indicators and coefficients used in climatology. The obtained data form the basis for assessing the differentiation of biotopes, comparative analysis of the ecological conditions and forecasting potential changes.

Keywords: biotope, β -coenotic diversity, differentiation, ecological factors, habitat, Mountain Crimea, phytoindication, vegetation

Article history. Submitted 01 June 2022. Revised 11 July 2022. Published 31 August 2022

Citation. Didukh Ya.P., Rosenblit Yu.V. 2022. Ecological and topological differentiation of biotopes in the Mountain Crimea. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 221–245. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.221>

Affiliation. M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Science of Ukraine, 2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine: Ya.P. Didukh, Yu.V. Rosenblit.

*Corresponding author e-mail: yuliya.rosenblit@gmail.com

Вступ

Питання оцінки диференціації рослинних угруповань, яка відображає ступінь подібності-відмінності між ними і ґрунтується на класифікації рослинності активно розроблялися в процесі розвитку геоботаніки. Якщо на початкових етапах така класифікація і порівняння проводилися за якісними ознаками, при подальшому розвитку, особливо в останні десятиліття в зв'язку з використанням комп'ютерних технологій розроблялися кількісні методи та відповідні програми, а порівняльний

аналіз у різних аспектах став головним інструментом не лише класифікації, а й оцінки територіальних і часових змін, їхніх моделювання та прогнозування.

Паралельно із розробкою нових методів власне класифікації (синтаксономії) розширюється сфера її використання в картографії та районуванні, поглиблюється інтеграція з екологією. Це знайшло відображення в оцінці α -, β -, γ -різноманіття, яке ми відповідно називаємо типологічним (синтаксони), топологічним (ценомери) та регіональним (ценохори) напрямками класифікації (Didukh, 1995), а також у розробці класифікації біотопів

© 2022 Ya.P. Didukh, Yu.V. Rosenblit. Published by the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

(габітетів). Топологічні аспекти класифікації рослинності розроблялися у колишньому СРСР школою В.Б. Сочави (вчення про ценомери та ценохори), а у Західній Європі – школою Р. Тюксена (сигмасинтаксономія) та їхніми послідовниками.

Нами (Didukh, Rosenblit, 2017; Rosenblit, 2020) удосконалено підходи щодо інтеграції цих геоботанічних напрямів та імплементовано їх до об'єктів екосистемного рівня – біотопів, які відображають структуру рослинних угруповань та умови їхнього існування (екомери, екохори). Апробація оцінки топологічної диференціації біотопів була проведена на прикладі Дністровського каньйону, де ключовою ланкою екомер є мезокомбінації заплави та схилів, тоді як плакорна частина не досліджувалася.

Порівняльна оцінка біотопів нами проводилася на основі екологічних характеристик, що відображають умови існування. При цьому досить інформативним виявилось застосування методики синфітоіндикації (Didukh, Plyuta, 1994; Didukh, 2011), яка дозволяє перевести якісні характеристики в кількісні бальні шкали та застосовувати низку математичних методів і програм для обробки даних.

Особливо актуальним і багатообіцяючим є дослідження топологічної диференціації біотопів гірських регіонів, де на перший план виходить власне тектоніко-геоморфологічний (орографічний) фактор, який спричинює перелом впливу всіх останніх (кліматичних, едафічних, ценотичних) характеристик. З погляду методики це ускладнює використання багатьох принципів дослідження диференціації рослинного покриву, які застосовуються для рівнинних територій, зокрема районування, зонування, але разом із тим зміщує акценти власне на оцінку топологічної диференціації, оскільки висотний градієнт змін багатьох чинників є значно ширшим. Основою такої оцінки є зміна показників висотної поясності, хоча принципи і методи їхнього виділення ще недостатньо розроблені. Тому нами обрано Гірський Крим, рослинний покрив якого досліджували Я.П. Дідух і Ю.Р. Шеляг-Сосонко (Shelyag-Sosonko, Didukh, 1980; Didukh, Shelyag-Sosonko, 1982), та була розроблена класифікація його біотопів (Didukh et al., 2016).

Мета роботи полягала у проведенні кількісної бальної оцінки умов існування рослинних угруповань (біотопів) Гірськокримського геоботанічного округу та порівняльного аналізу топологічного (висотного) градієнту змін на основі методики синфітоіндикації.

Матеріали та методи

Дослідження були проведені у період 1978–2013 рр. і включають понад 3 тис. геоботанічних описів, що репрезентують розподіл всіх типів рослинних угруповань різних геоботанічних районів та висотних поясів Гірського Криму.

Методика передбачає кілька етапів польових і камеральних робіт. Польові дослідження передбачали закладання мікро- та мезопротилів (понад 30) у межах певного урочища довжиною від кількох сотень метрів до кількох кілометрів. Вимога до протилів полягала у наявності набору типових угруповань при максимальній зміні видимих екологічних умов (крутизни та експозиції схилів). На міліметровий аркуш наносили довжину виділів у масштабі 1 : 1000 та нумерацію (або літерні позначки) угруповань, висоту позначали таким чином, щоб витримати крутизну схилів. Паралельно виконувалися геоботанічні описи на ділянках для лісів та чагарників 25 × 25 м, трав'яних 10 × 10 м та петрофітно-скельних угруповань – 5 × 5 м. Назви таксонів вищих судинних рослин подано за чеклистом (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Отриманий матеріал заносили в базу даних у програмі TURBOVEG (Hennekens, Schaminée, 2001) і обробляли за допомогою модифікованої версії алгоритму TWISPAN (Roleček et al., 2009) програми JUICE (Tichý, 2002). На основі обробки даних було розроблено класифікаційну схему рослинності та проведено ідентифікацію синтаксонів відносно класифікації біотопів (Didukh et al., 2016). Показники провідних екофакторів (середні значення та стандартне відхилення) розраховували, використовуючи методику синфітоіндикації (Didukh, 2011; Didukh, Budzhak, 2020) за допомогою базового статистичного аналізу в програмі STATISTICA 6.0. Ординаційний аналіз змін показників провідних екофакторів здійснювали в програмі Excel.

Оскільки кожний біотоп представлений неоднаковою кількістю описів, то за основу для подальшої роботи (оцінки мінімальних, максимальних, реперних показників, розрахунків кореляційних залежностей та ін.) були взяті середні для біотопу показники. Подальший аналіз полягав у оцінці місця кожного біотопу до висотного та географічного його розподілу та значимості (характерності, діагностичності та типовості) для відповідних топологічних категорій.

Основною категорією топологічного розподілу є ланки, що представлені одним ключовим біотопом (синтаксоном), у межах розподілу якого можуть бути включені інші угруповання, що відносяться до синтаксонів різних типів угруповань, тобто являють собою комбінації. Не дивлячись на різну синтаксономічну приналежність фітоценозів, така комбінація функціонує як цілісна система – так звана екомера (Didukh, Rosenblit, 2017; Rosenblit, 2020). Основною ознакою біотопів є фітоценотична характеристика, що візуально відображає його структуру, умови існування та межі розподілу. Закономірний розподіл біотопів у межах висотного поясу розглядається як мезокомбінації, а в межах макросхилу – макрокомбінації. Для їхнього виділення ми інтегрували результати розподілу рослинних угруповань конкретних мікро- та мезопротилів і формували макропрофіль висотного розподілу типових характерних біотопів, що мають важливе діагностичне значення в межах макросхилів. Відповідний їхній розподіл по відношенню до зміни характеристик головного чи кількох екофакторів розглядається нами як екологічний ряд. Оскільки в гірських системах таким фактором є зміна гідротермічного режиму ґрунтової поверхні, то саме по відношенню до зміни цих показників формуються екологічні ряди. Гідротермічними показниками слугували дані фітоіндикації, бальні оцінки яких достатньо чутливо відображають умови існування. Оскільки, з одного боку, гірські регіони характеризуються великою різноманітністю біотопів і строкатістю їхнього розподілу, з іншого – структура рослинних угруповань може суттєво змінювати показники гідротермічних умов поверхні, для зручності та кращої візуалізації будувалися окремі екологічні ряди для чагарниково-деревного (F, G) і петрофітно-трав'яного (E, H) типів біотопів. При цьому нами виключені водні (C), прибережно-водні та болотні (D), приморські (B), антропогенні (I) біотопи як такі, що не мають прямого відношення до гідротерміки гірських умов, або є компонентами іншого типу екомер, який визначається власне водним, а не термічним режимом. На основі такої оцінки для кожного геоботанічного району будувалися ряди чагарниково-лісового та трав'яно-петрофітного типів, а також виділялися мезо- та макрокомбінації, що відображають топологічну диференціацію біотопів Гірського Криму. За топологічною значимістю біотопи можна розділити на чотири категорії: характерні – притаманні

для даного типу екомери, за межами якого не трапляються; діагностичні – трапляються в даній та вище або нижче розташованій екомері; типові для даного регіону (району чи округу) біотопи, що не мають чіткої прив'язки до конкретної мезокомбінації; додаткові біотопи, які доповнюють репрезентативність картини та інформативність даних топологічної диференціації. Отримані результати відображені в графічних моделях (еколого-ценотичних профілях), на яких показано позицію біотопу відносно інших та екологічні характеристики.

Об'єкт досліджень

Коротка фізико-географічна характеристика.

Гірський Крим – система, що складається з трьох паралельних гірських гряд з максимальною шириною 50–60 км, які простягаються з південного заходу на північний схід уздовж узбережжя Чорного моря: короткої Зовнішньої гряди, висотою до 350 м, довшої (біля 125 км) Внутрішньої, висотою 400–500 м і найдовшої (до 180 км) та найвищої (1000–1500 м н.р.м.) Головної. Гряди мають пологі північні та круті, обривисті (150–500 м) південні схили, поступово піднімаються із заходу та сходу, досягаючи максимальної висоти (найвища точка г. Роман-Кош – 1545 м) в центральній частині. Головна гряда, яка визначає поділ гірської системи на південний та північний макросхили, підвищується від Байдарської (500–700 м н.р.м.), Ай-Петрінської (1200–1300), Ялтинської (1300–1400), Нікітської (1300–1450) та Бабуган яйл (1400–1500 м н.р.м.), далі повертає на схід і вже розпадається на окремі столоподібні масиви, відділені один від одного глибокими та широкими (до 3–5 км) долинами, а в східній частині гірське пасмо знижується (400–700 м) і вершини гір мають опуклі форми, покриті лісом.

Головна гряда Кримських гір складена потужними верхньоюрськими вапняками, що залягають на породах таврійської світи. Внутрішня гряда сформована із вапняків, мергелів крейдового та палеогенового періоду, а зовнішня гряда складена молодшими вапняками неогенового (сарматського) періоду (Podhorodetskiy, 1988). Суцільні потужні пласти цих порід порушені вклиненням магматичних інтрузій. Підвищення базису ерозії при достатній кількості опадів, накопичення підземних водних запасів сприяють інтенсивному розвитку карстових

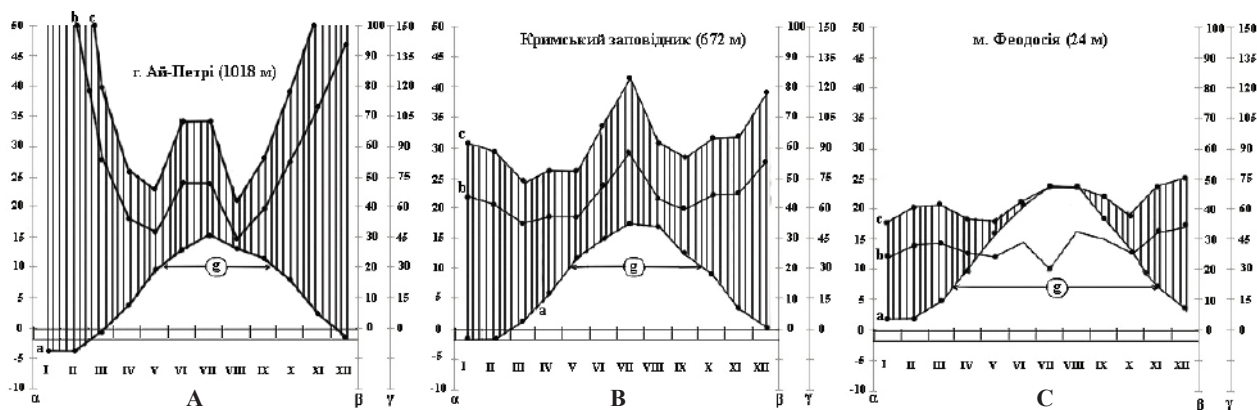


Рис. 1. Кліматодіаграми Вальтера з річним розподілом опадів (А: г. Ай-Петрі; В: Кримський заповідник; С: м. Феодосія)
 α – шкала середньомісячних температур; β – шкала середньомісячної кількості опадів по відношенню до шкали температур, як $10\text{ }^{\circ}\text{C} : 20\text{ мм}$; а – крива середньомісячних температур ($^{\circ}\text{C}$); б – крива середніх місячних сум опадів ($10\text{ }^{\circ}\text{C} : 20\text{ мм}$); с – крива середніх місячних сум опадів ($10\text{ }^{\circ}\text{C} : 30\text{ мм}$)

Fig. 1. Walter's climatic diagrams with annual precipitation distribution (A: Ai-Petri; B: Crimean Reserve; C: Feodosia)

α – scale of average monthly temperatures; β – scale of average monthly precipitation in relation to temperature scale as $10\text{ }^{\circ}\text{C} : 20\text{ mm}$; a – curve of average monthly temperatures ($^{\circ}\text{C}$); b – curve of average monthly precipitation amounts ($10\text{ }^{\circ}\text{C} : 20\text{ mm}$); c – curve of average monthly precipitation amounts ($10\text{ }^{\circ}\text{C} : 30\text{ mm}$)

процесів, що проявляються на яйлі Головної гряди у вигляді западин, знижень, колодязів і печер. Гірський Крим належить до одного з найбільш закарстованих регіонів Європи. По долинах річок акумулюються алювіальні, алювіально-пролювіальні та делювіально-пролювіальні породи (Dublyanskiy, Dublyanskaya, 1996; Pozachenyuk, 1999b; Vakhrushev, 2004).

Ґрунтовий покрив Гірського Криму досить різноманітний і представлений різними типами: чорноземи, дерново-карбонатні (рендзини), бурі, коричневі ґрунти тощо. Чорноземи формуються під степовими ценозами передгір'їв, а на плескатих вершинах яйл змінюються гірськими лучно-чорноземними. Гірські лучно-чорноземні ґрунти розвиваються в умовах доброго промочування субстрату атмосферними опадами. На карбонатних відкладах нижніх поясів Зовнішньої гряди (передгір'їв) утворюються дерново-карбонатні ґрунти (рендзини). Бурі лісові ґрунти займають найбільшу площу і формуються під лісами. Їхня потужність досягає 1 м, а "кипіння" починається на глибині 30–40 см. Вміст гумусу у верхніх горизонтах може скласти 10%, але в нижніх він різко знижується до 1,7%. Коричневі ґрунти пов'язані зі специфікою субаридного субсередземноморського клімату літнім жарким сухим і зимовим холодним

спокоєм, весняно-ранньолітньою та осінньою вегетацією. Вони формуються під ксерофітними лісами, чагарниками та однорічними саваноїдами. В пониженнях рельєфу, умовах близького залягання ґрунтових вод на делювіальних породах, трапляються лучні ґрунти, багаті карбонатами. Гумусовий горизонт потужний ($> 30\text{ см}$), добре розвинутий, вміст гумусу 4,0–6,5% (Dragan, 2004).

За кліматичними показниками Гірський Крим належить до трьох кліматичних областей: передгір'я, центральна та східна частина з помірно-теплим посушливим континентальним кліматом із жарким літом і холодною зимою; південний берег Криму та західна частина передгір'їв характеризуються субтропічним (субсередземноморським) слабко-континентальним кліматом із м'якою вологою зимою та сухим теплим літом; власне гори характеризуються помірно-прохолодним кліматом із прохолодною зимою і теплим літом. З підняттям на 100 м на північному макросхилі середньорічні температури знижуються на $0,52\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на південному – на $0,75\text{ }^{\circ}\text{C}$, тобто в середньому на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Vokov, Luchak, 2010). Закономірності розподілу температури та опадів протягом сезону відображено на основі кліматодіаграм Вальтера, аналіз яких показує регіональні та висотні особливості цього регіону (рис. 1).

Ізохора розподілу опадів між середземноморським зимовим максимумом і помірно континентальним літнім максимумом проходить від Алушти до Ангарського перевалу, Бахчисарая та Севастополя, тобто з південного сходу на північний захід (Ved, 2000; Vagrova et al., 2003). При цьому значний вплив на характер клімату має Чорне море, що омиває півострів і згладжує континентальність, знижуючи показники температури по відношенню до континентальних регіонів таких самих широт на 7,2 °С (Babkov, 1961), перш за все, за рахунок підвищення середньозимових температур до позитивних значень (Pavlova, 1964).

На основі комплексної оцінки природних компонентів розроблено класифікацію ландшафтів та проведено всебічний їхній аналіз (Grishankov, 1977; Pozachenyuk, 1999a, b, 2009; Bokov, 2010; Bokov, Lychak, 2010), створено карти геотопів як ландшафтних одиниць топологічного рівня окремих регіонів Гірського Криму (Garkusha et al., 2010). Проведені нами дослідження доповнюють і поглиблюють знання про складну своєрідну природу Гірського Криму з акцентом на рослинний покрив, який є чутливим індикатором природних умов.

Рослинний покрив та біотопи Гірського Криму

Територіальне розташування Кримських гір, вплив моря, висота, експозиція та крутизна схилів визначають специфіку та характер диференціації рослинного покриву. Нами (Didukh, 1992) він виділяється як Гірськокримський геоботанічний округ, який належить до Кримсько-Новоросійської підпровінції, Евксинської провінції, Субсередземноморської підобласті, Середземноморської області. Незважаючи на переважання за площею лісів неморального типу (*Carpino-Fagetea*), які займають верхні пояси, характерною особливістю його є наявність геміксерофітних і ксерофітних субсередземноморських угруповань (*Quercetea pubescentis*), з домінуванням *Quercus pubescens* Willd., *Juniperus excelsa* M.Bieb., *Pinus pallasiana* Lamb., *Pistacia mutica* Fisch. & S.A.Mey. Однак, в офіційних документах Європейського агентства з охорони навколишнього середовища ЄС цей регіон, на наш погляд, помилково включено до Степового біому (Roekaerts, 2002) і наведений для нього перелік кримських лісових біотопів суттєво спотворює картину.

У межах південного та північного макросхилів нами (Didukh, 1992) виділено по три висотні пояси, що визначаються за вертикальною зміною лісових порід, а на платоподібних вершинах домінують лучні степи. На південному макросхилі нижній (до 400–450 м н.р.м.) пояс складають геміксерофітні субсередземноморські ліси (*Quercetea pubescenti-petraeae*, *Elytrigion odosae-Quercion pubescentis*, *Carpino orientalis-Quercion pubescentis*), ксерофітні рідколісся (*Jasmino-Juniperion excelsae*) та саваноїди (*Stipo-Trachynietea*); середній пояс (від 400–450 до 800–900 м н.р.м.) складають мезоксерофітні субсередземноморські кримсько-соснові (*Pinion pallasiana*) та ксеромезофітні скельнодубові (*Paenion dauricae-Quercion petraeae*) ліси; верхній пояс – неморальні букові (*Dentario quinquefoliae-Fagion sylvaticae*) та гірськобореальні соснові ліси (*Pinion kochiana*). На північному макросхилі нижній лісостеповий пояс (до 300–400 м н.р.м.) складається з геміксерофітних пухнастодубових лісів і шибляків (*Carpino orientalis-Quercion pubescentis*, *Elytrigion nodosae-Quercion pubescentis*) і справжніх степів (*Veronico multifidae-Stipion ponticae*); середній пояс (від 300–400 до 700–800 м н.р.м.) – зі скельнодубових (*Paenion dauricae-Quercion petraeae*) та сформованих на їхньому місці лісів (*Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L.); верхній пояс складається із неморальних (*Dentario quinquefoliae-Fagion sylvaticae*) лісів *Fagus sylvatica* L., із вкрапленням *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer stevenii* Pojark. На плескатих столоподібних вершинах високих яйл (1000–1450 м н.р.м.) переважають степи *Androsaco tauricae-Caricion humilis*, а низьких яйл (600–900 м н.р.м.) – *Adonidi vernalis-Stipion tirsae* із включенням лук (*Helictotricho compressi-Bistortion officinalis*) та томілярів. Така поясність характерна для гірських систем Середземномор'я і належить до "атлантичного" або скандинаво-карпатсько-балканського типу О.С. Гребенщикова (Grebenshchikov, 1974) або гумідного типу Г. Вальтера (Walter, 1968).

Для Гірського Криму нами наводиться 126 біотопів, які віднесено до восьми типів (Didukh et al., 2016). Для аналізу топологічної структури відібрано біотопи чотирьох типів автогенного та літогенного характеру: Е – трав'яні степові, лучні, саваноїдні, томілярні; F – чагарникові; G – лісові; Н – петрофітні, які відображають еколого-ценотичні закономірності зміни гірських умов. Із відібраних типів для аналізу використано лише такі біотопи, що відображають

Таблиця 1. Розподіл біотопів за мезо- та макрокомбінаціями Гірського Криму
Table 1. Distribution of biotopes by meso- and macrocombinations of the Mountain Crimea

№	Код	Назва біотопу	Південний макросхил			Північний макросхил			Геоботанічні райони														
			Н*	С	В	Н	С	В	1	2	3	4	5										
Е ЗЛАКОВО-ТРАВ'ЯНИ МЕЗО- ТА КСЕРОТИЧНІ БІОТОПИ (ЛУКИ, СТЕПИ, САВАНОЇДИ, ТОМЛЯРИ)																							
1	E:1.251	Післялісові гірські луки (<i>Trifolium pratensis-Brizion elatioris</i>)		×		×	×		×	×	×	×											
2	E:1.252	Луки в карстових воронках яйли (<i>Helictotricho compressi-Bistortion officinalis</i>)			×			×		×	×	×											
3	E:1.422	Засолені луки (<i>Plantagini salsae-Artemision santonici</i>)	×												×	×							
4	E:2.1411	Справжні різнотравно-ковиліве степи передгір'я (<i>Bromopsido tauricae-Stipetum ponticae</i>)				×			×	×	×	×	×										
5	E:2.1421	Типчакково-ковиліве степи низьких яйл (<i>Adonido-Stipion tirsae</i>)						×					×	×									
6	E:2.1422	Біотопи лучних степів нижнього поясу (<i>Filipendula vulgaris, Poa angustifolia</i>)	×			×	×		×	×	×	×	×	×									
7	E:2.1511	Щільнодернинні лучно-степові петрофітні угруповання (<i>Androsaco tauricae-Caricion humilis</i>) високих яйл			×			×			×	×	×										
8	E:2.1512	Дернинні-злакові гірські лучні степи (<i>Festuca rupicola, Festuca valesiaca</i>) високих яйл			×			×			×	×											
9	E:2.1513	Гірсько-степові біотопи з розрідженим травостєм (<i>Genisto albidae-Stipetum lithophilae</i>) високих яйл			×			×			×	×											
10	E:2.1514	Біотопи ксерофітного різнотрав'я (<i>Androsaco villosae-Caricion humilis</i>) середнього поясу		×				×			×	×	×	×	×								
11	E:2.211	Біотопи ксеротичного різнотрав'я (<i>Bromopsido tauricae- Asphodelinetum tauricae</i>) нижнього поясу та передгір'я	×	×		×	×		×	×	×	×	×	×	×								
12	E:2.212	Біотопи ксеротермофітного різнотрав'я (<i>Alyssu-Sedetalia</i> : на виходах магматичних порід нижнього поясу)	×															×					
13	E:2.213	Біотопи фриганодів (томляри та петрофітні степи) (<i>Medicago rupestris-Satureion taurica</i>) на виходах вапняків та крейди передгір'я Криму						×							×								
14	E:2.233	Біотопи ксеротичних угруповань (<i>Agropyron ponticum, Kochia prostrata</i>) на елювіальних відкладах, глинистих відслоненнях	×												×	×	×						
15	E:2.234	Біотопи ксеротичних угруповань (<i>Elytrigia nodosa, Artemisia caucasica</i>) на коричневих щербенистих ґрунтах та елювіальних кам'янистих відкладах	×												×	×	×						
16	E:4.123	Узлісні біотопи яйл та приайлинських схилів (<i>Geranion sanguinei</i>)		×	×			×	×		×	×											
17	E:4.124	Узлісні біотопи нижніх та середніх поясів (<i>Geranion sanguinei: Vicia tenuifolia, Dictamnus gymnostylis, Geranium sanguineum</i>)	×	×							×	×	×	×	×								
18	E:4.125	Біотопи соснових та скельнодубових лісів (<i>Geranion sanguinei: Physospermum cornubiense, Aegonychon purpureocaeruleum</i>) середніх поясів	×					×				×	×	×									
19	E:4.126	Біотопи галявин широколистяних лісів (<i>Geranion sanguinei: Dorycnium herbaceum, Agrimonia eupatoria</i>)						×			×	×	×	×									
20	E:5.111	Біотопи середземноморських мезоксерофільних багаторічників (<i>Hordeum bulbosum, Achnatherum bromoides, Poterium polygamum, Dianthus humilis</i>) з участю ефемерів (<i>Aegilops, Hordeum</i>)	×									×	×	×									
21	E:5.112	Біотопи середземноморських озимих ефемерних злаковників (<i>Hordeum, Haynaldia, Aegilops, Taeniatherum</i>)	×									×	×	×	×	×							
22	E:5.113	Біотопи середземноморських озимих ефемерних злаків на щербенистих безкарбонатних ґрунтах (<i>Vulpia ciliata, Ventenata dubia</i>)	×										×	×									
Ф БІОТОПИ ЧАГАРНИКОВОГО ТИПУ																							
23	F:2.121	Високі чагарникові бордюри (<i>Rubus ulmifolius</i> s.l. (incl. <i>Rubus sanctus</i>), <i>R. praecox</i>)	×	×				×			×	×	×	×	×								
24	F:2.122	Низькорослі чагарникові бордюри (<i>Rubus canescens, R. crimaeus</i> та ін.)	×	×				×			×	×	×	×	×								

№	Код	Назва біотопу	Південний макросхил			Північний макросхил			Геоботанічні райони				
			Н*	С	В	Н	С	В	1	2	3	4	5
25	F3:122	Мезонітрофільні зарості <i>Sambucus nigra</i>	×			×			×	×	×	×	×
26	F:3.123	Мезотермофільні зарості <i>Swida sanguinea</i> subsp. <i>australis</i>	×			×			×	×	×	×	×
27	F:3.1321	Мезотермофільні зарості (<i>Berberidion</i>)	×			×			×	×	×	×	×
28	F:3.1322	Мезотермофільні зарості <i>Cornus mas</i>		×		×	×		×	×	×	×	×
29	F:3.313	Мезоксерофільні зарості Гірського Криму (<i>Prunion spinosae</i>)	×	×		×	×		×	×	×	×	×
30	F:3.322	Низькорослі зарості <i>Amygdalus nana</i> , <i>Rosa pimpinellifolia</i> , <i>Chamaecytisus</i> sp.				×			×	×	×	×	×
31	F:3.332	Геміксерофільні зарості <i>Cotinus coggygia</i>	×			×	×				×	×	×
32	F:3.333	Ксерофільні зарості <i>Cotinus coggygia</i> , <i>Jasminum fruticans</i>	×	×		×	×		×	×	×	×	×
33	F:3.511	Геміксерофільні зарості <i>Paliurus spina-christi</i>	×			×			×	×	×	×	×
34	F:3.512	Ксерофільні зарості <i>Elytrigio nodosae-Rhunion</i> : <i>Rhus coriaria</i> , <i>Coronilla emeroides</i>	×						×	×	×	×	×
35	F:4.111	Зарості <i>Cistus tauricus</i>	×						×	×			
36	F:4.112	Склерофільні зарості <i>Jasminum fruticans</i>	×						×	×	×	×	×
37	F:5.3212	Біотопи прибережних чагарників галечниково-піщаних засоленних відкладів (<i>Tamarix hohenackeri</i>)	×										×
38	F:6.121	Вічнозелені склерофільні рідколісся <i>Juniperus deltoides</i>	×			×				×			×
39	F:6.222	Зарості сланких <i>Juniperus sabina</i> , <i>J. hemisphaerica</i> в комплексі з лучно-степовими угрупованнями			×			×			×		×
40	F:7.111	Колочеподушкові фриганоїди (<i>Astracantha arnacantha</i>)	×								×	×	×
G БІОТОПИ ЛІСОВОГО ТИПУ													
41	G:1.1112	Довгозаплавні ліси <i>Salix alba</i> , <i>S. purpurea</i> , <i>S. triandra</i>				×					×	×	×
42	G:1.1333	Вільхові ліси (<i>Alnion incanae</i>)	×			×					×		
43	G:1.214	Букові ліси (<i>Dentario quinquefoliae-Fagion</i>)			×			×		×	×	×	
44	G:1.2213	Ясеневі ліси (<i>Ranunculo constantinopolitani-Fraxinetum</i>)		×	×		×	×	×	×	×	×	×
45	G:1.2243	Стевенокленові ліси (<i>Aceri stevenii-Fagetum tauricae</i>)			×			×		×	×	×	×
46	G:1.2253	Грабові ліси (<i>Lasero trilobi-Carpinetum betuli</i>)		×	×		×	×	×	×	×	×	×
47	G:1.2263	Листяні ліси на днищах балок (<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Acer campestre</i>)	×	×		×	×		×	×	×	×	×
48	G:1.2381	Скельнодубові ліси (<i>Corno maris-Quercetum petraeae</i>)		×			×		×	×	×	×	×
49	G:1.2382	Освітлені скельнодубові ліси (<i>Poo sterilis-Quercetum petraeae</i>)		×		×	×		×	×	×	×	×
50	G:1.3131	Геміксерофільні субсередземноморські ліси з вічнозеленими чагарниками (<i>Brachypodio rupestris-Quercetum pubescentis</i>)	×						×	×	×		
51	G:1.3132	Шибляки (<i>Elytrigio nodosae-Quercetum pubescentis</i>)	×			×					×	×	×
52	G:1.3133	Геміксерофільні ліси нижнього поясу (<i>Carpino orientalis-Quercion pubescenti</i>)	×			×			×	×	×	×	×

№	Код	Назва біотопу	Південний макросхил			Північний макросхил			Геоботанічні райони				
			Н*	С	В	Н	С	В	1	2	3	4	5
53	G:1.3211	Фісташкові рідколісся (<i>Paliuro-Pistacietum muticae</i>)	×						×	×	×	×	×
54	G:1.3311	Грабінникові ліси (<i>Physospermo-Carpinetum orientalis</i>)	×			×			×	×	×	×	×
55	G:2.2211	Ліси із сосни Коха (<i>Carici humilis-Pinion kochianae</i>)			×					×			
56	G:2.2212	Ліси із сосни кримської (<i>Brachypodio rupestris-Pinion pallasianae</i>)		×	×					×			
57	G:2.231	Субсередземноморські ліси сосни пічундської (<i>Achnathero-Pinetum pityusae</i>)	×						×				×
58	G:2.3111	Високоялівцеві рідколісся з вічнозеленими субсередземноморськими елементами (<i>Cisto-Arbutetum</i>)	×						×	×			
59	G:2.3112	Рідколісся ялівцю високого західних гір (<i>Phleo-Juniperetum excelsae</i>)		×					×				
60	G:2.3113	Рідколісся ялівцю високого з остепненим травостоєм (<i>Linosyri-Juniperetum excelsae</i>)	×								×	×	×
61	G:2.3211	Рідколісся із ялівцю смердючого (<i>Asphodelino-Juniperion foetidissimae</i>)						×			×		
62	G:3.331	Широколистяно-кохососнові ліси (<i>Pinus kochiana, Fagus sylvatica, Acer stevenii</i>)			×						×		
63	G:3.332	Скельнодубово-кримськососнові ліси (<i>Quercus petraea, Pinus pallasiana</i>)		×							×		
64	G:4.111	Вічнозелені ліси сунічника дрібноплодного (<i>Cisto-Arbutetum andrachnis</i>)	×						×	×			
Н БІОТОПИ СКЕЛЬНИХ ВІДСЛОНЕНЬ ТА ОСИПІВ													
65	H:1.131	Скельні біотопи епілітних лишайникових (<i>Rhizocarpetea geographici</i> та <i>Dermatocarpetea miniati</i>) в комплексі з хазмофітними угрупованнями <i>Asplenion septentrionales</i> на вулканічних породах	×										×
66	H:1.132	Скельні відслонення габродіабазів, роговиків (<i>Aspleno-Bunietum ferulacei</i>) в комплексі з угрупованнями лишайників (<i>Rhizocarpetea geographici</i>)	×								×	×	
67	H:1.133	Угруповання на конгломератах, пісковиках (<i>Asplenion septentrionalis</i>) у комплексі з епілітними лишайниками (<i>Rhizocarpetea geographici</i>)			×				×	×	×		
68	H:2.1132	Хазмофітні угруповання приморських скель (<i>Roccelletea phycopsis; Protoblastenietea immersae, Rhizocarpetea geographici</i>)	×						×	×	×	×	×
69	H:2.1133	Комплекс хазмофітних (<i>Aspleno-Parietalion judaicae</i>) та епілітних лишайникових угруповань (<i>Protoblastenietea immersae, Verrucarietea nigrescentis</i>)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
70	H:2.1134	Хазмофітні угруповання яйли (<i>Drabo cuspidatae-Potentilletum geoides</i>) в комплексі з лишайниковими угрупованнями (<i>Verrucarietea nigrescentis</i>)			×			×	×	×	×	×	
71	H:2.114	Затінені хазмофітні угруповання (<i>Saxifrago irriguae-Arabidetum caucasicae</i>) в комплексі з лишайниками (<i>Protoblastenietea immersae</i>) та мохоподібними (<i>Porella platythylla, Camptothecium lutescens, Homalothecium sericeum</i>)		×	×		×	×		×	×		
72	H:2.221	Розріджена рослинність на рухливих елювіальних, делювіальних відкладах (<i>Onosmo-Ptilostemetalia</i>) у комплексі із угрупованнями <i>Verrucarietea nigrescentis</i>	×			×						×	×
73	H:2.222	Екотопи елювіально-денудційних відкладів (бедлендів) (<i>Atraphaco-Capparidion</i>)	×										×
74	H:2.231	Гляреофітні рихлі колювіальні відклади у верхніх поясах (<i>Rumici scutati-Heracleion stevenii</i>)			×			×		×	×		
75	H:2.232	Колювіальні відклади нижнього та середнього поясів (<i>Melica transylvanica, M. taurica, Teucrium chamaedrys</i>)	×			×	×		×	×	×	×	×

* Н – нижній, С – середній, В – верхній висотні пояси; 1 – Севастопольський; 2 – Бахчисарайсько-Ялтинський; 3 – Сімферопольсько-Алуштинський; 4 – Білогірсько-Привітнівський; 5 – Судацько-Феодосійський геоботанічні райони; × – присутність біотопу

* Н – lower, С – middle, В – upper altitude belts; 1 – Sevastopol; 2 – Bakhchisarai-Yalta; 3 – Simferopol-Alushta; 4 – Bilohirsk-Privitne; 5 – Sudak-Feodosia geobotanical regions; × – biotope presence

специфіку умов існування (типові, характерні та диференційні), кількість та повнота геоботанічних описів яких достатня для синфітоіндикаційного аналізу. Особливістю гірських систем, що суттєво відрізняє їх від рівнин, є велика різноманітність біотопів скельних відслонень та осипів (Ryff, 2000, 2006, 2007), специфіка яких не використовувалася при оцінці топологічної диференціації, зокрема характеристики поясності. Проблема синфітоіндикаційної оцінки полягає ще і в тому, що для лишайників, які формують основу угруповань, фітоіндикаційні характеристики не розроблені, тому на даному етапі вони не можуть слугувати об'єктом порівняльного аналізу. Щоб уникнути численного дублювання довгих назв біотопів по тексту, наводимо їхній перелік із мнемокодами (таблиця 1), а в тексті згадуємо лише специфічні особливості (Didukh et al., 2016).

Результати досліджень

Еколого-ценотична оцінка біотопів

Синфітоіндикаційний аналіз 68 біотопів, що становлять 54% їхньої кількості, достатньо репрезентують екологічні умови Гірського Криму. В цілому для Гірського Криму фоновими (реперними) умовами є: Hd – $9,4 \pm 1,2$ (субмезофітні), Fh – $5,6 \pm 0,4$ (гемігідроконтрастнофобні), Ae – $5,8 \pm 0,5$ (субаерофільні), Nt – $5,2 \pm 0,6$ (гемінітрофільні), Rc – $8,9 \pm 0,35$ (нейтротрофні), Sl – $8,1 \pm 0,6$ (семі-евтрофні), Ca – $8,9 \pm 0,7$ (гемікарбонатофільні), Tm – $9,9 \pm 0,5$ (субмезо-мезотермні), Om – $11,0 \pm 0,7$ (субаридофітні), Kn – $8,9 \pm 0,41$ (геміконтинентальні), Cr – $9,4 \pm 0,3$ (гемікріофітні) умови. Порівнюючи ці показники з такими північніших регіонів України, відмічаємо, що карбонатна основа гір та наявність великої кількості скельних біотопів (H) спричинює загальне зниження вологості субстрату, підвищення аерації завдяки карстовим процесам, підвищення рН ґрунтів і вмісту в них карбонатів, але при цьому спричинює зниження показників засолення. Цілком логічно, що тут вищі показники термо-, кріорежиму, нижчі – омброрежиму (Didukh et al., 2016). Проведений ординаційний аналіз зміни показників провідних екофакторів надав можливість встановити лінійну взаємозалежність деяких кліматичних та едафічних характеристик (рис. 2). Так, встановлено високий ступінь кореляції між омброрежимом (Om), кліматичними (Kn, Cr)

та едафічними (Rc, Sl) факторами. Це свідчить про те, що саме омброрежим, який залежить від температури, кількості опадів, вологості повітря, випаровування, накопичення вологи в ґрунті, тобто відображає гідротермічні умови, має ключове значення в посушливих кримських умовах (Kochkin, 1967). Зміни вологості, аерації, вмісту нітрогенів у ґрунті взаємопов'язані та свідчать про те, що дефіцит вологи при підвищенні температур спричинює збіднення на поживні речовини, підвищення лужності та засолення ґрунтів.

Залежно від наявності чи відсутності певних типів угруповань (біотопів), що обумовлюють специфіку поясів, нами виділено п'ять геоботанічних районів: Севастопольський, Бахчисарайсько-Ялтинський, Симферопольсько-Алуштинський, Білогорсько-Привітнівський та Судацько-Феодосійський (Didukh, 1992). Оцінюючи географічну варіабельність умов по геоботанічних районах, слід відмітити високий ступінь їхньої подібності (коливання становлять 0,2–0,3 бала), за виключенням показників вологості ґрунту та омброрежиму, де ця амплітуда становить 0,5–0,6 балів між Бахчисарайсько-Ялтинським та Судацько-Феодосійським геоботанічними районами, що пов'язано зі значно різною їхньою висотою над рівнем моря. В цілому за екологічними характеристиками райони близькі між собою і характеризують Гірськокримський округ як цілісну екологічну систему. Це слугує вагомим аргументом на користь того, чому саме на рівні округів доцільно проводити такі порівняння.

З метою такої оцінки були побудовані еколого-ценотичні профілі, що відображають закономірності висотно-ландшафтного розподілу біотопів, тобто їхню топологічну структуру в межах макрокомбінацій та діапазон значень і характер кореляції між показниками екофакторів. Положення кожного біотопу є умовним і визначається по відношенню до сусідніх, а також характеру ізохор показників провідних екофакторів. Реально ділянки певних біотопів на конкретних профілях неодноразово повторюються, а їхнє місце може змінюватися залежно від крутизни, експозиції схилів, виходів корінних порід, потужності та зволоження ґрунтів (Didukh, Sokolenko, 2014). На відміну від аналогічних графіків рівнинних територій, які для лісових рядів мають згладжений характер, зміна екологічних показників має різкі перепади, що свідчить про складний характер диференціації гірських умов. При цьому на профілях не відображено багато

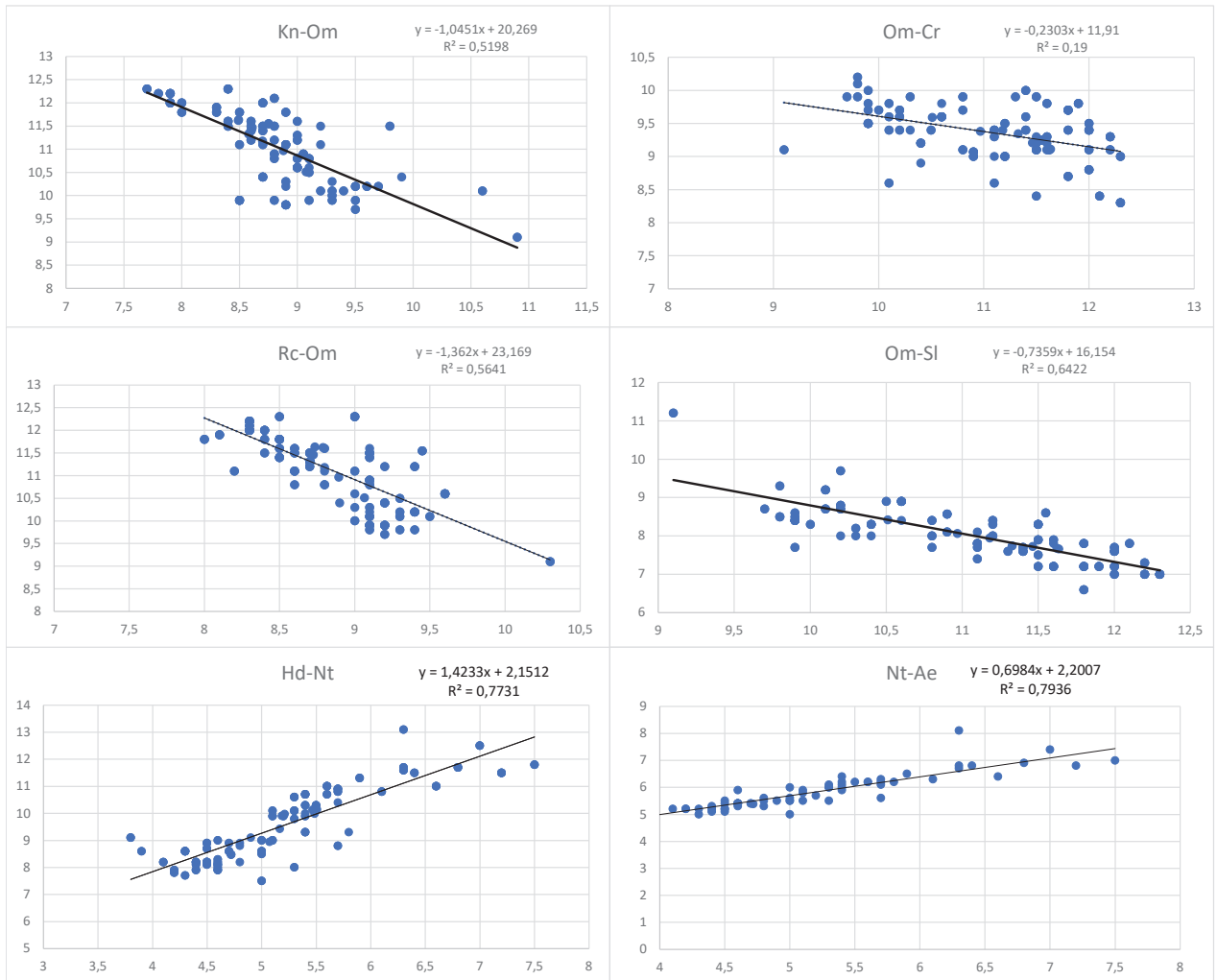


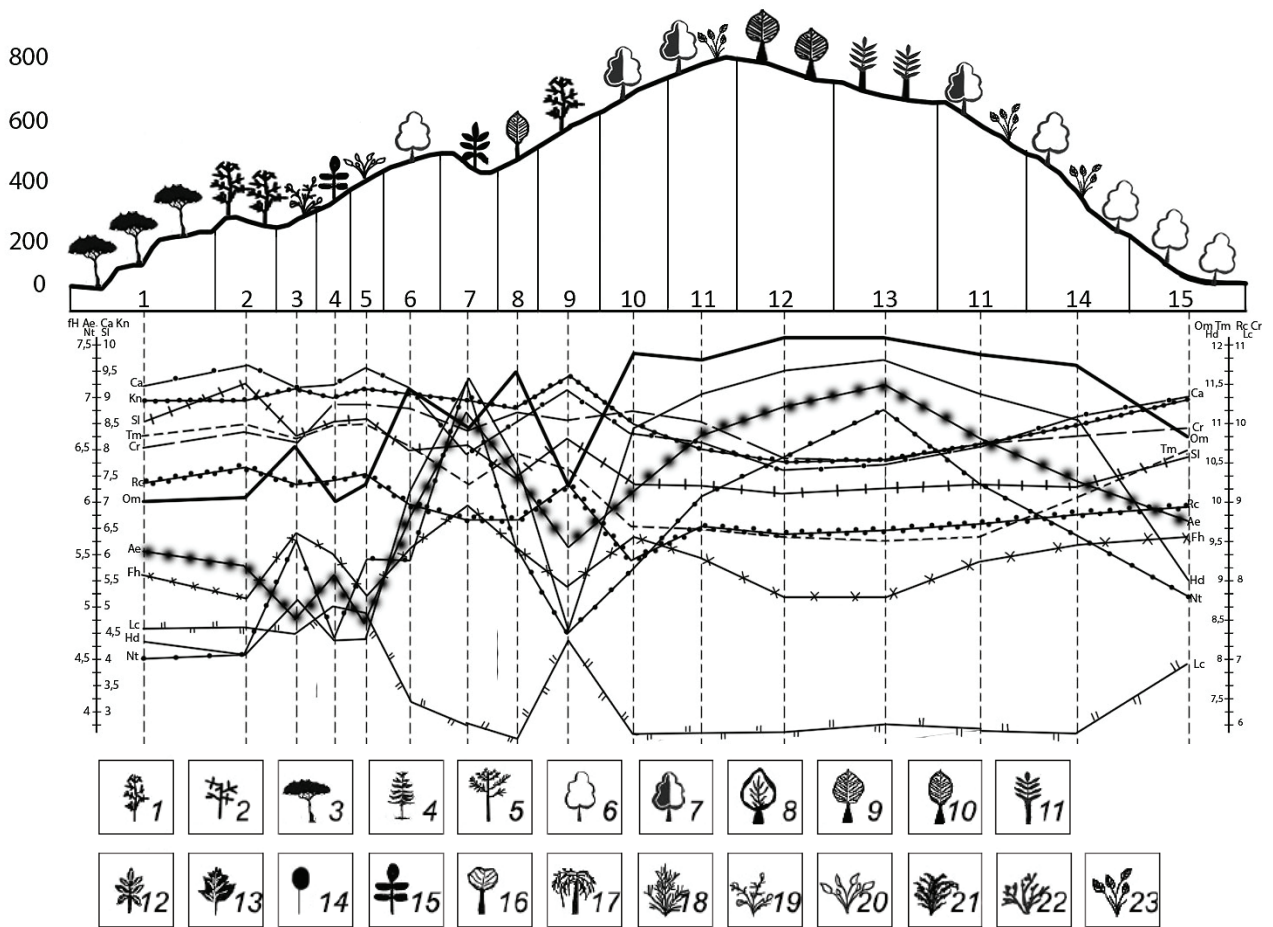
Рис. 2. Лінійна залежність зміни показників провідних екофакторів. Вісі x, y – бальні значення екологічних факторів (Didukh, 2011). Позначення наведені на рис. 3

Fig. 2. Linear relationship between changes in indicators of major environmental factors. X- and Y-axis – values of environmental factors (Didukh, 2011). See legend in Fig. 3

специфічних наскельних біотопів (Н), оскільки для них не вистачає фітоіндикаційних даних. При аналізі та порівнянні графічних зображень на профілях, візуально прослідковується характер кореляції між показниками екофакторів, зокрема пряmolінійна взаємозалежність Hd, Ae, Nt, Om, а зворотнolінійна – по відношенню до згаданих факторів Lc, Ca, Sl, які між собою мають пряmolінійну кореляцію. Деякі показники (Fh, Kn) не проявляють корелятивних ознак, але це не знижує їхньої значимості, яка не залежить від даних топологічних характеристик. На

графіках добре проявляються збільшення показників Om, Hd, Ae та значне Tm, Cr і слаьке Rc зниження залежно від висоти над рівнем моря.

Севастопольський геоботанічний район займає західні відроги Кримських гір і характеризується низькогірним рельєфом до 800 м н.р.м. Нижній пояс тут формують ліси *Quercetea pubescentis* (*Carpino-Quercion pubescentis*) – *Q. pubescens*, *Carpinus orientalis* Mill., *Pistacia mutica* (G:1.3211, G:1.1313, G:1.1313, G:1.2263), але на південному макросхилі



Біотопи, розшифрування мнемокодів тут і на рис. 4–7 подано у табл. 1 (Biotopes, (here and in Figs. 4–7 – in the decryption of mnemonics are presented in Table 1): 1 – G:2.231; 2 – G:2.3111; 3 – F:3.511; 4 – G:1.3211; 5 – F:4.111; 6 – G:1.3131; 7 – G:1.2263; 8 – G:1.3311; 9 – G:2.3112; 10 – G:1.2382; 11 – G:1.2381 12 – G:1.2253; 14 – G:1.2213; 15 – G:1.3133; 16 – G:1.3132

Рис. 3. Еколого-ценотична диференціація чагарникових, лісових та петрофітних, трав'яних біотопів на макросхилах Севастопольського геоботанічного району

Fig. 3. Ecological and coenotic differentiation of shrub, forest and petrophytic, grass biotopes on macroslopes of the Sevastopol geobotanical region

Домінанти та характерні лісові види до рис. 3; 4A, B; 5A, B; 6A; 7A (Dominants and characteristic forest species in Figs. 3; 4A, B; 5A, B; 6A; 7A): 1 – *Juniperus excelsa*; 2 – *Juniperus foetidissima*; 3 – *Pinus brutia* (= *P. pityusa*); 4 – *P. nigra* subsp. *pallasiana*; 5 – *Pinus kochiana*; 6 – *Quercus pubescens*; 7 – *Quercus petraea*; 8 – *Fagus sylvatica* subsp. *moesiaca*; 9 – *Carpinus betulus*; 10 – *C. orientalis*; 11 – *Fraxinus excelsior*; 12 – *Fraxinus angustifolia*; 13 – *Acer stevenii*; 14 – *Arbutus andrachne*; 15 – *Pistacia mutica*; 16 – *Alnus glutinosa*; 17 – *Salix alba*; 18 – *Juniperus sabina*, *J. hemisphaerica*; 19 – *Paliurus spina-christi*; 20 – *Cistus tauricus*; 21 – *Tamarix hohenackeri*; 22 – *Crataegus* sp.; 23 – *Cornus mas*

Тут, в табл. 1 і на рис. 2, 4–7 позначено екологічні фактори: Hd – вологість; fH – змінність зволоження; Ae – аерація ґрунту; Nt – вміст азоту; Rc – кислотність ґрунту; Sl – сольовий режим; Ca – вміст карбонатів; Tm) – терморезим; Om – омброрезим; Kn – континентальність; Cr – криоклімат; Lc – світловий режим

Here, in Table 1 and Figs. 2, 4–7 the environmental factors are designated: Hd – soil humidity; fH – damping variability; Ae – soil aeration; Nt – nitrogen content in soil; Rc – soil acidity; Sl – salt regime; Ca – carbonate content in soil; Tm – thermal climate; Om – climate humidity (ombroregime); Kn – climate continentality; Cr – cryoclimate; Lc – light

характерними є ялівцеві рідколісся *Jasmino-Juniperion* (G:2.3111), які піднімаються високо в гори (*Phleo-Juniperetum*, G:2.3112), а на узбережжі (мис Айя) наявний локалітет субсередземноморських ксерофітних лісів *Pinus brutia* Ten. (= *P. pityusa* Steven) (G:2.231), які належать до класу *Pinetea halepensis* Bonari, M.Chytry 2021 (Bonari et al., 2021). Вище поширені ліси із *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior* (G:1.2382, G:1.2381, G:1.2353, G:1.2213). Ботаніко-екологічною специфікою цього району є те, що, на відміну від низькогірних східних районів, на західному узбережжі формуються більш гумідні субсередземноморські умови і тут набули поширення вічнозелені елементи (*Arbutus andrachne* L., *Cistus tauricus* J.Presl & C.Presl, *Ruscus ponticus* Woronow), що займають домінуючі позиції. У межах всіх поясів південного макросхилу наявні стрімкі обривисті відслонення (H:2.1132, H:2.1133). Як видно з рис. 3 для біотопів G:1.2263 на графіках спостерігаються різкі коливання Hd, Nt, Ae у бік збільшення показників, проте для G:1.2212 – зниження Om, Hd, Nt і деяке підвищення Kp. Натомість листяні ліси неморального типу (*Paeonio-Quercetion*) характеризуються хоча і високими показниками факторів Om, Hd, Ae, Nt, але їхній розподіл на графіках має згладжений характер.

Бахчисарайсько-Ялтинський геоботанічний район включає територію, яка з півдня та півночі прилягає до Ай-Петринської, Нікітської та Табуган яйл. Характеризується найвищими висотами в Криму (г. Роман-Кош – 1545 м н.р.м.) і тут спостерігається найбільша диференціація біотопів, де виражені всі гірські пояси та їхні відміни, що проявляється в наявності соснових лісів (*Erico-Pinetea*) з домінуванням *Pinus pallasiana* (G:2.2212), *P. kochiana* Klotzsch ex K.Koch (G:2.2211), які є характерними для району. На відміну від інших районів, поясність південного та північного макросхилів різко відрізняється. Інша специфіка полягає в наявності по долинах річок Кача та Узень вільхових лісів (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (G:1.2263)). Нижній пояс південного макросхилу схожий до попереднього району і його формують *Q. pubescens*, *Carpinus orientalis* (G:1.3311, G:1.3131, G:1.3133, G:1.2263) та рідколісся з *Juniperus excelsa* M.Bieb. (G:2.3111) із співдомінуванням вічнозелених *Arbutus andrachne* L. (G:4.111), *Cistus tauricus* (F:4.111), а на їхньому місці розвиваються

саваноїдні угруповання (E:5.111, E:5.112). Середній пояс представлений лісами *P. pallasiana* (G:2.2212), що по обривистих схилах піднімається до яйли. Для цього поясу характерні скельнодубові ліси *Paeonio-Quercetum petraeae* (G:1.2381, G:3.332). Верхній пояс відзначається наявністю лісів *P. kochiana* (G:2.2211, G:3.331) та *Fagus sylvatica* subsp. *moesiaca* (G:1.214), у межах яких вкраплені масиви *Carpinus betulus* (G:1.2353), *Fraxinus excelsior* (G:1.2213) та *Acer stevenii* (G:1.2243), що трапляються і в середньому поясі (рис. 4А).

Верхній пояс північного макросхилу (рис. 4В) утворений буковими лісами (G:1.214), середній – скельнодубовими (G:1.2381), із вкрапленням грабових та ясеневих масивів (G:1.2353, G:1.2213), а нижній – пухнастодубовими (G:1.3133), де значні площі займають степи понтичного типу (E:2.1411).

Відносно плескату столоподібну вершину гір займають лучні степи (E:2.1511, E:2.1512) з домінуванням *Carex humilis* Leys., *Festuca rupicola* Neuff., *Bromopsis taurica* Sljussar., *Stipa lithophila* P.A.Smirn. ex Roshev. (*Androsaco-Caricion humilis*), томілярні угруповання (E:2.1513) *Helianthemum stevenii* Rupr. ex Juz. & Pozdeeva, *Thymus callieri* Bord. ex Velen., *T. tauricus* Klokov & Des.-Shost., *Genista albida* Willd., *Cytisus polytrichus* (M.Bieb.) Rothm., а у від'ємних формах рельєфу – луки *Brachypodium pinnatum* (L.) P.Beauv., *Briza elatior* Sibth. & Smith, *Alchemilla* sp. (E:1.252). Південні схили, особливо Головної гряди, характеризуються високими обривистими стінками, що представлені біотопами H:2.1132, H:2.1133, на яйлі – H:2.1134, а під затіненими наметами дерев специфічні угруповання з домінуванням ендемічної *Saxifraga irrigua* M.Bieb. (H:2.114) (рис. 4С).

На зображених профілях (рис. 4А, В, С) добре видно складний характер топологічної диференціації біотопів та корелятивні закономірності змін, про які згадувалося вище. При цьому, північний макросхил лісового ряду характеризується більш згладженими показниками, ніж південний, а різкі коливання умов фіксуються у пониженнях рельєфу та передгір'ях. Тобто, нижній лісовий пояс різко контрастує із вищими поясами. Зокрема, йдеться про біотоп G:1.3211, що відрізняється за своїми екологічними особливостями. Трав'яно-петрофітний ряд (рис. 3В) характеризується різкішими коливаннями показників екофакторів, особливо петрофітних типів біотопів (H:2.1133, H:2.1134 та H:2.114).

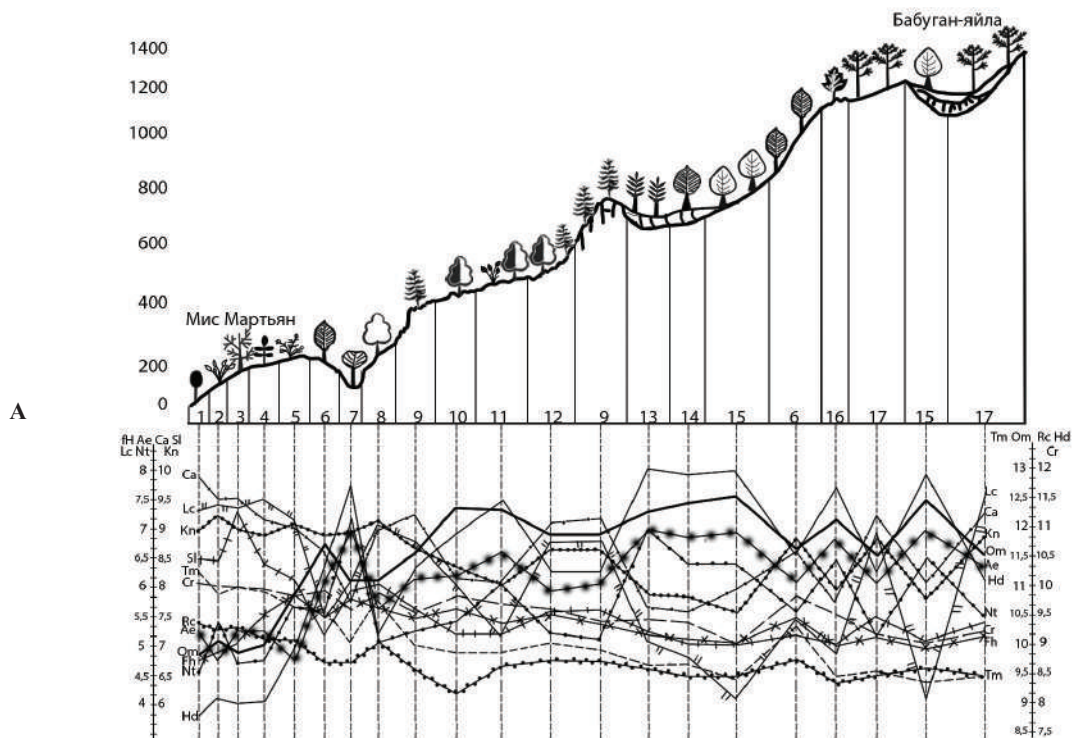
Симферопольсько-Алуштинський геоботанічний район включає територію, прилеглу до гірських масивів Чатир-Даг та Демерджи. Це високі яйли (найвища точка 1527 м н.р.м.), що визначає високий ступінь диференціації біотопів. Вертикальна поясисть південного та північного схилів у цілому співпадає, хоча склад біотопів нижніх поясів відрізняється. Зокрема, нижній пояс південного макросхилу (рис. 5А) формують пухнастодубові ліси (G:1.3132) з участю співдомінуючих або переважаючих *Carpinus orientalis* Mill. (G:1.3133), *Pistacia mutica* (G:1.3211), а в місцях їхньої відсутності – саваноїди (E:5.112). Середній і верхній пояси характеризуються відповідно скельнодубовими (G:1.2381) та буковими (G:1.214) лісами, серед яких наявні масиви грабових (G:1.2353), ясеневих (G:1.2213) та стевенокленових (G:1.2243) лісів. Обривисті карбонатні відслонення та осипи під ними представлені біотопами Н:2.1132, Н:2.1133, Н:2.1134, Н:2.114, Н:2.231. Характерним є наявність на вершині г. Демерджи виходів діабазів, що відомі як "Долина привидів" із специфічним складом епілітних угруповань (Н:1.132).

Плеската, похила у північному напрямку (рис. 5В) вершина яйли та прилеглі схили зайняті біотопами гірських лучних степів (E:2.1511), але специфічними є наявні на степових ділянках значні за розміром куртини низькорослих *Juniperus sabina* L. та *J. hemisphaerica* C.Presl (F:6.222). Лісові угруповання верхнього та середнього поясів аналогічні до таких південного макросхилу. Специфікою даного району є наявність на відрогах гір Чучелі та Чорної рідколісь *J. foetidissima* Willd. (G:2.3211). Нижній пояс утворюють ксерофітні, часто у вигляді куртин, ліси *Q. pubescens* (G:1.3132, G:1.3133, G:1.3311) у вигляді окремих лісових масивів "дубків", які чергуються зі степовими ділянками (E:2.1411). На південних крутих схилах зовнішньої гряди розвиваються томілярні угруповання (E:2.211, E:2.213). Аналіз профілів лісового ряду (рис. 5А, В) свідчить про різкі відміни біотопів нижніх поясів та рідколісь *Juniperus foetidissima* (G:2.3211) по відношенню до інших. При цьому спостерігається тенденція підвищення значень Hd, Nt, Ae, Om та зниження показників Tm, Cr, Rc, Sl, Ca залежно від зміни висоти н.р.м. Показники біотопів трав'яно-петрофітного ряду (рис. 5С) характеризуються різкішими коливаннями та в цілому картина їхнього розподілу виглядає більш строкатою, але і тут на піках простежується корелятивна їхня взаємозалежність. Зміна показників

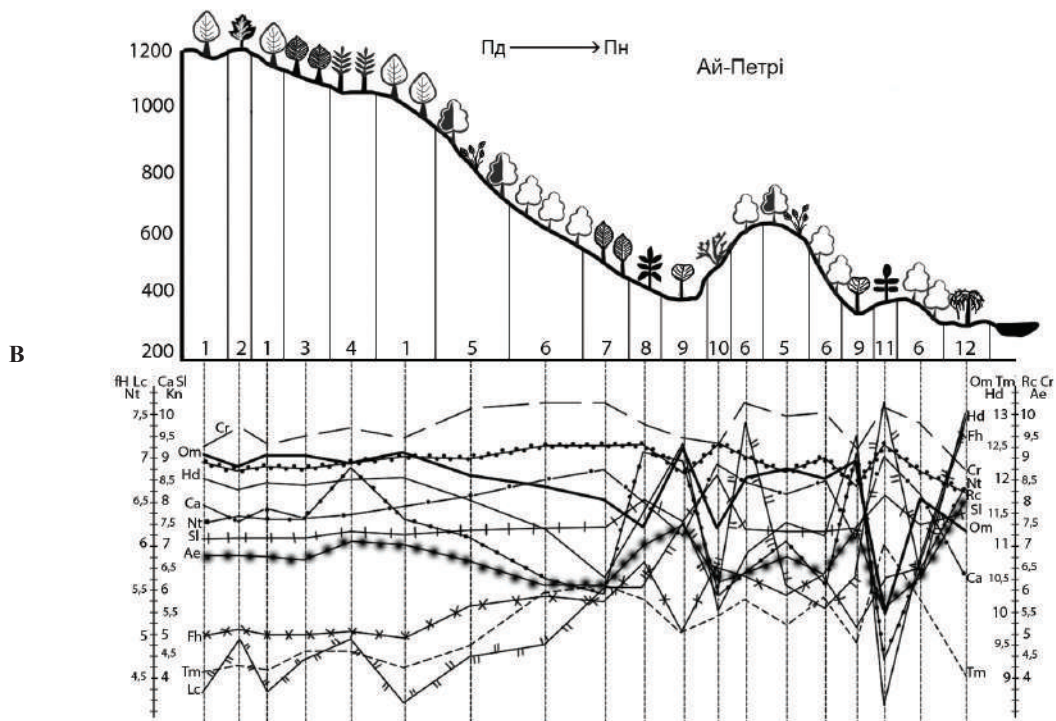
більшою мірою залежить від характеру структури біотопу, ніж від висоти над рівнем моря.

Білогорсько-Привітнівський геоботанічний район прилягає до Карабі-яйли і в цілому характеризується висотами 600–800 м н.р.м. (найвища точка 1240 м) та високим ступенем закарстованості. Нижній пояс південного макросхилу формують ксерофітні пухнастодубові ліси, що часто мають куртинний характер (G:1.3132). Місцями є ділянки фісташкових (G:1.3211) та високоялівцевих (G:2.3113) рідколісь, в яких уже відсутні вічнозелені співдомінанти. Середній пояс створюють скельнодубові ліси (G:1.2381, G:1.2382), а верхній у вигляді фрагментів – неморальні букові (G:1.214) з ділянками грабових (G:1.2353) та ясеневих (G:1.2213). Хоча на висоті вище 950 м трапляються угруповання з *Carex humilis* (E:2.1511), але основу яйлинських степів утворюють угруповання *Adonido-Stipion tirsae* з *Stipa tirsae* Steven, а також *Festuca rupicola*, *Bromopsis taurica* (E:2.1421). Незначні за розміром але у вигляді густої сітки карстові зниження зайняті лучними ценозами (E:1.251), а підвищення – томілярними (E:2.1514). Висока строкатість та диференціація цих угруповань представлена нами на профілі Карабі-яйли (рис. 6А) (Didukh, Sokolenko, 2014).

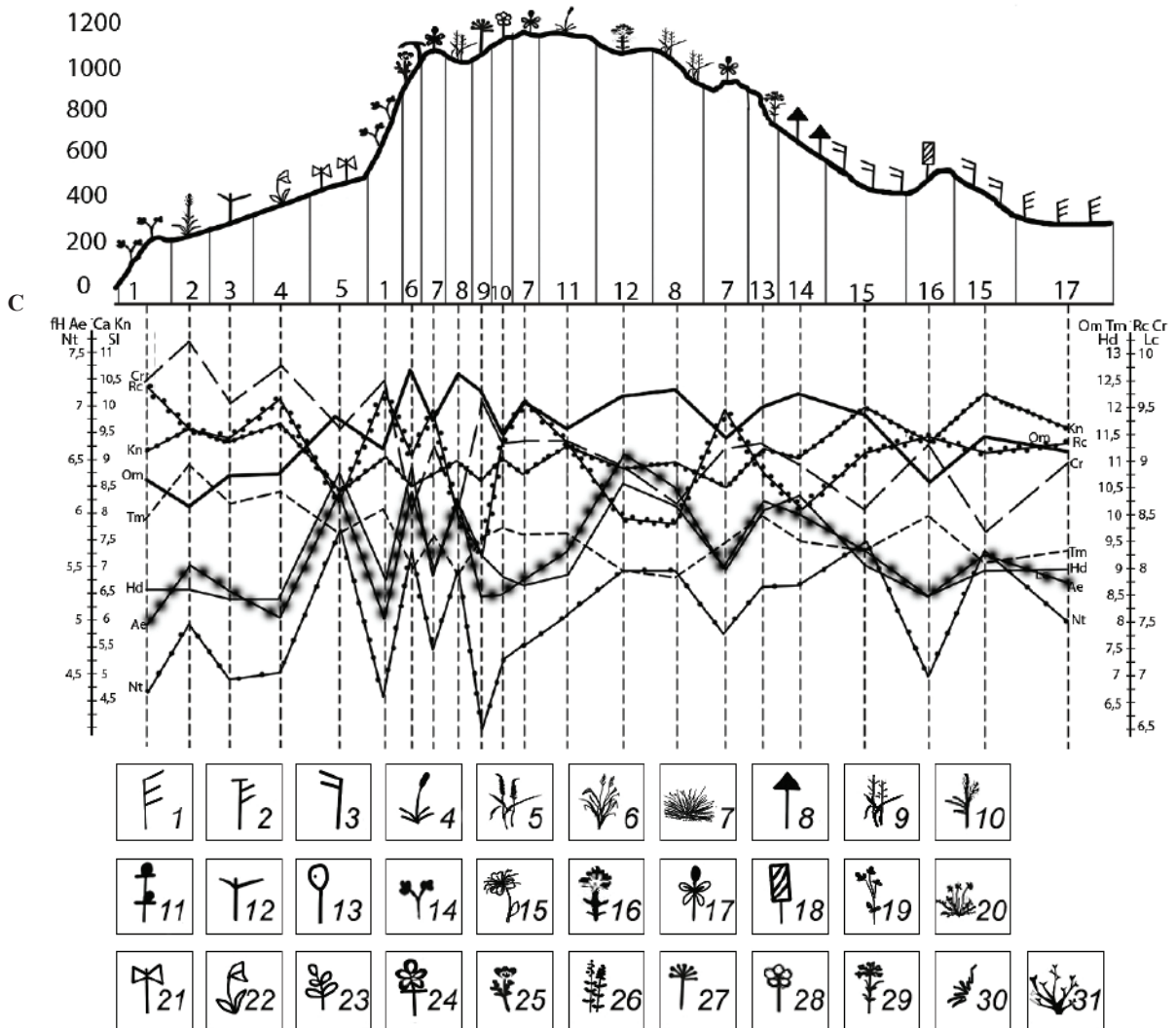
Північний макросхил – типовий для Гірського Криму і зверху до низу характеризується зміною букових (G:1.214), скельнодубових (G:1.2381) та пухнастодубових (G:1.3132, G:1.3133) лісів, а також передгірних злаково-ковилових степів (E:2.1411) (рис. 6А). Особливістю району є наявність на карстових гребнях передгір'їв специфічних томілярних угруповань з домінуванням вузькоендемичних *Satureja taurica* Velen., *Medicago rupestris* M.Bieb. (E:2.213) та *Onosmo-Ptilostemion* (H:2.221). Як видно з макропрофілю лісових рядів (рис. 6А) екологічні умови середнього та верхнього поясів досить подібні, а найбільш контрастне коливання характерно для південнобережних біотопів (G:1.3211, F:3.511) з низькими показниками Hd, Nt, Ae, Om. Такі ж контрастні показники екологічних факторів характерні для геміксерофільних пухнастодубових лісів (G:1.3132) на південному та північному макросхилах, а також для заплавної вербових лісів (G:1.112) з високими показниками Hd, Fh, Ae, і низькими Tm. Для трав'яно-петрофітного ряду (рис. 6В) характерні протилежні тенденції щодо зміни показників відслонень приморських схилів *Atraphaco-Capparidion* (H:2.222) та гляреофітних



Біотопи (Biotores): 1 – G:4.111; 2 – F:4.111; 3 – G:2.3111; 4 – G:1.3211; 5 – F:3.511; 6 – G:1.3311; 7 – G:1.2263; 8 – G:1.3131; 9 – G:2.2212; 10 – G:1.2382; 11 – G:1.2381; 12 – G:3.332; 13 – G:1.2213; 14 – G:1.2253; 15 – G:1.214; 16 – G:1.2243; 17 – G:2.2211



Біотопи (Biotores): 1 – G:1.214; 2 – G:1.2243; 3 – G:1.2253; 4 – G:1.2213; 5 – G:1.2381; 6 – G:1.3133; 7 – G:1.3311; 8 – G:1.2263; 9 – G:1.1333; 10 – F:3.441; 11 – G:1.3211; 12 – G:1.1112

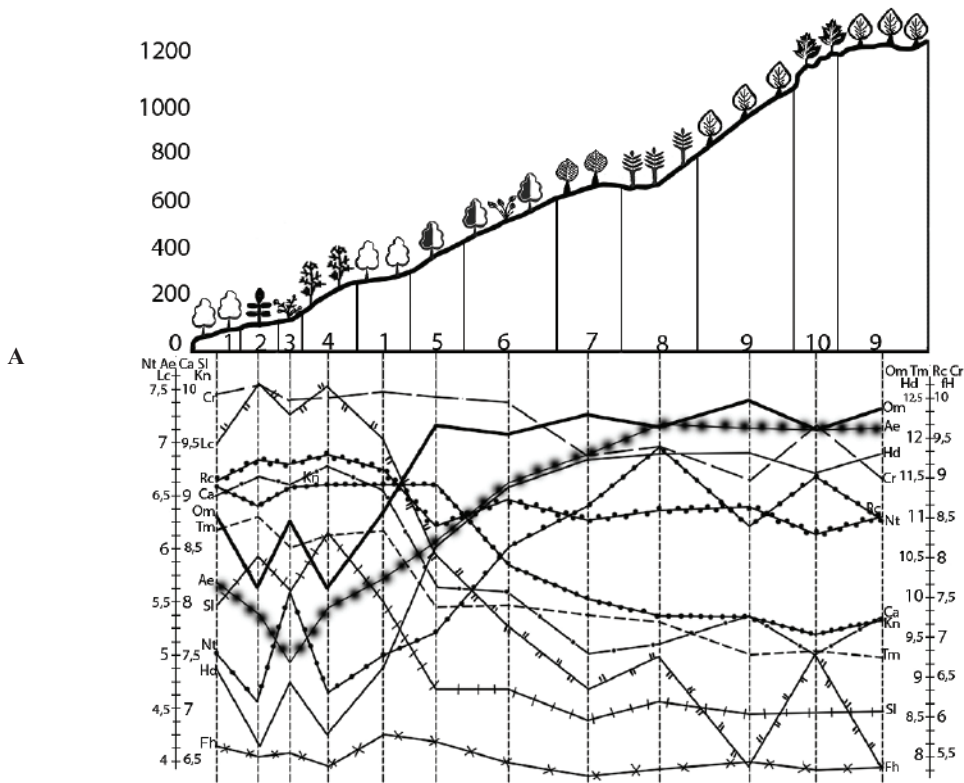


Біотопи (Biotopes): 1 – Н:2.1133; 2 – Е:5.111; 3 – Е:5.112; 4 – Е:4.124; 5 – Е:4.125; 6 – Н:2.114; 7 – Е:2.1513; 8 – Е:1.252; 9 – Н:2.231; 10 – Н:2.1134; 11 – Е:2.1512; 12 – Е:4.123; 13 – Е:4.126; 14 – Е:1.251; 15 – Е:2.1421 16 – Е:2.211; 17 – Е:2.1411

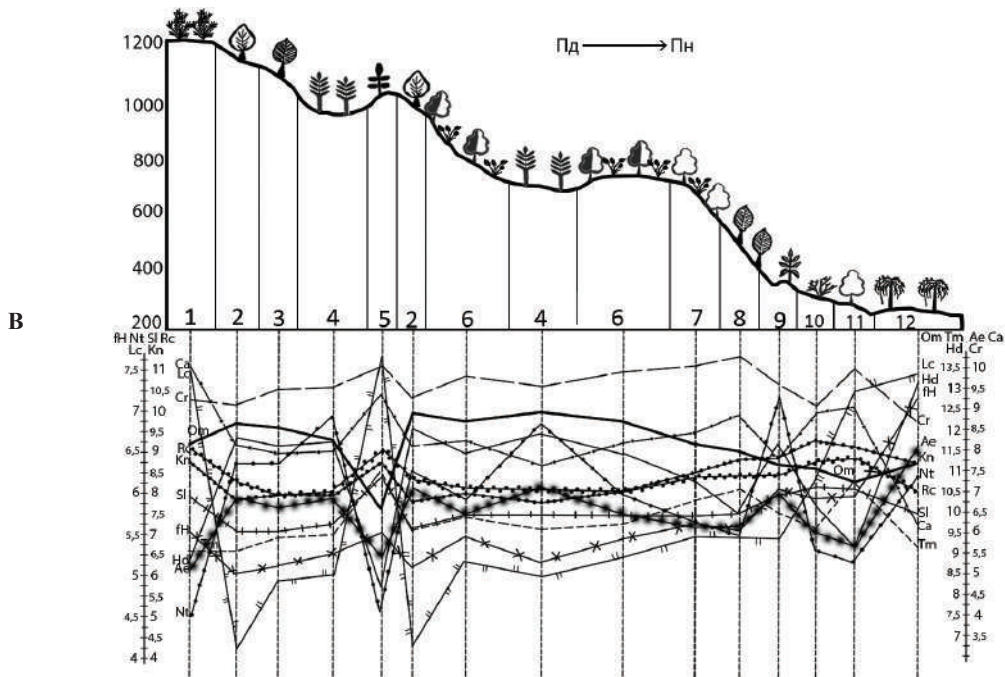
Рис. 4. Еколого-ценотична диференціація біотопів Бахчисарайсько-Ялтинського геоботанічного району (умовні позначення та зображення характерних видів див. рис 3). А: чагарникових і лісових біотопів на південному макросхилі; В: чагарникових і лісових біотопів на північному макросхилі; С: петрофітних, трав'яних біотопів на південному і північному макросхилах

Fig. 4. Ecological and coenotic differentiation of biotopes of the Bakhchisaray-Yalta geobotanical region (for symbols and images of characteristic species, see Fig. 3). A: shrub and forest biotopes on southern macroslope; B: shrub and forest biotopes on northern macroslope; C: petrophytic, grass biotopes on southern and northern macroslopes

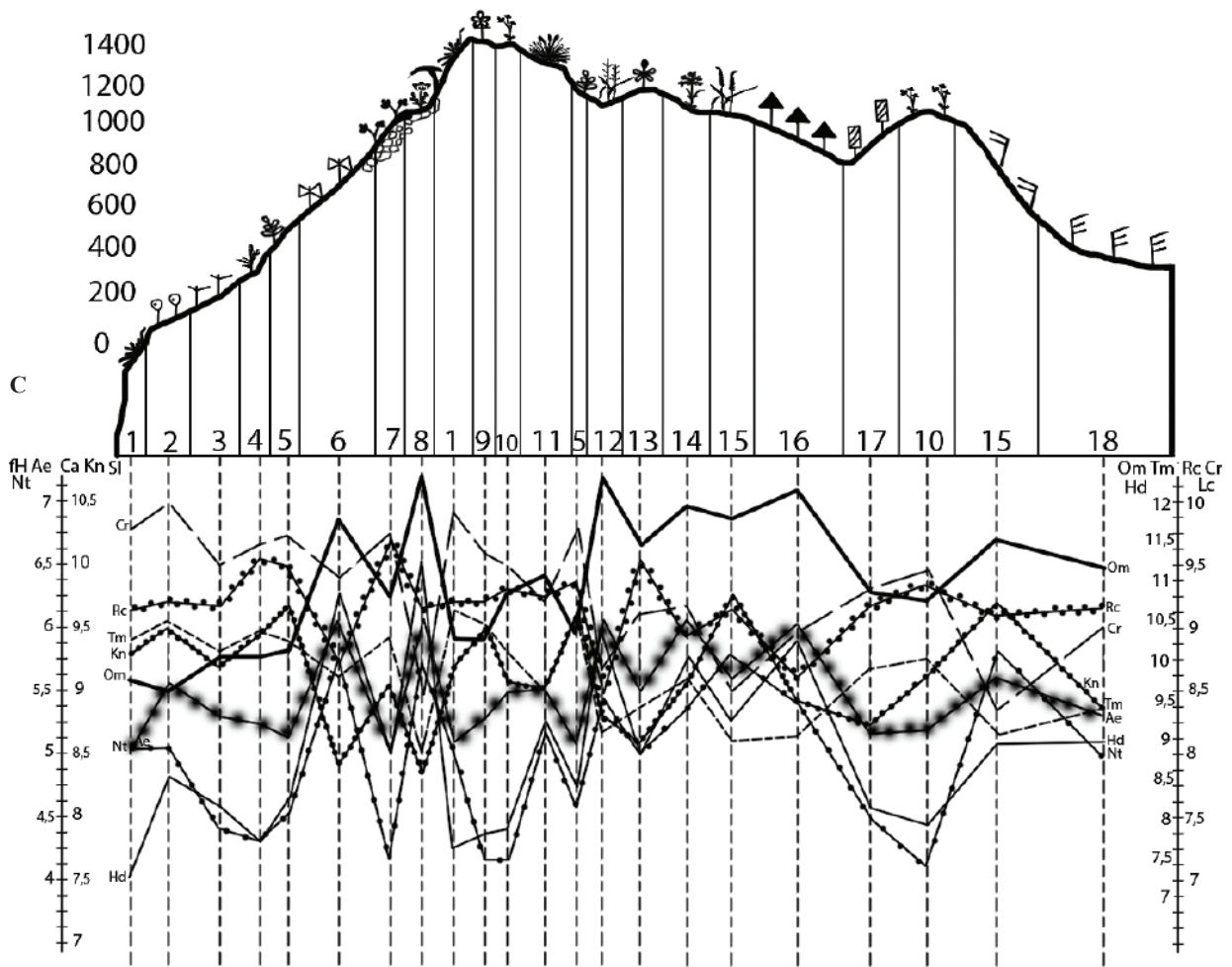
Домінанти та характерні трав'яні та чагарничкові рослини до рис. 4С; 5С; 6В; 7В (Dominants and characteristic herbaceous and shrubby plants for Figs. 4C; 5C; 6B; 7B): 1 – *Stipa pontica*; 2 – *S. lithophila*; 3 – *S. tirsia*; 4 – *Festuca valesiaca*; 5 – *Poa angustifolia*; 6 – *Agropyron pectinatum*; 7 – *Carex humilis*; 8 – *Briza elatior*; 9 – *Brachypodium pinnatum*; 10 – *Elytrigia nodosa*; 11 – *E. elongate*; 12 – *Aegilops biuncialis*; 13 – *Hordeum bulbosum*; 14 – *Asplenium ruta-muraria*; 15 – *Capparis herbacea*; 16 – *Origanum vulgare*; 17 – *Helianthemum stevenii*; 18 – *Asphodeline lutea*; 19 – *Medicago rupestris*; 20 – *Sedum acre*; 21 – *Geranium sanguineum*; 22 – *Dictamnus gymnostylis*; 23 – *Vicia tenuifolia*; 24 – *Onosma polyphylla*; 25 – *Saxifraga irrigua*; 26 – *Thymus callieri*; 27 – *Heracleum stevenii*; 28 – *Potentilla geoides*; 29 – *Dorycnium herbaceum*; 30 – *Roccella phycopsis*; 31 – *Cladonia rangiferina*



Біотопи (Biotores): 1 – G:1.3132; 2 – G:1.3211; 3 – F:3.511; 4 – G:2.3113; 5 – G:1.2382; 6 – G:1.2381; 7 – G:1.2253; 8 – G:1.2213; 9 – G:1.214; 10 – G:1.2243



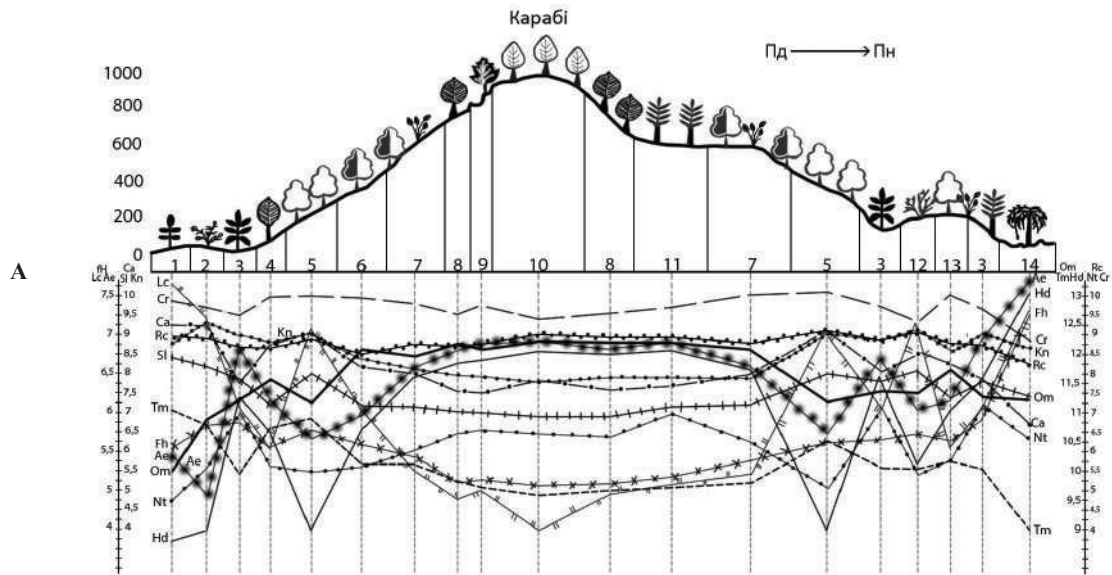
Біотопи (Biotores): 1 – F:6.222; 2 – G:1.214; 3 – G:1.2253; 4 – G:1.2213; 5 – G:1.3211; 6 – G:1.2381; 7 – G:1.3133; 8 – G:1.3311; 9 – G:1.2263; 10 – F:3.441; 11 – G:1.3132; 12 – G:1.1112



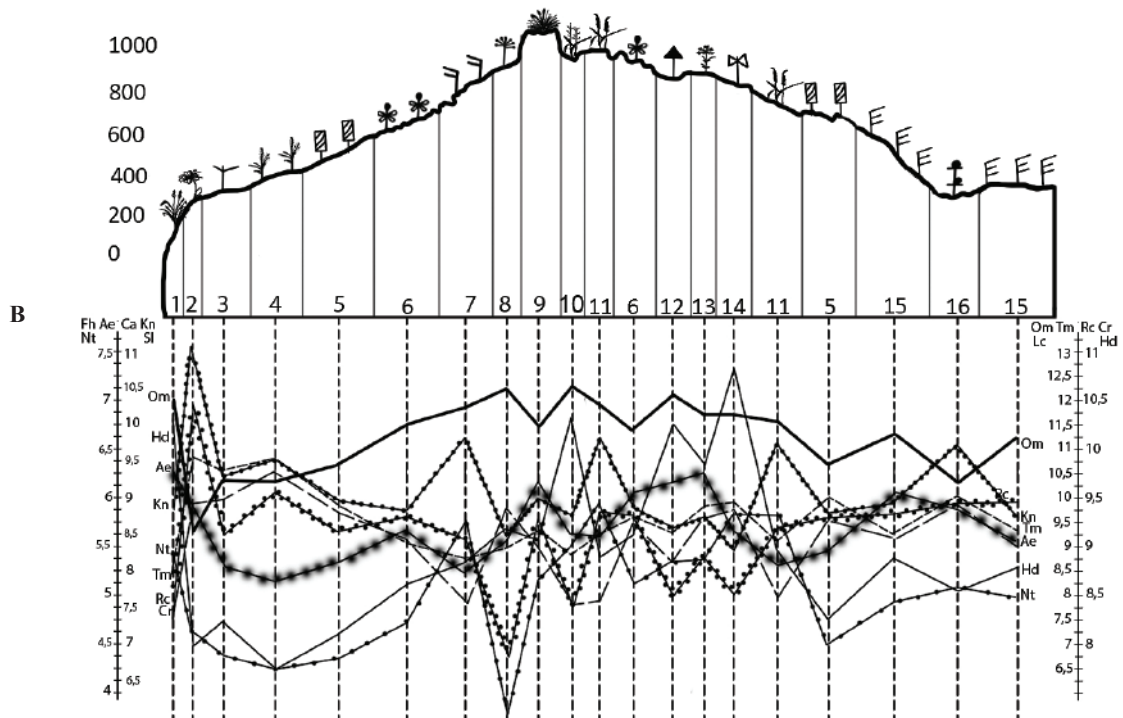
Біотопи (Biotopes): 1 – Н:2.1132; 2 – Е:5.111; 3 – Е:5.112; 4 – Е:2.234; 5 – Е:4.124; 6 – Е:4.125; 7 – Н:2.1133; 8 – Н:2.114; 9 – Е:2.212; 10 – Е:2.213; 11 – Е:2.1512; 12 – Е:1.252; 13 – Е:2.1513; 14 – Е:4.126; 15 – Е:2.1421; 16 – Е:1.251; 17 – Е:2.211; 18 – Е:2.1411

Рис. 5. Еколого-ценотична диференціація біотопів Симферопольсько-Алуштинського геоботанічного району. А: чагарникових, лісових біотопів на південному макросхилі; В: чагарникових, лісових біотопів на північному макросхилі; С: петрофітних, трав'яних біотопів на південному і північному макросхилах

Fig. 5. Ecological and coenotic differentiation of biotopes of the Simferopol-Alushta geobotanical region. A: shrub and forest biotopes on southern macroslope; B: shrub and forest biotopes on northern macroslope; C: petrophytic, grass biotopes on southern and northern macroslopes



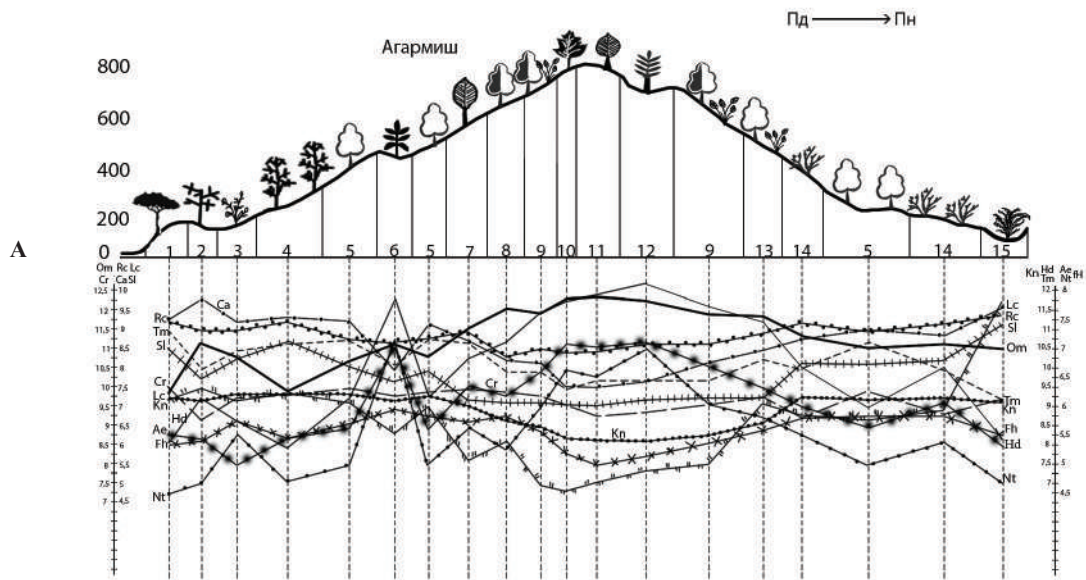
Біотопи (Biotopes): 1 – G:1.3211; 2 – F:3.511; 3 – G:1.2263; 4 – G:1.3311; 5 – G:1.3132; 6 – G:1.2382; 7 – G:1.2381; 8 – G:1.2253; 9 – G:1.2243; 10 – G:1.214; 11 – G:1.2213; 12 – F:3.441; 13 – G:1.31333; 14 – G:1.1112



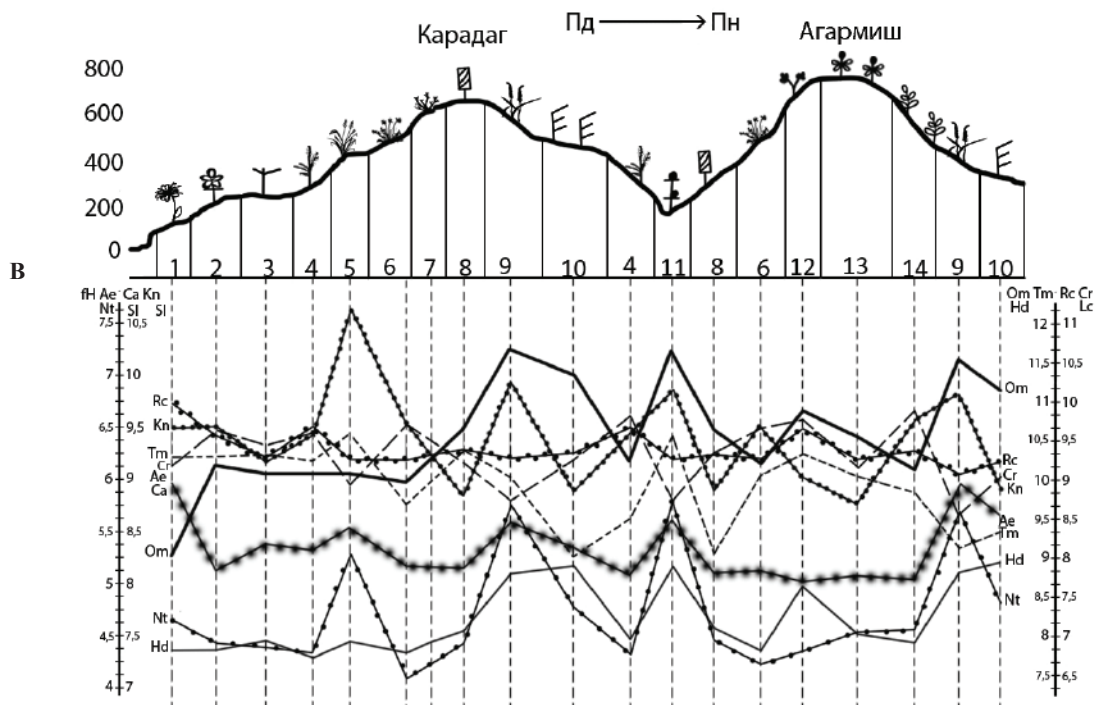
Біотопи (Biotopes): 1 – E:2.233; 2 – H:2.222; 3 – E:5.112; 4 – E:2.234; 5 – E:2.211; 6 – E:2.1514; 7 – E:2.1421; 8 – H:2.231; 9 – E:2.1512; 10 – E:1.252; 11 – E:2.1422; 12 – E:1.251; 13 – E:4.126; 14 – E:4.125; 15 – E:2.1411; 16 – E:1.422

Рис. 6. Еколого-ценотична диференціація біотопів на північному та південному Білогорсько-Привітнівському геоботанічному районі. А: чагарникових, лісових біотопів; В: петрофітних, трав'яних біотопів

Fig. 6. Ecological and coenotic differentiation of biotopes on northern and southern macroslopes of the Belohirsk-Pryvitne geobotanical region. A: shrub, forest biotopes; B: petrophytic, grass biotopes



Біотопи (Biotopes): 1 – G:2.231; 2 – G:2.3211; 3 – F:3.511; 4 – G:2.3113; 5 – G:1.3132; 6 – G:1.2263; 7 – G:1.3311; 8 – G:1.2382; 9 – G:1.2381; 10 – G:1.2243; 11 – G:1.2253; 12 – G:1.2213; 13 – G:1.3133; 14 – F:3.441; 15 – F:5.3212



Біотопи (Biotopes): 1 – H:2.222; 2 – H:2.221; 3 – E:5.112; 4 – E:2.234; 5 – E:2.233; 6 – E:2.212; 7 – H:1.131; 8 – E:2.211; 9 – E:2.1422; 10 – E:2.1411; 11 – E:1.422; 12 – H:2.1133; 13 – E:2.1514; 14 – E:4.124

Рис. 7. Еколого-ценотична диференціація біотопів на північному та південному макросхилах Судацько-Феодосійського геоботанічного району. А: чагарникових, лісових біотопів; В: петрофітних, трав'яних біотопів

Fig. 7. Ecological and coenotic differentiation of biotopes on northern and southern macroslopes of the Sudak-Feodosia geobotanical region. A: shrub, forest biotopes; B: petrophytic, grass biotopes

угруповань яйли (Н:2.231). На фоні петрофітно-степових угруповань за показниками відрізняються лучні біотопи, що займають карстові пониження (Е:1.251, Е:1.252).

Судацько-Феодосійський геоботанічний район – найбільш східний район Гірського Криму. Характеризується гірськими масивами висотою до 800 м, вершини яких вкриті буковими лісами, тобто тут відсутні гірські лучні степи та луки яйл, хоча наявні ділянки петрофітних степів (Е:2.1514), а в нижніх поясах – справжні понтичні степи (Е:2.1411), томіляри (Е:2.211) та саваноїди (Е:5.112) (рис. 7А, В). Морські узбережжя та прилеглі схили займають розріджені трав'яні ценози (Н:2.222, Е:2.233, Е:2.234). Оригінальність району зумовлена наявністю вулканічного масиву Карадаг, що представлений низкою унікальних біотопів (Е:2.212, Н:1.131), зокрема на щербенистих осипах біотопом *Onosmo-Ptilostemion* (Н:2.221). Вертикальна поясисть макросхилів лісового ряду в цілому аналогічна до попереднього району, однак оригінальним є масив лісів *Pinus pityusa* біля м. Судак (Г:2.231).

Для оцінки топологічної диференціації біотопів наводимо розподіл їх по висотних поясах, які відображають мезокомбінації, та геоботанічних районах Гірського Криму, де північні та південні макросхили в окремих районах розглядаються як макрокомбінації (табл. 1). Аналіз таблиці 1 і отриманих показників екофакторів (Didukh et al., 2016) для геоботанічних районів свідчить про їхню подібність, тому таке порівняння недоцільно проводити на рівні макрокомбінацій, тобто між районами, проте ефективним є порівняння на рівні мезокомбінацій, тобто в межах висотних поясів.

Вологість ґрунту (**Hd**) біотопів коливається від 7,7 до 13,0 балів, а середнє значення становить 9,4 бала. Крім топологічної відмінності щодо розташування біотопів відносно елементів рельєфу, спостерігаються і висотні зміни: від нижнього поясу південного (8,9) та північного макросхилу (10,0) вони підвищуються в середньому лісовому поясі до 10,1, а у верхньому знижуються 9,9–10,0 бала, тобто, за цим показником максимум ґрунтового зволоження припадає на середні пояси. При цьому південний берег Криму досить відрізняється від останніх. Зниження показника у верхньому поясі, де опадів випадає більше, пояснюється тим, що в мезокомбінаціях яйли основу формують петрофітні та гірськолучностепові, а не лісові ценози, де в умовах

високої закарстованості волога не затримується і субстрат швидко висихає (Vakhrushev, 2004; Didukh, Sokolenko, 2014). Доказом цього є те, що реперний показник чагарниково-лісових біотопів на бал вищий (9,9±1,2), ніж петрофітно-трав'яних (8,9±0,8). Найсухішими (7,9) серед лісів є біотоп карбонатних відслонень ПБК з домінуванням вічнозеленого середземноморського *Arbutus andrachne* (Г:4.111), найвологішими (12,5–13,0) є вільхові (Г:1.1333) та вербові (Г:1.111) а для петрофітно-трав'яних біотопів найсухішими (7,7) є біотопи щербенистих відкладів з домінуванням *Elytrigia nodosa* (Nevski) Nevski (Е:2.234), найвологішими (11,0) є затінених кронами бука високогірних біотопів *Saxifraga irriguae-Arabidetum caucasicae* (Н:2.114). За показником змінності зволоження (**Fh**), як і слід було очікувати, найвищі значення (7,3 бала) мають прирусові вербові ліси (Г:1.111), найстабільніші умови вологості (4,5) характерні для затінених кронами дерев петрофітних біотопів (Н:2.114) при середньому значенні 5,6 балів. Фіксується зниження показників змінності зволоження від нижніх поясів (5,6) до середніх (5,5) і верхніх (5,35). Структура ценозів практично не впливає на цю екологічну характеристику.

Показники вмісту нітрогенів (**Nt**) у ґрунті коливаються у значних межах від анітрофільних умов (3,8) біотопів сухих гляреофітних відслонень яйли (Н:2.231) до багатих (7,5) нітрофільних чагарників *Sambucus nigra* L., а середній показник становить 5,2 бала (F:3.122). Ці показники, як і вологості ґрунту, на південному макросхилі нижнього поясу від 5,1 підвищуються на середньому до 5,5, а у верхньому поясі знижуються до 5,2, а на північному макросхилі – від 5,5 (нижній та середній пояс) до 5,2. У лісових біотопах у середньому цей показник вищий (5,4), ніж у петрофітно-трав'яних (4,8), що свідчить про високу значимість лісових екосистем у депонуванні азотних, а відтак і карбонатних сполук, що має важливе значення в регулюванні процесів кругообігу речовин і трансформації енергії.

Показники аерованості (**Ae**) коливаються від 5,0 для петрофітних біотопівскельних відслонень (Н:2.1132та Н:1.133) до 7,0 під чагарниками *Sambucus nigra* на днищах (F:3.123), а середній показник становить 5,8. Цей показник трохи нижчий на південному березі Криму (5,7), підвищується у середньому поясі (6,0) і знижується у верхньому (5,8), а власне ступінь аерації ґрунтів змінюється навпаки. На північному макросхилі він практично

стабільний (5,9–6,0). Логічно, що петрофітно-трав'яні біотопи більш аеровані (5,5), ніж лісові (6,0).

Кислотність ґрунтів (**Rc**) Гірського Криму досить висока (8,9) і найбільші коливання від 8,0 до 10,3 зафіксовані для петрофітних біотопів відповідно високогірних яйлинських гляреофітних відкладів (Н:2.231) та приморських конгломеративних осипів на бедлендах *Atraphaco-Capparidion* (Н:2.222) (Korzhenevskiy, Klyukin, 1989). Цей показник знижується на південному макросхилі нижнього поясу від 9,1 до 8,7 у середньому та верхньому поясах, в той час, як на північному макросхилі цей показник відносно стабільний (8,8). Отже, тільки біотопи ПБК відрізняються за кислотністю ґрунтів. Лісові біотопи мають нижчі показники (8,7 бала), ніж петрофітно-трав'яні (9,0), тобто лісові екосистеми підвищують кислотність ґрунту. Аналогічні закономірності спостерігаються по відношенню до **сольового** режиму (Sl), де найвищі показники (11,2) зафіксовані для *Atraphaco-Capparidion* (Н:2.222), найнижчі (6,6) для високогірних яйлинських гляреофітних відкладів *Rumex scutatus* L. (Н:2.231), а середні становлять 8,1 бала. Ці показники досить високі для ПБК (8,4), різко знижуються в середньому та верхньому поясах (7,7), в той час, як на північному макросхилі таке зниження має низький градієнт від 7,9 балів нижнього поясу до 7,7 середнього та верхнього поясів. Для чагарниково-лісових біотопів цей показник дорівнює 7,8, а для петрофітно-трав'яних 8,3, тобто, зниження едифікаторної ролі ценозів сприяє підвищенню вмісту солей у ґрунті.

Такі загальні тенденції зміни сольового режиму та кислотності дещо відрізняються по відношенню до вмісту карбонатів у ґрунтах (**Ca**). Найнижчі показники карбонатів (7,1) зафіксовані для чагарників (F:3.123), а найвищі (10,4) – для степів (E:2.1511) при достатньо високих середніх показниках 8,9, що обумовлено природою кримських гір. На південному макросхилі цей показник знижується від нижнього поясу (9,0) до середнього (8,6), а потім наростає (8,8), що обумовлено "ефектом яйли", а на північному макросхилі показники нижнього і середнього поясів співпадають (8,6) і підвищуються з висотою над рівнем моря до 8,8. Тобто, ПБК відносно різко відрізняється від гірської частини. В лісах, де накопичується підстилка та гумус у ґрунтах, вміст карбонатів нижчий (8,9), ніж у петрофітно-трав'яних біотопах (9,3).

На відміну від едафічних кліматичні фактори проявляють значно чіткіші закономірності

висотних змін. Показники терморезиму (**Tm**) коливаються від 11,2 бала для вічнозелених листяних біотопів *Arbutus andrachne* (G:4.111) до 8,6 для петрофітних затінених угруповань *Saxifraga irriguae-Arabidetum caucasicae* (Н:2.114) верхніх поясів, а середнє значення становить 9,9 бала, що відповідає середньорічним температурам 11,9, 7,7 та 9,9 °С, хоча середньорічні температури повітря знижуються у ширших межах від 13,3 (ПБК) до 5,7 °С на Ай-Петрі (Ved, 1999). Тобто, приземні умови біотопів стабільніші, ніж умови атмосфери, хоча в цілому середні показники близькі. Відповідно, за нашими розрахунками, ФАР змінюється від 2344 до 1800, а середній показник становить 2070 МДж/м², що співпадає з нашими попередніми розрахунками (ПБК – 2332–2488 МДж/м², а в горах – 1973 МДж/м²) (Didukh et al., 2016). Кількість днів активної вегетації при $T > 10$ °С триває від 200 до 160, а в середньому 180 днів. Найвищі показники термоклімату характерні для нижнього поясу ПБК (середньорічна температура 10,4 °С, ФАР 2144 МДж/м², тривалість активної вегетації – 186 днів), при підйомі до середнього поясу показники знижуються відповідно – 9,6 °С, 2025 МДж/м² та 177 днів, а у верхньому поясі – 9,0 °С, 1955 МДж/м² та 172 дні. На північному макросхилі від верхнього поясу до середнього ці показники зростають до 9,4 °С, 2000 МДж/м² та 175 днів, а у нижнього поясу становлять 9,8 °С, 2068 МДж/м² та 180 днів, тобто характеризуються нижчим градієнтом зміни. За такими розрахунками на південному макросхилі при підйомі на кожні 100 м середньорічна температура знижується на 0,14 °С, ФАР на 19 МДж/м², кількість днів активної вегетації – 0,8, а на північному макросхилі відповідно 0,1 °С, 11 МДж/м² та 0,8 днів, що дещо відрізняється від атмосферних показників клімату (Ved, 1999, 2000), оскільки лісові екосистеми значно змінюють мікрокліматичні умови.

Показники кріоклімату (**Cr**) корелюють з такими терморезиму. Їхня амплітуда у ГК становить від 8,3 (–4,8 °С) для петрофітних затінених біотопів вищих поясів (Н:2.114) до 10,2 бала (2,8 °С) для біотопів з домінуванням *Arbutus andrachne* (G:4.111) ПБК, а середнє значення 9,9 балів (–0,5 °С). При цьому показники знижуються від позитивних значень ПБК 0,4 °С (9,6 бала) до негативних –0,6 °С (9,3) для середнього, до –1,6 °С (9,1) для верхнього поясу, а на північному макросхилі відповідно –0,4, –1,2 та –1,6 °С. Градієнт зміни при зростанні висоти на 100 м південного макросхилу сягає 0,2, а північного –

0,12 °C. Середнє значення для чагарниково-лісових біотопів є позитивним (0,1), а для відкритих петрофітно-трав'яних негативним (-1,5 °C). Загалом ці показники та тенденція їхніх змін збігаються з такими, що наводяться кліматологами (Ved, 1999; 2000; Vokov, Lychak, 2010; Reteyum, 2010; Parubets, 2010), хоча амплітуда для біотопів вужча, ніж показників атмосфери.

Континентальність (**Kn**) коливається у межах 8,0 для лісових середнього поясу *Paenion-Quercion petraeae* (G:1.2381) до 10,9 балів для відкритих прибережних осипів на бедлендах *Atraphaco-Capparion* (H:2.222), а середнє значення становить 8,9. На основі цих показників були розраховані індекси Горчинського (відповідно 24,5, 34,9 та 27,7). Цей показник, як і попередні кліматичні показники, знижується з висотою на південному макросхилі від 28,4 у середньому поясі до 26,6, у верхньому – 26,3, а на північному макросхилі відповідно від 27,0 до 26,7 та 26,3. Для чагарниково-лісових біотопів він становить 27,0, а петрофітно-степових – 28,4.

Амплітуда омброрежиму (**Om**) дещо ширша, ніж попередніх факторів і максимальний розмах має у петрофітних біотопах від 9,1 (*Atraphaco-Capparidion* – H:2.222) до 12,3 (*Saxifraga irriguae-Arabidetum caucasicae* – H:2.114), а середнє значення дорівнює 11,0 балів, що відповідає індексу Де-Мартонна (Ід-м) відповідно 18,9, 32,4 та 22,3, а ГТК Селянінова – 0,58, 1,3 та 0,76, тобто характеризуються як достатньою зволоженістю повітря, так і дефіцитом опадів. З висотою над рівнем моря ці показники наростають: на південному макросхилі від ПБК 10,5 бала (ГТК = 0,9; Ід-м = 22,3), у середньому поясі – 11,3 (ГТК = 1,1; Ід-м = 28,3), у верхньому – 11,6 (ГТК = 1,1; Ід-м = 29,6), а у нижньому поясі північного макросхилу – 11,2 (1,0; 27,7), середньому – 11,5 (1,1; 28,9), верхньому – 11,6 (1,1; 29,6), тобто з висотою наростає і ГТК > 1, за виключенням ПБК. При цьому для чагарниково-лісових біотопів цей показник дещо вищий (11,1 бала, ГТК = 1,1) ніж петрофітно-трав'яних (11,0; 1,0), що свідчить про більшу випаровуваність відкритих територій.

Висновки

На основі отриманих протягом тривалого періоду польових досліджень рослинності (1973–2013 рр.) даних та аналізу еколого-ценотичних профілів Гірського Криму відпрацьована методика оцінки

топологічної диференціації біотопів гірських регіонів, що відображає β-ценорізноманіття екомер різного рангу. Закономірний розподіл угруповань (біотопів) на південному та північному макросхилах геоботанічних районів трактується як відповідні макрокомбінації, а в межах висотних поясів – мезокомбінації. Для зручності аналізу окремо виділено ряди чагарниково-лісових та петрофітно-трав'яних біотопів. На основі застосування методики синфітоіндикації проведена порівняльна оцінка екологічних показників, які відображають характер кореляції між ними та специфіку диференціації біотопів Гірського Криму. Встановлено кількісні показники зміни гідротермічних та едафічних факторів залежно від структури біотопів та їхнього висотного розподілу. Показано велику значимість лісових екосистем у стабілізації екологічних умов. Проведені дослідження мають велике практичне значення в аспекті розробки заходів збереження біорізноманіття та природи Гірського Криму в цілому.

Подяки

Автори вдячні Л.П. Вакаренко за люб'язно надані геоботанічні описи, О.О. Чусовій за проведені розрахунки показників екофакторів.

ORCID

Я.П. Дідух:  <https://orcid.org/0000-0001-7619-0283>

Ю.В. Розенбліт:  <https://orcid.org/0000-0002-8516-3823>

Список посилань

- Babkov I.I. 1961. *Klimat Kryma*. Ed. I.I. Babkov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 88 pp. [Бабков И.И. 1961. *Климат Крыма*. Отв. ред. И.И. Бабков. Ленинград: Гидрометеоздат, 88 с.].
- Bagrova L.A., Vokov V.A., Garkusha L.Ya., Dragan N.A. 2003. *Tematicheskij vupusk nauchnykh trudov* (Simferopol), 13: 95–105. [Багрова Л.А., Боков В.А., Гаркуша Л.Я., Драган Н.А. 2003. Крымское субсредиземноморье. Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. *Тематический выпуск научных трудов* (Симферополь), 13: 95–105].
- Bokov V.A. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA,

- pp. 23–35. [Боков В.А. 2010. История изучения ландшафтно-экологических процессов в Крыму и их классификация. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 23–35].
- Bokov V.A., Lychak A.I. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA, pp. 36–66. [Боков В.А., Лычак А.И. 2010. Природные предпосылки формирования ландшафтноэкологических процессов. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 36–66].
- Bonari G., Fernández-González F., Çoban S., Monteiro-Henriques T., Bergmeier E., Didukh Ya.P., Xustrakis F., Angiolini C., Chytrý C., Acosta T.R.A., Agrillo E., Costa C.J., Danihelka J., Hennekens S.M., Kavğacı A., Knollová I., Neto C.S., Sağlam C., Škvorc Ž., Tichý L., Chytrý M. 2021. Classification of the Mediterranean lowland to submontane pine forest vegetation. *Applied Vegetation Science*, 24(1): 1–88. <https://doi.org/10.1111/avsc.12544>
- Didukh Ya.P. 1992. *Rastitelnyi pokrov Gornogo Kryma (struktura, dinamika, evolyutsiya i okhrana)*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Naukova Dumka, 253 pp. [Дидух Я.П. 1992. *Растительный покров Горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана)*. Отв. ред. Я.П. Дидух. Киев: Наукова думка, 253 с.].
- Didukh Ya.P. 1995. *Ekologia i noosferologia*, 1(1–2): 56–73. [Дидух Я.П. 1995. Структура классификационных единиц растительности и ее таксономические категории. *Экологія і ноосферологія*, 1(1–2): 56–73].
- Didukh Ya.P. 2011. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre, 176 pp.
- Didukh Ya.P., Mala Y.I., Pashkevich N.A., Fitsailo T.V., Khodosovtsev O.E. 2016. *Biotopes of the Crimean Mountains*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: TOV NVP Interservis, 292 pp. [Дидух Я.П., Мала Ю.И., Пашкевич Н.А., Фіцайло Т.В., Ходосовцев О.Є. 2016. *Биотопи Гірського Криму*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: ТОВ "НВП Інтерсервіс", 292 с.].
- Didukh Ya.P., Shelyag-Sosonko Yu.R. 1982. *Karadagskiy gosudarstvennyi zapovednik: rastitelnyi mir*. Kyiv: Naukova Dumka, 152 pp. [Дидух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. 1982. *Карадагский государственный заповедник: растительный мир*. Киев: Наукова думка, 152 с.].
- Didukh Ya.P., Plyuta P.H. 1994. *Fitoindykatsiya ekolohichnykh faktoriv*. Kyiv: Naukova Dumka, 280 pp. [Дидух, Я.П., Плюта, П.Г. 1994. *Фітоіндикація екологічних факторів*. Київ: Наукова думка, 280 с.].
- Didukh Ya.P., Sokolenko U.M. 2014. *Ukrainian Botanical Journal*, 71(2): 127–139. [Дидух Я.П., Соколенко У.М. 2014. Экологічна диференціація біотопів Карабі-Яйли (Гірський Крим). *Український ботанічний журнал*, 71(2): 127–139]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.02.127>
- Didukh Ya.P., Rozenblit Yu.V. 2017. *Ukrainian Botanical Journal*, 74(3): 227–247. [Дідух Я.П., Розенбліт Ю.В. 2017. Методичні основи виділення та оцінки екомер (на прикладі Дністровського каньйону). *Український ботанічний журнал*, 74(3): 227–247]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.03.227>
- Didukh Ya.P., Budzhak V.V. 2020. *Prohrama dlya avtomatyzatsii protsesu rozrakhunku balnykh pokaznykiv ekolohichnykh faktoriv: metodychni rekomendatsii*. Chernivtsi: Yurii Fedkovych Chernivtsi National University, 40 pp. [Дідух Я.П., Буджак В.В. 2020. Програма для автоматизації процесу розрахунку бальних показників екологічних факторів: методичні рекомендації. Чернівці: Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, 40 с.].
- Dragan N.A. 2004. *Pochvennye resursy Kryma*. Ed. N.A. Dragan. Simferopol: DOLYA, 208 pp. [Драган Н.А. 2004. *Почвенные ресурсы Крыма*. Отв. ред. Н.А. Драган. Симферополь: ДОЛЯ, 208 с.].
- Dublyanskiy V.N., Dublyanskaya G.N. 1996. *Karstovaya respublika*. Simferopol, 88 pp. [Дублянський В.Н., Дублянская Г.Н. 1996. *Карстовая республика*. Симферополь, 88 с.].
- Garkusha L.Ya., Lychak A.I., Gorbunov R.V. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA, pp. 266–275. [Гаркуша Л.Я., Лычак А.И., Горбунов Р.В. 2010. Связь растительного покрова с условиями увлажнения. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 266–275].
- Grebenshchikov O.S. 1974. *Problemy botaniki*, 12: 127–134. [Гребеншиков О.С. 1974. О поясности растительного покрова в горах Средиземноморья в широтной полосе 35–40 с.ш. *Проблемы ботаники*, 12: 127–134].
- Grishankov G.E. 1977. *Voprosy geografii*, 104: 128–139. [Гришанков Г.Е. 1977. Парагенетическая система ландшафтных зон Крыма. *Вопросы географии*, 104: 128–139].
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12(4): 589–591. <https://doi.org/10.2307/3237010>
- Kochkin M.A. 1967. *Pochvy, lesa i klimat Gornogo Kryma i puti ikh ratsionalnogo ispolzovaniya*. Ed. M.A. Kochkin. Moscow: Kolos, 368 pp. [Кочкин М.А. 1967. *Почвы, леса и климат Горного Крыма и пути их рационального использования*. Ред. М.А. Кочкин. Москва: Колос, 368 с.].
- Korzhenevskiy V.V., Klyukin A.A. 1989. *Ekologiya*, 6: 26–33. [Корженевский В.В., Клюкин А.А. 1989. Растительность бедлендов Крыма. *Экология*, 6: 26–33].
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. 1999. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kyiv, 345 pp. + xxiii.

- Parubets O.V. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA, pp. 88–99. [Парубец О.В. 2010. Изменения и колебания климата. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 88–99].
- Pavlova N.N. 1964. *Fizicheskaya geografiya Kryma*. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo universiteta, 104 pp. [Павлова Н.Н. 1964. *Физическая география Крыма*. Ленинград: Изд-во Ленинградского университета, 104 с.].
- Podhorodetskiy P.D. 1988. *The Grimea: Nature*. Symferopol: Tavruya, 192 pp. [Подгородецкий П.Д. 1988. *Крым: Природа. Справочное издание*. Симферополь: Таврия, 192 с.].
- Pozachenyuk E.A. 1999a. *Vvedenie v geoeologicheskuyu ekspertizu: mezhdistsiplinarnyi podkhod, funktsionalnye tipy, obektnye orientatsii*. Simferopol: Tavria, pp. 413. [Позаченюк Е.А. 1999. *Введение в геоэкологическую экспертизу: Междисциплинарный подход, функциональные типы, объектные ориентации*. Симферополь: Таврия, 413 с.].
- Pozachenyuk E.A. 1999b. *Voprosy razvitiya Kryma*. 11: 20–25. [Позаченюк Е.А. 1999. Ландшафтно-типологическая структура Крыма. *Вопросы развития Крыма*, 11: 20–25].
- Pozachenyuk E.A. 2009. *Sovremennye landshafty Kryma i sopredelnykh akvatoriy*. Ed. E.A. Pozachenyuk. Simferopol: Biznes-Inform, 672 pp. [Позаченюк Е.А. 2009. *Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий*. Ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 672 с.].
- Reteyum A.Yu. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA, pp. 67–87. [Ретеюм А.Ю. 2010. Климат Крыма в прошлом, настоящем и будущем. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 67–87].
- Roekaerts M. 2002. *The Biogeographical Regions Map of Europe: Basic principles of its creation and overview of its development*. Copenhagen: European Environment Agency, 18 pp.
- Roleček J., Tichý L., Zelený D., Chytrý M. 2009. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20: 596–602. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- Rozenblit Yu.V. 2020. *Ecomers of the Dniester canyon*. Cand. Sci. Diss. Kyiv, M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine, 304 pp. (manuscript). [Розенблит Ю.В. 2020. *Екомери Дністровського каньйону*. Дис... канд. біол. наук: спец. 03.00.05 ботаніка. Київ, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 304 с. (рукопис)].
- Ryff L.E. 2000. In: *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii po sadovodstvu*. Yalta, pp. 115–119. [Рыфф Л.Э. 2000. Флористические находки на денудационных склонах Горного Крыма. В зб.: *Современные научные исследования в садоводстве: материалы международной конф. по садоводству (Ялта, 11–13 сент. 2000 г.)*. Ч. 3. Ялта, с. 115–119].
- Ryff L.E. 2006. *Byulleten Nikitskogo botanicheskogo sada*, 92: 96–104. [Рыфф Л.Э. 2006. Растительность скальных обнажений роговиков и магматических пород в Горном Крыму. *Бюллетень Никитского ботанического сада*, 92: 96–104].
- Ryff L.E. 2007. *Byulleten Nikitskogo botanicheskogo sada*, 94: 9–13. [Рыфф Л.Э. 2007. *Sobolewskio sibiricae-Herocleetum (Tholospitea rotundifolia)* – новая ассоциация растительности приайлинских осыпей Горного Крыма. *Бюллетень Никитского ботанического сада*, 92: 96–104].
- Shelyag-Sosonko Yu.R., Didukh Ya.P. 1980. *Yaltinskiy gornolesnoy gosudarstvennyi zapovednik*. Kyiv: Naukova Dumka, 183 pp. [Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дидух Я.П. 1980. *Ялтинский горно-лесной государственный заповедник*. Киев: Наукова думка, 183 с.].
- Tichý L. 2002. JUICE, soft ware for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13: 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Vakhrushev V.A. 2004. *Karstoviy heomorfohenez Krymsko-Kavkazskoho hirsko-karstovoho rehionu*. Dr. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, Institute of Geography NAS of Ukraine, 38 pp. [Вахрушев В.А. 2004. Карстовый геоморфогенез Крымско-Кавказского горско-карстового региона. Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: спец. 11.00.04. Київ, Інститут географії НАН України, 38 с.].
- Ved I.P. 1999. *Voprosy razvitiya Kryma*, 11: 10–12. [Ведь И.П. 1999. Мезо- и микроклиматическое разнообразие Крыма. *Вопросы развития Крыма*, 11: 10–12].
- Ved I.P. 2000. *Klimaticheskii atlas Kryma*. Simferopol: Tavriya plus, 119 pp. [Ведь И.П. 2000. *Климатический атлас Крыма*. Симферополь: Таврия плюс, 119 с.].
- Walter G. 1968. *Rastitelnost zemnogo shara: Tropicheskie i subtropicheskie zony*. Vol. 1. Moscow: Progress, 547 pp. [Вальтер Г. 1968. *Растительность земного шара: Тропические и субтропические зоны*. Т. 1. Москва: Прогресс, 547 с.].

Рекомендує до друку І.І.Чорней

Дідух Я.П., Розенблінт Ю.В. 2022. Еколого-топологічна диференціація біотопів Гірського Криму. *Український ботанічний журнал*, 79(4): 221–245.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна: Я.П. Дідух, Ю.В. Розенблінт.

Реферат. На прикладі Гірськокримського геоботанічного округу проведено кількісну бальну оцінку умов існування рослинних угруповань (біотопів) та порівняльний аналіз топологічного (висотного) градієнту змін на основі методики синфітоіндикації. Серед 126 біотопів, що наводяться для Гірського Криму, для аналізу обрано 68 лісових, чагарникових, трав'яних та петрофітних типів, що відображають закономірності топологічної диференціації, тобто β -ценорізноманіття у межах п'яти геоботанічних районів і висотних поясів південного та північного макросхилів. Висвітлено специфіку методики польових досліджень та камеральної обробки даних, яка ґрунтується на геоботанічних описах, занесених до бази даних TURBOVEG і закладених еколого-ценотичних профілях з подальшою оцінкою умов існування та застосування сучасних методів і програм TWISPAN, STATISTICA-7. На основі ключових біотопів виділені комбінації, поєднання яких у межах висотних поясів трактується як мезо-, а в межах макросхилів – макрокомбінації. Наведено розподіл біотопів по мезо, макрокомбінаціях та геоботанічних районах. Побудовано модельні еколого-ценотичні профілі кожного геоботанічного району чагарниково-лісового та петрофітно-трав'яного рядів, на яких зображено розподіл біотопів та графіки показників провідних екофакторів. Встановлено закономірності їхніх змін залежно від висоти та характер кореляції між ними. Для кліматичних факторів (термо-, кріо-, омброрежиму, континентальності клімату) розраховано відповідні показники та коефіцієнти, що використовуються в кліматології. Отримані дані є основою оцінки диференціації біотопів, порівняльного аналізу екологічних умов їхнього існування та прогнозування можливих змін.

Ключові слова: біотоп, Гірський Крим, диференціація, екологічні фактори, рослинність, фітоіндикація, β -ценорізноманіття