

Гофман О. П.

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ РОСЛИННОСТІ АСКАНІЙСЬКОГО СТЕПУ ЗА ПЕРІОД 1996–2012 РР. У ЗВ'ЯЗКУ З КІЛЬКІСТЮ ОПАДІВ

У статті здійснено аналіз багаторічної динаміки надземної фітомаси рослинності асканійського степу у зв'язку з кількістю опадів на прикладі модельних стаціонарних площ екологічного ряду «плакор→схил→нід» ділянки «Стара» за період з 1996 по 2012 рр. Встановлено силу кореляційних зв'язків між показниками фітомаси та кількістю опадів за осінньо-зимово-весняний період кожного конкретного року. Визначено, що інтразональні рослинні угруповання поду характеризуються тіснішими кореляційними зв'язками порівняно із зональними фітоценозами плабору. Наведено кількісні співвідношення між запасами живої (біомаса) та мертвої (мортмаса) органічної речовини рослинного походження залежно від елементів рельєфу.

Ключові слова: біосферний заповідник, динаміка, кореляція, надземна фітомаса, опади, степові фітоценози.

Вступ

Степові фітоценози є високоадаптованими до екстремальних умов аридними системами з відносно лабільною, нестійкою структурою, орієнтованою на постійний розвиток, мінливість, що обумовлена невинним слідуванням за змінами довкілля [33]. В Україні степи існують переважно у вигляді локалітетів, непридатних для рільництва, а цілих степових ділянок залишилося близько 1 % від площі всієї степової зони [12]. Саме тому заповідний степ, що репрезентує природне ядро Біосферного заповідника «Асканія-Нова», є унікальним об'єктом для наукових досліджень різної спрямованості. З огляду на тривалу історію наукового пошуку на цій території (з I пол. XIX ст.) [29; 31; 42] та значну кількість накопичених фактичних матеріалів, з'являється можливість для розкриття механізмів функціонування степової екосистеми у зв'язку з метеорологічними показниками. Загальним показником стану, динаміки та антропогенної трансформації степової екосистеми виступає чиста первинна продукція. Причому надземна фітомаса є незмінним критерієм при визначенні та прогнозі біологічної продуктивності в цілому [37].

Поштовхом для масштабного дослідження продуктивності на території колишнього СРСР стало прийняття Міжнародної біологічної програми (International Biological Program, IBP) наприкінці 60-х років минулого сторіччя, спрямованої передовсім на розуміння продукційних

процесів в екосистемах. Результати дослідження продуктивності степових рослинних угруповань висвітлено в багатьох наукових працях [2–4; 7; 10; 27; 28; 32].

Перші відомості про врожайність зональних та інтразональних рослинних угруповань асканійського степу відображено в працях Ф. Теецмана [42]. У подальшому роботу з цієї тематики продовжено в численних працях [5; 6; 14; 16; 17; 22; 34; 35].

Дослідження біологічної продуктивності загалом та степових екосистем зокрема набуло актуального значення у світлі новітніх технологій, а саме поширення методів дистанційного моніторингу [18; 30]. Так, для дистанційної оцінки надземної зеленої фітомаси використовуються вегетаційні індекси. Одним з найпоширеніших є індекс NDVI (Normalized Differences Vegetation Index) – це безрозмірний показник, що відображає активність вегетації рослинності, разом з тим він корелює з такими параметрами: вміст хлорофілу, площа листової поверхні, зімкнутість травостою. Також спостерігається зв'язок індексу з показниками продуктивності, вологості ґрунту, випаровуванням, об'ємом опадів, характеристикою снігового покриву. Варто зазначити, що вегетаційні індекси безпосередньо не висвітлюють точні значення біомаси чи продуктивності в одиницях маси на одиницю площі. Для цього необхідними є експериментальні натурні дані з тестових ділянок або статистичні матеріали, які узгоджуються із супутниковими даними. І вже на основі оброблених матеріалів

можна аналізувати дистанційно отриманий матеріал [25].

Питанню продуктивності степових рослинних угруповань увагу вчених приділено в контексті дослідження відповіді степових угруповань в умовах глобальної зміни клімату, особливо при зміні кількості опадів [11; 13]. Вивчення реакції екосистем з домінуванням трав'яної рослинності на експериментальні зміни рівня опадів за останні 15 років проводилися у США, Великій Британії, Китаї [40; 43]. Уперше в Україні експерименти з дослідження реакції степових угруповань південно-східного Криму на зміну кількості опадів проведено на базі Карадазького природного заповідника. Результати подібних досліджень дають змогу розробити моделі розвитку степових екосистем України під дією змін клімату, а також порівняти характер та інтенсивність процесів, що відбуваються в інших степових угрупованнях світу [12].

За фізико-географічним районуванням території заповідника віднесено до Степової зони, Південностепової підзони, Присивасько-Приазовської низовинної області [9]. За геоботанічним районуванням вона належить до Асканійського геоботанічного району, Чаплинсько-Якимівсько-Приазовського геоботанічного округу типчакково-ковилових степів на темно-каштанових залишково-солонцюватих ґрунтах та чорноземах південних залишково-солонцюватих і подових лук; смуги типчакково-ковилових степів; Приазовсько-Чорноморської степової підпровінції; Причорноморської (Понтійської) степової провінції; Європейсько-Азіатської степової області [8, с. 242–243].

Ділянка «Стара» (520 га) є найстарішою за часом заповідання (з 1898 р.) територією, що входить до природного ядра Біосферного заповідника «Асканія-Нова». Загальне горизонтальне розчленування рельєфу ділянки незначне. Амплітуда висот становить від 25,0 м н.р.м. до 29,5 м н.р.м. Центральною частиною ділянки «Стара» є плакорні місцини, її західна частина – пологі схили до Великого Чапельського поду, зі східної частини розташований безіменний під середнього розміру. Ґрунтовий покрив ділянки «Стара» характеризується неоднорідністю: на плакорі він сформований темно-каштановими залишково-слабкосолонцюватими, легкоглинистими ґрунтами в комплексі з солонцями степовими глибокими солончаківими (по схилу до водозбірної улоговини басейну Великого Чапельського поду). На периферійній зоні поду та його чаші ґрунтовий покрив формують темно-каштанові залишково-слабкосолонцюваті, вилугувані

легкоглинисті, лучно-каштанові залишково-слабкосолонцюваті, слабо осолоділі, глеюваті, важкосуглинисті та лучно-каштанові залишково-середньосолонцюваті, середньо осолоділі, глейові, важкосуглинисті ґрунти. На території днища безіменного поду діл. «Стара» поширені глейосолюді і каштанові намиті важкосуглинисті ґрунти водозбірних улоговин [38].

Запас вологи є одним з основних лімітуючих факторів в умовах південного степу, тому важливо оцінити ступінь зв'язку між кількістю опадів та продукційним потенціалом степових фітоценозів. Цьому питанню присвячено роботу Є. П. Веденькова [6], в якій розкрито зв'язок між динамікою опадів і показником продуктивності зональних та інтразональних рослинних угруповань, а також по окремих домінантних видах за період з 1950 р. по 1974 р. Тому цілком логічним є продовження роботи з цієї тематики, що дозволить глибше розкрити механізми функціонування степових фітоценозів.

Об'єкти та методи досліджень

Мета цієї роботи – на основі кореляційного аналізу виявити ступінь залежності показників надземної фітомаси рослинних угруповань асканійського степу від кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період. Дослідження надземної фітомаси проводилося на основі модельних рослинних угруповань екологічного ряду «плакор→схил→під» діл. «Стара»: типчакково-ковилові угруповання плакорних місцезростань [ас. *Stipa ucrainica* (+ *S. capillata*, *S. lessingiana*) + *Festuca valesiaca*]; ранньоосоково-вузьколистотонконогові угруповання [ас. *Poa angustifolia* + *Carex praecox*] схилу та інтразональні подовопирійно-вузьколистотонконогові угруповання поду [ас. *Poa angustifolia* + *Elytrigia pseudocoesia*]. Визначення рослин проводилося за «Определителем высших растений Украины» [24]. Номенклатурні назви рослин відповідають чеклісту судинних рослин України [41]. Фітоценотичну приуроченість видів рослин, поширених на території асканійського степу, визначено за останнім флористичним зведенням [39].

У розпал вегетації домінантів-ефікаторів (травень – червень) рослинних угруповань проводилося щорічне дослідження надземної фітомаси методом відбору укисних зразків [26]. Укисна маса відбиралася на ділянках площею 0,5 м² в п'ятикратній повторності. Отримані зразки надземної фітомаси (сумарна маса живої і мертвої органічної речовини рослинного походження) розбиралася на основні фракції – біомаса (жива

органічна речовина рослинного походження) та мортмаса (мертва органічна речовина рослинного походження). У складі біомаси виділялися окремо злаки (по видах), осоки, одно- та багаторічне різно трав'я, спорові рослини. Фракція мортмаси розділялася на сухостій (рослинні рештки, що зберігають зв'язок з материнською особиною) та підстилку (мертва органічна маса рослин, що втратила зв'язок з материнською особиною). Основні терміни подано за Л. Є. Родіним [23; 25]. Проби зважувалися в повітряно-сухому стані на технічних терезах (модель ВЛТК-500 г) з точністю до 0,1 г. Для аналізу багаторічної динаміки продуктивності було використано матеріали с.н.с. лабораторії біологічного моніторингу і заповідного степу Н. Ю. Дрогобич, надруковані у наукових звітах заповідника (1996–2010 рр.), та власні дані (2011–2012 рр.). Показники кількості опадів представлено згідно з даними метеорологічної станції «Асканія-Нова». Норма опадів за 1961–1990 рр. наводиться згідно з Кадастром клімату України [21]. Одним з основних чинників, що впливає на продуктивність степових рослинних угруповань, є запас вологи в ґрунті, а саме – продуктивної вологи. Найважливішими факторами, що обумовлюють коливання запасів продуктивної вологи в ґрунті на початку вегетаційного сезону з року в рік, є режим опадів за осінньо-зимові місяці, вологість повітря і її дефіцит, вітер, хмарність та ін. Не менш важливу роль у процесі формування продуктивності степових рослинних угруповань відіграють опади, що випадають протягом вегетаційного сезону [1]. Оскільки оцінка надземної фітомаси проводилася у травні – червні, тому було використано

саме показник суми опадів за осінньо-зимово-весняний період (далі – ОЗВП), що передував конкретному вегетаційному сезону. Аналіз здійснювався на основі непараметричного показника кореляції рангів за Спірменом (ρ) та Пірсоном (r) для випадків з відносно прямолінійним зв'язком. Ступінь кореляційних зв'язків оцінено за їхньою загальною класифікацією, запропонованою Е. В. Івантером та А. В. Коросовим [20]: сильний – більше 0,70; середній – від 0,50 до 0,69; помірний – від 0,30 до 0,49; слабкий – від 0,20 до 0,29; дуже слабкий – менше 0,19. Достовірність показників кореляції оцінювалася за критерієм Стьюдента [19]. Комп'ютерна обробка матеріалу виконувалася за допомогою програмного пакету Microsoft Excel 2007.

Результати та обговорення

Для Асканії-Нова багаторічна норма опадів становить 400 мм [21]. Середньорічна сума опадів з 1996 по 2012 рр. становить $422,4 \pm 30,98$ мм ($\sigma = 127,74$; $C_v = 0,30$). У 1997 р. випала найбільша за досліджуваний період кількість опадів – 688,4 мм, а в 2011 р. найменша – 240,3 мм. Показники кількості опадів за рік та за осінньо-зимово-весняні місяці, їхні лінійні тренди та достовірність апроксимації представлено на рис. 1. Лінійні тренди за обома показниками за цей період відображають поступове зниження кількості опадів.

Середньорічна кількість опадів, що випала за ОЗВП 1996–2012 рр., становить $310,5 \pm 18,22$ мм ($\sigma = 75,10$; $C_v = 0,24$), з коливаннями по роках від

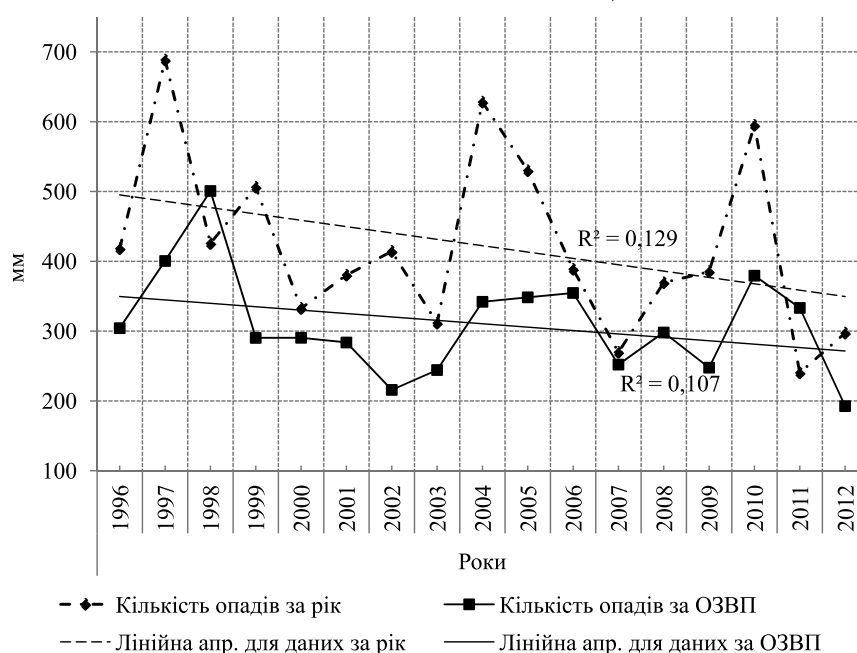


Рис. 1. Динаміка кількості опадів за рік та осінньо-зимово-весняний період

500,7 мм до 192,7 мм. Не менш значною є і амплітуда коливання по роках показників біомаси та мортмаси рослинних угруповань екологічного ряду, графічну інтерпретацію якої наведено на рис. 2 і 3.

біомаси рослинних угруповань плакору від кількості опадів обумовлена пристосованістю степової рослинності до посушливих кліматичних умов. Адаптація ксерофітних видів рослин до нестачі вологи виявляється в особ-

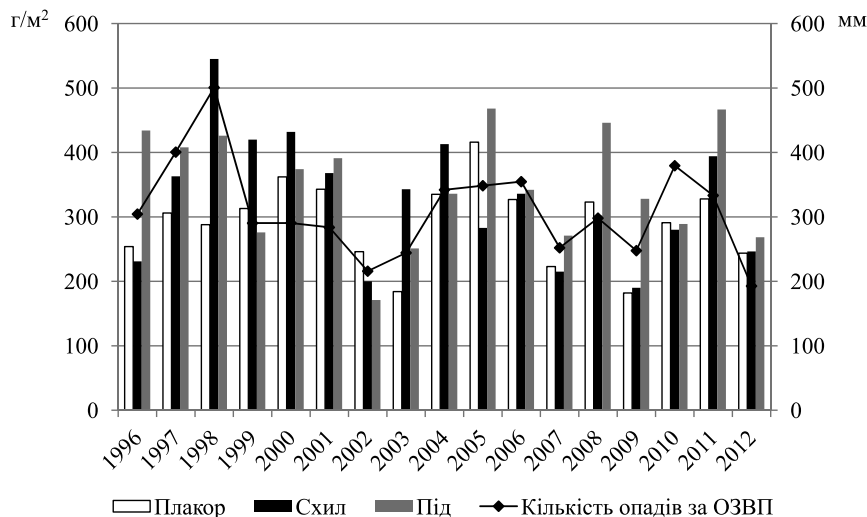


Рис. 2. Багаторічна динаміка біомаси рослинних угруповань екологічного ряду «плакор→схил→під» залежно від кількості опадів за ОЗВП

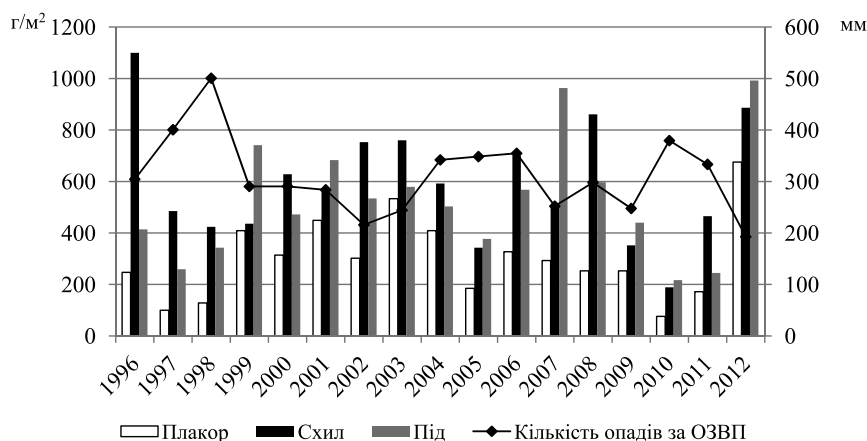


Рис. 3. Багаторічна динаміка мортмаси рослинних угруповань екологічного ряду «плакор→схил→під» залежно від кількості опадів за ОЗВП

Статистично опрацьовані показники біомаси та мортмаси рослинних угруповань асканійського степу за період 1996–2012 рр., а також значення коефіцієнтів кореляції Пірсона (r) та Спірмена (ρ) представлено в таблиці. Порівнюючи показники коефіцієнтів кореляції за Пірсоном та Спірменом, варто зазначити, що за всіма варіантами, окрім біомаси схилу, їхні значення практично збігаються та входять до однієї класифікаційної групи за Е. В. Івантером та А. В. Коросовим.

Показник живої органічної речовини (біомаса) зональної рослинності плакору характеризується помірним позитивним зв'язком з режимом опадів (ρ = 0,47). Помірна залежність

листяних морфологічної будови фізіологічних процесів. Так, ксерофітні види щільнодернинних злаків *Stipa ucrainica* P. Smirn., *Stipa capillata* L., *Festuca valesiaca* Gaudin формують потужну кореневу систему, яка за масою значно переважає надземну частину. За даними, отриманими для зональних рослинних угруповань плакору діл. «Стара», запаси підземної фітомаси в 11 разів перевищують запаси надземної. Таке значне переважання підземної маси забезпечує повне використання атмосферних опадів, що сприяє нівелюванню та відносній стабілізації величини надземної фітопродукції в різні за вологозабезпеченістю роки [36].

Таблиця. Статистичні показники запасів біомаси та мортмаси рослинних угруповань екологічного ряду за 1996–2012 рр. та значення коефіцієнтів кореляції

Екологічні умови	Фракції	Статистичні показники					Коефіцієнти кореляції	
		M, г/м ²	m	σ	C _v , %	lim, г/м ²	r	ρ
Плакор	Біомаса	292,0	15,25	62,88	22	182–416	0,45	0,47
	Мортмаса	301,5	38,28	157,85	52	76–675,2	-0,69	-0,69
Схил	Біомаса	327,2	23,51	96,94	30	190–545	0,65	0,44
	Мортмаса	590,4	56,09	231,29	39	189–1100	-0,43	-0,45
Під	Біомаса	349,8	20,99	86,55	25	171–468	0,57	0,64
	Мортмаса	525,1	54,70	225,52	43	217–992,2	-0,66	-0,70

Середні запаси біомаси зональної рослинності плакору за період 1996–2012 рр. становлять $292,0 \pm 15,25$ г/м². Домінуючі позиції за масою в цих фітоценозах займає група щільнодернинних злаків *Stipa ucrainica*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata* (L.) Pers. З різнотрав'я найбільша частка припадає на *Galatella villosa* (L.) Rchb. f., *Galium ruthenicum* Willd., *Carduus uncinatus* M. Vieb. У різні роки досить сильно змінюється маса фракції однорічного різнотрав'я, видовий склад якої в основному представлено *Cerastium ucrainicum* Pasz. ex Klokov, *Holosteum umbellatum* L., *Myosotis micrantha* Pall. ex Lehm., *Valerianella costata* (Steven) Betcke, *Veronica verna* L. Масова частка цієї фракції в загальній укісній масі значно збільшується у вологі роки.

Біомаса лучних рослинних угруповань схилу з домінуванням кореневищних видів *Poa angustifolia* L. та *Carex praecox* Schreb. помірно позитивно корелює з кількістю опадів ($\rho = 0,44$). Проте коефіцієнт кореляції Пірсона відображає середньої сили позитивний кореляційний зв'язок

аналізуючи реакцію продуктивності рослинності асканійського степу на динаміку опадів. Так, станом на 1996 р. домінуючими видами за масою та чисельністю фітоценозів схилу були щільнодернинні злаки *Stipa capillata*, *Stipa ucrainica*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, проте, починаючи з 2004 р., маса щільнодернинних злаків різко зменшилась, а кореневищних – значно збільшилася (рис. 4).

Станом на 2003 р. співвідношення між масою фракції щільнодернинних злаків та кореневищних становило 6,6:1,0; у 2004 р. – 1,0:1,4; а у 2005 р. – 1,0:8,6, і в подальшому змінювалося у бік збільшення маси кореневищних злаків. Отже, «переломним» роком у зміні рослинних угруповань на постійному геоботанічному стаціонарі схилу діл. «Стара» можна вважати 2004 р. Саме цей рік є другим після 1997 р. (688,4 мм) за річною сумою опадів (рис. 1), яка становить 628,1 мм. Сума опадів практично в усі місяці 2004 р., окрім березня, квітня та липня, перевищувала багаторічну норму (рис. 5).

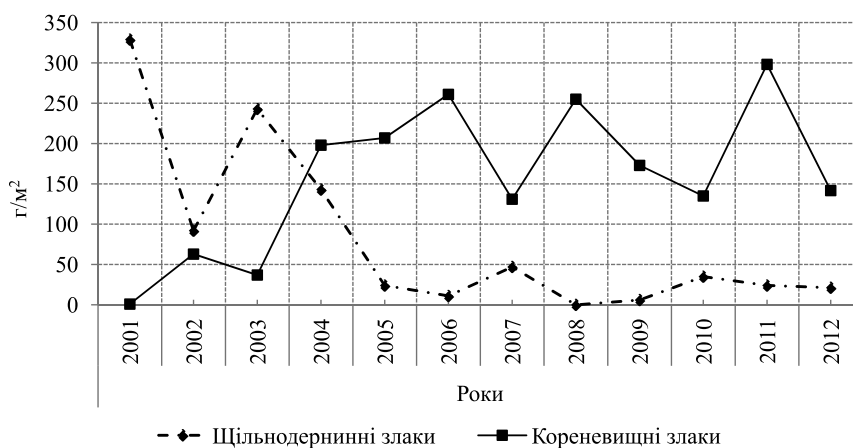


Рис. 4. Зміна маси щільнодернинних та кореневищних видів злаків на схилі діл. «Стара»

($r = 0,65$), з чого можна зробити висновок про певну нелінійність «відповіді» рослинних угруповань схилу на зміну кількості опадів. Ситуація пояснюється підвищеною сукцесійною активністю цих рослинних угруповань в умовах схилу, на чому наголошував і Є. П. Веденьков [6],

Водночас надзвичайно важливим чинником, що прискорює процес мезофітизації рослинних угруповань асканійського степу, є потужний запас підстилки. Вона відіграє роль гідротермічного буфера, який сприяє збереженню та оптимальному перерозподілу атмосферної вологи у

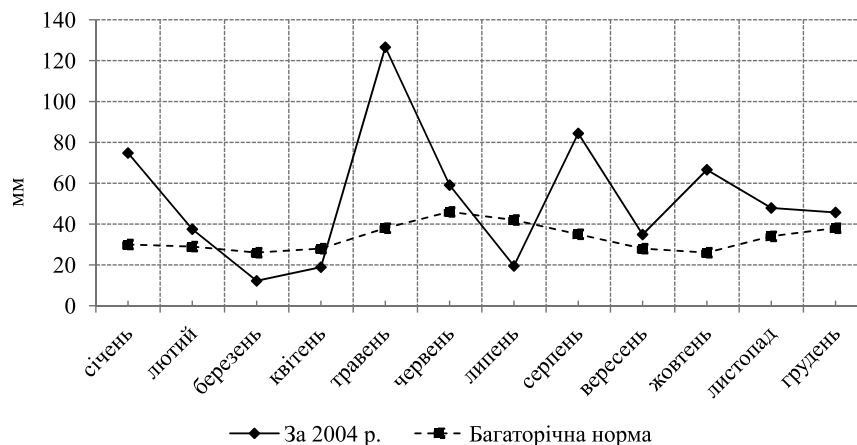


Рис. 5. Розподіл кількості опадів у 2004 р. за місяцями

гумусному горизонті ґрунту. За даними геоботанічної зйомки, здійсненої у 2011 р. В. В. Шаповалом [38], лучні фітоценози на діл. «Стара» за площею займають перше місце. Так, на 2011 р. їхня площа становила 198,52 га (38,2 %). Причому площа лучно-степових рослинних угруповань становила 169,69 га (32,6 %), а степових – 150,79 га (29,0 %). На основі аналізу геоботанічних картографічних матеріалів за 1927–1997 рр. автор, порівнюючи темпи приросту низки інтразональних ксеро-мезофітних (*Poa angustifolia*, *Carex praecox*, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub), мезо-ксерофітних (*Leymus ramosus* (Trin.) Tzvelev) та мезофітних (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) видів, зазначає, що за період з 1997 р. по 2011 р. вони підвищилися до 16,47 га/рік. Натомість за перший 25-річний період 1927–1952 рр. темпи приросту становили тільки 0,12 га/рік.

В укисній масі фракції багаторічного різнотрав'я лучних фітоценозів схилу основна частка припадає на *Galium ruthenicum*, *Falcaria vulgaris* Bernh., *Phlomis pungens* Willd. Серед однорічників переважають *Viola kitaibeliana* Schult., *Myosotis micrantha*, *Cerastium ucrainicum*, *Holosteum umbellatum*, *Vicia villosa* Roth.

Кореляційний зв'язок біомаси інтразональних рослинних угруповань поду з кількістю опадів за ОЗВП має середній позитивний характер ($r = 0,64$). Причому в екологічному ряду він є найбільшим. Домінуючими видами за масою та ярісністю є *Poa angustifolia*, *Carex melanostachya* M. Vieb. ex Willd., *Elytrigia pseudocaesia* (Pacz.) Prokud. Фракцію багаторічного різнотрав'я представлено в основному тими самими видами, що й на схилі. Як правило, фракція однорічного різнотрав'я флористично і чисельно збіднена через формування потужного шару підстилки.

Кореляція запасів мортмаси з кількістю опадів за визначений період по всіх варіантах досліду має від'ємний тип зв'язку різної сили: від

помірного (схил) до сильного (під), що пов'язано з інтенсивністю процесів розкладу мертвої органічної речовини рослинного походження залежно від кількості і режиму опадів. Досліджуючи процеси деструкції мертвих рослинних решток, Н. Ю. Дрогобич [15] зазначає, що в понижених елементах рельєфу темпи деструкції мортмаси проходять дещо інтенсивніше, ніж на підвищеннях. Причому ослаблення процесів розпаду приурочено до сухих літніх місяців та холодних зимових.

У показнику сумарної надземної фітомаси величина мортмаси відіграє істотну роль, оскільки накопичується не за один вегетаційний сезон, як біомаса, і зберігається в приземному горизонті протягом значного періоду часу. За умов ослабленого консументного блоку заповідного степу процеси розкладу мортмаси залежать в основному від гідротермічних умов кожного конкретного року, діяльності редуцентного блоку екосистеми, швидкості процесів мінералізації. Так, співвідношення між біомасою та мортмасою плакорних місцезростань за період 1996–2012 рр. становить 1,0:1,0; схилівих – 1,0:1,8; подових – 1,0:1,5. В окремі роки спостерігається зміщення цієї пропорції у бік збільшення мортмаси, особливо для інтразональних рослинних угруповань схилу та поду. Для плакорних умов у 2012 р. зафіксовано найбільшу кількість мортмаси відносно біомаси – 2,9:1,0, а у 1997 р., навпаки, кількість біомаси перевищила мортмасу у 3,8 раза. Загалом, протягом 17 років у 8 випадках біомаса перевищувала запаси мортмаси та у 8 – була меншою, а у 2006 р. вони взагалі були рівними. Натомість запаси мортмаси інтразональних рослинних угруповань схилу перевищували запаси біомаси протягом 15 років з 17-ти. Причому у 2002 р. запаси мортмаси були більшими за біомасу у 3,8 раза, що є максимальним показником для цього екоотопу за досліджуваний проміжок часу.

Щодо фітоценозів поду діл. «Стара», то кількість років, коли показники мортмаси були більшими від біомаси, становить 11, за максимального співвідношення – 3,7:1,0 у 2012 р. Таким чином, у багаторічному вимірі, продукційно-деструкційні процеси зональних рослинних угруповань плакору є більш рівноважними, ніж інтразональні фітоценози схилу і поду.

Висновки

Отже, за допомогою кореляційного аналізу оцінено ступінь залежності показників біомаси та мортмаси рослинних угруповань екологічного ряду «плакор→схил→під» від кількості опадів за осінньо-зимово-весняні місяці. Запаси біомаси позитивно корелюють з кількістю опадів по всіх варіантах досліду. Найсильніший зв'язок у цьому екологічному ряду спостерігається у рослинності подових місцезростань, що представлена мезоморфними кореневищними видами *Poa angustifolia*, *Carex melanostachya*, *Elytrigia pseudocaesia*. Помірним рівнем кореля-

ційного зв'язку характеризуються степові рослинні угруповання плакору та лучні фітоценози схилу, що зумовлено адаптивними властивостями до дефіциту вологи щільнодернинних злаків у першому випадку та підвищеною сукцесійною активністю інтразональних рослинних угруповань схилу в другому. Відмічено наявність від'ємної кореляції між запасами мортмаси та кількістю опадів, що зумовлено пришвидшеними процесами розкладу мертвої органічної речовини рослинного походження при збільшенні кількості атмосферних опадів. Важливу роль для розуміння продукційно-деструкційних процесів степових фітоценозів, що розташовані в заповідному режимі, відіграють співвідношення між кількістю біомаси до мортмаси. В умовах плакору, у багаторічному вимірі, продукційно-деструкційні процеси перебувають у рівноважному стані. Натомість в інтразональних рослинних угрупованнях у співвідношенні біомаси до мортмаси запаси останньої переважають, що спрямовує хід резерватогенної сукцесії у бік мезофітизації рослинності асканійського степу.

Список літератури

1. Бабич А. Д. Степной оазис Аскания-Нова. Характеристика природных условий района / А. Д. Бабич. – Х. : Изд-во Харьк. гос. ун-та, 1960. – 203 с.
2. Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность степей Северной Евразии / Н. И. Базилевич. – М. : Наука, 1993. – 293 с.
3. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / [Титлянова А. А., Базилевич Н. И., Снытко В. А. и др.]. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 134 с.
4. Быстрицкая Т. Л. Почвы и первичная биологическая продуктивность степей Приазовья (на примере заповедника «Хомутовская степь») / Т. Л. Быстрицкая, В. В. Осычнюк. – М. : Наука, 1975. – 111 с.
5. Веденьков Е. П. Влияние заповедного режима на структуру и динамику растительности целинной степи «Аскания-Нова» / Е. П. Веденьков // 50 лет Черноморскому заповеднику. – К. : Наук. думка, 1978. – С. 28–31.
6. Веденьков Е. П. Связь продуктивности коренных фитоценозов Аскания-Нова с режимом увлажнения / Е. П. Веденьков, А. Г. Веденькова // Актуальні питання збереження і відновлення степових екосистем : матер. міжнар. наук. конф., присв. 100-річчю заповідання асканійського степу, 21–23 травня 1998 р. – Асканія-Нова, 1998. – С. 25–26.
7. Веденьков С. П. Динаміка корінних фітоценозів заповідного степу «Асканія-Нова» / С. П. Веденьков, В. Г. Водоп'янова // Рослинні багатства заповідного степу і ботанічного парку «Асканія-Нова». – К. : Наук. думка, 1974. – С. 189–213.
8. Геоботанічне районування Української РСР / [за ред. А. І. Барбарич]. – К. : Наук. думка, 1977. – 304 с.
9. Географічна енциклопедія України : в 3 т. / [за ред. О. М. Маринич]. – К. : Українська енциклопедія. – 1989. – Т. 1. – 416 с.
10. Голубев В. Н. К методике определения абсолютной продуктивности надземной части травяного покрова луговой степи / В. Н. Голубев // Ботанический журнал. – 1963. – Т. 48, вып. 9. – С. 1338–1345.
11. Дідух Я. П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії / Я. П. Дідух // Вісник НАН України. – 2009. – № 2. – С. 34–44.
12. Міжнародний проект з дослідження реакції степових угруповань Південно-Східного Криму на зміну кількості опадів / Я. П. Дідух, І. Г. Вишенська, О. О. Халаїм, О. Л. Кузьманенко // Матер. VI Міжнарод. науч.-практ. конф. «Заповідники Крима. Біорізномор'я і охорона природи в Азово-Чорноморському регіоні», Симферополь, 20–22 окт. 2011 г. – Тавр. нац. ун-т ім. В. І. Вернадського. – Симф., 2011. – С. 46–49.
13. Дідух Я. П. Реакція вуглецевого циклу степових угруповань на зміни рівня опадів: стан досліджень та перспективи дослідного стаціонару у Південно-Східному Криму / Я. П. Дідух, О. О. Халаїм, І. Г. Вишенська // Наукові записки НАУКМА. – 2011. – Т. 119 : Біологія та екологія. – С. 46–51.
14. Дрогобыч Н. Е. К вопросу об экспериментальном изучении сенокосения как метода сохранения растительного покрова заповедника «Аскания-Нова» / Н. Е. Дрогобыч // Проблемы охраны генофонда и управления экосистемами в заповедниках степной и пустынной зон. – М., 1984. – С. 113–115.
15. Дрогобыч Н. Е. О разложении ветоши на асканийской степи / Н. Е. Дрогобыч // Научн.-техн. бюлл. УНИИЖ «Аскания-Нова». – Херсон, 1980. – Вып. 1. – С. 70–71.
16. Дрогобыч Н. Е. Постпирогенная динамика надземной фитомассы степных фитоценозов Причерноморья / Н. Е. Дрогобыч // Степи Северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке : матер. междунар. симпозиума. – Оренбург, 2000. – С. 148–150.
17. Дрогобыч Н. Е. Сезонная динамика накопления зеленой фитомассы некоторых сообществ асканийской степи / Н. Е. Дрогобыч // Матер. докладов к республиканскому семинару-совещанию работников заповедных учреждений по развитию заповедного дела в Украинской ССР. – Аскания-Нова, 1979. – С. 34–35.
18. Дронин Н. М. Анализ многолетних трендов продуктивности агроландшафтов юга Восточной Европы по материалам дистанционного зондирования / Н. М. Дронин, Н. О. Тельнова, Н. Н. Калущкова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, № 1. – С. 529–538.

19. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1973. – 256 с.
20. Ивантер Э. В. Введение в количественную биологию / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск, 2000. – 319 с.
21. Клімат України ; [за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченка]. – К. : Раєвського, 2003. – 343 с.
22. Короткова Е. И. Динамика растительного покрова южно-украинской степи по наблюдениям в Аскании-Нова : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Е. И. Короткова / Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова АН СССР. – Л., 1964. – 243 с.
23. Миркин Б. М. Толковый словарь современной фитоценологии / Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг. – М. : Наука, 1983. – 134 с.
24. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. – К. : Наук. думка, 1987. – 548 с.
25. Программный комплекс ENVI : учебное пособие. – М. : Совзонд, 2007. – 265 с.
26. Раменский Л. Г. Учет и описание растительности (на основе проективного метода) : избранные работы / Л. Г. Раменский. – Л., 1971. – С. 57–100.
27. Родин Л. Е. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности Земного шара / Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич. – М.-Л. : Наука, 1965. – 251 с.
28. Семенова-Тян-Шанская А. М. Динамика степной растительности / А. М. Семенова-Тян-Шанская. – М.-Л. : Наука, 1966. – 189 с.
29. Теєцман Ф. Про південно-російські степи та мастки герцога Ангальт-Кетенського, що знаходяться в Таврії / Ф. Теєцман // Вісті Держ. степового заповідника «Чаплі». – Харків, 1926. – Т. III. – С. 121–146.
30. Выявление и картографирование многолетних трендов продуктивности агроландшафтов юга Восточной Европы по материалам дистанционного зондирования / Н. О. Тельнова, Н. М. Дронин, Н. Н. Калущкова, С. Ю. Гульбин // Геоинформационное картографирование в регионах России : мат. V Всеросс. научн.-практ. конф. – Воронеж, 2013. – С. 140–151.
31. Теєцман Ф. Взгляд на герцогские ангальт-кетенские земли в Таврической губернии / Ф. Теєцман // Листки общ-ва сельского хоз-ва Южн. России. – Одесса, 1838. – № 2. – С. 92–97.
32. Титлянова А. А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах / А. А. Титлянова. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-е, 1977. – 220 с.
33. Ткаченко В. С. Втрати енергії степовими екосистемами за різних видів їх експлуатації та енергетичні основи сукцесійної стабільності степу / В. С. Ткаченко // Український фітоценологічний збірник. – К., 2007. – Вип. 25. – С. 4–18.
34. Шалыт М. С. Растительность степей Аскании-Нова / М. С. Шалыт // Изв. Крымск. пед. ин-та им. М. В. Фрунзе. – Симф., 1938. – Т. VII. – С. 45–132.
35. Шаповал В. В. Надземна продукція фітоценозів депресій Присивасько-Приазовського низовинного степу / В. В. Шаповал // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2004. – Т. 6. – С. 14–20.
36. Шаповал В. В. До аналізу підземної фітомаси корінних асоціацій рослинності асканійського степу / В. В. Шаповал, С. С. Звєгінцов, О. П. Гофман // Біорізноманіття. Екологія. Адаптація. Еволюція : матер. VI міжнар. конф. молодих вчених, 13–17 травня 2013 р. – Одеса : Печатний дом, 2013. – С. 58.
37. Шаповал В. В. Матеріали до оцінки розподілу надземної фітомаси у корінних фітоценозах асканійського степу / В. В. Шаповал, О. П. Гофман // Наукові записки природного заповідника «Мис Мартьян», вип. 4 : матер. міжнар. наук. конф. «40 років природному заповіднику «Мис Мартьян», 14–17 травня 2013 р. – Ялта, 2013. – С. 157.
38. Шаповал В. В. Сучасний стан та структура рослинності найстарішої ділянки асканійського степу – «Старої» (охороняється з 1898 р.) / В. В. Шаповал // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2013. – Т. 15. – С. 22–39.
39. Шаповал В. В. Флора судинних рослин асканійського степу / В. В. Шаповал. – Асканія-Нова : ФОП Андрєєв О. В., 2012. – 195 с.
40. Carbon and nitrogen storage in plant and soil as related to nitrogen and water amendment in a temperate steppe of northern China / F. M. Lü, X. T. Lü, W. Liu et al. // Biol Fertl Soils. – 2011. – Vol. 47. – P. 187–196.
41. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine: a nomenclatural Checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk / Ed. S. L. Mosyakin. – Kiev : M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – 346 p.
42. Teetzmann F. Ueber die Sudrussischen Steppen und uber die darin im Taurischen Gouvernement belegen Beisitzungen des Herzogs von Anhalt-Kothen [Electronic resource] / F. Teetzmann // Beitrage zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angranzenden Lander Asiens. – St. Petersburg : Akademie der Wissenschaften, 1845. – S. 89–135. – Mode of access: <http://books.google.com.ua>. – Title from the screen.
43. Main and interactive effects of warming, clipping, and doubled precipitation on soil CO₂ efflux in a grassland ecosystem / X. Zhou, R. A. Sherry, Y. An et al. // Global Biogeochemical Cycles. – 2006. – Vol. 20 – P. 1003–1022.

O. Gofman

CORRELATION OF DYNAMIC OF ABOVEGROUND PHYTOMASS OF VEGETATION OF ASKANIAN STEPPE IS IN CONNECTION WITH THE QUANTITY OF PRECIPITATIONS

The dynamic of many years of aboveground phytomass of vegetation of Askanian steppe with the quantity of precipitations is analyzed in this paper. This scientific work was prepared on the basis of data of aboveground phytomass of the ecological range “watershed→slope→depression” of the oldest reserved plot “Stara” (540 hectares). The productivity of intrazonal plant associations of depression are characterized by strong positive correlative relation with the dynamics of precipitations. The productivity of zonal plant associations of watershed are characterized by medium positive correlative relation with the dynamics of precipitations. The productivity of meadow plant associations of slope are characterized by medium positive correlative relation with the dynamics of precipitations.

Keywords: biosphere reserve, dynamics, correlation, precipitations, aboveground phytomass, steppe phytocenosis.

Матеріал надійшов 13.07.2014