

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2024.40.59-68>

УДК 595.71+591.5

Капрусь І.Я.<sup>1</sup>, Мищак О.Я.<sup>2</sup>

## СЕЗОННІ ЗМІНИ СТРУКТУРИ БОЛОТНОГО ТАКСОЦЕНУ КОЛЕМБОЛ ЛІСОПАРКУ «ЗАЛІЗНА ВОДА» (М. ЛЬВІВ)

Проведено аналіз таксономічної та екологічної структури болотного таксоцену колембол лісопарку «Залізна вода» в м. Львові в різні сезони року. В дослідженій урбоєкосистемі виявлено 36 видів колембол, які належать до 24 родів і 12 родин. Встановлено, що характерною особливістю дослідженого болотного таксоцену колембол є його велике видове різноманіття, суперспеціалізованість і супердомінантність, які зберігаються у різні сезони року. Виявлено, що точкове альфа-різноманіття у різні сезони року змінюється від 6 до 16 видів, а ценотичне альфа-різноманіття – 23-27 видів, що вказує на велику ємність ґрунтового середовища для колембол у цій болотній урбоєкосистемі, порівняно з природними болотними екосистемами Розточчя. Досліджений таксоцен колембол характеризується також великими показниками щільності населення у різні сезони року, від 11,34 до 15,48 тис. ос./м<sup>2</sup>. В окремі сезони року було встановлено від 3 до 5 масових (домінантних) видів, на частку яких належить 66,4-83,6% чисельності населення колембол. Супердомінантом за весь період досліджень був інвазивний вид *D. trispinata*, частка якого в окремі сезони року складала 57,4-68,6% чисельності. Аналіз екологічної структури показав, що за видовим багатством і чисельністю у ньому переважають комплекси гігро-мезофільних (11 видів, 76,8% від загальної чисельності), гігрофільних (9, 11,3%) і мезофільних (9, 7,7%) колембол. Досліджений таксоцен включає сім біотопних груп видів. Серед них за відносною чисельністю переважають представники з групи лучноболотних (65,4% чисельності), евриотопних (10%), лісових і лісо-лучних (сумарно 18%) видів колембол. Встановлено, що в дослідженій екосистемі формується суперспеціалізований болотний таксоцен колембол, де частка спеціалізованих видів до цього болотного едафотопу (лучно-болотних, болотних і навколоводних) складає більше, ніж 70% від сумарної чисельності.

**Ключові слова:** синекологія, фауна, *Collembola*, міський лісопарк, болотний біотоп, видове різноманіття, екологічна структура.

«Залізна вода» є одним із небагатьох лісопарків м. Львова загальною площею 19,5 га, який розташований на західному схилі Львівського плато. Неподалік від лісопарку бере початок річка Полтва. На його території спостерігається вихід мергелів, чим і зумовлена поява численних джерел із вмістом заліза, що й дало назву цьому лісопарку. Він був утворений на місці букового пралісу у 1905 році за проектом славетного садівничого Львова Арнольда Рьорінга (Кучерявий, 2008). У північно-західній частині лісопарку «Залізна вода» декілька підземних джерел утворили невелике низинне болото, загальною площею близько 200 м<sup>2</sup>, яке живиться переважно ґрунтовими водами.

Болотні біотопи є своєрідними рефугіумами торфобіонтних і гігрофільних організмів та специфічним оселищем для багатьох рідкісних видів рослин і тварин, які часто не зустрічаються в інших місцях і, тому заслуговують на пріоритетне вивчення. Представники класу колембол (*Collembola*) є однією із найрізноманітніших за видовим багатством і чисельністю груп педобіонтів у болотних біотопах.

На території Європейського Союзу детальне вивчення колембол болотних екосистем проведено лише в Польщі (Sławska, Sławski, 2009; Sterzyńska, 2002, 2009). В Україні такі дослідження проведені І. Капрусем (Капрусь, 1990, Капрус, 1998; Чернобай, та ін., 2003) в болотних екосистемах урочища «Заливки» (ПЗ «Розточчя»), а також в останній час І. Капрусем, О. Мицаком і О. Савчаком у болотних екосистемах української частини Міжнародного біосферного резервату «Розточчя» (Капрусь та ін., 2023).

Метою досліджень було описати сезонні зміни таксономічної та екологічної структури таксоцену колембол у болотному біотопі лісопарку «Залізна вода» у м. Львові.

### Матеріал і методи досліджень

Польові дослідження колембол проведено у 2022 і 2023 років на одній ділянці болотного біотопу у північно-західній частині лісопарку «Залізна вода» стандартними методами ґрунтово-зоологічних досліджень. Зокрема, ґрунтові проби відібрано зимою у грудні (2022 р.), а також весною у березні та літом у липні (2023 р.). Дані про відносну чисельність виявлених видів колембол було також узагальнено як за кожен місяць, так і за весь період дослідження у таблиці 1.

Кожного місяця було відібрано по 10 проб підстилки та ґрунту (сумарно 30 проб) за допомогою квадратного біоценометра 10 x 10 см до глибини 10 см (об'єм 1000 см<sup>3</sup>) з використанням класичних методів дослідження ґрунтових мікроартропод (Dunger, Fiedler, 1997). Потім, у лабораторних умовах, колемболи були виділені з субстрату на апаратах Тульгрена та зафіксовані в 80% етанолі.

На наступному етапі матеріал переносили в рідину Фора на предметних шкельцях і створювали мікропрепарати. Визначення видів колембол проводили за допомогою світлового мікроскопа (Olympus BX51) із використанням сучасних ключів та прийнятої таксономічної системи класу Collembola (Bellinger et al., 1996-2024). В результаті проведеної роботи ідентифіковано понад 4,63 тис. особин колембол.

Спектри життєвих форм оцінювали за класифікацією С. Стебаєвої (Стебаєва, 1970). Біотопні (екологічні) групи колембол виділяли згідно підходу І. Капруса (Капрусь, 2013). Структуру домінування таксоценів колембол визначали згідно пропозицій Г. Штокера і А. Бергмана (Stöcker, Bergmann, 1977): еудомінанти (31,7 – 100 % від загальної чисельності таксоцену), домінанти (10,1 – 31,6%), субдомінанти (3,2 – 10,0%), рецеденти (1,1 – 3,1%), субрециденти (0 – 1,0%).

Категорії інвентаризаційного різноманіття прийняті за Р. Уїттекером (Whittaker, 1977) із інтерпретацією І. Капруса (Капрусь, 2013). Зокрема, точкове альфа-різноманіття ( $\alpha_a$ ) оцінювали як середнє видове різноманіття на одну ґрунтову пробу об'ємом 1000 см<sup>3</sup>; центичне альфа-різноманіття ( $\alpha_b$ ) – як видове різноманіття у серії з 10 ґрунтових проб зазначеного розміру, відібраних у кожному з восьми варіантів болотних біоценозів (центична фауна). Спеціалізованість таксоценів колембол була оцінена за критеріями Н. Кузнецової (Кузнецова, 2005). Параметри різноманіття і статистичне опрацювання матеріалу здійснювали за допомогою програми Past доступної через мережу інтернет (Hammer et al., 2001). Для аналізу екологічної структури населення колембол використовували стандартизовані синекологічні показники та методи кількісного аналізу (Magurran, 2004).

На основі проведених досліджень були визначені такі параметри таксоценів колембол: 1) видовий склад і представленість родин, 2) відносна чисельність і щільність населення, 3) основні показники біорізноманіття, 4) якісний склад і відносна

чисельність домінантних видів, 5) спектри екологічних груп, 6) оцінено загальне біорізноманіття методом Q-статистики, 7) представленість раритетного компоненту колемболофауни.

### Результати досліджень та обговорення

Видове різноманіття, щільність населення і представленість родин. В результаті проведених досліджень виявлено 36 видів колембол, які належать до 24 родів і 12 родин (табл. 1). Для порівняння зазначимо, що в різних типах болотних біоценозів Польщі за восьмирічний період досліджень виявлено сумарно 106 видів, тобто всього в 2,9 разів більше, ніж на дослідженій території (Sławska, Sławski, 2009). У восьми болотних біоценозах української частини Міжнародного біосферного резервату «Розточчя» (МРБ «Розточчя») за дворічний період досліджень виявлено сумарно 67 видів (Капрусь та ін. 2023), або в 1,8 разів більше ніж у дослідженому біотопі. В урочищі «Заливки» в Розточчі одноразове дослідження колембол в семи типах болотних біоценозів дозволило виявити 57 видів колембол (Kargus, 1998), або в 1,6 разів більше ніж у дослідженому біотопі. У дослідженому болотному біотопі траплялися 13 видів (*D. silesiaca*, *S. furcifera*, *D. propinqua*, *D. ruseki*, *S. malmgreni*, *S. signatus* та ін.) колембол, які не виявлені в болотних біотопах Розточчя. Частина з них (*O. rectorapillatus*, *D. albella*, *T. minuta*) екологічно пов'язані з лісовими едафотопами Карпат. Їхня поява в дослідженому болотному біотопі пов'язана з його межуванням із лісопарком, утвореним на місці букового лісу понад 100 років тому.

В одній ґрунтовій пробі (точкове альфа-різноманіття) в середньому зафіксовано від 6 до 16 видів колембол (в середньому 9,9), а в серії з десяти ґрунтових проб (ценотичне альфа-різноманіття) виявлено 23–27 видів (в середньому 25,7) (табл. 3). Встановлені рівні точкового та ценотичного різноманіття колембол у дослідженому болотному таксоцені вказують на велику ємність ґрунтового середовища для цих безхребетних, які відповідають різноманіттю лісових таксоценів колембол заходу України, та є помітно вищими, ніж у болотних таксоценах МРБ «Розточчя» (Капрусь, 2013, Капрусь та ін., 2023). Такі високі показники альфа- і бета-різноманіття можна пояснити його межуванням із лісопарковим біоценозом, який є донором лісових видів.

В результаті виконаних досліджень встановлено, що показник середньої щільності болотного таксоцену колембол у різні сезони року (зима, весна, літо) варіює в вузькому діапазоні значень, мінімальне і максимальне його значення відрізняється на 4,14 тис. ос./м<sup>2</sup> (табл. 2). Однак, діапазон варіювання щільності населення колембол у різних типах болотних біоценозів може бути дуже великим. Так, у болотних екосистемах урочища «Заливки» на Розточчі найбільша та найменша щільність населення колембол відрізнялася у 5 разів і залежала від рівня вологості едафотопу (Чернобай та ін., 2003). На добре зволжених ділянках болотних біоценозів щільність таксоценів колембол становила 49,6 тис. ос./м<sup>2</sup>, а на сухих – всього 9,9 тис. ос./м<sup>2</sup>. Показник щільності населення колембол у болотних біоценозах МРБ «Розточчя» у 2020-2022 роках відрізнявся навіть у понад 36 разів (Капрусь та ін., 2023). Тобто, щільність таксоценів колембол болотних біоценозів залежить як від локальних екологічних умов, так і від сезонних змін клімату.

У досліджених болотних таксоценах колембол за видовим багатством переважають родини Isotomidae, Entomobryidae та Onychiuridae (за весь період досліджень – 11, 6 і 5 видів відповідно). За відносною чисельністю переважають родини Isotomidae,

Entomobryidae та Neanuridae (за весь період досліджень – 77,3%, 4,3% і 3,5% від загального числа особин відповідно). Наступними в цьому ряду є родини Tomoceridae (4 види і 3,6%) і Sminthuridae (3 види і 2,1%). Решта родин представлені одним видом і відносною чисельністю 0,1-3,3%.

Таблиця 1

**Таксономічний склад, відносна чисельність (у % від загальної чисельності таксоцену) та екологічна характеристика видів дослідженого болотного таксоцену колембол**

Вид, рід, родина	Місяць і рік дослідження			Середня чисельність	Екологічна характеристика виду
	ХІІ, 2022	ІІІ, 2023	VII, 2023		
1	2	3	4	5	6
<b>Родина HYPOGASTRURIDAE Börner, 1906</b>					
<i>Ceratophysella sylvatica</i> Rusek, 1964	0,1	0	0,1	0,1	Г-Млс(вп)
<b>Родина NEANURIDAE Börner, 1901</b>					
<i>Deutonura albella</i> (Stach, 1920)	0,1	0	<b>11</b>	<b>3,7</b>	Г-Млс(пг)
<b>Родина ONYCHIURIDAE Börner, 1909</b>					
<i>Orthonychiurus rectopapillatus</i> (Stach, 1933)	0,4	0	0,8	0,4	Млс(вг)
<i>Deuteraphorura silesiaca</i> (Dunger, 1977)	0	0	0,4	0,1	Млс(вг)
<i>Supraphorura furcifera</i> Börner, 1901	<b>3,5</b>	2,1	0	1,9	Млс(вг)
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	1,4	0,5	0,8	0,9	Г-Млл(вг)
<i>Protaphorura subarmata</i> (Gisin, 1957)	0,5	0	0	0,2	Ее(вг)
<b>Родина ISOTOMIDAE Schäffer, 1896</b>					
<i>Desoria propinqua</i> (Axelson, 1902)	0,5	0	<b>3,7</b>	1,4	Г-Млч(вп)
<i>Desoria ruseki</i> (Fjellberg, 1979)	0	<b>3,4</b>	0	1,1	Глчб(вп)
<i>Desoria tigrina</i> Nicolet, 1842	1,2	<b>3,2</b>	0,6	1,7	Млл(вп)
<i>Desoria trispinata</i> Mac Gillivray, 1896	<b>68,6</b>	<b>59,8</b>	<b>57,4</b>	<b>62,1</b>	Глчб(вп)
<i>Isotomurus fucicolus</i> Schott, 1893	<b>6,1</b>	1	<b>4,9</b>	<b>4</b>	Гнв(вп)
<i>Isotomurus palustris</i> (Müller, 1776)	0,1	0	2	0,7	Гнв(н)
<i>Isotomurus plumosus</i> Bagnall, 1940	0	0,3	0	0,1	Гнв(н)
<i>Isotomiella minor</i> Schäffer, 1895	0,5	2,2	1,4	1,4	Г-Млл(вг)
<i>Folsomia manolachei</i> Bagnal, 1939	1	0,8	0,7	0,8	Ее(пг)
<i>Folsomia penicula</i> Bagnal, 1939	0	1	0,7	0,6	Млс(пг)
<i>Parisotoma notabilis</i> Schäffer, 1896	2,1	1,6	<b>6,6</b>	<b>3,4</b>	Ее(нп)
<b>Родина TOMOCERIDAE Schäffer, 1896</b>					
<i>Pogonognathellus flavescens</i> (Tullberg, 1871)	0,9	0,6	0,1	0,5	Г-Млл(нп)
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862)	1,7	1	1	1,2	К-Млл(нп)
<i>Tomocerus vulgaris</i> (Tullberg, 1871)	0,2	0	0,9	0,4	Г-Млс(нп)
<i>Tomocerina minuta</i> (Tullberg, 1876)	0,5	1,3	2,5	1,4	Г-Млс(нп)
<b>Родина ENTOMOBRYIDAE Schött, 1891</b>					
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)	1	0,2	0,5	0,6	К-Млл(пг)
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin, 1788)	0	0,2	0,2	0,1	Ее(вп)
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> (Geoffroy, 1762)	2,4	0,3	0,1	0,9	Г-Млл(вп)
<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	<b>4,1</b>	1,4	2,1	2,5	Ее(вп)
<i>Lepidocyrtus nigrescens</i> Szeptycki, 1967	0,1	0	0	0,1	Млч(а)

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	0,1	0,4	0	0,2	Млч(пг)
<b>Родина NEELIDAE Folsom, 1896</b>					
<i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900	0,5	0,7	0	0,4	Г-Млс(гг)
<b>Родина SMINTHURIDIDAE Börner, 1906</b>					
<i>Sminthurides malmgreni</i> (Tullberg, 1876)	1,2	0,1	1,3	0,9	Глчб(н)
<i>Sminthurides signatus</i> (Krausbauer, 1898)	0	<b>3,2</b>	0	0,9	Глчб(н)
<i>Sphaeridia pumilis</i> Krausbauer, 1898	0,3	0,4	0,2	0,3	Млч(вп)
<b>Родина KATIANNIDAE Börner, 1913</b>					
<i>Sminthurinus aureus</i> Lubbock, 1862	0,9	<b>8,9</b>	0	<b>3,3</b>	Ее(вп)
<b>Родина SMINTHURIDAE Lubbock, 1862</b>					
<i>Caprainea marginata</i> Schött, 1893	0	0,4	0	0,1	Глл(вп)
<b>Родина DICYRTOMIDAE Börner, 1906</b>					
<i>Dicyrtomina ornata</i> Nicolet, 1842	0	<b>4</b>	0	1,3	Г-Млл(а)
<b>Родина BOURLETIELLIDAE Börner, 1912</b>					
<i>Bourletiella viridescens</i> Stach, 1920	0	1	0	0,3	Млс(а)
<b>Всього видів:</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>36</b>	

Примітки: Жирним шрифтом позначено домінуючі види, а сірим кольором загальну кількість видів і середню чисельність. **Екологічні групи видів:** комплекси видів гігропреферендуму: ксеро-мезофільних (К-М), мезофільних (М), гігро-мезофільних (Г-М), еврибіонтних (Е); **біотопні групи видів:** лісових (лс), лучних (лч), лісо-лучних (лл), навколоводних (нв), лучно-болотних (лчб), евритопних (е); **підгрупи життєвих форм (біоморфи):** атмобіонтної (а), нейстонної (н), верхньопідстилкової (вп), нижньопідстилкової (нп), підстилково-грунтової (пг), верхньогрунтової (вг), глибокогрунтової (гг) біоморф. \* – вид, який уперше вказано для фауни України; \*\* – вид, який уперше вказано для континентальної частини України.

**Діверсіндекси таксоценів.** Екологічну структуру дослідженого болотного таксоцену колембол оцінено в табл. 2 у формі непараметричних індексів біорізноманіття (назвемо їх діверсіндекси). Усі обчислені показники за своїм значенням є дуже подібні. Аналіз отриманих даних показує, що показник загального видового багатства болотного таксоцену колембол у різні сезони року (ценотичне альфа-різноманіття) відрізняється всього в 1,2 рази. Значення діверсіндексів, які при обчисленні враховують і загальне видове багатство і чисельність таксоцену (ІМе, ІМа, ІГа) відрізняються також мало, тобто в 1,2-1,4 рази (табл. 2). Щільність населення колембол у різні сезони року демонструє подібну тенденцію зміни, або в 1,3 рази.

Чисельність групи рідкісних видів колембол у різні сезони року також прогнозовано є різною. Зокрема, грудневий таксоцен колембол налічує 5 рідкісних і 13 дуже рідкісних видів із усіх 27, березневий 5 і 11 із 27, а липневий відповідно 4 і 13 із 23 (табл. 1). Така різна представленість рідкісних видів колембол у сезонних варіантах таксоцену відображається, відповідно, в різних значеннях індексів D і H', а також показниках вирівняності чисельності видів J і e^H/S. Зокрема, індекс Бергера-Паркера вказує на великий розрив у чисельності між одним із наймасовіших і групою решта видів (гетеродомінантність або високий рівень концентрації домінування еудомінантним видом) в дослідженому таксоцені колембол у різні сезони року. Отже, використані діверсіндекси біорізноманіття з одного боку вказують на великі детермінантні (едифікаторні) властивості дослідженої болотної урбоекосистеми в формуванні екологічної структури таксоцену колембол, але з іншого, що вона не захищена від проникнення інвазійних видів цих педобіонтів, які здатні зайняти наявні екологічні ніші з поступовим витісненням місцевих видів колембол.

Структура домінування і видовий склад домінантів. Встановлено, що до групи масових колембол (еудомінантів, домінантів, субдомінантів) у болотному таксоцені за узагальненими даними за весь період дослідження належить всього 4 види, хоча до кола потенційних домінантів, які переважали за чисельністю в один із сезонів року, входить 8 видів (табл. 1). Разом із літературними даними щодо болотних таксоценів колембол української частини Міжнародного біосферного резервату «Розточчя» (Капрусь та ін., 2023) таких потенційних домінантів виявлено сумарно 22. Тільки в дослідженому болотному таксоцені в складі домінантів виявлено 6 видів, які не входили до чисельного ядра масових форм МБР «Розточчя». Ними були *D. trispinata*, *D. ruseki*, *D. tigrina*, *S. furcifera*, *D. albella* і *L. lignorum*.

Серед групи масових видів за весь період досліджень виявлено лише один еудомінант (супердомінант) *D. trispinata*, частка якого в окремі сезони року складає майже 70% чисельності (табл. 1). Причому, він був супердомінантом за весь період досліджень. Як відомо з літератури (Roithmeier et al, 2018), цей вид є інвазивною гідрофільною колемболою, яка потрапила на європейський континент із Японських островів і яку пропонують розглядати, як зручну модель для дослідження біоінвазій серед ґрунтових безхребетних тварин. Цікаво відзначити, що лише в дослідженій болотній урбоекосистемі м. Львова цей вид є супердомінантом і активно розмножується у всі сезони року. Натомість, в болотних екосистемах МБР «Розточчя», які досліджені нами раніше, він є рідкісним і спорадичним видом колембол (Капрусь та ін., 2023).

Таблиця 2

## Показники різноманіття дослідженого болотного таксоцену колембол

Діверсіндекси	Час дослідження і середні показники			
	ХІІ, 2022	ІІІ, 2023	VIІ, 2023	Середнє значення показника
Щільність, тис. екз./м <sup>2</sup>	15,48	13,81	11,34	13,54
Точкове альфа-різноманіття, в середньому видів/проба	10,6	10,6	8,7	10
Ценотичне альфа-різноманіття (S), всього видів у серії з 10 проб	27	28	23	26
Індекс Сімпсона (1-D)	0,5	0,6	0,6	0,57
Індекс Шеннона (H')	1,5	1,8	1,7	1,67
Вирівняність за H' (J)	0,45	0,54	0,54	0,51
Вирівняність (e <sup>H</sup> /S)	0,16	0,22	0,24	0,21
Індекс Бергера-Паркера (d)	0,68	0,59	0,57	0,61
Індекс Менхініка (IMe)	2,7	2,8	2,3	2,6
Індекс Маргалефа (IMa)	5,8	6,0	4,9	5,6
Індекс Фішер-альфа (IF $\alpha$ )	12,1	12,9	9,3	11,4

Примітка: Характеристику болотної екосистеми наведено у розділі «Матеріал і методи досліджень».

Серед домінантних видів колембол у дослідженому болотному таксоцені колембол в окремі місяці року був *D. albella* (11% відносної чисельності, липень), а серед субдомінантних – *S. furcifera* (3,5%, грудень), *D. ruseki* (3,4%, березень), *D. tigrina* (3,2%, березень), *I. fucicolus* (4,9-6,1%, грудень і липень), *P. notabilis* (6,6%, липень) і *L. lignorum* (4,1%, грудень).

У різні сезони року в дослідженому болотному таксоцені колембол встановлено від 3 (березень) до 5 (липень) масових видів, на частку яких належить 66,4-83,6% загальної чисельності населення колембол (табл. 1). В усі досліджені сезони року домінував *D. trispinata*. Решта масових видів домінували лише в один із досліджених сезонів року (табл. 1). Це може бути пов'язано з різкими сезонними змінами екологічних і, зокрема, гідрологічних умов едафотопу дослідженої болотної урбоекосистеми.

Таблиця 3

**Відносна чисельність (%) екологічних груп видів у дослідженому болотному таксоцені колембол**

Екологічна група	Час збирання матеріалу			Середня представленість екологічних груп
	ХП, 2022	ІІІ, 2023	VII, 2023	
<i>Комплекс видів гігропреферendum</i>				
Е	8,2	3,3	5,3	5,7
Г	7,7	9,1	19,2	11,3
Г-М	82,2	72	75,4	76,8
М	2,9	19	0,7	7,7
К-М	0,2	0,4	-	0,2
<i>Біотонна група</i>				
є	8,6	12,8	8,6	10
б	-	0,7	-	0,3
лчб	69,8	66,5	58,1	65,4
нв	6,2	1,3	6,9	4,8
лс	5,3	6	18,2	9,1
лл	9,1	12,5	4,5	8,9
лч	1	0,8	3,7	1,7
<i>Підгрупа життєвих форм (біоморф)</i>				
а	0,1	5	-	1,7
н	1,3	3,9	2,7	2,6
вп	84,2	79,3	68,1	77,9
нп	5,4	4,6	11,1	6,7
пг	2,2	2,4	14,7	5,8
вг	6,3	4,7	3,4	4,9
гг	0,5	0,7	0	0,4

Примітки: Характеристику болотних екосистем наведено в розділі «Матеріал і методи». Повні назви екологічних груп колембол описані в таблиці 1. Сірим кольором виділені три домінуючі екологічні групи.

Екологічна структура та спеціалізованість таксоцену. На основі узагальнення матеріалу, зібраного за три сезони досліджень встановлено, що за видовим багатством у дослідженому болотному таксоцені переважають представники комплексів гігро-мезофільних (11 видів), гігрофільних (9 видів) і мезофільних (9 видів) колембол

(табл. 1, 3). Це є передбачуваним результатом наших досліджень із огляду на надмірний режим зволоження дослідженого болотного біотопу. Усіх представників із перших двох комплексів вологолюбних видів (сумарно 20 або понад 55% видового різноманіття) слід вважати фауністичними індикаторами болотних едафотопів регіону Розточчя і прилеглих територій. В різні сезони року їх було виявлено від 13 до 15 видів. Варто наголосити також на великій чисельній представленості колембол із комплексів гігрофільних і гігромезофільних видів (сумарно понад 87% усіх особин), які найкраще диференціюють досліджений тип екосистеми.

Досліджений болотний таксоцен колембол включає за узагальненими даними сім біотопних груп видів (табл. 1, 3). Їхнє співвідношення у різні сезони року є досить подібним і характеризується найбільшою представленістю особин лучноболотних (близько 65% чисельності), евритопних (10%), лісових і лісо-лучних (сумарно 18%) видів колембол. Крім того, відмічено велику чисельну представленість екологічно пов'язаних із болотними біотопами навколотовних і болотних видів, які сумарно з лучноболотними складають 70,5 % чисельності таксоцену. За сумарним різноманіттям ця група спеціалізованих гігрофілів, які приурочені до боліт, включає всього 7 видів колембол або 19,5 % різноманіття дослідженого таксоцену.

На основі середньої представленості біотопних груп колембол за весь період дослідження можна зробити висновок, що в дослідженому едафотопі формується спеціалізований болотний таксоцен колембол (Кузнецова, 2005), де частка спеціалізованих видів до цього болотного едафотопу (лучно-болотних, болотних і навколотовних) складає більше, ніж 40% від сумарної чисельності. Однак, в дослідженому біоценозі частка таких видів є навіть більшою ніж 70%. Враховуючи отримані дані, пропонуємо називати такі спеціалізовані болотні таксоцени колембол, де частка спеціалізованих видів складає більше ніж 60% їхньої чисельності, суперспеціалізованими. Цікаво, що на території МБР «Розточчя» у ході багаторічних досліджень болотних біоценозів виявлено змішаний таксоцен колембол, який найчастіше характерний для антропогенно порушених екосистем (Капрусь та ін. 2023).

### Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що характерною особливістю дослідженого болотного урботаксоцену колембол є його велике видове різноманіття, суперспеціалізованість і супердомінантність, які зберігаються у різні сезони року.

Встановлено всього 36 видів колембол, які належать до 24 родів і 12 родин. В різні сезони року на рівні точкового альфа-різноманіття (грунтова проба, об'єм якої 10x10 см) виявлено від 6 до 16 видів колембол (в середньому 10), а ценотичного альфа-різноманіття – 23-28 видів, що вказує на велику ємність ґрунтового середовища для колембол у дослідженій болотній екосистемі. Досліджений таксоцен колембол характеризується великими показниками щільності населення у різні сезони року, від 11,34 до 15,48 тис. ос./м<sup>2</sup>.

Виявлено, що до кола масових видів (еудомінантів, домінантів, субдомінантів) болотного таксоцену за весь період досліджень входило 8 таксонів колембол. В окремі сезони року було від 3 до 5 масових видів, на частку яких належить 66,4-83,6% чисельності населення колембол. Це свідчить про великий рівень концентрації домінування декількома масовими видами на тлі малої чисельності рідкісних колембол. Супердомінантом за весь період досліджень був інвазивний вид *D. trispinata*, частка якого в окремі сезони року складала 57,4-68,6% чисельності. Серед домінантних видів колембол у дослідженому болотному таксоцені колембол в окремі місяці року була *D. albella* (липень), а серед субдомінантних – *S. furcifera* (грудень), *D.*



*ruseki* (березень), *D. tigrina* (березень), *I. fucicolus* (грудень і липень), *P. notabilis* (липень) і *L. lignorum* (грудень).

Аналіз екологічної структури показав, що за видовим багатством у болотному таксоцені переважають представники комплексів гігро-мезофільних (11 видів), гігрофільних (9 видів) і мезофільних (9 видів) колембол. Досліджений таксоцен включає за узагальненими даними сім біотопних груп видів. Їхнє співвідношення у різні сезони року є досить подібним і характеризується найбільшою представленістю особин лучноболотних (близько 65% чисельності), евритопних (10%), лісових і лісолучних (сумарно 18%) видів колембол. Встановлено, що група спеціалізованих гігрофілів, які приурочені до боліт (навколоводних, болотних і лучно-болотних), включає всього 7 видів колембол або 19,5% різноманіття дослідженого таксоцену.

За узагальненими багаторічними даними встановлено, що в дослідженому едафотопі формується спеціалізований болотний таксоцен колембол, де частка спеціалізованих видів (лучно-болотних, болотних і навколоводних) складає більше ніж 70% їхньої чисельності. Запропоновано такі спеціалізовані болотні таксоцени колембол, у яких частка видів спеціалістів складає більше ніж 60% їхньої чисельності, називати суперспеціалізованими.

1. Капрусь И.Я. 1990. Фауна ногохвосток (Collembola) поймы реки Верещицы. *Каталог музейных фондов. Сборник научных трудов*. Львів. С. 102–124.
2. Капрусь И.Я. 2013. *Хорологія різноманіття колембол (філогенетичний, типологічний і фауністичний аспекти)*. Дисертація доктора наук, Інститут зоології НАН України. Київ. 497 с.
3. Капрусь И.Я., Мицак О.Я., Савчак О.Р. 2023. Населення колембол болотних екосистем української частини Міжнародного біосферного резервату «Розточчя». *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Львів. Випуск 39. С. 43–56.
4. Кузнецова Н.А. 2005. Организация сообществ почвообитающих коллембол. Москва: ГНО Прометей. 244 с.
5. Кучерявий В.П. 2008. Сади і парки Львова. Львів: Світ. 360 с.
6. Стебаева С.К. 1970. Жизненные формы ногохвосток (Collembola). *Зоол. журн.* Т. 44 No 10. С. 1437–1454.
7. Чернобай Ю.Н., Капрусь И.Я., Меламуд В.В., Ризун В.Б. 2003. Педокомплексы беспозвоночных в системе биогеоценологических связей, в Чернобай и др. Экология и фауна беспозвоночных западного Волыно-Подолья. Київ : Наук. думка. С. 271–354.
8. Bellingier P.F., Christiansen K.A., Janssens F. 1996–2023. Checklist of the Collembola of the World [online]. Доступне <http://www.collembola.org> [Дата звернення 16 травня 2023 року].
9. Dunger W., Fiedler H.J. (Hrsg.) 1997. Methoden der Bodenbiologie. Gustav Fischer Verlag Jena, Villengang. 539 pp.
10. Hammer I., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis [online]. *Palaeontologia Electronica*. Vol. 4, № 1. 9p. Доступне: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) [Дата звернення 16 травня 2023 року].
11. Kaprus' I.J. 1998. The fauna of springtails (Collembola) from selected habitats in Roztocze. *Fragmenta faunistica*. Vol. 41 No. 3. P. 15–28.
12. Magurran A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing Ltd, UK. 256 pp.
13. Roithmeier O., Burkhardt U., Daghighi E., Filser J. 2018. *Desoria trispinata* (MacGillivray, 1896), a promising model Collembola species to study biological invasions in soil communities. *Pedobiologia*. Vol. 67. P. 45–56
14. Sławska M., Sławski M. 2009. Springtails (Collembola, Hexapoda) in Bogs of Poland. Warsaw: Warsaw University of Life Sciences Press. 83 p.
15. Sterzyńska M. 2002. Collembola of the hydrogenic soils of Biebrza River valley, in Studies on Soil Fauna in Central Europe (Tajovský, K., Balik, V., Pižl V. red.). České Budějovice: Institute of Soil Biology ASCR. P. 207–212.

16. Sterzyńska M. 2009. Assemblages of soil Collembola in wetlands in the floodplains of some Polish rivers. Warszawa: Museum and Institute of Zoology PAS. 96 p.
17. Stöcker G., Bergmann A. 1977. Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung. In Modellbildung, Modellrealisierung, Dominanzklassen. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung*. B. 17, No 1. S. 1–26.
18. Whittaker R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology*. Vol. 10. P. 1–67.

<sup>1</sup> Львівський національний університет ім. Івана Франка,  
Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів  
e-mail: kaprus63@gmail.com

<sup>2</sup> Львівський національний університет ім. Івана Франка  
e-mail: oleg\_mytsak@ukr.net

*Kaprus I.Ya., Mytsak O.Ya*

**Seasonal changes in the structure of the bog taxocene of Collembola of the «Zalizna voda» forest park (Lviv)**

*An analysis of the taxonomic and ecological structure of the bog taxocene of collembola of the «Zalizna voda» forest park in the city of Lviv in different seasons of the year was carried out. 36 species of collembola belonging to 24 genera and 12 families were found in the investigated urboecosystem. It has been established that a characteristic feature of the studied bog collembolan taxocene is its great species diversity, super-specialization and super-dominance, which are preserved in different seasons of the year. It was found that the point alpha-diversity in different seasons of the year varies from 6 to 16 species, and the coenotic alpha-diversity - 23-27 species, which indicates a large capacity of the soil environment for collembola in this bog urboecosystem, compared to the natural bog ecosystems of Roztochchia region. The investigated taxocene of collembola are also characterized by high population density in different seasons of the year, from 11.34 to 15.48 thousand inhabitants/m<sup>2</sup>. In certain seasons of the year, from 3 to 5 mass (dominant) species were established, which account for 66.4-83.6% of the collembolan population. Over the entire period of research, the invasive species *D. trispinata* was superdominant, the share of which in certain seasons of the year was 57.4-68.6% of the population. The analysis of the ecological structure showed that in terms of species richness and abundance, it is dominated by complexes of hygro-mesophilic (11 species, 76.8% of the total abundance), hygrophilic (9, 11.3%) and mesophilic (9, 7.7%) springtails. The studied taxocene includes seven biotope groups of species. Among them, representatives from the group of meadow-bog (65.4% of the population), erytopic (10%), forest and forest-meadow (18% in total) species of Collembola predominate in terms of relative abundance. It has been established that a super-specialized bog taxocene of Collembola is formed in the studied ecosystem, where the share of specialized species to this bog edaphotope (meadow-bog, bog and arroundwater) is more than 70% of the total abundance.*

**Keywords:** synecology, fauna, Collembola, urban forest park, bog biotope, species diversity, ecological structure.