



Я.П. ДІДУХ<sup>1</sup>, О.Л. КУЗЬМАНЕНКО<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Національний університет «Києво-Могилянська академія»  
вул. Григорія Сковороди, 2, м. Київ, 04655, Україна  
*ceol@yandex.ru*

## **РЕАКЦІЯ ТРАВ'ЯНИХ УГРУПОВАНЬ НА ШТУЧНУ ЗМІНУ КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ У КАРАДАЗЬКОМУ ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ: ВИХІДНИЙ СТАН ЕКСПЕРИМЕНТУ**

*Ключові слова: степ, Карадазький природний заповідник, рослинність, фітоіндикація, моніторинг, експериментальний полігон, зміна опадів*

### **Вступ**

Природні екосистеми адаптовані до дії зовнішніх факторів і відповідним чином реагують на їхню зміну. Проте така реакція є неоднозначною, оскільки, з одного боку, визначається внутрішньою організацією системи, такими її характеристиками, як складність, стійкість, буферність, що зумовлює «ефект запізнення», а з іншого — складною взаємозалежністю між різними зовнішніми чинниками (кумулятивний ефект), їхніми показниками стосовно лімітувальних значень (граничний ефект).

Надзвичайно актуальною проблемою сучасності є оцінка впливу змін клімату на природні екосистеми, складність яких полягає в тому, що сценарії цих змін досить неоднозначні, тому побудовані на їхній основі дедуктивні моделі недосконалі. Підвищити надійність таких моделей дає можливість застосування інших методів і підходів, зокрема тих експериментальних досліджень, які ґрунтуються на індуктивному підході — оцінці реакції екосистеми на дію одного прямого фактора. При цьому на «вході» задаються певні параметри, а на «виході»

рееструються їхні зміни. В математиці це знаходить виявлення в байєсівському підході, перевага якого полягає в дослідженні причинно-наслідкових зв'язків між факторами, котрі можуть мати нелінійний характер (Сергієнко, Гупал, 2002). Щоб швидко отримати відповідний ефект, під час експерименту на вході так змінюють показники в бік їхнього збільшення чи зменшення порівняно з нормою, що вони навіть виходять за межі тих екстремальних значень, які властиві природним екосистемам даного типу.

Однак при цьому слід враховувати, що пряма дія певного зовнішнього фактора в системі опосередковується, тому вичленити, а тим більше «виміряти» його результати непросто. Для цього використовують різні непрямі методи, зокрема реакцію показників рослинності, яка є хорошим індикатором стану екосистем. Такими показниками є видовий склад (таксономічна різноманітність), чисельність видів, біомаса, фенологічні ритми і т. д. Водночас доцільно використовувати методіку синфітоіндикації, суть якої полягає в розрахунках бальних показників різних екологічних факторів на основі екологічних шкал видів рослин, які зростають на

© Я.П. ДІДУХ, О.Л. КУЗЬМАНЕНКО, 2013

даній ділянці (Didukh, 2011). Отримані показники в подальшому використовуються для кореляційного та факторного аналізів, котрі розглядаються як моделі індуктивного типу. Саме такі підходи ми застосували для оцінки реакції характеристик трав'яних екосистем на штучну зміну кількості опадів під час експерименту в Карадазькому природному заповіднику НАН України.

### Обґрунтування вибору полігону

Рослинність Карадазького природного заповідника представлена чотирма основними типами (ліси, степи, саваноїди та томіляри) й наскельними угрупованнями, між якими є поступові переходи, внаслідок чого утворюються екотонні угруповання. Для постановки даного експерименту найбільш цікавою та важливою є реакція степових і саваноїдних угруповань, оскільки вони формуються на добре розвинутих коричневих ґрунтах автогенного типу, тому їхній розвиток визначається швидкими сукцесійними ендекогенетичними змінами. Іншими словами, регулюючи вплив зовнішніх факторів, ми сподіваємося швидко одержати відповідну реакцію, яка виявиться в зміні певних властивостей рослинних угруповань (їхніх домінантів, флористичного складу, запасів біомаси, фенології окремих видів тощо). В лісах перебіг таких сукцесій набагато повільніший, а в томілярах, структура і склад яких лімітуються виходами скельних порід, за впливом інших факторів, зокрема кліматичних, простежити важко.

Степова і саваноїдна рослинність представлена трав'яними ценозами, які чутливі до кліматичних змін. Характерними ознаками степової рослинності є домінування ксерофітних і мезоксерофітних мікротермних дерновинних і короткокореневищних багаторічних злаків. Крім злаків, тут значну роль відіграє багаторічне різотрав'я. Видовий склад таких угруповань багатий і строкатий, а їхній сезонний розвиток, значне відчуження надземної біомаси, максимальна її концентрація у ґрунті визначають те, що розвиток цих угруповань великою мірою залежить від зовнішніх умов. Ще більше залежать від цих умов саваноїди, які сформовані ксеромезофітними однорічними ефемерними злаками, котрі характеризуються коротким періодом онтогенезу і закінчують вегетацію наприкінці червня. Саваноїди — це середземноморський тип рослинності, що в Криму перебуває на північній межі поширення і трапляється лише в нижньому гірському поясі. У Криму саваноїди мають вторинне

походження — виникали вони внаслідок господарської діяльності людини на місці зведених геміксерофільних пухнастодубових лісів і фісташкових рідколісь (Дидух, 1992). Таким чином, розвиток саваноїдів визначається субтропічними особливостями клімату, що характеризується найбільшою кількістю опадів у осінньо-весняний період і літньою посухою. Водночас осінньо-весняний період розвитку припиняється зі зниженням температури нижче 0 °С. Деякі види, що формують саваноїди, озимі й починають розвиватися за умов достатньої кількості опадів і позитивних температур у жовтні, інші, ярі, — навесні. В розвитку рослинного покриву спостерігаються два періоди спокою: літній, що характеризується високими температурами та сухістю ґрунтів, і зимовий, який визначається зниженням температури. На вибраній для досліджень ділянці рослинний покрив сформований угрупованнями саваноїдно-степового типу. За нашими підрахунками (Дидух, Шеляг-Сосонко, 1982), угруповання такого типу відразу ж після заснування заповідника на початку 80-х років минулого століття займали 12 % його території, а тепер, хоча площа їх і скоротилася, вони є досить поширеними й трапляються на плоских терасах біля підніжжя хребтів. Провідними екологічними факторами їхнього розвитку є коливання вологості ґрунту та температури протягом року, тобто зміна гідротермічного режиму. Це спричиняє сезонні та річні флуктуації, що починаються на стані травостою та його ознаках. Хоча саваноїди є вторинними, малостійкими до впливу зовнішніх умов угрупованнями, проте за період заповідання (понад 30 років) у багатьох місцях вони все ще міцно утримують свої позиції. Основу формують однорічні злаки *Dasyphyrum villosum* (L.) P. Candary і *Aegilops triuncialis* L. Водночас співдомінантом є ксерофітний дерновинний степовий злак *Festuca valesiaca* Gaudin, який має широку еколого-ценотичну амплітуду, котра перебиває частину амплітуди всіх інших степових видів-домінантів і виступає як співдомінант зі всіма степовими домінантами. Крім того, тут значна кількість лучно-степових домінуючих злаків, зокрема *Elytrigia repens* (L.) Nevski та *Dactylis hispanica* Roth, які добре витримують антропогенний тиск.

Коричневі ґрунти, що наявні на цій території, утворилися на продуктах вивітрювання осадових порід — важких глинистих сланців. Одним із чинників, що сприяє формуванню цих ґрунтів, є сухий середземноморський субтропічний клімат із теп-

лою, багатою на опади короткою зимою і тривалим, сухим, навіть спекотним літом. За середньорічної кількості опадів <450 мм ґрунти не промиваються, а за високої зимової температури (+1,5 °С) вони не промерзають. Ці ґрунти елювіально-ілювіального типу, характеризуються вони важким механічним складом, сильно оглинені, повністю насичені обмінними основами (СП=30—45 мг-екв.), мають високу здатність обміну й нейтральну реакцію (рН = 6,8—7,1). Ґрунтові води залягають глибоко й не беруть участі в ґрунтоутворенні. Товща гумусовмісного шару — до 20—30 см, вміст гумусу — 5—8 %, зі збільшенням глибини він поступово знижується. Зважаючи на такі характеристики рослинного покриву та ґрунту, ми обрали полігон для експериментальних досліджень.

### Опис полігону та методики досліджень

Експериментальний полігон розміщений на півдні Карадазького природного заповідника в околицях Карадазької біостанції (с. Курортне Феодосійської міськради АР Крим), біля підніжжя Берегового хребта (N 44° 54,914'; E 50° 12,289'). Полігон (17 × 30 м, площа 0,051 га) закладений на висоті 41 м н.р.м. на плоскій терасі Карадазької долини, де наявні типові для даного регіону трав'яні угруповання, і відповідає всім технічним вимогам нашого експерименту.

На полігоні заклали 21 дослідну ділянку розміром 2 × 2 м, на яких відтворено 6 типів експерименту (збільшення і зменшення природної кількості опадів на 20, 40 і 60 %) та контроль у трьох повторях. По периметру ділянок для перешкодження водообміну з навколишньою територією прокладено бар'єр із поліхлорвінілової плівки завглибшки 0,6 м. Над кожною ділянкою встановили конструкцію для перерозподілу опадів, що складається з металевого каркасу, на якому під кутом 9° відносно горизонталі розміщені прозорі акрилові ринви, котрі забезпечують часткове перехоплення опадів, але не справляють суттєвого впливу на процеси фотосинтезу. Перехоплений об'єм дощової води за допомогою зливних ринв і силіконових трубок з отворами перерозподіляється на сусідні ділянки (Yahdjian, Sala, 2002; Zhou et al., 2006). Дослідні ділянки з «додатним» і «від'ємним» типом експерименту розміщені попарно (наприклад, -20 і +20 %), а між ними довільно розташовані контрольні ділянки. Передбачені також калібрувальні ділянки для додаткових маніпуляцій (наприклад, зрізу біомаси). Схема розміщення дослідних і калібрувальних ділянок зображена на рис. 1.

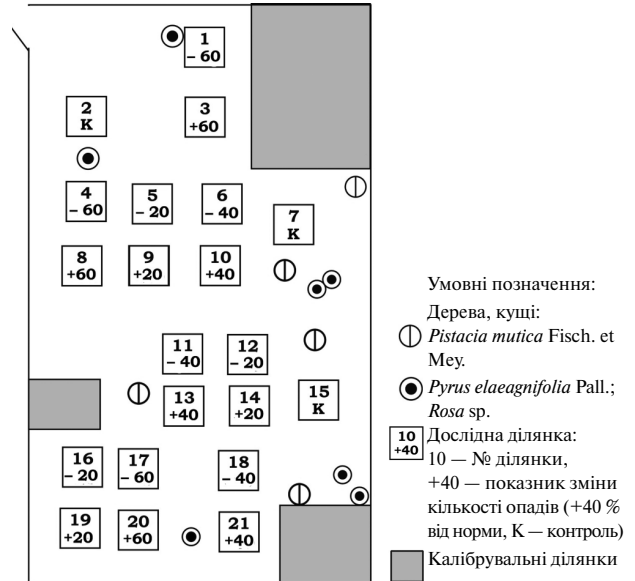


Рис. 1. План-схема експериментального полігону

Fig. 1. Experimental site layout. Legend: circles — trees and bushes; squares with numbers — experimental plots (number; treatment type); grey areas — calibration plots

Видовий склад угруповань на дослідних ділянках фіксувався протягом усього вегетаційного сезону. Два рази за сезон (на початку травня та в третій декаді червня) на ділянках оцінювали частоту трапляння видів за допомогою сітки (1,0 × 0,5 м) з коміркою (10 × 10 см). В кутку кожної комірки ставили спицю і фіксували рослини, які дотикалися до неї. На кожній ділянці зробили по чотири виміри, тобто охопили площу 2 м<sup>2</sup> (50 % від розміру ділянки), що достатньо репрезентує ступінь частоти трапляння видів. Отримані матеріали слугували основою для проведення подальших досліджень: аналізу видів-домінантів флористичного складу, оцінки біомаси, добору видів для фенологічних спостережень, розрахунку екологічних показників за методикою синфітоіндикації тощо.

На основі методики, розробленої нами (Дідух, Плюта, 1994; Didukh, 2011), була здійснена оцінка основних екологічних факторів, що мають відповідну розмірність шкал: вологість ґрунту (Hd = 23 бали), змінюваність зволоження (fH = 11), аерація ґрунту (Ae = 15), кислотність (Rc = 13), сольовий режим (Sl = 19), вміст карбонатів (Ca = 13), мінеральних форм азоту (Nt = 11) у ґрунті, терморезим угруповань (Tm = 17), омброрезим (Om = 23), кріорезим (Cr = 15), континентальність (Kn = 17) клімату, а також ступінь освітленості (Lc = 9). Мето-

дика передбачає використання геоботанічних описів, де кожному виду присвоєна бальна оцінка, яка відображає амплітуду його відношення до провідних екологічних факторів. Для екологічної оцінки угруповання використовуються середні показники (в балах) кожного фактора максимальної кількості видів з урахуванням ступеня їх трапляння. Це виражається формулою

$$Y = \frac{k_1 m_1 + k_2 m_2 + \dots + k_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n},$$

де  $m_1, m_2, m_n$  — середні значення амплітуди толерантності виду (1, 2, ..., n) до відповідного фактора;  $k_1, k_2, k_n$  — коефіцієнти трапляння чи проективного покриття цих видів (Didukh, 2011).

Запас біомаси в різних частинах фітоценозу визначали стандартним повітряно-ваговим методом (Программа..., 1974). Оскільки важливо було зафіксувати середній запас фітомаси на полігоні на початку експерименту, для уникнення порушень на дослідних ділянках зелену фітомасу й опад збирали на калібрувальних ділянках, що знаходяться в межах дослідного полігону. Було відібрано 6 проб із площ  $0,5 \times 0,5$  м у третій декаді червня. Кореневу біомасу збирали наприкінці жовтня на дослідних ділянках із шару ґрунту 25 см ґрунтовим пробовідбірником (діаметром 5,4 см) по одній пробі з кожної ділянки. Для фіксації змін запасу біомаси в наступні роки обрано таку схему досліджень: надземну частину й опад збирати з площ  $0,15 \times 0,5$  м, кореневу біомасу — з точок минулорічного збору (тобто визначатимемо річний приріст коренів).

## Результати досліджень та їх обговорення

### Характеристика рослинного покриву експериментального полігону

Територію, на якій розміщений експериментальний полігон, ще в 50-ті роки минулого століття використовували під виноградник і обробляли. Пізніше її залишили, частину засадили деревами *Pistacia mutica* Fisch. et Mey., які добре прижилися і відтворюються. На перелозі впродовж останніх 50 років відбуваються сукцесійні процеси. Піонерні стадії сингенезу зафіксовані не були. Нині за умов обмеженого антропогенного тиску відбувається формування степових ценозів із домінуванням *Festuca valesiaca* з участю коротко- і довгокореневищних ксеромезофітних злаків *Elytrigia repens*, *Dactylis hispanica*, *Koeleria cristata* (L.) Pers. тощо. Зі степових

видів тут зафіксовано *Achillea nobilis* L., рідше — *A. setacea* Waldst. & Kit., *Centaurea salonitana* Vis., *Dianthus capitatus* Balb. ex DC., *Eryngium campestre* L., *Galatella linoisyris* (L.) Rchb.f., *G. villosa* (L.) Rchb.f. (остання формує аспекти на окремих ділянках), *Inula oculus-christi* L., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Medicago glandulosa* (Mert. & W.D.J. Koch) Davidov, *Phlomis taurica* Hartwiss & Bunge, *Plantago lanceolata* L., *Poa angustifolia* L., *Teucrium chamaedrys* L., поодинокі *Teucrium polium* L., *Stipa pontica* auct. non P. Smirn. Виявлено кілька видів, які індикують слабе засолення: *Artemisia taurica* Willd., *Limonium platyphyllum* Lincz. Із геофітів відзначені *Ornithogalum ponticum* Zahar., *Leopoldia comosa* (L.) Parl. Велику роль відіграють також однорічні мезоксерофітні саваноїдні злаки (ефемери) *Dasypyrum villosum*, *Aegilops triuncialis*, *Taeniatherum asperum* (Simonk.) Nevski, які міцно утримують свої позиції. До них домішується значна кількість однорічного різнотрав'я. На окремих ділянках утворює аспекти *Xeranthemum cylindraceum* Sibth. & Smith. Інші види мають нижчі значення проективного покриття (до 5 %) і рясності. Особливістю досліджуваного фітоценозу є значне різноманіття ефемерних бобових (*Lathyrus aphaca* L., *L. cicera* L., *L. sphaericus* Retz., *Lens nigricans* (M. Bieb.) Webb & Berthel., *Medicago agrestis* Ten., *M. minima* (L.) Bartal., *M. orbicularis* (L.) Bartal., *Trifolium campestre* Schreb., *T. leucanthum* M. Bieb., *Trigonella fischeriana* Ser., *T. gladiata* Steven ex M. Bieb., *T. monspeliaca* L., *Vicia cordata* Wulfen ex Hoppe, *V. grandiflora* Scop., *Vicia lathyroides* L., *V. tetrasperma* (L.) Schreb.). У цьому угрупованні наявні однорічники інших родин, властиві саваноїдам (*Alyssum hirsutum* M. Bieb., *Carthamnus lanatus* L., *Galium tenuissimum* M. Bieb., *G. tricornutum* Dandy, *Myosotis incrassata* Guss., *Pterotheca sancta* (L.) K. Koch, *Thlaspi perfoliatum* L., *Valerianella carinata* Loisel.) і порушеним ектопам (*Cardaria draba* (L.) Desv., *Consolida regalis* S.F. Gray, *Draba muralis* L., *Lamium amplexicaule* L., *Veronica hederifolia* L.). Для проведення цього експерименту важливим є різноманіття таких однорічників, які за життєвою стратегією належать до експлерентів, адже вони здатні швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища, хоча такі зміни можуть мати флуктуаційний характер.

Згідно з флористичною класифікацією рослинності, такі угруповання належать до класу *Festuco-Brometea* порядку *Festucetalia valesiaca* і союзу *Veronici multifidae* — *Stipion ponticae* Didukh 1983, який характерний для нижнього поясу степової рослин-

ності Гірського Криму. Даний фітоценоз репрезентує асоціацію *Eryngio-Stipetum ponticae* Didukh 1983, яка є перехідною між степами та саваноїдами. Діагностичними видами, котрі відзначені на ділянці, є *Achillea nobilis*, *Aegilops triuncialis*, *Dianthus capitatus*, *Eryngium campestre*, *Medicago minima*, *Poa bulbosa* L. (Дидух, 1983).

Флора ділянок нараховує 82 види судинних рослин, які належать до 62 родів і 20 родин, що становить 4 : 3 : 1. Основну частину родинного спектра утворюють *Fabaceae* (18 видів), *Asteraceae* (14), *Poaceae* (16), *Brassicaceae* (6), *Lamiaceae* (5), *Apiaceae* (3), *Rubiaceae* (3), *Liliaceae* (2), *Caryophyllaceae* (3), *Rosaceae* (3 види). Перші три родини становлять 58,5 % видів флори ділянок. Зауважимо, що родина *Fabaceae* займає перше місце в ценофлорах Південного берега Криму (ялівцеві рідколісся, фісташники та саваноїди, сформовані на місці цих лісів) (Дидух, 1992). Десять родин, тобто половина від загальної кількості, мають по одному виду. Такий спектр нетиповий для степів, він властивий середземноморським флорам. Найбільшою кількістю видів характеризуються середземноморські роди родини *Fabaceae*: *Medicago* — 4 і *Vicia* — 4 види. Досить високим є співвідношення терофітів і гемікриптофітів (0,7—1,9 : 1,0), а в середньому воно становить 40 : 33 > 1. Відношення гемікриптофітів до загальної кількості видів на ділянках коливається від 28,6 до 53,7 %. Ці показники свідчать про те, що дані угруповання ще далекі від клімаксового (стійкого) стану. Підтвердженням цього є співвідношення видів родини *Brassicaceae*, де переважають однорічники, і *Poaceae* (гемікриптофіти) = 1:2,7.

Середній запас рослинної біомаси на полігоні у 2011 р. становив 683,4 г/м<sup>2</sup>, із яких 82,7 г/м<sup>2</sup> (12,1 %) припадало на надземну зелену масу, 88,9 г/м<sup>2</sup> (13,0 %) — на опад і 511,8 г/м<sup>2</sup> (74,9 %) — на підземну (кореневу) фракцію. Значення запасу надземної фітомаси є нормальним для степових угруповань Карадагу і приблизно дорівнює значенням, отриманим раніше (Кузнецова, Кузнецов, 2002). Співвідношення між надземною та підземною частинами біомаси є досить високим (1,0:6,2).

Охарактеризуємо детальніше кожну з ділянок, оскільки фіксація вихідного стану має важливе значення для подальшого моніторингу та прогнозування змін.

Ділянка № 1 відзначається типовим поєднанням степових видів *F. valesiaca* і *G. villosa* з саваноїдними *A. triuncialis* і *X. cylindraceum*. Тут нараховується 41

вид, а відносний показник гемікриптофітів є найвищим — 53,7 %. Для ділянки характерні найнижчі показники вологості ґрунту та вмісту азоту.

На ділянці № 2 — однорічні саваноїдні *A. triuncialis*, *X. cylindraceum* за значної участі *G. villosa*. Показники вологості та вмісту азоту низькі, термоклімату — найвищі.

На ділянці № 3 домінують *X. cylindraceum* і *A. triuncialis* з великою кількістю *G. villosa*. Екологічно вона характеризується лише дещо зниженими показниками Nt, тимчасом як останні чинники мають оптимальні значення.

На ділянці № 4 домінує саваноїдний злак *D. villosum*, досить часто трапляється *Dactylis hispanica*. Флористичний склад тут досить низький (36 видів). Для ділянки характерні високі показники Nt, Hd і Kп.

Ділянка № 5 (–20 %) є типовою для такого саваноїдно-степового фітоценозу. Домінантами виступають степова *F. valesiaca* та саваноїдні види *A. triuncialis* і *X. cylindraceum*. Флористичний склад налічує 41 вид, а відсоток участі гемікриптофітів найвищий — 53,7 %. Ділянці властиві оптимальні екологічні показники.

Ділянка № 6, як і попередня, є типовою саваноїдно-степовою. Домінантами на ній виступають *A. triuncialis*, *F. valesiaca*, *X. cylindraceum* і *G. villosa*. Видовий склад близький до оптимального (42 види). Тут спостерігаються найнижчі показники літньої вологості.

Ділянці № 7 властивий добре виявлений степовий характер. Домінує *F. valesiaca*, хоча велику участь бере й *X. cylindraceum*, а під осінь розростається *Capparis herbacea* Willd.; при цьому *T. chamaedrys*, який є постійним елементом степових угруповань, відсутній. Видовий склад цієї ділянки найвищий (54 види), Н : Т = 1,0 : 0,96, що свідчить про більш-менш стабільну структуру. Екологічні показники перебувають у межах оптимуму, за винятком омброрежиму, який тут є найвищим. Цю ділянку можна вважати суцесійно найбільш просунутою в напрямку відновлення природного стану.

Ділянку № 8 можна оцінити як найменш ксерофітну. Основу її становлять мезофітні *E. repens*, *A. triuncialis* і *D. villosum*. Флористичний склад тут один із найбідніших (33 види). Багато екологічних показників мають крайні положення: максимальні значення у Nt, Ae, fH, Ca, мінімальні — Tm. Це може свідчити про порушеність, вторинність, а водночас і про певне гальмування суцесійного розвитку, що, можливо, спричинено потужною масою коре-

**Видовий склад і ступінь частоти трапляння видів (у %) на дослідних ділянках**

Номер ділянки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Режим зволоження	-60	C	+60	-60	-20	-40	C	+60	+20	+40
Кількість видів	41	40	46	36	41	42	54	33	38	43
Співвідношення Н:Т	1,37	0,94	1,05	1,19	1,37	0,86	1,04	1,07	1,00	1,11
<i>Achillea nobilis</i>	8/15	4,5/ 3,5	0/6	2,5/ 4,5	+	+	11/ 25,5	18/ 21	25/ 32,5	+
<i>A. setacea</i>			0/2,5							
<i>Aegilops cylindrica</i>		0/1							0/5,5	10/ 16,5
<i>A. triuncialis</i>	61/ 81,5	40,5/71	53/ 70,5	1/8,5	45/ 58,5	45,5/43		12/ 40,5	36,5/58	20/52
<i>Agropyron ponticum</i>				+						
<i>Alyssum hirsutum</i>										
<i>Anisantha sterilis</i>	+	8/10	14,5/6	4/4		+	0,5/ 0,5	0,5/ 0,5	+	+
<i>Artemisia taurica</i>		+	+			+	1,5/0		+	
<i>Bromus squarrosus</i>	+					0/1				
<i>Bupleurum brachiatum</i>	+	+	+		+	+	0/1	0/1	+	+
<i>Capparis herbacea</i>							0/8			
<i>Cardamine hirsuta</i>		+	+				8/0,5	+	3,5/0	6/0
<i>Cardaria draba</i>		+	+	0,5/0	0/0,5		0,5/ 0,5	1/0	0,5/ 0,5	2,5/0
<i>Carthamnus lanatus</i>							0/1,5			
<i>Centaurea salonitana</i>		0/1,5					0/2			+
<i>C. solstitialis</i>	0/0,5				+	+	0/3			+
<i>Cephalaria transsylvanica</i>										
<i>Consolida divaricata</i>						+	0/1			+
<i>Convolvulus arvensis</i>		+	0/1,5	0/1	+			1/9		
<i>Dactylis hispanica</i>	5,5 / 11,5	5/1	3,5/ 6,5	15/41	1/3	8,5 / 15	14,5/27,5	0,5/ 0,5	5/4,5	0/1
<i>Dasypyrum villosum</i>	+	4,5 / 16,5	8,5/ 12,5	95/ 98,5	10,5/44	5,5 / 14,5	2/6,5	55/ 74,5	4/18	32/ 66,5
<i>Dianthus capitatus</i>	0/3	0,5/ 4,5	0,5/ 0,5	0/1,5	0/2	1/5	0,5/0		1/4,5	
<i>Draba muralis</i>										
<i>Elytrigia repens</i>	0/0,5	4/5	1,5/ 12	22/4	31,5/34,5	1,5/ 13	2,5/ 10,5	80/ 87,5	37/ 32,5	29,5/36,5
<i>Eryngium campestre</i>	0,5/1	4/5,5	1,5/ 15	1/2	1/ 10,5	1,5/6	2,5/7	0/3	+	2,5/8
<i>Erysimum cuspidatum</i>	+									
<i>Falcaria vulgaris</i>	+	0,5/ 5,5	0/6	4,5/ 10	1/6,5	0,5/ 2,5	+	5/9	3,5/ 13,5	2/6
<i>Festuca valesiaca</i>	20/18	23,5/16,5	34/17	2,5/1	34/ 38,5	65/ 59,5	60/58		34/28	52,5/49
<i>Galatella linoisyris</i>	+		0/1,5		+		0/4			0/1
<i>G. villosa</i>	2/6,5	7,5/ 24	14/ 8,5	1/2	2/13	6/16	3/5,5	+	18,5/34,5	0/2
<i>Galium tenuissimum</i>			+							
<i>G. tricornerutum</i>			0/2		0/0,5	2/0,5			1/0	1/1
<i>Geranium molle</i>							0,5/0			
<i>Inula oculus-christi</i>	7,5/ 15			0/1	4/9,5	0/1,5	0,5/1		1/1,5	1,5/ 1,5
<i>Koeleria cristata</i>	0/0,5		+	0/1	0/1	0/0,5	0/1		0/1,5	+
<i>Kohlruschia prolifera</i>									+	
<i>Lamium amplexicaule</i>		+	+				1/0			+
<i>Lathyrus aphaca</i>			0/0,5							
<i>L. cicera</i>	4/3,5	14/12	17/8		10/6	6,5/2	8/1	6/0	12/ 3,5	5,5/ 1,5
<i>L. sphaericus</i>	1,5/5	0/10	0/16	2,5/0	1,5/6	1,5/ 1,5	3/3,5	+		
<i>Lens nigricans</i>		0/1								

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	-40	-20	+40	+20	C	-20	-60	-40	+20	+60	+40
	42	47	44	41	49	46	47	46	45	36	39
	1,11	1,04	0,88	0,77	0,88	1,11	0,91	0,83	1,05	1,11	1,06
	7,5/ 9,5	5/ 8,5	+	9,5/ 13	23,5/30	3/0	4/5		15/ 17,5	16/ 23,5	+
						2,5/ 6,5	0,5/ 4,5				
			0/1			5/10	0/1,5		0/1		
	38/56	0,5/1	40,5/83,5	4/4,5	6,5/ 20	35,5/61,5	20/ 54,5	6,5/ 6,5	54,5/94	35/35	17/23
					+						
		0/0,5	3/3	7/7	43/43	+	+	1/1	+	+	10/11
	0,5/ 0,5					0,5/0	0,5/ 0,5				
				0/0,5	0/4,5	+	+	0/1			0/0,5
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2,5/0	9/0	3/0	11,5/0	17/ 0,5			9,5/0			
		5/0	+		+		+		3/1,5	+	
		0/1,5		0/0,5	0,5/ 0,5	0/1	0/0,5		0/0,5		
	+	+	0/0,5			0,5/2	0/0,5	+		0,5/4	+
	+	+			0/0,5		+	0/1			0/1,5
			+					+	+	0/5	0/8,5
								+			
						0/1,5	0/1		+	0/3	
	+	0/ 58,5	1/6,5	20/34	24,5/41	5,5/ 24	10,5/12	18,5/42	11,5/28,5	8,5/ 24	9/ 10,5
	68,5/80	1/ 21,5	55/88	0/ 10,5	20/42	80,5/92,5	46,5/80	11,5/11	60/ 61,5	83,5/90	47/ 57,5
	0,5/ 0,5				3,5/ 9,5	0,5/9	0/4,5		0/0,5	1/3	1/2
	+				+						
	31 / 32,5	50,5/27	3,5/ 6,5	74,5/90	2,5/ 0,5	7,5/ 0,5	48/ 70,5	24,5/31	6/8	9,5/ 14	8,5/ 7,5
	3/2,5	5/16	+		0/2	0/1	2,5/ 13,5	2/21	5,5/ 31,5	0/4	0,5/3
					+						
	1/2	0/1,5	1/5	6/5,5	0,5/2	0,5/1	3,5/5	18/ 37,5	2,5/0	5,5/ 6,5	0/0,5
	34/37	7/ 11,5	52/29	40/23	1/0	18/16	55,5/43,5	61,5/66	38/ 35,5	39,5/22	84,5/81
					+						
	2,5/ 4,5	+	3/6	0/2	0/0,5	3/6,5	0/1,5	0/1	0,5/1	2,5/ 6,5	4,5/ 10
							0,5/1				
			0,5/0	2,5/0	0,5/0						
		0,5/0	0,5/0			0,5/0	+	4/6			0,5/ 0,5
	+	0,5/ 2,5	0/1,5		0,5/ 0,5	1/2,5	0/5	+	1/5,5	1,5/2	3,5/7
						+					
		2/0		+							
			0/0,5	0/1					1/7	0,5/1	
	2,5/ 1,5	3,5/ 1,5	8,5/5	2,5/ 2,5	3/1	4/11	9/ 23,5	28/ 40,5	6/8	16/ 18,5	7,5/ 7,5
	1/0	2,5/ 0,5	4/3	14,5/7,5	9/6,5	4,5/ 0,5	12,5/6	16,5/25	5/5,5	7/4,5	20,5/6,5

<i>Leopoldia comosa</i>	1/0	1/1,5	0,5/4	15,5/12	22,5/11,5	3,5/2	13/ 22,5	1	10/ 3,5	10/ 7,5	
<i>Limonium platyphyllum</i>	0/7	+	0/1,5	+	0/1,5	0/3,5	0/2	0/2	0/1		
<i>Medicago agrestis</i>			+	+				9/0			
<i>M. glandulosa</i>	8,5/3		+	7/17	0/5		6,5/9	0/ 14,5		36/ 56,5	
<i>M. minima</i>	0/8,5	1,5/5	0/5	+	4,5/ 8,5	9,5/ 10	6,5/ 8,5	+	20,5/25,5	1/2	
<i>M. orbicularis</i>		+					+	+			
<i>Myosotis incrassata</i>						+	+		+	+	
<i>Ornithogalum ponticum</i>				0,5/2	1/0,5		3/0	0/4,5	1/3	0,5/ 0,5	
<i>Otites densiflorus</i>	1/1,5	1,5/ 0,5	0/4	0/3,5	1,5/1						
<i>Phlomis taurica</i>					1/2					1/4,5	
<i>Plantago lanceolata</i>	2,5/ 11,5	4/1,5	1/ 11,5	2/4,5	0,5/2	1/4,5	0/2	1/3	0,5/ 1,5	2/5	
<i>Poa angustifolia</i>											
<i>P. bulbosa</i>	+	1,5/ 0,5	0,5/0	+	+				0/0,5		
<i>Potentilla recta</i>	1/0,5								+		
<i>P. taurica</i>						0/1	1/1,5				
<i>Prunus spinosa</i>											
<i>Pterotheca sancta</i>							+				
<i>Scorzonera mollis</i>	4/9,5	0,5/6	1,5/ 3,5	0/2	0,5/ 0,5	2/4	0/2	0,5/ 0,5	8,5/9	8,5/ 2,5	
<i>Securigera varia</i>	0,5/ 1,5		0/1				0/1	+		0/1,5	
<i>Seseli tortuosum</i>	6/ 17,5	0,5/0	+	0/3	4/ 12,5	1/0	3/ 10,5	+	3,5/8	5/13	
<i>Stachys velata</i>							1,5/ 4,5				
<i>Stipa pontica</i>						+					
<i>S. pulcherrima</i>			+								
<i>Taeniatherum asperum</i>	+		0/2	0/0,5						+	
<i>Taraxacum erythrospermum</i>		+			+		0,5/0			+	
<i>Teucrium chamaedrys</i>	9,5/ 26,5	9,5/0	0/21			3,5/ 4,5	+		1/0	0,5/ 0,5	
<i>T. polium</i>		0/1,5									
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	+		+								
<i>Tragopogon major</i>	1/0			+	0/1,5	+	0/1	+		0/2	
<i>Trifolium campestre</i>	0/0,5	0/4,5	0/2,5	+	3/10	1,5/ 1,5	4,5/ 6,5		6/11	0,5/ 0,5	
<i>T. leucanthum</i>	1/10	1/ 27,5	0/2	1/1,5	9/13	21/ 28,5	14/37	3/3,5	24/42	3/5	
<i>Trigonella fischerana</i>				2,5/0	+	0/0,5	+				
<i>T. gladiata</i>			0/0,5		+		+			+	
<i>T. monspeliaca</i>				+		1/0					
<i>Valerianella carinata</i>							+			+	
<i>Veronica hederifolia</i>	4/0,5					2,5/0	5/0		3/0	3,5/0	
<i>Vicia cordata</i>	0/1,5	3/6,5	0/2,5	0/0,5	1,5/4	2,5/ 1,5	+	0/1,5	1,5/3	1/0,5	
<i>V. grandiflora</i>			+		1/1	+		+	3/6,5		
<i>V. lathyroides</i>						+	0/2,5				
<i>V. tetrasperma</i>		0/0,5		0/0,5	+	0,5/0	1/0	0,5/0			
<i>Xeranthemum cylindraceum</i>	33,5/54	66,5/90	68/ 79,5	0,5/ 7,5	49/ 47,5	49/73	45,5/56	1,5/ 0,5	19/ 32,5	37/55	
Мохи: <i>Brachythecium oedipodium</i>		0,5/0					5,5/0				
<i>Tortella tortuosa</i>	7,5/0										

П р и м і т к а: «+» позначено види, які на ділянці наявні, але не потрапили в зону вимірювань (сітку).



	10,5/10,5	2,5/1	5/1,5	17/14	2,5/ 2,5	37,5/29,5	28,5/16	16,5/12,5	37/29	29/ 15,5	17/21
		0/0,5	0/4,5	0/7	0/4,5	0/8		0/1	+	+	0/7
	4,5/ 21,5							+	7,5/ 18,5		0/21
	1/1	+	0/3	0/2,5	1/1	8,5/ 11,5	5/21	+	2/3	9,5/ 9,5	+
							+	+			
	+	+						+			
	+		+	0/2		+	0/3		0/3	0/1,5	0/0,5
		0/0,5				0,5/1			2,5/3		
			+								
	0,5/1	1,5/ 4,5		1,5/ 3,5	0/0,5	2,5/ 11,5	3,5/9	2,5/ 2,5	+	3/6	0/13
		+		+			1/0	+	1/0		
						1,5/0	0/0,5	6/0	1,5/0		3/0
				3/3,5			0/0,5	0/0,5			
	0,5/ 0,5	1,5/ 3,5			0/6	3,5/4					+
									0/2	0/6	
		+									
	4,5/ 6,5	0,5/ 0,5	4/2	0,5/0	0/0,5	0/1	7/4,5	4/0,5	3,5/ 4,5	2,5/1	15/7
		8,5/ 11	0/0,5						0/0,5		
	2/4	0,5/ 1,5	0,5/ 0,5	0/0,5	2/4	0/0,5	2/8,5	0/0,5	1,5/ 4,5	3/8	1,5/ 3,5
	+	0/2,5			0/0,5	+					
						+		0/0,5			
	+										
		0/1,5	0/0,5	0/10	0/3,5						0/2,5
	+	1/0	0,5/0		1/0	+		+	0,5/0		+
	21,5/28	1/1	45,5/62,5	33/47	28/ 40,5			23/24	30,5/42,5		
		+		+	2,5/ 0,5	+			+		
	+	0/0,5	+	0/0,5	+	0/3,5	0/2	0/3,5		0/1	0/1,5
	1/2	1/1	14,5/23,5	0/0,5	3/6	2,5/ 10,5	3,5/ 12	0,5/ 2,5	2,5/ 3,5	3/7,5	0/3
	10,5/19,5	13,5/31	5/ 24,5	5,5/ 11,5	38/ 63,5	7/ 11,5	3/15	19,5/33	+	7/23	3/39
	0,5/1		+		+		+	0/0,5		7,5/1	8,5/0
						+	0,5/0	1/0			
			1/0		5,5/0		1/0	3/0			
	0,5/0	+	+	1/0							
	3,5/0	2/0	0,5/0	1/0	5/0	1,5/0	1/1,5	6/1	1/0,5		
	1,5/2	6,5/ 10,5	1,5/ 9,5	4/ 10,5	5/13	1,5/2	5/ 11,5	15/ 7,5	2,5/ 2,5	3/7,5	4,5/ 8,5
	2/5	10,5/26	3/2	20/ 47,5	8/ 21,5	0,5/0	5,5/ 12	20,5/35,5	+	0/1	6/6
	4,5/4	18,5/26	5,5/ 2,5	18,5/26	29,5/33	0,5/ 0,5	3,5/9	25/36	1,5/5	2,5/ 1,5	1,5/ 2,5
	3,5/ 6,5	70,5/96,5	5/14	47,5/83,5	28/58	0,5/1	1/6	18/ 63,5	+	2/4,5	56,5/68,5
				0,5/0	1/0						
				+	+				0,5/0		

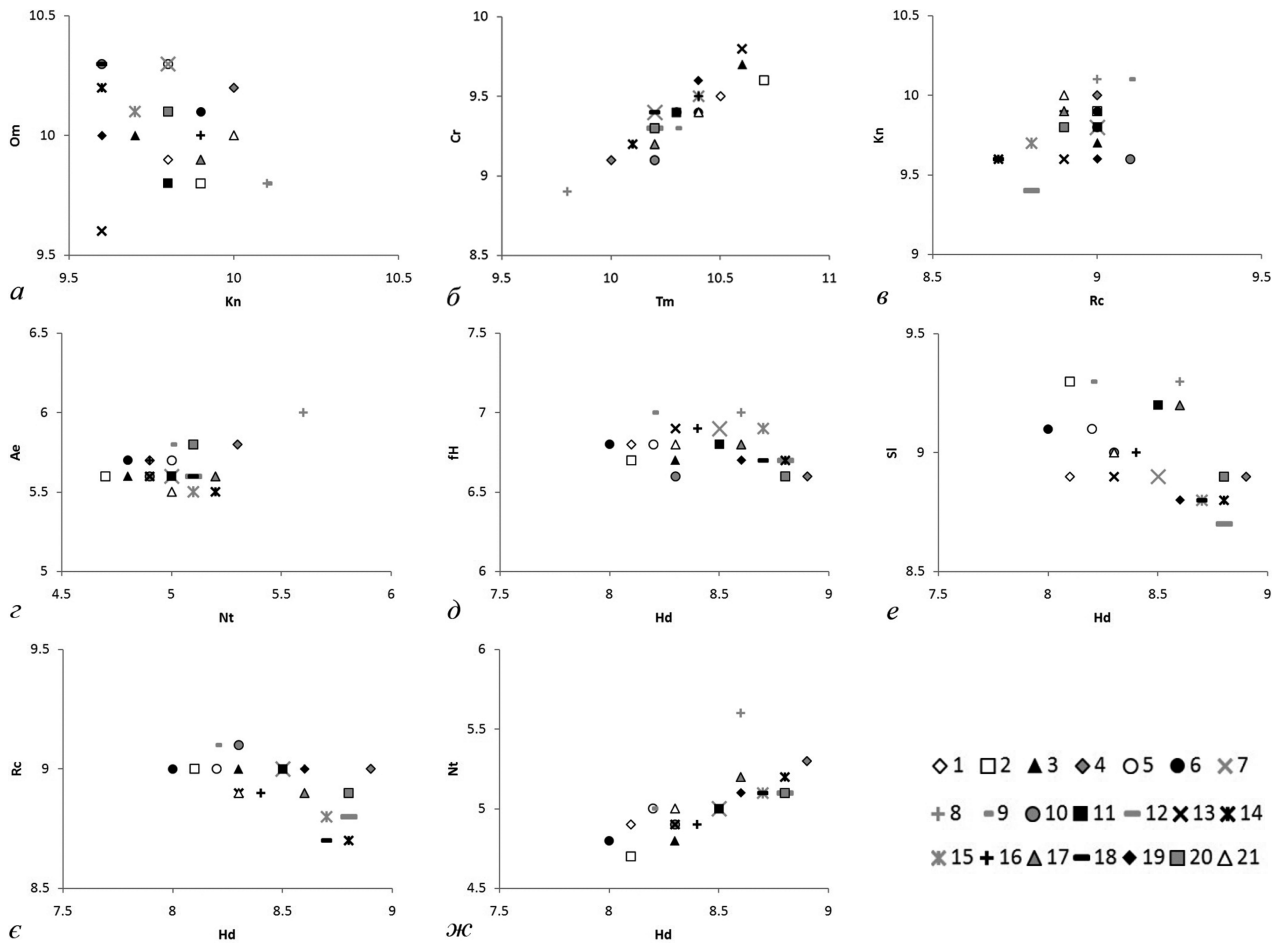


Рис. 2. Залежність між зміною екофакторів: *a* — континентальністю (Kn) та омброрежимом (Om); *б* — криорежимом (Cr) і терморежимом (Tm); *в* — континентальністю (Kn) і кислотністю ґрунтів (Rc); *г* — аерацією (Ae) та вмістом мінерального азоту в ґрунті (Nt); *д* — змінністю зволоження (fH) та вологістю (Hd) ґрунту; *е* — сольовим режимом (Sl) і вологістю (Hd) ґрунту; *є* — кислотністю (Rc) і вологістю (Hd) ґрунту; *ж* — вмістом азоту (Nt) і вологістю (Hd)

Fig. 2. Ordination matrices displaying correlation between ecological factors: *a* — climate continentality (Kn) and ombroregime (Om); *б* — crioregime (Cr) and thermoregime (Tm); *в* — continentality (Kn) and soil acidity (Rc); *г* — soil aeration (Ae) and mineral nitrogen content (Nt); *д* — water supply variability (fH) and soil humidity (Hd); *е* — soil salinity (Sl) and humidity (Hd); *є* — soil acidity (Rc) and humidity (Hd); and *ж* — soil mineral nitrogen content (Nt) and humidity (Hd)

невищ *E. repens*. Це єдина ділянка, де відсутня *F. valesiaca*, а також такі степові елементи, як *G. villosa*, *K. cristata* і *T. chamaedrys*.

Ділянці № 9 властивий перехідний саваноїдно-степовий тип угруповань із домінуванням *A. triuncialis*, *D. villosum*, *G. villosa* і *F. valesiaca*. У флористичному складі 38 видів. Екологічні показники мають оптимальні значення.

Ділянка № 10 зайнята проміжним саваноїдно-степовим травостоєм із домінуванням *F. valesiaca*, *Medicago glandulosa* й *E. repens* зі значною участю *A. triuncialis*. У другій половині літа розростається *X. cylindraceum*. Флористичний склад — 43 види. Еко-

логічні показники близькі до оптимуму, хоча змінюваність зволоження низька. Отже, це типова для даного полігону ділянка.

Ділянка № 11 характеризується співдомінуванням саваноїдних (*A. triuncialis*, *D. villosum*), лучних (*E. repens*), степових (*F. valesiaca*) злаків і *T. chamaedrys*, роль якого в південній частині полігону підвищується. Натомість у разі домінування багаторічників знижується роль *X. cylindraceum*. Флористичний склад — 42 види. Екологічні показники оптимальні, тому ділянку теж слід розглядати як типову для полігону.

Ділянка № 12 досить добре відрізняється від попередньої домінуванням на ній мезофітних злаків

(*D. hispanica*, *E. repens*) і значною участю однорічного *X. cylindraceum*, а навесні — *V. tetrasperma*. Тим часом тут відсутня *G. villosa*. У флористичному складі — 47 видів. На цій ділянці найнижчі показники континентальності, сольового та кислотного режимів і найвищі — омброрежиму. Проаналізувавши показники, можна зробити висновок про недавнє порушення поверхні ділянки, внаслідок чого відбулася експансія *X. cylindraceum*.

Ділянка № 13 розміщена в центрі південної частини полігону і за структурою є досить типовою для саваноїдно-степового травостою, в якому домінують однорічні злаки *A. triuncialis*, *D. villosum* і степові *F. valesiaca*, *G. villosa* та *T. chamaedrys*, а *X. cylindraceum* має низьку частоту трапляння. Флористичний склад формують 44 види. Показники екологічних факторів різняться низьким значенням літнього омброрежиму і найвищими — терморезиму.

На ділянці № 14 структура травостою є мезофітною від попередньої, тому що на ній домінують *D. hispanica*, *E. repens*, *T. chamaedrys* і *X. cylindraceum*, а навесні часто трапляється *V. grandiflora*. У флористичному складі 41 вид, співвідношення Н:Т є найнижчим (0,77), а відсоток гемікриптофітів становить лише третину від усього флористичного складу. Екологічні показники перебувають у зоні оптимуму, крім кислотного режиму, який є найнижчим.

Ділянка № 15 відзначається домінуванням однорічних *D. villosum*, *X. cylindraceum* і хамефіта *T. chamaedrys* зі значною участю *D. hispanica*, а навесні — *V. tetrasperma*. Тобто на ній практично відсутні дернинні степові злаки. У флористичному складі — 49 видів. Екологічні показники перебувають у межах оптимуму, багато з них збігаються за весняними і літніми оцінками, що свідчить про стабільний склад травостою.

Ділянка № 16 характеризується домінуванням виключно *D. villosum* і *A. triuncialis*, тобто має риси саваноїдів. Значний відсоток трапляння у геофіта *L. comosa*. Флористичний склад — 46 видів. Екологічні показники — в зоні оптимуму.

Ділянка № 17 має саваноїдно-степовий травостій, у якому співдомінують досить різні за біоморфологією та екологією злаки: *D. villosum*, *A. triuncialis*, *E. repens*, *F. valesiaca*. У флористичному складі 47 видів, екологічні показники — в зоні оптимуму.

Ділянка № 18 відзначається високою частотою трапляння степових видів *F. valesiaca*, *T. chamaedrys* і *D. hispanica*, а також *E. repens* і *X. cylindraceum*. Флористичну композицію складають 46 видів. Екологічні показники близькі до оптимуму, однак кис-

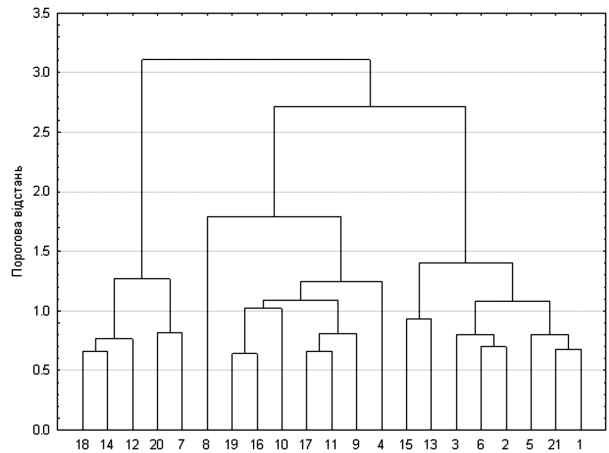


Рис. 3. Дендрограма подібності дослідних ділянок за сукупністю значень екологічних факторів (метод Уорда, евклідові відстані)

Fig. 3. The tree diagram of clustering the experimental plots based on their ecological features (12 variances, Ward's method, Euclidian distances)

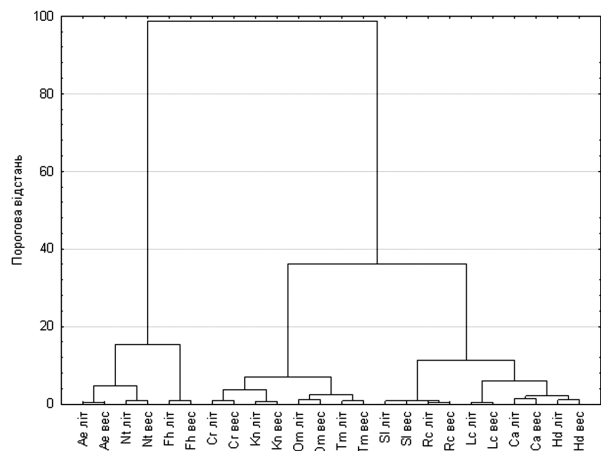


Рис. 4. Дендрограма подібності значень екологічних факторів, отриманих за допомогою методики синфітоіндикації у весняний і літній періоди (метод Уорда, евклідові відстані)

Fig. 4. The tree diagram of similarity in ecological factors values in spring and summer (clustering by Ward's method, Euclidian distances, 21 variables)

лотність ґрунту є однією з найнижчих, а омброрежим — найвищим. Велику роль тут відіграють однорічні бобові *Lathyrus cicera*, *L. sphaericus*, *Vicia grandiflora*, *V. tetrasperma* і *Trifolium campestre*.

На ділянці № 19 саваноїдно-степовий травостій, де співдомінують *A. triuncialis*, *D. villosum* і *T. chamaedrys*, висока участь *F. valesiaca*. Тут налічується 45 видів, екологічні показники — в межах оптиму-

му. За всіма даними ця ділянка, як і дві наступні, є однією з найтипівіших.

Ділянка № 20 має саваноїдно-степовий травостій, у якому переважають *D. villosum*, *A. triuncialis* і *F. valesiaca*. Видовий склад формують 36 видів; екологічні показники — в межах оптимальної зони.

На ділянці № 21 — типовий саваноїдно-степовий травостій із високою частотою трапляння степової *F. valesiaca*, а також саваноїдних *D. villosum* і *X. cylindraceum*. Тут зафіксовано 40 видів; екологічні показники — в межах оптимальної зони.

Отже, хоча рослинність експериментального полігону формують саваноїдно-степові угруповання, однак на окремих ділянках їхній видовий склад дещо відрізняється від типових. Загалом можна констатувати, що відмінності флористичного складу й екологічних характеристик мають флуктуаційний характер.

Видовий склад дослідних ділянок із коефіцієнтами частоти трапляння кожного виду наведено в таблиці.

Порівняння весняних і літніх показників ступеня трапляння дало змогу оцінити його зміну протягом 2011 р. та їх максимуми. Весняним максимумом частоти трапляння характеризуються в основному дрібні ефемери та геофіти: *Cardamine hirsuta* L., *Lathyrus cicera*, *Leopoldia comosa*, *Trigonella fischeriana*, *T. gladiata* і *Veronica hederifolia*. З настанням літа ці види закінчують цикл розвитку і переходять у стан спокою, поступаючись місцем видам, що починають розвиватися пізніше. Літній максимум мають, з одного боку, більші за розмірами однорічники, які на початку червня досягають піку свого розвитку (*A. triuncialis*, *D. villosum*, *Trifolium campestre*, *T. leucanthum* і *X. cylindraceum*), та багаторічники, котрі поступово розростаються, займаючи вивільнене місце після закінчення вегетації ранньовесняних видів (*G. villosa*, *D. hispanica*, *Eryngium campestre*, *Falcaria vulgaris*, *Medicago glandulosa*, *Plantago lanceolata*, *Seseli tortuosum* L., *T. chamaedrys* та ін.).

**Синфітоіндикаційний аналіз.** Для оцінки залежності екологічних чинників і рослинних угруповань використано методику синфітоіндикації з подальшим застосуванням методу непрямої ординації та кластерного аналізу. Встановлено, що хоча зміна показників відбувалася у вузьких діапазонах (фактично не перевищувала одного бала), проте і в цьому випадку спостерігалася кореляція між показниками певних факторів (рис. 2). Так, прямолінійна залежність відзначена між зміною термо- і кріорежиму, вмістом азоту й вологості ґрунту, континентальності та кислотності ґрунтів; зворотнolінійна — між сольовим режимом і

вологістю, кислотністю та вологістю ґрунтів, бо чим більше випаровується вологи, тим більша концентрація солей у ґрунті, а відтак — вищі показники рН.

Порівняння за середніми значеннями екологічних факторів ділянок показали, що останні не мають жодного закономірного розташування, хоча ділянки 7, 12, 14, 18 і 20, котрі розміщені по діагоналі полігону, сформували єдину плеяду. Порогова відстань різниці між ними <3,0 (рис. 3). Це означає, що ділянки досить подібні й на обраному полігоні немає суттєвих градієнтів змін екофакторів, а зміни мають флуктуаційний характер. Коливання показників факторів спостерігаються в межах одного бала. Водночас розподіл їх на графіку показав, що ділянки 4 та 8 характеризуються найвищими показниками вологості та вмісту азоту в ґрунті. У ценотичному відношенні ці дві ділянки різняться низьким флористичним складом і домінуванням *D. villosum* і *E. repens* або *D. hispanica*, що відрізняє їх від останніх.

Отримані на основі розрахунків значення весняних (початку травня) та літніх (другої декади червня) описів порівняли між собою і відобразили на дендрограмі (рис. 4). Як видно з дендрограми, всі фактори мають високий ступінь подібності весняних і літніх значень (порогова відстань <2,0); і різниця між двома описами загалом недостовірна. Аналіз закономірностей розподілу угруповань за відношенням до зміни показників екофакторів показав, що останні поділені на три групи: 1) аерація, вміст азоту та змінність зволоження; 2) сольовий режим, кислотність, вміст карбонатів, вологість ґрунту й освітленість ценозу; 3) кліматичні фактори.

## Висновки

1. Вибраний для досліджень полігон представлений угрупованнями саваноїдно-степового типу, що належать до асоціації *Eryngio-Stipetum ponticae* Didukh 1983 і союзу *Veronici multifidae* — *Stipion ponticae* Didukh 1983. Основу формують однорічні злаки *Dasyphyrum villosum* і *Aegilops triuncialis*. Водночас співдомінантом є ксерофітний дернинний степовий злак *Festuca valesiaca*. В межах полігону закладено 21 експериментальну ділянку, на яких регулюється кількість опадів щодо контролю ( $\pm 60$ ,  $\pm 40$ ,  $\pm 20\%$ ) у трикратній повторності.

2. Флористичний склад угруповань нараховує 82 види, котрі належать до 62 родів і 20 родин (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae* та ін.). Співвідношення між терофітами та трав'янистими гемікриптофітами >1. Аналіз родинного й біоморфологічного спектра

флори свідчить, що ці угруповання ще далекі від клімаксового (стійкого) стану.

3. Середній запас рослинної біомаси на полігоні у 2011 р. становив 683,4 г/м<sup>2</sup>, з яких 12,1 % припадає на надземну зелену частину, 13,0 % — на опад і 74,9 % — на підземну фракцію. Такий розподіл показників біомаси за фракціями є типовим для степових ценозів.

4. Синфітоіндикаційний аналіз виявив прямолінійну залежність між зміною термо- і кріорежиму, вмістом азоту й вологістю ґрунту, континентальності та кислотності ґрунтів, зворотнійлінійну — між сольовим режимом і вологістю, кислотністю та вологістю ґрунтів. З'ясовано, що показники кожного з 12 екологічних факторів коливаються в межах одного бала, і таке коливання можна розглядати як флуктуацію, що свідчить про однотипність екологічних умов на дослідному полігоні, як це й має бути на ділянці такої площі.

*Дослідження виконані в рамках проекту «Нелінійна реакція степів України на зміну кількості опадів» за грантом CRDFUKG1-2967-KV09.*

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дидух Я.П. Опыт классификации ксерофильной полукустарничковой и травянистой растительности Горного Крыма. — Ботан. журн. — 1983. — 68, № 11. — С. 1456—1466.
2. Дидух Я.П. Растительный покров Горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). — Киев: Наук. думка, 1992. — 256 с.
3. Дидух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Карадагский государственный заповедник. — Киев: Наук. думка, 1982. — 151 с.
4. Дидух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. — К.: Наук. думка, 1994. — 280 с.
5. Кузнецова Е.Ю., Кузнецов С.А. Структура и продуктивность степных фитоценозов Карадага. — Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана // Сб. науч. трудов. — 2002. — Вып. 12. — С. 148—152.
6. Программа и методика биогеоценологических исследований / Отв. ред. Н.В. Дылис. — М.: Наука, 1974. — 404 с.
7. Сергієнко І.В., Гупал А.М. Індуктивна математика. — Вісн. НАН України. — 2002. — № 5. — С. 19—25.
8. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. — Kyiv, 2011. — 176 p.
9. Yahdjian L., Sala O.E. A rainout shelter design for intercepting different amounts of rainfall. — Oecologia. — 2002. — 133. — P. 95—101.
10. Zhou X., Sherry R.A., An Y. et al. Main and interactive effects of warming, clipping, and doubled precipitation on soil CO<sub>2</sub> efflux in a grassland ecosystem. — Global Biogeochemical Cycles. — 2006. — 20. — GB1003, doi:10.1029/2005 GB 002526

Рекомендує до друку  
Д.В. Дубина

Надійшла 05.06.2012 р.

Я.П. Дидух<sup>1</sup>, О.Л. Кузьманенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут ботаніки імені Н.Г. Холодного НАН України, г. Київ

<sup>2</sup> Национальный университет «Киево-Могилянская академия»

#### РЕАКЦИЯ ТРАВЯНИСТЫХ СООБЩЕСТВ НА ИСКУССТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ В КАРАДАГСКОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ: ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследования являются частью комплексного эксперимента с целью изучения нелинейного развития экосистем в связи с изменением осадков. Полигон расположен в Карадагском природном заповеднике и представлен 21 экспериментальной площадкой (2 × 2 м), на которых регулируется количество осадков относительно контроля на ±60, ±40, ±20 % в трехкратной повторности. Растительность представлена сообществами саванноидно-степного типа (ас. *Eryngio-Stipetum ponticae*, союза *Veronici multifidae* — *Stipion ponticae*, кл. *Festuco-Brometea*). Флористический состав в 2011 г. насчитывал 82 вида, относящихся к 62 родам и 20 семействам. Соотношение терофитов к гемикриптофитам >1. Средний запас растительной биомассы составлял 1192 г/м<sup>2</sup>. Синфитоиндикационный анализ показал характер зависимости между экологическими факторами, а незначительные колебания их показателей имеют флуктуационный характер, что свидетельствует об однотипности условий и важно для дальнейшего мониторинга.

*Ключевые слова:* степь, Карадагский природный заповедник, растительность, фитоиндикация, мониторинг, экспериментальный полигон, изменение осадков.

Ya.P. Didukh<sup>1</sup>, O.L. Kuzmanenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup> National University of Kyiv-Mohyla Academy, Kyiv, Ukraine

#### MONITORING OF GRASSLAND RESPONSE TO ALTERED PRECIPITATION IN KARADAG NATURE RESERVE: A BASELINE STUDY

The described study is a part of experimental investigation on nonlinear response of ecosystems to altered precipitation. The experimental site is situated in Karadag nature reserve and consists of 21 plots 2 × 2 m, where the precipitation rate is artificially changed by ±60, ±40, ±20 % of normal rate with three replicates. Vegetation community represents the association *Eryngio-Stipetum ponticae*, alliance *Veronici multifidae* — *Stipion ponticae*, class *Festuco-Brometea*. The floristic composition in 2011 consisted of 82 species of 62 genera and 20 families. Therophytes / hemikryptophytes ratio >1. The average stock biomass is 1192 g/m<sup>2</sup>. Synphytoindication analysis shows correlation of ecological factors; their indices fluctuate insignificantly, that proves the similarity of conditions and is important for further monitoring.

*Key words:* steppe, Karadag nature reserve, vegetation, phytoindication, monitoring, experimental site, altered precipitation.