

ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ НАСЕЛЕННЯ ОРІБАТИДНИХ КЛІЩІВ (ACARI: ORIBATIDA) ЛУЧНИХ ОСЕЛИЩ ЗАКАРПАТСЬКОЇ НИЗОВИНИ У ГРАДІЄНТІ ВОЛОГОСТІ ЕДАФОТОПУ

Габрієл ГУШТАН^{1,2}, Катерина ГУШТАН^{1,3,4}, Діана ЦЕСЬЦІВ⁵

Серед різноманітних абіотичних чинників вологість середовища відіграє ключову роль у формуванні населення панцирних кліщів. Більшість опублікованих праць, як на Закарпатській низовині, так і загалом у Європі стосуються вивчення комплексів панцирних кліщів у різних типах зональних екосистем, особливо лісових. Населення орібатид у лучних екосистемах, що належать до головних інтразональних фітоценозів, залишаються вивченими переважно фрагментарно. Однак, все ще нерозкритим залишається питання динаміки параметрів населення орібатид лучних біотопів Закарпатської низовини у градієнті вологості едафотопу. Проведено дослідження комплексів орібатид ксерофітних, мезофітних, гігрофітних та заплавних лук. Встановлено, що рівень вологості едафотопу суттєво впливає на динаміку деяких параметрів синекологічної структури орібатидних угруповань у різних типах лук Закарпатської низовини. Результати проведеного кореляційного аналізу засвідчили наявність тісного зв'язку між чисельністю орібатид і ґрунтовою вологістю. Встановлено залежність деяких параметрів синекологічної структури орібатид від вологісного режиму едафотопу на різних лучних біотопах. Зокрема, найвищий рівень кореляції між вологістю субстрату та видовим багатством орібатид зафіксовано на мезофітних луках. На заплавних луках зазначена залежність є менш вираженою, хоча також залишається значущою. Найбільший вплив вологості ґрунту на чисельність орібатид спостерігається в гігрофітних лучних екотопах, тоді як на мезофітних та ксерофітних луках виявлено нижчі значення кореляційного зв'язку. Аналіз індексів біорізноманіття угруповань панцирних кліщів лучних біотопів Закарпаття підтвердив закономірність зменшення видового багатства орібатид уздовж градієнта зниження ґрунтової вологості. Так, індекс Сімпсона виявився високочутливим до наявності домінантних видів, тоді як індекс Бергера-Паркера – до найчисельнішої таксономічної одиниці в досліджених біотопах. Особливості зазначених індексів дали змогу простежити ще одну тенденцію: зі зростанням вологості субстрату зростає частка домінантних видів орібатид. Зі свого боку, індекс Шенона, що є чутливим до присутності рідкісних видів, дозволив зафіксувати збільшення їх частки в умовах зменшення вологості едафотопу. Ця закономірність, однак, не поширюється на угруповання панцирних кліщів гігрофітних луків, які характеризуються значним різноманіттям малочисельних видів.

Ключові слова: екологія панцирних кліщів, біотичний ресурс, градієнт вологості едафотопу, структура домінування.

¹ Державний природознавчий музей Національної академії наук України, вул. Театральна, 18, Львів, 79008, Україна; e-mail: habrielhushtan@gmail.com, katrinantonjuk@gmail.com

² НПП «Яворівський», вулиця Зелена, будинок, 23, селище міського типу Івано-Франкове, Яворівський р-н, Львівська обл., 81070, Україна

³ ВСП «Львівський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування», вул. Замарстинівська, 167, м. Львів, 79068, Україна

⁴ Кафедра екології, Національний лісотехнічний університет України, вулиця Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна

⁵ Кафедра туризму, Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, вулиця Тадеуша Костюшка, 11, Львів, 79000, Україна; e-mail: dianakarpyn@gmail.com

Changes in population parameters of oribatids (Acari: Oribatida) of meadow habitats on the Transcarpathian Lowlands in the edaphotope humidity gradient

Hushtan H.^{1,2}, Hushtan K.^{1,3,4}, Tsestsi D.⁵

Among all abiotic factors, environmental humidity is of great importance for the formation of the population of oribatid mites. Most of the published works, both in the Transcarpathian Lowland and in Europe in general, concern the study of oribatid mite complexes in different types of zonal ecosystems, especially forest ones. In contrast, the population of oribatids of meadow habitats, which are the main type of intrazonal communities, has

been studied at a fragmentary level. However, the question of the dynamics of the parameters of the population of oribatids of meadow biotopes on the Transcarpathian Lowland in the edaphotope humidity gradient still remains unsolved. A study of oribatid complexes of xerophytic, mesophytic, hygrophytic and floodplain meadows has been conducted. It has been established that the edaphotope humidity has a significant impact on the dynamics of oribatid mite communities in different types of meadows on the Transcarpathian Lowland. A correlation analysis was conducted, which showed a high level of dependence of the density of oribatids on soil moisture. The dependence of some parameters of the synecological structure of oribatid mites on soil moisture in different meadows has been established. Thus, the degree of correlation between the moisture factor and the species richness of oribatids in mesophytic meadows is the highest. This factor has a somewhat lower degree of dependence in floodplain meadows. Soil moisture has the greatest influence on the density of oribatids in hygrophytic meadows. A lower degree of correlation between density and humidity was found in mesophytic and xerophytic meadows. An analysis of the diversity indices of oribatid mite communities in meadow biotopes of the Transcarpathian Lowland was conducted, which confirmed the identified trend – a decrease in the level of species richness of oribatids in the gradient of decreasing soil moisture. The following indices were calculated: Margalef, Menhinik, Simpson, Shannon and Berger-Parker. For example, the Simpson index value is very sensitive to the dominant species in the studied biotopes, and the Berger-Parker index value is to the most numerous species. This feature of the last two mentioned indices allowed us to identify another trend – an increase in the proportion of dominant oribatid species is manifested with an increase in the humidity of the edaphotope. The Shannon index, given its sensitivity to rare species, allowed us to identify another pattern – an increase in rare forms of oribatids in the gradient of decreasing edaphotope humidity. The detected trend does not apply to the oribatid mite communities of hygrophytic meadows, which are rich in rare species.

Key words: ecology of oribatid mites, biotic resource, edaphotope, dominance structure.

¹ State Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine, Teatralna Str., 18, Lviv, 79008, Ukraine; E-mail: habrielhushtan@gmail.com, katrinantonyuk@gmail.com

² Yavoriv National Nature Park, 23, Zelena Str., Ivano-Frankove city-type village, Yavorivsky district, Lviv region, 81070, Ukraine

³ Lviv Professional College of Lviv National Environmental University, 167, Zamarstynivska Str., Lviv, 79068, Ukraine

⁴ Department of Ecology, National Forestry University of Ukraine, 103, Henerala Chuprynky Str., Lviv, 79057, Ukraine

⁵ Department of Tourism, Ivan Bobersky Lviv State University of Physical Culture, 11, Tadeusz Kosciuszko Str., Lviv, 79000, Ukraine

Вступ

Серед різноманітних абіотичних чинників вологість середовища є одним із найважливіших для формування населення орібатидних кліщів. Представники цієї групи ґрунтових мікроартропод, загалом, характеризуються високою гігрофільністю, що підтверджується результатами багатьох досліджень (Madge 1964a, b; Jalil 1972 et al.). Саме рівень вологості визначає щільність орібатидних популяцій, яка зазнає суттєвого зниження за умов дефіциту вологи. Крім того, зміни гідротермічного режиму значно впливають на структуру таксоценів орібатид (Hayes 1963; Riha 1951 et al.).

Більшість наукових публікацій, присвячених дослідженню орібатид, як у межах Закарпатської низовини, так і на території Європи загалом, орієнтовані на зональні екосистеми, передусім лісові. У той же час лучні біотопи, що виступають провідним типом інтразональних фітоценозів, досліджені недостатньо і фрагментарно. Разом з тим, за результатами аналізу орібатидокомплексів різних типів луків Закарпатської низовини опубліковано низку праць (Hushtan 2018a, c; 2023; Hushtan, Hushtan, Glotov 2021). Дослідження охоплюють орібатидні угруповання

ксерофітних, мезофітних, гігрофітних, петрофітних та заплавлених луків (Hushtan et al. 2011; Hushtan et al. 2013; Hushtan 2018b; 2019; 2023; Hushtan, Hushtan 2019a; 2020). Також було проаналізовано вплив різноманітних антропогенних факторів на формування таксоценів орібатидних кліщів (Hushtan 2014; 2020; Hushtan, Hushtan 2019b). Однак, все ще нерозкритим залишається питання динаміки параметрів населення орібатид лучних біотопів Закарпатської низовини у градієнті вологості едафотопу.

Матеріал та методики

Структуру населення панцирних кліщів у лучних біотопах Закарпатської низовини досліджували круглорічно протягом 2013–2014 років. Ґрунтові проби були відібрані в чотирьох типах біотопів: 1) гігрофітні луки в околицях сіл Форнош, Квасово і Великі Береги; 2) заплавні луки в околицях м. Чоп та с. Велика Добронь; 3) мезофітні луки в околицях м. Мукачево та с. Кальник; 4) ксерофітні луки в околицях міст Берегово, Виноградovo а також сіл Мужієво і Оклийгадь. З детальними характеристиками дослідних ділянок можна ознайомитися у попередніх роботах (Hushtan 2018b, 2019, 2023; Hushtan and Hushtan 2020).

Для дослідження структурних характеристик угруповань панцирних кліщів було застосовано методику відбору ґрунтових зразків випадковим методом стандартного об'єму (125 см³). Збирання матеріалу здійснювалося протягом усіх сезонів року на 2–5 експериментальних ділянках для кожного типу біотопу, із повторністю відбору 10–20 зразків на ділянку. Вилучення орібатид із ґрунтових проб проводилось відповідно до загальноприйнятих методів ґрунтово-акарологічного аналізу з використанням електратора високого градієнту типу Кемпсона (Krant et al. 2009).

Подальше опрацювання зразків здійснювалося шляхом ручного сортування під бінокулярним мікроскопом на фільтрувальному папері, після чого виготовлялися постійні мікропрепарати. Таксономічну ідентифікацію орібатидних кліщів проведено на основі систематики, запропонованої G. Weigmann (Weigmann 2006; Schatz et al. 2011), із застосуванням сучасного оптичного мікроскопа та актуальних визначників (Pavlichenko 1994; Sergienko 1994; Weigmann 2006).

Рівень домінування таксонів визначався згідно з класифікацією Штеккера – Бергмана (Stöcker, Bergmann 1977). До масових видів відносили таксони, частка яких перевищувала 3,2 % від загальної чисельності панцирних кліщів (еудомінанти, домінанти, субдомінанти), тоді як до рідкісних – ті, чия частка становила менше ніж 3,2 % (реценденти, субреценденти). Для кількісного аналізу використовувався показник відносної щільності, розрахований як відсоткове співвідношення чисельності окремого виду до загальної чисельності угруповання в межах певного біотопу.

Оцінка частоти трапляння видів проводилась із використанням індексу, розробленого В.М.Беклемішевим (Beklemyshev 1961). Аналіз різноманіття угруповань базувався на підходах, викладених у роботі Е. Magurran (2004), із використанням таких біоіндикаторних індексів, як індекси Маргалефа, Менхінка, Сімпсона, Шеннона та Бергера-Паркера. Градієнт вологості був встановлений за результатами досліджень Гуштана Г. та Орлова О. (Hushtan and Orlov 2015). З використанням Microsoft Excel проведено розрахунки відповідно до загальноприйнятих методик (Magurran, 2004).

Результати

Дослідження показали, що вологість едафотопу є одним із провідних факторів, які формують динаміку населення орібатид на різних типах луків Закарпатської низовини. Проведений кореляційний аналіз (Hushtan 2015) підтвердив наявність високого рівня залежності чисельності орібатид від вологісного режиму ґрунту (табл. 1). Водночас, ступінь взаємозв'язку між вологістю ґрунту та видовим різноманіттям кліщів виявився дещо нижчим. Слід підкреслити, що характер впливу вологісного чинника на синекологічні параметри панцирних кліщів варіює залежно від типу лук. Найвищий рівень коре-

ляції між вологістю субстрату та видовим багатством орібатид зафіксовано для мезофітних луків (табл. 1). У заплавних луках виявлено дещо слабший кореляційний зв'язок, тоді як у ксерофітних угрупованнях сезонна динаміка видового різноманіття демонструє ще нижчу залежність від гідрорежиму. Мінімальні значення кореляції між рівнем вологості та видовим складом орібатид спостерігаються на гігрофітних луках, ймовірно через високу стабільність умов середовища для гігрофільної фауни. Іншу тенденцію простежено у зв'язку між вологістю ґрунту та чисельністю панцирних кліщів. Найвищий вплив вологісного чинника встановлено для гігрофітних луків, де чисельність орібатид найбільш чутливо реагує на зміни водного режиму. Натомість у мезофітних і ксерофітних біотопах виявлено менш виражену кореляцію між цими показниками. Найслабший взаємозв'язок між чисельністю орібатид і вологістю едафотопу виявлений у заплавних луках, особливо в періоди без повеней.

Таблиця 1. Залежність динаміки щільності та видового багатства орібатид від рівня вологості ґрунту в різних типах лучних оселищ

Table 1. Dependence of the dynamics of species richness and density of oribatid mites in different types of meadows on the soil moisture factor

Тип оселища	1	2	3	4
Характеристики різноманіття				
Кількість видів	0.54	0.98	0.32	0.70
Чисельність (екз. на м ²)	0.70	–0.78	0.82	–0.59

Примітка. 1 – ксерофітні луки, 2 – мезофітні луки, 3 – гігрофітні луки, 4 – заплавні луки.

Note: 1 – xerophytic meadows, 2 – mesophytic meadows, 3 – hygrophytic meadows, 4 – floodplain meadows.

У межах вологісного градієнта едафотопів лучних екосистем Закарпатської низовини спостерігається виразне збільшення загального числа видів орібатид у гігрофітних біотопах порівняно з ксерофітними. Зокрема, встановлено, що видове багатство панцирних кліщів у вологих луках перевищує відповідний показник на сухих луках у 1,3 разів. Так, у складі орібатидної фауни гігрофітних луків зафіксовано 45 видів, тоді як у ксерофітних угрупованнях кількість видів обмежується 32. Подібну закономірність було виявлено й у дослідженнях Б. Баяртогтоха (Bayartogtokh 1997), який, аналізуючи екологічні особливості орібатид у регіонах Монголії, вказував на зниження загального рівня видового різноманіття кліщів у міру збільшення аридності середовища.

Результати аналізу індексів різноманіття орібатидних угруповань досліджених лучних біотопів додатково підтверджують виявлену закономірність

зменшення видового багатства в напрямку зниження вологості ґрунту (табл. 2, рис. 1, 2). Зокрема, спостерігається зростання значень індексів Маргалефа та Менхініка відповідно у 1, 2 та 1, 1 рази в напрямку до більш зволжених екоотопів. Водночас слід зазначити, що отримані графічні залежності (рис. 1, 2) демонструють певні відмінності в динаміці окремих показників, що, ймовірно, зумовлено специфічним реагуванням індексів на структурні особливості орібатидних угруповань у кожному з біотопів.

Значення індексів видового багатства, що характеризуються незначною варіативністю (зокрема, індекси Сімпсона та Бергера-Паркера), демонструють тенденції, протилежні до динаміки індексів Маргалефа та Менхініка (табл. 2, рис. 1, 2). Так, індекс Сімпсона виявляє високу чутливість до при-

сутності домінантних таксонів у складі досліджених угруповань, тоді як індекс Бергера-Паркера акцентує на впливі найчисельнішого виду (Magurran, 2004). Ця специфіка зазначених індикаторів дала змогу виявити додаткову закономірність: зі збільшенням вологості ґрунту підвищується частка домінантних видів у складі орібатидних угруповань (рис. 2). Зокрема, коефіцієнт індексу Сімпсона зріс у 2,4 раза, а індексу Бергера-Паркера – у 3,4 раза в напрямку до вологіших біотопів. Проте зазначена закономірність не є універсальною: для гігрофітних луків характерне високе видове різноманіття, яке зумовлене не чисельністю домінантів, а наявністю великої кількості малочисельних, рідкісних форм.

Індекс Шенона, який є високочутливим до присутності рідкісних видів у структурі угруповань

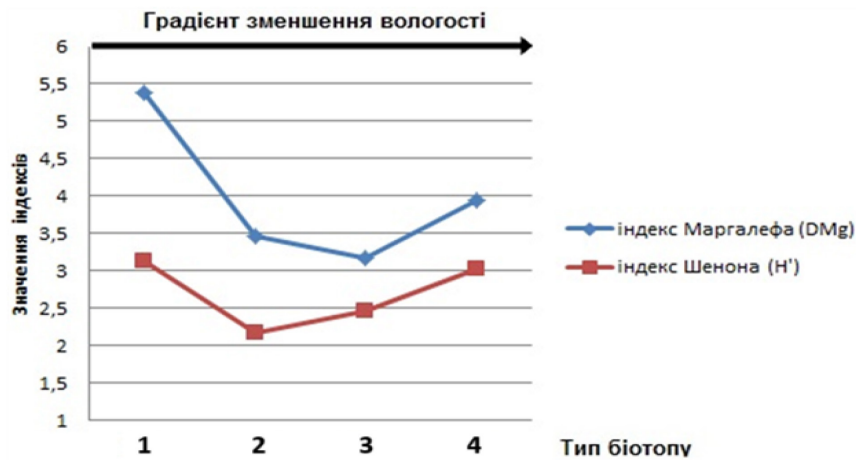


Рис. 1. Зміни індексів різноманіття населення панцирних кліщів у градієнті вологості едафотопу

Fig. 1. Dynamics of diversity indices of oribatid mite populations in meadow habitats on the Transcarpathian Lowland in the humidity gradient of the edaphotope

Примітка: 1 – гігрофітні луки; 2 – заплавні луки; 3 – мезофітні луки; 4 – ксерофітні луки.

Note: 1 – hygrophytic meadows, 2 – floodplain meadows, 3 – mesophytic meadows, 4 – xerophytic meadows.

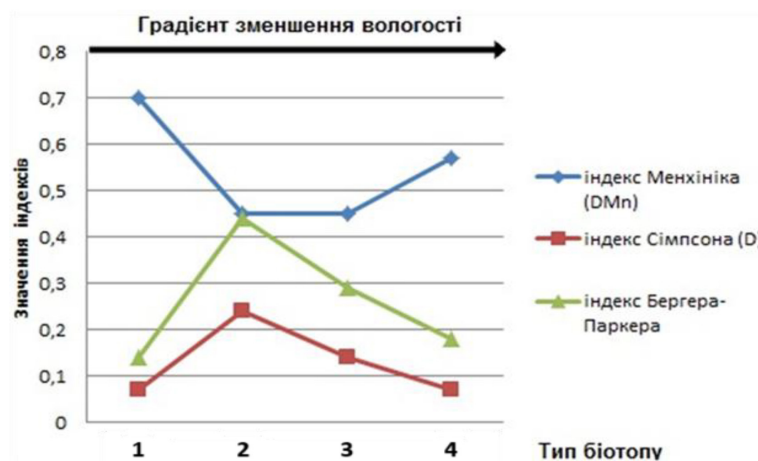


Рис. 2. Індекси різноманіття населення орібатид у градієнті вологості едафотопу

Fig. 2. Dynamics of diversity indices of oribatid mite populations in meadow habitats on the Transcarpathian Lowland in the humidity gradient of the edaphotope

Примітка: 1 – гігрофітні луки; 2 – заплавні луки; 3 – мезофітні луки; 4 – ксерофітні луки.

Note: 1 – hygrophytic meadows, 2 – floodplain meadows, 3 – mesophytic meadows, 4 – xerophytic meadows.

(Magurran 2004), дозволив виявити ще одну екологічну закономірність – зростання частки малочисельних форм панцирних кліщів у напрямку зменшення вологості ґрунту. У межах розглянутого вологісного градієнта значення індексу Шенона збільшилося в 1,4 разів. Разом із тим, дана тенденція не спостерігається в орібатидних угрупованнях гігрофітних луків, які характеризуються значною кількістю рідкісних видів.

Таблиця 2. Індекси різноманіття та видового багатства орібатид лучних біотопів Закарпатської низовини

Table 2. Indices of species richness and diversity of oribatids of meadow biotopes of the Transcarpathian Lowland

Індекс	Типи біотопів			
	1	2	3	4
Маргалефа	7.66	5.17	4.25	5.83
Менхінка	2.66	1.94	1.49	2.12
Шенона	3.01	2.08	2.39	3.03
Сімпсона	0.07	0.25	0.14	0.07
Бергера-Паркера	0.15	0.46	0.3	0.18

Примітка: 1 – гігрофітні луки; 2 – заплавні луки; 3 – мезофітні луки; 4 – ксерофітні луки.

Note: 1 – hygrophytic meadows, 2 – floodplain meadows, 3 – mesophytic meadows, 4 – xerophytic meadows.

У ході дослідження зафіксовано зниження загальної щільності угруповань панцирних кліщів лучних біотопів досліджуваної території у 1,3 разів вздовж градієнта зменшення вологості ґрунту (рис. 3). Аналогічну залежність раніше було описано у працях К. Sheela та М. Naq (1991), які встановили позитивний кореляційний зв'язок між рівнем ґрунтової вологості та чисельністю орібатид. Згідно з їхніми спостереженнями, найвищі показники щільності цих

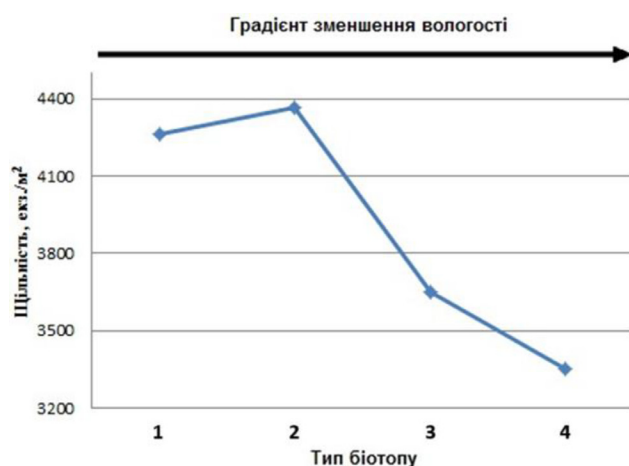


Рис. 3. Щільність населення орібатид в градієнті вологості ґрунту

Fig. 3. Changes in the density of oribatid populations in the edaphotope moisture gradient

Примітка: 1 – гігрофітні луки; 2 – заплавні луки; 3 – мезофітні луки; 4 – ксерофітні луки.

Note: 1 – hygrophytic meadows, 2 – floodplain meadows, 3 – mesophytic meadows, 4 – xerophytic meadows.

мікроартропод припадали на біотопи з максимальною вологістю субстрату, тоді як мінімальні значення були характерні для найбільш посушливих умов.

Аналіз змін у структурі угруповань панцирних кліщів уздовж градієнта зниження ґрунтової вологості (рис. 4) виявив зростання частки рідкісних видів (субрецентів та рецентів) у 1,5 раза, що супроводжувалося зменшенням частки домінантних таксонів (субдомінантів, домінантів та еудомінантів). Водночас ця закономірність не є характерною для орібатидних угруповань гігрофітних луків, у межах яких відносна кількість малочисельних видів перевищує відповідний показник для ксерофітних луків на 6 %.

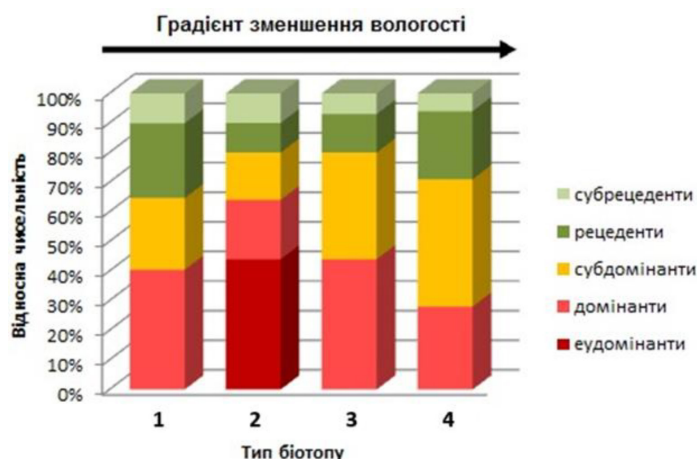


Рис. 4. Зміни структури домінування населення орібатид у градієнті вологості едафотопу

Fig. 4. Changes in the structure of dominance of oribatid populations in the edaphotope humidity gradient

Примітка: 1 – гігрофітні луки; 2 – заплавні луки; 3 – мезофітні луки; 4 – ксерофітні луки.

Note: 1 – hygrophytic meadows, 2 – floodplain meadows, 3 – mesophytic meadows, 4 – xerophytic meadows.

Обговорення

Таким чином, вперше встановлено динаміку параметрів населення орібатид лучних біотопів Закарпатської низовини у градієнті вологості едафотопу. У той самий час, як попередні роботи стосувалися лише характеристики параметрів видового та екологічного різноманіття орібатид гігрофітних, ксерофітних, мезофітних, петрофітних і заплавних лук (Hushtan et al. 2011; Hushtan et al. 2013; Hushtan 2018b; 2019, 2023; Hushtan, Hushtan 2019a; 2020), а також стосувалися впливу різних антропогенних чинників на таксоцени панцирних кліщів (Hushtan 2014; 2020; Hushtan, Hushtan 2019b). Процеси формування угруповань орібатид у межах градієнта зниження вологості ґрунту лучних біотопів досліджуваного регіону виявляють низку чітко виражених закономірностей. Зокрема, встановлено, що зі зростанням ксеротермічних умов відбувається зниження загальної щільності цих мікроартропод. Така динаміка зумовлена гігрофільною спрямованістю більшості представників цієї групи, які переважно тяжіють до вологих умов існування. Аналіз змін видового різноманіття панцирних кліщів у межах градієнта зволоження ґрунту (від гігрофітних через заплавні до мезофітних луків) демонструє тенденцію до поступового скорочення кількості видів. Водночас угруповання орібатид ксерофітних

луків зберігають порівняно високий рівень видового багатства, що зумовлено присутністю ксерофільних, екологічно спеціалізованих форм. Структурна організація домінування орібатид у напрямку зменшення вологості субстрату характеризується зростанням частки рідкісних видів у 1,5 разів, що супроводжується відповідним зменшенням представленості домінантних таксонів у складі угруповань.

Висновки

Аналіз динаміки популяцій орібатид у межах градієнта підвищення вологості едафотопу – від ксерофітних до заплавних луків – засвідчив зростання загальної чисельності кліщів у 1,3 рази. Водночас, у граничному варіанті – гігрофітних луках із найвищим рівнем зволоження – зафіксоване незначне зниження цього показника. Що стосується видового різноманіття, то воно демонструє нелінійну динаміку в межах дослідженого градієнта. Зокрема, на початковому етапі – від ксерофітних до мезофітних луків – спостерігається зменшення кількості видів у 1,2 раза. У подальшому ж, із переходом від мезофітних до заплавних і гігрофітних біотопів, видовий склад орібатид збільшується у 1,7 раза, досягаючи максимуму в умовах підвищеної вологості.

- BAYARTOGTOKH, B. (1997) Zonalnoe raspredelenye pantsyrnykh kleshchei (Acari: Oribatida) Monholyy. *Uchionye zapiski Monholskogo gosudarstvennogo universiteta*, 123(4), 30–47. (in Russian).
- BEKLEMYSHEV, V. N. (1961) Terms and concepts needed in the quantitative study of populations of ectoparasites and nidicoles. *Zoological Journal*, 40 (2). 149–158. (in Russian).
- HAYES, A. J. (1963) Studies on the feeding preferences of some Phthiricid mites. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 6, 241–256.
- HUSHTAN, H. H. (2014) Antropohenni transformatsii luchnykh uhrupovan oribatyd (Acari: Oribatida) Zakarpatskoi nyzovyny [Anthropogenic transformations of meadow oribatyd mites (Acari: Oribatida) communities on Transcarpathian Lowland]. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University, Series Biology*. 36. 102–107. (in Ukrainian).
- HUSHTAN, H. H. (2015) Znachennia abiotychnykh faktoriv u formuvanni naselennia oribatyd (Acari: Oribatida) luchnykh biotopiv Zakarpatskoi nyzovyny [The abiotic factors value in the formation of the oribatida (ACARI: ORIBATIDA) population of Transcarpathian lowland meadow habitats]. *Proceedings of the 15th International scientific conference “Uzhhorod Entomological Readings – 2015”*. Uzhhorod, Ukraine, 25–27 September, 2015, PP. 28–30.
- HUSHTAN, H. H. (2018a) First records of some Oribatid mite species (Acari, Oribatida) from Ukraine. *Fragmenta faunistica*. 61 (1), 55–59.
- HUSHTAN, H. H. (2019) Pantsyrniklishchi (Acari: Oribatida) hihrofitnykh luk Zakarpatskoi nyzovyny [Oribatid mites (Acari: Oribatida) of hygrophite grasslands on Transcarpathian Lowland]. *Proceedings of the State Natural History Museum*. 35, 67–74. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdp.2019.35.67-74>
- HUSHTAN, H. H. (2018b) Pantsyrni klishchi (Acari: Oribatida) kserofitnykh luk Zakarpatskoi nyzovyny [Oribatid mites (Acari: Oribatida) of dry grasslands on Transcarpathian Lowland]. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University, Series Biology*. 45, 38–44. (in Ukrainian). DOI: 10.24144/1998-6475.2018.45.38-44.
- HUSHTAN, H. H. (2018c) Riznomanittia pantsyrnykh klishchiv (Acari: Oribatida) luchnykh ekosystem baseiniv richok Latorytsia ta Borzhava [The diversity of oribatid mites (Acari: Oribatida) of grassland ecosystems of Latorica and Borzhava river basins]. *Proceedings of the State Natural History Museum*. 34, 75–80. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdp.2018.34.75-80>
- HUSHTAN, H. H. (2023) Taksonomichna i ekolohichna struktura taksotseniv pantsyrnykh klishchiv (Acari: Oribatida) mezofitnykh luk Zakarpatskoi nyzovyny [Taxonomic and ecological structure of oribatid mites (Acari: Oribatida) of mesophilic grasslands on the Transcarpathian lowland]. *Proceedings of the State Natural History Museum*. 39, 89–98. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdp.2023.39.89-98>
- HUSHTAN, H. H. (2020) Zminy ekolohichnoi struktury uhrupovan pantsyrnykh klishchiv (Oribatida) pid

- vplyvom antropohennykh faktoriv Zakarpatskoi nyzovyny [The changes in ecological structure of oribatid mites (Oribatida) communities under the influence of anthropogenic factors on Transcarpathian Lowland]. *Proceedings of the State Natural History Museum*. 36, 89–94. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2020.36.89-94>
- HUSHTAN, H. H., HUSHTAN, K. V. (2019a) Pansyrni klishchi (Acari: Oribatida) kserofitnykh ta petrofitnykh luk Karpatskoho biosferneho zapovidnyka (botanichni zakaznyky “Chorna hora” ta “Yulivska hora”) [The oribatid mites (Acari: Oribatida) of dry and petrophitic grasslands in the Carpathian Biosphere Reserve (botanical reserves «Chorna Hora» and «Yulivska Hora»)]. *Nature of the Carpathians: scientific yearbook of the Carpathian Biosphere Reserve and the Institute of Ecology of the Carpathians of the NAS of Ukraine*. 1, 58–61. (in Ukrainian).
- HUSHTAN, H. H., HUSHTAN, K. V. (2020) Pansyrni klishchi (Oribatida) zaplavnykh luk Zakarpatskoi nyzovyny [Oribatid mites (Oribatida) of floodplain meadows on the Transcarpathian Lowland]. *Ukrainian Entomological Journal*. 1-2 (18), 41–47. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.15421/282006>
- HUSHTAN, H. H., HUSHTAN, K. V. (2019b) Pro vplyv sinokosinnia na ekolohichnu strukturu pansyrnykh klishchiv (Oribatida) luchnykh ekosystem Zakarpatskoi nyzovyny [About the influence of haying on the ecological structure of oribatid mites (Oribatida) of meadow ecosystems of the Transcarpathian lowland]. *Abstracts of the IX International Scientific and Practical Internet Conference*. Dnipro, Ukraine, 2–3 December, 2019. PP. 445–448.
- HUSHTAN, H. H., HUSHTAN, K. V. & GLOTOV, S. V. (2021) Checklist of oribatid mites (Acari, Oribatida) of the Transcarpathian lowland, Ukraine. *Persian Journal of Acarology*. 10(4), 371–402. DOI: <https://doi.org/10.22073/pja.v10i4.68186>
- HUSHTAN, H. H., KAPRUS, I. IA., ROSHKO, V. H. (2013) Taksonomichna struktura naselennia oribatyd (Acari: Oribatida) luchnykh biotopiv Zakarpatskoi nyzovyny [The taxonomic structure of oribatid mites (Acari: Oribatida) population of Transcarpathian lowland meadow habitats]. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University, Series Biology*. 34, 70–75. (in Ukrainian).
- HUSHTAN, H. H., KRON, A. A., ROSHKO, V. H., MELAMUD, V. V. (2011) Riznomanittia ta ekolohichni vlastyvoli pansyrnykh klishchiv (Acari: Oribatida) transformovanykh luchnykh ekosystem Zakarpatskoi nyzovyny [The diversity and ecological characteristics of shell mites (Acari: Oribatida) of Transcarpathian Lowland transformed meadow ecosystems]. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University, Series Biology*. 31, 74–77. (in Ukrainian).
- HUSHTAN, H. H., ORLOV, O. L. (2015) Umovy isnuvannia oribatyd (Acari: Oribatida) v luchnykh biotopakh Zakarpatskoi nyzovyny [The existence conditions of oribatid mites (Acari: Oribatida) of meadow habitats of Transcarpathian lowland]. *Proceedings of the State Natural History Museum*. 31, 89–96. (in Ukrainian).
- JALIL, M. (1972) The effect of dissication on some oribatid mites. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 74(4), 406–410.
- KRANT, G. W., WALTER, D. E., BEHAN-PELLETIER, V. et al. (2009) A manual of acarology. Lubbock: Texas Tech University Press. 807 p.
- MADGE, D. S. (1964a) The water-relations of *Belba geniculata* Oudemans and other species of oribatid mites. *Acarologia*. Vol. 9. № 1/2. P. 199–223.
- MADGE, D. S. (1964b) The himidity relations of oribatid mites. *Ibid*. Vol. 6. № 5. P. 566–591.
- MAGURRAN, A. E. (2004) Measuring Biological diversity. Blackwell Publishing company. 256 p.
- PAVLICHENKO, P. G. (1994) A guide to the ceratozetoid mites (Oribatei, Ceratozetoida) of Ukraine. I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev. 143 p. (in Russian).
- RIHA, C. (1951) Zur Orulogie der Oribatiden in Kalksteinboden. *Zool. Jahrb. (Syst.)*. № 80. P. 408–450.
- SHEELA, K., HAQ, M. A. (1991) Oribatid mites as bioindicators of soil moisture. *Advances in management and concervation in soil fauna*. Oxford & IBH Publishing CO. PVT. LTD. New Delhi, Bombay, Calcutta. 871–876.
- SERGIENKO, G. D. (1994) Fauna of Ukraine. №. 25, 21, Lower Oribatida. Kyiv, Naukova dumka. [in Russian].
- SCHATZ, H., BEHAN-PELLETIER, V. M., OCONNOR, B. M., NORTON, R. A. (2011) Suborder Oribatida van der Hammen, 1968. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.), *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148. 141–148.
- STÖCKER, G., BERGMANN, A. (1977) Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung. 1. Modellbildung. Modellrealisierung, Dominanzklassen. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung*, 7(1), 1–26.
- WEIGMANN, G. (2006) Acari, Actinochaetida Hornmilben (Oribatida). Keltern, Goecke & Evers.
- WHITTAKER, R. H. (1977) Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology*. 10. 1–67.