

УДК 595.71 + 591.5 + 591.9

Мерза С.П.<sup>1</sup>, Капрусь І.Я.<sup>1,2</sup>

## ФАУНА Й НАСЕЛЕННЯ КОЛЕМБОЛ АГРОЦЕНОЗІВ МАЛОГО ПОЛІССЯ

*Проведено аналіз таксономічної та синекологічної структури угруповань колембол у п'яти найпоширеніших типах агроценозів Малоого Полісся, зокрема пшениці, ріпаку, сої, картоплі та кукурудзи. Встановлено, що досліджені агроугруповання колембол в цілому характеризуються досить великим видовим багатством (не менше 49 видів із 35 родів і 12 родин), а також значною варіабельністю показників щільності, вирівняності населення і видового різноманіття. Під впливом сільськогосподарського використання земель для ріллі зафіксовано різноспрямовані та часто не прогнозовані зміни синекологічної структури ценотичних угруповань колембол. Зокрема, встановлено розширення кола масових форм колембол у складі агроугруповань, порівняно з природними ценозами, появу специфічних для ріллі домінантів, а також виникнення супердомінантних видів. Виявлено, що в різних типах досліджених агроценозів Малоого Полісся може потенційно домінувати 31 вид колембол, на сумарну частку яких припадає 75,1-100% чисельності ценотичного угруповання. Розраховано та проаналізовано точкове альфа-різноманіття, ценотичне альфа-різноманіття, внутрішньоценотичне бета-різноманіття, індекси Сімпсона, Бергера-Паркера, Шенона, та індекс вирівняності Шенона. Спектри життєвих форм колембол характеризуються власною специфікою як у різних типах агроценозів, так і різних варіантах ценозів певного типу. У структурі біотопних груп колембол відмічено збільшення до 50% представленості видів, стійких до сухості середовища. Також досліджені агроценози характеризуються різким зменшенням частки гігрофільних колембол у порівнянні з лісовими та лучними ценозами району дослідження (виявлено всього 3 види з гігрофільного та гігро-мезофільного комплексу). Аналіз співвідношення життєвих форм колембол показав, що за видовим багатством в досліджених агроценозах найчастіше переважають представники верхньопідстилкової біоморфи 11-80,9% ценотичного різноманіття. Подібна структура спектрів життєвих форм колембол відмічена також у лісових, лучних і лучно-степових біотопах широтних зон широколистяних і мішаних лісів України.*

**Ключові слова:** біорізноманіття, колемболи, ґрунтова фауна, агроценоз.

Сільське господарство є одним із важливих антропогенних чинників зменшення біотичного різноманіття ґрунтів. Воно значно знижує інтенсивність процесів біорозкладання органічних сполук, які визначають темпи відновлення родючості ґрунту в агроценозах [31]. З метою відновлення процесів природного ґрунтоутворення, основні заходи повинні бути спрямовані на підтримання життєдіяльності ґрунтових організмів. Отже, вивчення таксономічної та екологічної структури угруповань мікроартропод в агроценозах, у порівнянні з природними екосистемами, є важливим кроком у процесі відтворення родючості ріллі.

На сьогодні в Україні нагромаджено інформацію про таксономічний склад і динаміку населення ґрунтових мікроартропод у процесі первинного ґрунтоутворення на відвалах вугільних шахт [25], у процесі рекультивації відвалів бурого вугілля [1, 3,

16, 22], а також під дією різних способів землеробства [23] з метою виділення таких параметрів угруповань педобіонтів, які чутливі до техногенних впливів. Для використання запропоновано ряд біомаркерів екологічної структури угруповань, які можна використовувати в процесі зооіндикації екологічного стану ґрунтів.

Частина робіт присвячена вивченню колембол в урбосередовищі. Найбільший інтерес в останні роки викликали дослідження фауни та населення колембол таких міст як Львів [7, 9, 28, 29] Ужгород [5, 6], Кам'янець Подільський [9] і Кривий Ріг [24]. Основні висновки проведених досліджень наступні: 1) урбофауна колембол є досить багатого і загалом включає понад 200 видів; 2) за походженням фауна є змішаною і формується на базі місцевого таксономічного матеріалу; 3) в екологічній структурі урбофауни зростає питома частка рудеральних, компостних і синантропних видів за рахунок зниження – лісових, лучних, степових і еврибіонтних форм; 4) у дигресивному ряді урботопів зменшуються показники різноманіття угруповань, відносна чисельність видів із зональних екологічних груп за рахунок зростання частки компостних форм та зниження рівня ізодомінантності зоокомплексів; 5) колемболи є резистентними до урбонавантаження і здатні швидко реагувати на трансформацію середовища шляхом перебудови своєї синекологічної й таксономічної структури угруповань.

Фауна та населення колембол орних земель України практично не вивчені спеціалістами [12, 13]. З ріллі в околицях м. Дубляни (Львівська обл.) описано новий для науки вид *Hemisotoma orientalis* (Stach, 1947). Встановлено щільність колембол в умовах ріллі на чорноземах типових і в постагрогенних ценозах (перелогі) південно-східного Лісостепу України [4]. Зокрема, в агроценозах виявлено близько 0,33 тис. екз./м<sup>2</sup>, а в постагрогенних – 2,03 екз./м<sup>2</sup>. Досліджено вплив різних технологій вирощування кукурудзи на представників зооценозу ґрунту [21]. Відомо кілька робіт, які присвячені угрупованням колембол техногенно змінених ландшафтів України [1, 16, 25, 30]. Виявлено, що в техногенних умовах формується таксономічно збіднена фауна колембол із низькою загальною чисельністю біотопних угруповань і високими рівнем домінування окремих видів, а також представленістю поверхневих біоморф.

Для території Малого Полісся, за даними І.Я. Капруся [12], відомо всього 76 видів колембол (рівень локальної фауни), а для зони широколистяних лісів України – 303 види (зональна фауна) [12]. Встановлено, що окремі лісові та лучні ценотичні фауни можуть включати від 20 до 53 видів цих мікроартропод. Саме тому, актуальним завданням ґрунтово-зоологічних досліджень залишається вивчення фауни та населення колембол у різних типах агроценозів.

Метою роботи було вивчити таксономічний склад та структурні особливості населення колембол в основних типах агроценозів Малого Полісся, а також провести порівняльний аналіз досліджених угруповань з їхніми природними варіантами на основі літературних даних.

### Методологія роботи і матеріал

Дослідження проводили в околицях м. Дубляни Львівської обл. протягом вегетаційного періоду (весна, літо, осінь) 2017 р. в 5 основних типах агроценозів: 1) кукурудзи, 2) пшениці, 3) ріпаку, 4) сої та 5) картоплі. Всього досліджено 10 агроценозів, по 2 з кожного типу. Кожному дослідженому біотопу присвоєно

відповідний номер: I,II - ріпаковий; III,IV – соєвий; V,VI – пшеницевий; VII,VIII – кукурудзяний; IX,X – картопляний.

Матеріал зібрано та опрацьовано відповідно до стандартних методик ґрунтово-зоологічних досліджень [18]. Відбирання ґрунтових проб проводили лінійними серіями через кожні 5-10 м. Загалом було проведено 4 серії відбирання проб: 1 серія у червні 2017 р.; 2 – вересні 2017; 3 – листопаді 2017 і 4 серія – квітні 2018 р. У кожному агроценозі за період досліджень відібрано по 40 ґрунтових проб або по 80 проб для кожного з 5 типів агроценозів. Всього протягом періоду досліджень зібрано 400 ґрунтових проб і проведено ідентифікацію 604 зібраних особин колембол.

В процесі відбирання проб використовували металевий бур із об'ємом 577 см<sup>3</sup> (радіус 3.5 см, глибина 15 см). З літератури відомо, що одноразові обліки з 10-15 ґрунтових проб у біотопі дозволяють виявити до половини від наявної кількості видів. Ця мінімальна кількість проб, прийнята спеціалістами для досліджень ґрунтових мікроартропод, дає достатньо реальне уявлення про фауну і структуру досліджених угруповань [17, 27]. Усі проби відібрані до глибини 15 см, оскільки в цьому ґрунтовому шарі концентрується до 80% населення колембол [27].

Виділення колембол із субстрату відбувалося на термофотоелекторах Кемпсона. Зібраний зоологічний матеріал переносили в постійні мікропрепарати з рідиною Фора для їхнього подальшого визначення [2, 42]. Частина пігментованого матеріалу колембол попередньо просвітлювали в 15% розчині KOH, або в лактофенолі. Колемболи були визначені за допомогою сучасної мікроскопічної техніки (мікроскоп Olympus BX52) та найновіших ідентифікаційних ключів.

Отримані нами кількісні дані були екстрапольовані на одиницю площі в 1 м<sup>2</sup>. Для порівняльного аналізу структури населення колембол досліджених агроценозів використовували не абсолютні, а відносні (у % від загальної кількості в угрупованні) показники щільності видів.

Для оцінки синекологічної структури населення колембол застосовували стандартизовані методи кількісного аналізу [19]. Зокрема, структуру домінування асамблей колембол визначали за підходом Г. Штекера і А. Бергмана [33], спектри біотопних груп – за підходом І.Я. Капруса [12], спектри життєвих форм – за підходом С.К. Стебаєвої [20], спеціалізованість агроугруповань колембол – за критеріями Н.О. Кузнецової [17]. Категорії інвентаризаційного та диференціюючого різноманіття прийняті за Р. Уіткером [15, 34]. Зокрема, точкове альфа-різноманіття оцінювали як середню видову різноманітність на одну ґрунтову пробу з об'ємом 577 см<sup>3</sup>; ценотичне альфа різноманіття – у серії з 40 ґрунтових проб стандартного розміру, відібраних у певному агроценозі. Оцінку внутрішньо-ценотичного бета-різноманіття проводили за формулою  $\beta_a = S/\alpha_a - 1$ , де S – видове багатство ценотичної фауни,  $\alpha_a$  – середній рівень точкового  $\alpha$  -різноманіття. Статистичне опрацювання матеріалу здійснювали за допомогою програми Past доступної через мережу Інтернет [32]. Таким чином, використані в роботі методологічні підходи забезпечили необхідну достовірність і порівняльність отриманих даних.

### Результати досліджень та обговорення

Таксономічна структура, видове різноманіття і щільність населення ценотичних угруповань. За матеріалами проведених досліджень сумарно виявлено 49 видів колембол, які належать до 35 родів і 12 родин (табл. 1), що становить в середньому

64,5% локальної та 16,2% – зональної широколистянолісової фауни [12, 14]. Протягом тривалих, широкомасштабних досліджень в агроценозах можна виявити значно більше видів (прогнозовано не менше ніж 70). Вивчені ценотичні фауни ( $\alpha_b$ -різноманіття) включають від 6 до 22 видів колембол (в середньому 10,0-18,5). В одній ґрунтовій пробі ( $\alpha_a$ -різноманіття) трапляється від 1 до 9 видів колембол (в середньому у різних типах біотопів 1,6-2,6). Найвища ємність середовища для колембол на рівні  $\alpha_a$ -різноманіття характерна для пшеницевого агроценозу, а найменша – картопляного та соєвого (табл. 2).

Показник диференціюючого  $\beta_a$ -різноманіття колембол досліджених агроценозів є в 3-4 рази більшим, ніж у природних біотопах зони широколистяних лісів [11, 14], що пов'язано з збільшенням контрастності внутрішньоценотичних умов середовища ріллі. Таке збільшення показника  $\beta_a$ -різноманіття в агроценозах скорельовано з відносно малими значеннями точкового  $\alpha_a$ -різноманіття. Різке зменшення екологічної ємності середовища для колембол на рівні  $\alpha_a$ -різноманіття в агроценозах обумовлено контрастністю фізико-хімічних умов у конкретних едафотобах, малим едифікаторним впливом вирощуваної культури, а також регулярним проведенням агротехнічних заходів.

Порівняльний аналіз показника внутрішньоценотичного  $\beta_a$ -різноманіття показує, що найбільша контрастність внутрішньоценотичних умов для колембол виявлена в агроценозах кукурудзи та пшениці ( $\beta_a$ -різноманіття = 6,1), середня – картоплі (5,6), а найменша – сої та ріпаку (4,5 і 4,9 відповідно).

Показник середньої щільності населення колембол у досліджених агроценозах варіює у дванадцятикратному діапазоні значень (табл. 2). Він досягає найвищого середнього рівня у пшеницевому ценозі та найменшого – соєвому. Однак, у порівнянні з природними лісовими ценозами зони широколистяних лісів [14], максимальний показник щільності колембол досліджених агроценозів є приблизно в 17-21 разів меншим, а з лучними відповідно – 6-12 разів.

У досліджених агроценозах за видовим багатством переважали родини Isotomidae та Entomobryidae, кожна з яких сумарно представлена 12 видами (в окремих ценозах ізотомід було від 1 до 7 видів, а ентомобрийд – 1-6) (табл. 1). За показником відносної чисельності родин колембол у більшості агроценозів переважають Entomobryidae (6,8-49,9% від загального числа особин, в середньому 30%), Isotomidae (5,1-41,0%, 21%), а також Hypogastruridae (0-72,2%, 18,5%) (табл. 1, рис. 1). Отримані дані щодо представлення родин у ценотичних фаунах в цілому узгоджуються з літературними даними, наведеними для природних варіантів ценозів у зонах широколистяних та мішаних лісів України [11, 14].

Таблиця 1

Параметри різноманіття угруповань колембол досліджених агроценозів Малеого Полісся

Родина / Рід / Вид	Агроценози										Екологічна група
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
HYPOGASTRURIDAE											
<i>Ceratophysella succinea</i> (Gisin, 1949)	2,8			16,7	27,7					11,4	Клчс (вп)
<i>Hypogastrura manubrialis</i>	11,1	39,1	4,5		44,5	3,8	12,8			9,1	Г-Млл

(Tullberg, 1869)											(вп)
<i>Willemia intermedia</i> (Mills, 1934)		1,6									Млч (гг)
BRACHYSTOMELLIDAE											
<i>Brachystomella parvula</i> (Schäffer, 1896)	2,8										Клчс (вп)
TULLBERGIIDAE											
<i>Metaphorura affinis</i> (Börner, 1902)		3,1				2,6	6,7				Клчс (вг)
<i>Mesaphorura critica</i> (Ellis, 1976)					1						Клчс (гг)
<i>Mesaphorura floriae</i> (Simon et al., 1994)									11,1		Ее (гг)
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> (Rusek, 1976)	13,9	14,1	4,5		1,6		20,5	33,3	11,1	4,5	Ее (гг)
<i>Stenaphorura quadrispina</i> (Börner, 1901)		1,6						3,3			Клчс (вг)
ONYCHIURIDAE											
<i>Onychiurus ambulans</i> (Linnaeus, 1758)					2,6						Млч (вг)
<i>Protaphorura cancellata</i> (Gisin, 1956)					0,5						Млч (вг)
<i>Protaphorura fimata</i> (Gisin, 1952)						9,6					Клчс (вг)
<i>Protaphorura pannonica</i> (Haybach, 1960)					1						Клчс (вг)
<i>Protaphorura subarmata</i> (Gisin, 1957)		1,6	9,1		0,5			20	11,1	18,2	Ее (вг)
<i>Agrophorura naglitshi</i> (Gisin, 1960)						1,9					Млч (гг)
ISOTOMIDAE											
<i>Desoria fennica</i> (Reuter, 1895)								3,3		4,5	Млс (вп)
<i>Cryptopygus thermophilus</i> (Axelson, 1900)						1,9					Клчс (вп)
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)					1	5,8	5,1			9,1	Клчс (вп)
<i>Folsomia fimetaria</i> (Linnaeus, 1758)	13,9	1,6								18,2	Ее (вг)
<i>Folsomia lawrencei</i> (Rusek, 1984)					0,5					2,3	Млч (гг)
<i>Folsomia manolachei</i> (Bagnal, 1939)										2,3	Ее (пг)
<i>Folsomia spinosa</i> (Kseneman, 1936)	5,6										Млс (пг)
<i>Folsomides parvulus</i> (Stach, 1922)							2,6			2,3	К-Млл (пг)
<i>Isotoma anglicana</i> (Lubbock, 1873)	2,8		4,5		0,5	5,8	2,6				К-Млл (вп)
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1895)				16,7							Г-Млл (вг)
<i>Isotomodes productus</i> (Axelson, 1906)	2,8			8,3				3,3			Клчс (гг)
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	13,9	23,4	4,5	8,3	3,1	1,9		3,3	22,2	2,3	Ее (пп)

ENTOMOBRYIDAE											
<i>Entomobrya marginata</i> (Tullberg, 1871)						7,7	7,7			Ее (вп)	
<i>Entomobrya</i> sp			4,5							? (вп)	
<i>Sinella tenebricosa</i> (Folsom, 1902)			13,6			3,8				К-Млл (пг)	
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)	2,8			16,7	0,5		5,1		2,3	К-Млл (пг)	
<i>Orchesella albofasciata</i> (Stach, 1960)	2,8	6,3	9,1		1		5,1			Клчс (а)	
<i>Orchesella multifasciata</i> (Scherbakow, 1898)							15,4			К-Млл (а)	
<i>Orchesella pseudobifasciata</i> (Stach, 1960)					1,6					Клс (к)	
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> (Tullberg, 1871)	16,7		9,1		4,2	38,5	7,7		11,1	4,5	Млч (вп)
<i>Lepidocyrtus paradoxus</i> (Usel, 1890)		1,6									Клчс (а)
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)		4,7	13,6		2,6	3,8	5,1	16,7	33,3		Млч (пг)
<i>Pseudosinella imparipunctata</i> (Gisin, 1953)	2,8										Клчс (пг)
<i>Willowsia platani</i> (Nicolet, 1842)						7,7					Клс (к)
TOMOCERIDAE											
<i>Tomocerus vulgaris</i> (Tullberg, 1871)			9,1								К-Млл (нп)
PARONELLIDAE											
<i>Cyphoderus albinus</i> (Nicolet, 1842)						1,9					Клчс (с)
BOURLETIELLIDAE											
<i>Bourletiella arvalis</i> (Fitch, 1863)	2,8		9,1	8,3		3,8		3,3			Млс (а)
<i>Bourletiella hortensis</i> (Fitch, 1863)					2,1		2,6	6,7		6,8	Млс (а)
<i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893)	2,8				0,5						Глл (вп)
<i>Sminthurus maculatus</i> (Tömösvary, 1883)				25							Клчс (а)
KATIANNIDAE											
<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1862)		1,6			1				2,3		Ее (вп)
<i>Sminthurinus elegans</i> (Fitch, 1863)					0,5		5,1				К-Млл (вп)
ARRHOPALITIDAE											
<i>Arrhopalites caecus</i> (Tullberg, 1871)			4,5								Ее (пг)
SMINTHURIDIDAE											
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)					1	1,9					Ее (вп)
<b>Всього видів</b>	15	12	13	7	22	15	14	10	6	15	
<b>Частка чисельності домінантних видів (%)</b>	75,1	87,6	100	100	76,4	86,5	89,6	100	100	86,2	

Примітки: *Агроценози*: I,II – ріпаковий; III,IV – соєвий; V,VI – пшеницевий; VII,VIII – кукурудзяний; IX,X – картопляний. Сірим кольором виділені значення відносної чисельності домінантних видів колембол. *Екологічні групи*: комплекси гігро-мезофільних (Г-М), мезофільних (М), ксеро-мезофільних (К-М), ксерорезистентних (К) і еврибіонтних (Е) видів; групи лісових (лс), лучних (лч), лісо-лучних (лл), лучно-степових (лчс), евритопних (е) видів; *підгрупи (життєва форма)*: а – атмобіонтна, к – кортицикольна, с – синекоморфна, вп – верхньопідстилкова, нп – нижньопідстилкова, пг – підстилково-грунтова, вг – верхньогрунтова, гг – глибокогрунтова.

Індекси та моделі різноманіття угруповань колембол. Угруповання колембол у ряду досліджених агроценозів є дуже відмінними за синекологічною структурою. Зокрема, у таблиці 2 наведені значення непараметричних індексів різноманіття, які дозволяють поглибити уявлення про структуру населення колембол. Аналіз індекса  $H'$  для досліджених угруповань колембол показав, що найменше середнє різноманіття зафіксоване в ріпаковому та соєвому агроценозах (№ I-IV), а найвище в картопляному та кукурудзяному (VII-X). Низькі значення загального різноманіття колембол в умовах агроценозів, порівняно з природними ценозами [12], можна пояснити, насамперед, зменшенням центичного  $\alpha_b$ -різноманіття, зростанням рівня домінування найчисельнішого виду (показники  $D$  і  $d$ ), а також малою вирівняністю населення (E).

Таблиця 2

**Параметри різноманіття угруповань колембол досліджених агроценозів Малеого Полісся**

Показник	Агроценоз									
	Ріпак		Соєа		Пшениця		Кукурудза		Картопля	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Щільність, тис. ос/м <sup>2</sup>	0,23-0,42		0,08-0,14		0,34-1,24		0,19-0,25		0,06-0,29	
$\alpha_a$	1-5 (2,3)		1-4 (1,9)		1-9 (2,6)		1-5 (1,7)		1-4 (1,6)	
$\alpha_b$	12-15 (13,5)		7-13 (10)		15-22 (18,5)		10-14 (12)		6-15 (10,5)	
$\beta_a$	4,5-5,3 (4,9)		2,7-6,2 (4,5)		5,5-6,6 (6,1)		5,7-6,4 (6,1)		3,3-7,8 (5,6)	
$D$	0,2-0,3 (0,3)		0,1-0,5 (0,3)		0,2-0,3 (0,2)		0,1-0,2 (0,1)		0,1-0,1 (0,1)	
$d$	0,4-0,5 (0,5)		0,1-0,7 (0,4)		0,3-0,4 (0,4)		0,2-0,3 (0,3)		0,2-0,3 (0,2)	
$H'$	1,8-1,9 (1,9)		1,3-2,6 (2,0)		1,9-2,3 (2,1)		2,1-2,5 (2,3)		1,8-2,5 (2,2)	
E	0,7-0,7 (0,7)		0,6-1,0 (0,8)		0,6-0,9 (0,7)		0,8-0,9 (0,9)		0,9-0,9 (0,9)	

Примітки:  $\alpha_a$  – точкове альфа-різноманіття,  $\alpha_b$  – центичне альфа-різноманіття,  $\beta_a$  – внутрішньцентичне бета-різноманіття,  $D$  – індекс Сімпсона,  $d$  – індекс Бергера-Паркера,  $H'$  – індекс Шенона, E – індекс вирівняності Шенона, (...) – середні значення показника.

На рис. 2 представлено результати порівняльного аналізу різноманіття досліджених угруповань колембол методом Q-статистики, який описує кумулятивні криві видового різноманіття за кутом нахилу до осі абсцис. Цей метод оцінки нівелює залежність як від дуже чисельних так і малочисельних видів ценотичного угруповання. Як видно з цього рисунка, найрізноманітнішими є угруповання колембол у соєвому (III) та кукурудзяному (VII) агроценозах, для яких значення індексу Q є вищим за 7,7 одиниць, а найменшими в обох варіантах ріпакового (I-II), та картопляного (IX), де цей показник є нижчим ніж 5 одиниць. Тобто, рівень загального різноманіття угруповань колембол може відрізнятися майже на один порядок навіть між агроценозами одного типу. Це може бути пов'язано з особливістю локальних екологічних умов конкретного едафотопу.

Структура домінування і домінантні види. Встановлено, що в різних типах досліджених агроценозів Малеого Полісся може потенційно домінувати (тобто, бути еудомінантами, домінантами або субдомінантами з відносною чисельністю більшою, ніж 3,2% від загальної в угрупованні) 31 вид колембол, на сумарну частку яких належить 75,1-100% чисельності ценотичного угруповання (табл. 1). В окремих біотопах їх може бути від 3 до 13 видів. Найчастіше домінують представники родин Entomobryidae (9 форм), серед яких по два види з родів *Entomobrya* і *Orchesella*, а також Isotomidae (8) – два види з роду *Folsomia* (табл. 1).

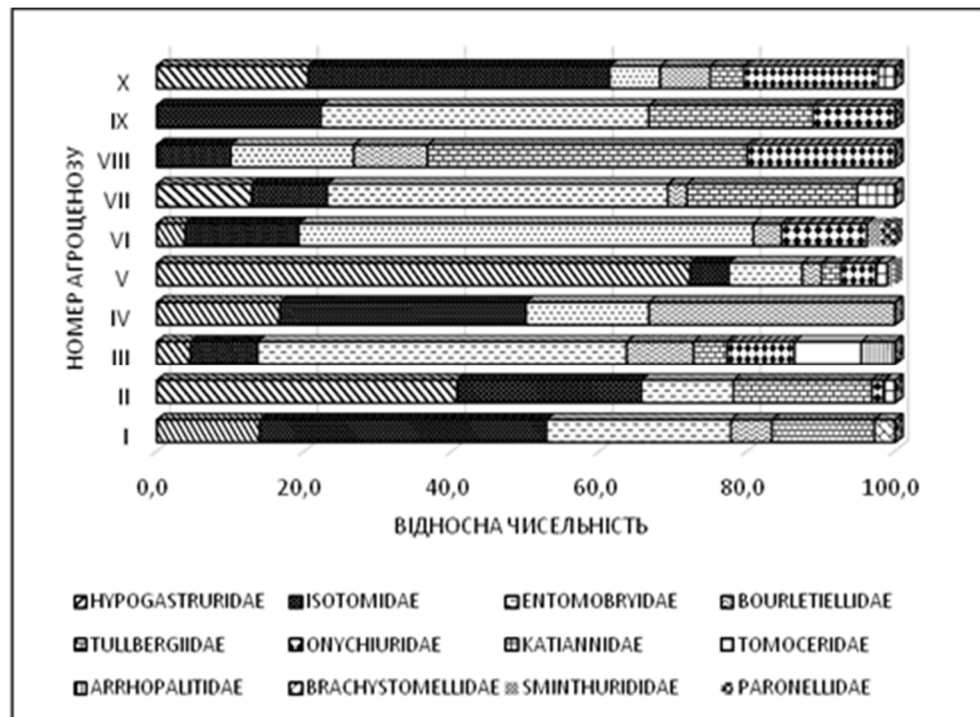


Рис. 1. Співвідношення родин колембол за чисельністю у досліджених агроценозах. Позначення агроценозів I-X як у таблиці 1.



Серед домінантних (інакше масових) видів виявлено чотири еудомінанти (*H. manubrialis*, *M. macrochaeta*, *L. cyaneus*, *P. alba*), відносна чисельність кожного з них може досягати навіть до 44,5% від загальної. Лише в соєвому ценозі їх не виявлено. Крім еудомінантів, у кожному агроценозі встановлено 0-5 домінантних і 0-11 субдомінантних видів. Не встановлено жодного виду який би домінував у всіх досліджених агроценозах одночасно. Лише в семи із десяти досліджених ценозів домінантами були *H. manubrialis*, *M. macrochaeta* і *L. cyaneus*, шести – *P. notabilis* і *P. alba*. Решта масових форм, очевидно, мають певні екологічні обмеження і, тому домінували лише в одному-чотирьох біотопах. Зокрема, лише в одному із агроценозів домінували 13 видів, тобто 42% від їхньої загальної кількості, яка виявлена в досліджених варіантах ріллі.

Отже, сільськогосподарське використання земель для ріллі помітно впливає на розширення кола масових форм колембол у складі агроугруповань, порівняно з природними угрупованнями, за рахунок появи специфічних для ріллі домінантів (*I. productus*, *S. tenebricosa*, *H. nitidus*, *W. platani* та ін.), а також виникнення еудомінування (супердомінантності) окремих видів. Такі особливості структури домінування угруповань колембол, в цілому, не є характерними для природних, мало порушених ценозів. Отримані дані щодо наявності широкого кола потенційних домінантів, а також непередбачуваності та змінності складу масових видів колембол в агроценозах узгоджуються із даними, які отримані спеціалістами в урбанізованих біотопах Ужгорода і Львова [5, 29].

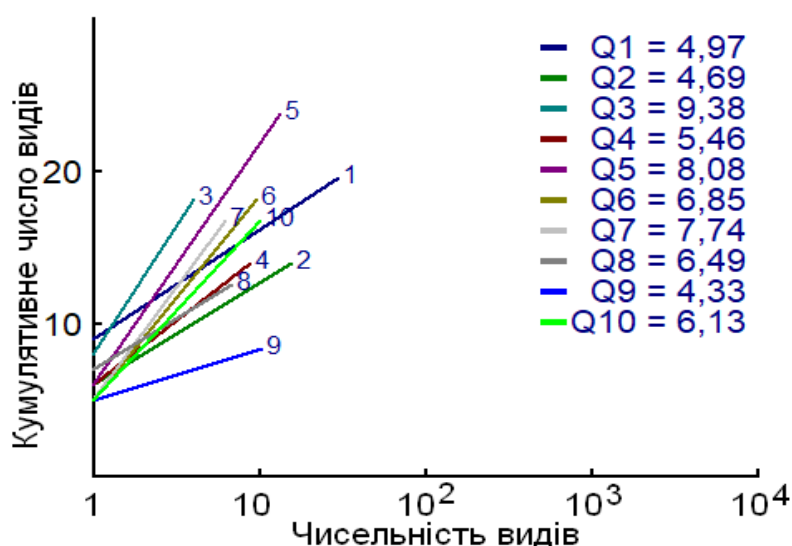


Рис. 2. Біотопна специфіка угруповань колембол досліджених агроценозів за методом Q-статистики. По осі абсцис відкладено відносну чисельність видів у логарифмічному масштабі ( $\log_{10}$ ). Номери агроценозів Q 1-10 відповідають I-X як у таблиці 1.

**Біоморфологічна структура.** Аналіз співвідношення життєвих форм колембол показав, що за видовим багатством в досліджених агроценозах найчастіше переважають представники верхньопідстилкової біоморфи (11-80,9% ценотичного різноманіття) (табл. 1). Вони найчастіше домінують і в більшості ценозів за показником відносної чисельності, поступаючись першим місцем підстилково-грунтовим формам у ІХ варіанті картопляного ценозу, глибокогрунтовим – у VIII варіанті кукурудзяного і атмобіонтним – ІV варіанті соєвого (рис. 3). Аналіз спектрів життєвих форм колембол за показниками відносного видового багатства й чисельності показав, що у різних типах агроценозів вони мають власну специфіку, яка обумовлена локальними екологічними умовами. Найчастіше друге і третє місця за відносним видовим багатством і чисельністю посідають представники верхньопідстилкової, нижньопідстилкової та підстилково-грунтової біоморф. Найбільше глибокогрунтових форм за обома вивченими показниками виявлено в окремих варіантах картопляного та кукурудзяного типів агроценозів. Їхня відносна представленість помітно зменшується лише у пшеницевому та соєвому агроценозах, що може бути пов'язано з особливостями агротехнічних заходів.

Подібна структура спектрів життєвих форм колембол відмічена також у лісових, лучних і лучно-степових біотопах широтних зон широколистяних і мішаних лісів України [11, 14]. Однак, у досліджених біотопах ці спектри життєвих форм мають власну специфіку як у різних типах агроценозів, так і, навіть, різних варіантах певного типу. Таку змінність і непередбачуваність співвідношення життєвих форм в агроценотичних угрупованнях колембол було відмічено також і для урбосередовища [5].



Рис. 3. Відносна чисельність (у % від загальної чисельності угруповання) різних життєвих форм колембол у досліджених агроценозах. Життєві форми: а – атмобіонтна, к – кортицикольна, вп – верхньопідстилкова, нп – нижньопідстилкова, вг – верхньогрунтова, гг – глибокогрунтова, с – синекоморфна. Номери агроценозів І-Х як у таблиці 1.

**Спектри біотопних груп.** У досліджених агроценозах за підходом І.Я. Капруса [12] виділено п'ять біотопних комплексів видів за польовим гігропреферендумом: гігрофільний (1 форма), гігро-мезофільний (2), мезофільний (11), ксеро-мезофільний (7), ксерорезистентний (17), а також еврибіонтний (10) (табл. 1). Тому, можна зробити висновок, що в агроценозах відбувається "ксерофілізація" фауни колембол, порівняно з лісовими і лучними ценофаунами регіону. Тобто, майже до 50% збільшується представленість видів, стійких до сухості середовища (ксерорезистентний + ксеро-мезофільний комплекси). Натомість, агроценози характеризуються різким зменшенням частки гігрофільних колембол у порівнянні з лісовими та лучними ценозами району дослідження (виявлено всього 3 види з гігрофільного та гігро-мезофільного комплексу) [11, 14].

У межах комплексів виділено п'ять біотопних груп видів: лісових (6 форм), лучних (7), лісо-лучних (10), лучно-степових (15) і евритопних (10) (табл. 1). Лише один вид, який позначено у таблиці знаком «?», не було віднесено до певної біотопної групи у зв'язку з відсутністю літературної інформації про його біотопні преференції.

Окрім ценотичні угруповання колембол включають представників 2-5 біотопних груп видів. До так званих диференціювальних таксонів в агроценозах (тобто "своїх" форм, характерних для ріллі) можна віднести всього п'ять видів: *A. naglitshi*, *O. ambulans*, *S. tenebricosa*, *H. nitidus*, *A. caecus*, які складають разом 10,2% дослідженої агрофауни. Ці види найчастіше трапляються у дуже трансформованих або штучно створених людиною біотопах (на полях, в урбосередовищі, звалищах побутових відходів, теплицях ботсаду та ін.) [10].

За критерієм спеціалізованості угруповань Н.О. Кузнецової [17] досліджені таксоцени колембол агроценозів Малого Полісся, можна віднести до спеціалізованого типу, які характеризуються тим, що сумарна частка чисельності видів спеціалістів відкритого ландшафту (лучних+лісо-лучних+лучно-степових) є більшою ніж 40% від загальної чисельності ценотичного угруповання.

### Висновки

Таким чином, угруповання колембол агроценозів дослідженого регіону загалом характеризується досить високим видовим багатством (не менше 49 видів із 35 родів і 12 родин), а також значною варіабельністю показників щільності (0,06-1,24 тис. ос./м<sup>2</sup>), вирівняності населення (діапазон E = 0,5-1,0) і видового різноманіття (H' = 1,3-2,5; D = 0,1-0,5). Характерною особливістю населення колембол агроценозів, порівняно з природними ценозами, є збільшення у 3-4 рази показника диференціюючого β<sub>a</sub>-різноманіття і різке зменшення ємності середовища на рівні точкового α<sub>a</sub>-різноманіття. Причому, ці показники різноманіття угруповань колембол можуть відрізнятися у рази навіть в однотипних видах агроценозів.

Під впливом сільськогосподарського використання земель для ріллі зафіксовано різноспрямовані та часто не прогнозовані зміни синекологічної структури ценотичних угруповань колембол. Зокрема, встановлено розширення кола масових форм колембол у складі агроугруповань, порівняно з природними ценозами, за рахунок появи специфічних для ріллі домінантів (*I. productus*, *S. tenebricosa*, *H. nitidus*, *W. platani* та ін.), а також виникнення супердомінантних видів. Спектри життєвих форм колембол характеризуються власною специфікою як у різних типах агроценозів, так і різних варіантах певного типу. У структурі біотопних груп колембол

відмічено збільшення до 50% представленості видів, стійких до сухості середовища з ксерорезистентного і ксеромезофільного комплексів.

Встановлено, що окремі ценотичні угруповання колембол можуть включати представників 2-5 біотопних груп видів. Диференціовальними таксонами в агроценозах (тобто "своїми" формами, характерними для ріллі) є всього п'ять видів: *A. naglitshi*, *O. ambulans*, *S. tenebricosa*, *H. nitidus*, *A. caecus*, які складають разом 10,2% дослідженої агрофауни. За критерієм спеціалізованості угруповань Н.О. Кузнєцової досліджені таксоцени колембол віднесено до спеціалізованого типу.

1. Акімов І.А. Мікроартроподи як індикатори стану рекультиваційних процесів ґрунту / І.А. Акімов, М.В. Таращук // Вест. зоології. – 1998. – Т. 32, № 5-6. – С. 15-22.
2. Бескровная Е.В. Биоиндикация концентраций тяжелых металлов в почве с помощью количественных характеристик сообществ колембол / Е.В. Бескровная // Материали междунар. науч. конф. "Экология и биология почв Юга России", октябрь 2007 г., Ростов-на-Дону. – Ростов-на-Дону, 2007. – С. 23-26.
3. Бескровная М.В, Таращук М.В. Количественные характеристики сообществ колембол природных и искусственных лесных биогеоценозов / О.В. Бескровная, М.В. Таращук // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Серія Біологія. Екологія. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. – Т. 2, № 3. – С. 12-18.
4. Гавва Д.В. Чисельність ґрунтової мікрофауни (microarthropoda) в чорноземах типових під різними фітоценозами в умовах Південно-Східного Лісостепу України / Д.В. Гавва, К.Б. Новосад // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. – Харків, 2013. – Вип. 2. С. 73-80.
5. Гоблик К.М., Капрусь І.Я. Урбаногенна трансформація угруповань колембол Закарпатської низовини // Природа Західного Полісся та прилеглих територій. – Луцьк, 2015. – № 12. – С. 163-171.
6. Давидович С.І. Видовий склад колембол (Collembola) урболандшафту м. Ужгорода / С.І. Давидович // Ужгород. наук. вісн. – 2001. – № 9. – Р. 233-237.
7. Капрусь І.Я. Ногохвістки міського саду / І.Я. Капрусь // Мат-ли конф. "Урбанізація як фактор змін біогеоценотичного покриву", (21-23 вересня 1994 р.). – Львів: Академічний Експрес, 1994. – С. 34-35.
8. Капрусь І.Я. Репрезентативність інвентаризації ґрунтової фауни Карпатського біосферного заповідника на прикладі ногохвісток (Insecta, Collembola) / І.Я. Капрусь // Мат-ли міжнар. наук.-практ. конф. "Карпатський регіон і проблеми сталого розвитку", (13-15 жовтня 1998 р.) – Рахів, 1998. – Т. 2. – С. 58-61.
9. Капрусь І.Я. Ногохвістки (Collembola) м. Кам'янець-Подільський / І.Я. Капрусь // Біорізноманіття Кам'янця-Подільського. Попередній критичний інвентаризаційний концепт рослин, грибів і тварин. [ред. О.О. Кагало, М.В. Шевера, А.А. Ліванець]. – Львів: Ліга-Прес, 2004. – С. 135-138.
10. Капрусь І.Я. Каталог колембол (Collembola) і протур (Protura) України / І.Я. Капрусь, Ю.Ю. Шрубович, М.В. Таращук. – Львів, 2006. – 164 с.
11. Капрусь І.Я. Ценотична диференціація фауни і населення колембол (Collembola) на території Волинського Полісся / І.Я. Капрусь, Є.В. Рукавець // Природа Західного Полісся та прилеглих територій. – Луцьк, 2011б. – № 8. – С. 137-148.
12. Капрусь І.Я. Хорологія різноманіття колембол (філогенетичний, типологічний і фауністичний аспекти): Автореф. дис. ... д-ра біол. наук: спец. 03.00.08 "Зоологія". – К., 2013. – 41 с.
13. Капрусь І.Я. Ландшафтно-зональна приуроченість видів і типізація широтних ареалів колембол // Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Екологічний збірник. – 2014. – Том. 39. – С. 233-248.

14. Капрусь І.Я. Особливості фауни й населення колембол правобережного сектору лісостепової зони України / І.Я. Капрусь, Т.М. Махлинець, // Наук. зап. Держ. природозн. музею НАН України. – Львів, 2015. – Вип. 31. – С. 59-72.
15. Капрусь І.Я. Хорологія різноманіття ґрунтових тварин – актуальний напрям досліджень біогеографії та синекології / І.Я. Капрусь // Журн. агробіології та екології. –2018. – Т. 5, № 1. – С. 14-31.
16. Киричок Л.С., Ільєнко М.М., Безкровна О.В. Структура угруповань мезофауни в захисно-декоративних насадженнях на териконах вугільних шахт Донбасу / Л.С. Киричок, М.М. Ільєнко, О.В. Безкровна // Вест. зоол. – 2006. – Т. 40, № 5. – С. 437-443.
17. Кузнецова Н.А. Организация сообществ почвообитающих коллембол / Н.А. Кузнецова. – М.: ГНО Прометей, 2005. – 244 с.
18. Методы почвенно-зоологических исследований / [Под общ. ред. М.С. Гилярова]. – М.: Наука, 1975. – 277 с.
19. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 181 с.
20. Стебаева С.К. Жизненные формы ногохвосток (Collembola) / С.К. Стебаева // Зоол. журн. – 1970. – Т. 49, № 10. – С. 1437-1454.
21. Тараненко С.В. Вплив різних технологій вирощування кукурудзи на представників зооценозу ґрунту / С.В. Тараненко // Таврійськ. наук. вісн. – Херсон, 2015. – Вип. 91. – С. 79-85.
22. Тарашук М.В. Використання показників біологічного різноманіття колембол (Collembola, Entognatha) для оцінки ефективності рекультивациі ґрунту / М.В. Тарашук, О.В. Безкровна // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2000. – Т. 1, № 8. – С. 49-59.
23. Тарашук М.В. Влияние способа обработки почвы на население ногохвосток / М.В. Тарашук, А.М. Малиенко // Почвоведение. – 1992. – № 3. – С. 78-86.
24. Тарашук М.В. Ногохвістки (Collembola, Entognatha) урбанізованих ландшафтів м. Кривого Рогу / М.В. Тарашук, Т.В. Горбань // Вестн. зоол. – 2006. – Т. 40, № 5. – С. 427-436.
25. Тимошенко А.А. Формирование видовых группировок ногохвосток (Collembola, Entognatha) на породных отвалах угольных шахт Донбасса / А.А. Тимошенко // Вестн. зоол. – 1995. – № 4. – С. 37-42.
26. Чернов А.В. Население коллембол Восточноевропейских широколиственных лесов / А.В. Чернов, Н.А. Кузнецова, М.Б. Потапов // Зоол. журн. –2010. – Т. 89, № 5. – С. 559-573.
27. Чернова Н.М. Принципы количественного анализа населения коллембол / Н.М. Чернова // Фауна и экология ногохвосток. – М.: Наука, 1984. – С. 29-43.
28. Шрубович Ю.Ю. Фауна ногохвісток (Collembola) оранжерей, підвалів та квіткових горщиків / Ю.Ю. Шрубович // Наук. зап. Держ. природозн. музею НАН України. – Львів, 2001. – Т. 16. – С. 153-158.
29. Шрубович Ю.Ю. Формування населення ґрунтових ногохвісток (Collembola) урбанізованих екосистем м. Львова : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16 "екологія" / Ю.Ю. Шрубович. – Чернівці, 2002. – 17 с.
30. Яворницький В.І. Угруповання ґрунтових мікроартропод техногенного ландшафту Яворівського ДГХП "Сірка" / В.І. Яворницький, В.В. Меламуд, І.Я. Капрусь // Наук. зап. Держ. природозн. музею НАН України. – Львів, 2008. – Вип. 24. – С. 195-206.
31. Anderson J.M. Inter- and intrahabitat relationships between woodland Cryptostigmata species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats / J.M. Anderson // Oecologia. – 1978. – V. 32. – P. 341-348.
32. Hammer III. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis [Electronic resource] / III. Hammer, D.A.T. Harper, P.D. Ryan// Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4, № 1. – 9 p. ([http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm))

33. Stöcker G. Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung. 1. Modellbildung, Modellrealisierung, Dominanzklassen / G. Stöcker, A. Bergmann // Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung. – 1977. – Vol. 17, № 1. – P. 1-26.
34. Whittaker R.H. Evolution and measurement of species diversity / R.H. Whittaker // Taxon. – 1972. – № 21. – P. 213-251.

<sup>1</sup> Львівський національний аграрний університет України, Львівська обл., м. Дубляни  
e-mail: merza.sv@gmail.com

<sup>2</sup> Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів  
e-mail: kaprus63@gmail.com

*Merza S.P., Kaprus I.Ya.*

#### **The fauna and population of Collembola in the Male Polissia agroecosystems**

There was conducted analysis of taxonomic and synecologic structure of collembola' communities in five most widespread types of Small Polissya's agroecosystem, in particular, wheat, rape, soy, potato and corn. It was discovered that explored communities of Collembola are characterized by their high species richness (more than 49 species from 35 genera and 12 families) and for their variability of indexes density, equalization of the population and species diversity. Under the influence of agricultural using lands for arable were fixed many-sided and often not predicted changes of synecological structure of collembolan cenotic communities. Separately, it was installed expansion of collembolan' mass circle forms as part of agrogroups, comparatively with natural cenoses, appearance of specific dominants and the emergence of different species' superdominance. It was conducted that in different types of Small Polissya's explored agroecosystem can potentially dominate 31 collembola's species? to their total share belong 75,1-100% of all coenotic groups' number. There were calculated and analyzed point alpha-variety, coenotic alpha-variety, internallycoenotic beta-variety indices of Simpson, Berger-Parker, Shannon and Shannon's index of leveling. Spectra of collembolan' life forms are characterized by their own specificity as in different types of agroecosystem, so in different variants for certain type. In structure of collembolan' biotopic groups was noticed increase to 50% species' representation, which are resistant to the dry environment. Also, explored agroecosystem are characterized by their sharp reduction of hydrophilic collembolas' fraction in comparison with forest and meadow cenosis of explored district (conducted 3 species from hydrophilic and hydromesophilic complexes. Analysis of collembola's life forms correlation showed that for species richness in explored agroecosystem most often prevail representatives of upper lobe biotopic, 11-80,9% of coenotic variety. Similar structure of collembolas' life forms' spectras is also noticed in forest, meadow and meadow-stewed biotops of latitudinal zones of Ukraine's broadleaf and mixed forests.

**Keywords:** biodiversity, Collembola, soil fauna, agroecosystems.