

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2024.40.69-80>

УДК 574.23: [574.4:63(477.83)]

Дацко Т.М., Качмар Н.В.

ЕКОЛОГО-ФАУНІСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТАКСОЦЕНІВ КОЛЕМБОЛ В АГРОЦЕНОЗАХ ЖОВКІВЩИНИ (ЛЬВІВСЬКА ОБЛ.)

В результаті проведених досліджень сумарно виявлено 43 види колембол, які належать до 23 родів і 10 родин. Протягом триваліших і масштабніших досліджень в агроценозах можна виявити значно більше видів (за літературними даними не менше ніж 70). Досліджені ценотичні фауни (α -різноманіття) включають від 5 до 21 видів колембол (в середньому 13,9). В одній ґрунтовій пробі (α -різноманіття) трапляється від 1 до 8 видів колембол (в середньому 2,1). Найбільша ємність середовища для колембол на рівні α -різноманіття характерна для пшеницевого агроценозу, а найменша – картопляного. Показник β -різноманіття колембол (диференціююче різноманіття) досліджених агроценозів є в 3,5 рази більшим, ніж у природних біотопах зони широколистяних лісів, що пов'язано з більшою контрастністю едафічних умов середовища ріллі. Відмічені високі значення показника β -різноманіття в агроценозах пов'язані з відносно невеликими значеннями так званого точкового α -різноманіття. Помітне зменшення екологічної ємності середовища для колембол на рівні α -різноманіття в досліджених агроценозах, порівняно з природними біоценозами, обумовлено контрастністю фізико-хімічних умов у конкретних едафотопах, слабким едифікаторним впливом вирощуваної культури, а також проведенням агротехнічних заходів. Аналіз показника β -різноманіття показує, що найбільша нерівномірність внутрішньоценотичних умов для колембол виявлена в агроценозах пшениці (β -різноманіття = 5,9), середня – картоплі (5,3), а найменша – ріпаку (4,7 відповідно). Показник середньої чисельності населення колембол у досліджених типах агроценозів змінюється у 30-кратному інтервалі значень. Він має найвище середнє значення у пшеницевому агроценозі та найменше значення у картопляному. Однак, у порівнянні з природними лісовими та лучними ценозами, максимальний показник чисельності ногохвісток у досліджених агроценозах є приблизно на порядок меншим. Отримані дані щодо частки родин у досліджених ценотичних фаунах загалом узгоджуються із літературними даними, які відомі для агроценозів заходу України.

Ключові слова: синекологія, фауна, *Collembola*, агроценоз пшениці, картоплі, ріпаку, видове різноманіття, екологічна структура.

Колемболи, або ногохвістки (*Collembola*) є важливою групою ґрунтових безхребетних, які відіграють ключову роль у функціонуванні екосистем, зокрема в процесах розкладання органічної речовини та підтримці родючості ґрунту. Дослідження їхньої структурної організації в агроценозах має важливе значення для розуміння впливу сільськогосподарської діяльності на біорізноманіття та екологічну стійкість. Жовківський район Львівської області - це регіон з розвинутою аграрною інфраструктурою, що робить його цікавим об'єктом для вивчення колембол і їхньої ролі в агроекосистемах (Мерза, Капрусь, 2019).

Агроценози — це штучно створені екосистеми, які формуються в результаті діяльності людини, зокрема сільськогосподарського виробництва. Вони характеризуються спрощеною структурою біорізноманіття та підвищеним антропогенним навантаженням, яке може мати значний вплив на ґрунтову фауну, включаючи колембол.

Основні фактори, що впливають на угруповання колембол в агроценозах:

- **Обробка ґрунту:** Оранка та інші методи механічної обробки можуть знищувати ґрунтові мікросередовища, де мешкають колемболи, порушуючи їхні екологічні ніші.
- **Внесення добрив і пестицидів:** Хімічні речовини, які використовуються в аграрних системах, можуть як сприяти розвитку окремих видів колембол, так і згубно впливати на їх чисельність і різноманіття.
- **Сівозміна та рослинний покрив:** Тип рослинного покриву та системи сівозміни також мають суттєвий вплив на популяції колембол, змінюючи джерела живлення та структуру підстилки.

Угруповання колембол орних земель території України недостатньо вивчені екологами. Відомо, що структурні зміни угруповань колембол є найбільш чутливими і досить ранніми показниками екологічного стану ґрунтів в агроценозах (Гоблик, Капрусь, 2015). Незважаючи на це, детальні зооіндикаційні дослідження агроґрунтів із використанням кількісних та якісних параметрів угруповань ґрунтової біоти тільки починають розвиватися (Капрусь, 2010; Кузнецова, 2005.). Саме тому, актуальним завданням ґрунтово-зоологічних досліджень залишається вивчення фауни та населення колембол у різних типах агроценозів, зокрема даного регіону.

Метою роботи було провести порівняльний аналіз структури угруповань колембол в основних типах агроценозів Жовківщини, а також оцінити можливості використання структурних параметрів досліджених угруповань для зооіндикації екологічного стану едафотопу в умовах ріллі.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для виконання роботи слугували колемболи, зібрані восени 2022 року в агроценозах поблизу м. Жовква Львівської області. Агроценози, які обрані для досліджень таксоценів ногохвісток, мають у своєму складі різну рослинну культуру (едифікатора). Усі едафотопи дуже трансформовані людиною завдяки використанню різних агротехнологій, конкретній історії ведення землеробства, а також специфічному екологічному впливу монокультури, яка вирощується. Усі ці агроценози утворені багато років тому на місці первинних змішаних лісів із участю дуба, граба і рідше сосни.

Досліджено угруповання колембол в трьох основних типах агроценозів: 1) пшениці (I), 2) ріпаку (II) та 3) картоплі (III). Усі ці агроценози утворені багато років тому на місці первинних змішаних лісів із участю дуба, граба і рідше сосни. Загалом було відібрано 60 ґрунтових проб (по 20 в кожному типі агроценозу за допомогою квадратного біоценометра 10 x 10 см до глибини 10 см (об'єм 1000 см³) з використанням класичних методів дослідження ґрунтових мікроартропод (Капрусь,

Мицак, Савчак 2023). Потім, у лабораторних умовах, колемболи були виділені з субстрату на апаратах Тульгрена та зафіксовані в 80% етанолі.

Далі матеріал переносили в рідину Фора на предметних шкельцях і створювали мікропрепарати. Визначення видів колембол проводили за допомогою світлового мікроскопа (Olympus BX41) із використанням сучасних ключів та прийнятої таксономічної системи класу *Collembola* (Bellinger et al., 1996-2024). В результаті проведеної роботи ідентифіковано понад 520 особин колембол.

Отримані нами кількісні дані були екстрапольовані на одиницю площі в 1м². Для порівняльного аналізу структури населення колембол досліджених агроценозів використовували не абсолютні, а відносні (у % від загальної кількості в угрупованні) показники щільності видів. Для характеристики угруповань ногохвісток використано ряд екологічних індексів та методів кількісного аналізу (Капрусь, Махлинець, 2015).

Для оцінки синекологічної структури населення колембол застосовували стандартизовані методи кількісного аналізу (Капрусь, 2013; Капрусь, Махлинець, 2015). Зокрема, структуру домінування асамблей колембол визначали за підходом Г. Штекера і А. Бергмана (Stöcker, Bergmann, 1977), спектри біотопних груп – за підходом І.Я. Капруся (Капрусь, 2013), спектри життєвих форм – за підходом С.К. Стебаєвої (Стебаєва, 1970), спеціалізованість агроугруповань колембол – за критеріями Н.О. Кузнєцової (Кузнєцова, 2005). Категорії інвентаризаційного та диференціюючого різноманіття прийняті за Р. Уітекером. Зокрема, точкове альфа-різноманіття (α_a) оцінювали як середню видову різноманітність на одну ґрунтову пробу з об'ємом 125 см³; ценотичне альфа різноманіття (α_b) – у серії з 10 ґрунтових проб стандартного розміру, відібраних у певному агроценозі. Оцінку внутрішньоценотичного бета-різноманіття проводили за формулою $\beta_a = S/\alpha_a - 1$, де S – загальне видове багатство ценотичної фауни, α_a – середній рівень точкового α -різноманіття.

Результати досліджень та обговорення

Видове різноманіття, щільність населення і представленість родин. В результаті проведених досліджень виявлено 43 види колембол, що належать до 10 родин і 23 родів (табл.1). Екологічна ємність середовища дослідженого агроценозу на рівні α_a різноманіття сягає 1-8 видів *Collembola*, а на рівні α_b – 15-22 види. Показник внутрішньоценотичного β_a -різноманіття, який опосередковано характеризує мозаїку екологічних умов даного агроценозу, дорівнює 14,5 одиниць. Основу фауни за біотопною приуроченістю формують лучно-степові види (всього 8): *Ceratophysella succinea*, *Mesaphorura critica*, *Protaphorura fimata*, *Protaphorura pannonica*, *Cryptopygus thermophilus*, *Proisotoma minuta*, *Orchesella albofasciata*, *Cyphoderus albinus*. Крім того, виявлено по 6 видів еврибіонтних і лісо-лучних. Найменше виявлено лісових видів (всього 4) (табл. 1). Вплив агротехнологій на досліджений ценоз не перешкоджає появі великої кількості не типових для таких порушених біотопів видів колембол, які характерні переважно для природних лісових екосистем. Вони мають певні екологічні обмеження для того щоб населяти такі відкриті та сухі оселища як рілля. Насамперед вони потребують підвищеної вологості середовища. Серед них *Bourletiella hortensis*, *Bourletiella arvalis*, *Willowsia platani*, *Orchesella pseudobifasciata*.

Таблиця 1

Таксономічний склад, відносна чисельність і екологічна група колембол у досліджених агроценозах

Родина / Рід / Вид	Агроценози			Екологічна група
	I	II	III	
HYPOGASTRURIDAE Börner, 1906				
<i>Ceratophysella succinea</i> (Gisin, 1949)	27,7	2,8	11,4	Клчс(вп)
<i>Hypogastrura manubrialis</i> (Tullberg, 1869)	24,1	25,1	9,1	Г-Млл(вп)
<i>Willemia intermedia</i> (Mills, 1934)		1,6		Млч (гг)
BRACHYSTOMELLIDAE Stach, 1949				
<i>Brachystomella parvula</i> (Schäffer, 1896)		2,8		Клчс (вп)
TULLBERGIIDAE Bagnall, 1935				
<i>Metaphorura affinis</i> (Börner, 1902)		3,1		Клчс (вг)
<i>Mesaphorura critica</i> (Ellis, 1976)	1			Клчс(гг)
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> (Rusek, 1976)	1,6	14,0	7,8	Ее(гг)
<i>Mesaphorura florae</i> (Simon et al., 1994)			11,1	Ее(гг)
<i>Stenaphorura quadrispina</i> (Börner, 1901)		1,6		Клчс (вг)
<i>Onychiurus ambulans</i> (Linnaeus, 1758)	2,6			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)	0,5			Ее(вг)
<i>Agrophorura naglitschi</i> (Gisin, 1960)	1,9			Млч(гг)
ONYCHIURIDAE Börner, 1909				
<i>Protaphorura subarmata</i> (Gisin, 1957)		1,6	14,7	Ее(вг)
ISOTOMIDAE Schäffer, 1896				
<i>Desoria fennica</i> (Reuter, 1895)			4,5	Млс(вп)
<i>Cryptopygus thermophilus</i> (Axelson, 1900)				Клчс(вп)
<i>Folsomia lawrencei</i> (Rusek, 1984)	0,5		2,3	Млч(гг)
<i>Folsomia fimetaria</i> (Linnaeus, 1758)		7,8	18,2	Ее(вг)
<i>Folsomia spinosa</i> (Kseneman, 1936)		5,6		Млс (пг)
<i>Folsomia manolachei</i> (Bagnal, 1939)			2,3	Ее(пг)
<i>Folsomides parvulus</i> (Stach, 1922)			2,3	К-Млл(пг)
<i>Isotomodes productus</i> (Axelson, 1906)		2,8		Клчс (гг)
<i>Isotoma anglicana</i> (Lubbock, 1873)	3,2	2,8		К-Млл (вп)
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	2,5	18,7	12,3	Ее (нп)
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)	3,4		9,1	Клчс(вп)
ENTOMOBRYIDAE Schött, 1891				
<i>Entomobrya marginata</i> (Tullberg, 1871)	7,7			Ес(вп)
<i>Sinella tenebricosa</i> (Folsom, 1902)	3,8			К-Млл(пг)
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)	0,5	2,8		К-Млл (пг)
<i>Orchesella albofasciata</i> (Stach, 1960)	1	4,5		Клчс (а)
<i>Orchesella pseudobifasciata</i> (Stach, 1960)	1,6			Клс(к)
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> (Tullberg, 1871)	21,3	16,7	7,8	Млч (вп)

Продовження таблиці 1

<i>Lepidocyrtus paradoxus</i> (Usel, 1890)		1,6		Клчс (а)
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	3,2	4,7	33,3	Млч(пг)
<i>Pseudosinella imparipunctata</i> (Gisin, 1953)		2,8		Клчс (пг)
<i>Willowsia platani</i> (Nicolet, 1842)	7,7			Клс(к)
PARONELLIDAE Börner, 1913				
<i>Cyphoderus albinus</i> (Nicolet, 1842)	1,9			Клчс(с)
BOURLETIELLIDAE Börner, 1912				
<i>Bourletiella arvalis</i> (Fitch, 1863)	3,8	2,8		Млс (а)
<i>Bourletiella hortensis</i> (Fitch, 1863)	2,1		6,8	Млс(а)
<i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893)	0,5	2,8		Глл (вп)
KATIANNIDAE Börner, 1913				
<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1862)	1			Ес(вп)
<i>Sminthurinus elegans</i> (Fitch, 1863)	0,5		2,3	К-Млл(вп)
SMINTHURIDIDAE Börner, 1906				
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	1,5			Ес(вп)
Всього видів	28	21	16	
Частка чисельності домінантних видів (%)	81,5	81,4	93,1	

Примітки: I - пшеницевий агроценоз, II - ріпаковий агроценоз та III - картопляний агроценоз. 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 евритопних (Е) видів; групи лісових (лс), лучних (лч), лісо-лучних (лл), лучно-степових (лчс), евритопних (е) видів; підгрупи (життєва форма): а – атмобіонтна, к – кортицикольна, вп – верхньопідстильова, нп – нижньопідстильова, пг – підстильово-грунтова, вг – верхньогрунтова, гт – глибокогрунтова.

Агроценоз пшениці. У складі фауни ногохвісток агроценозу пшениці відмічено 28 видів, серед яких *Agrophorura naglitshi*, *Onychiurus ambulans*, *Protaphorura fimata*, *Стуртопус thermophilus*, *Cyphoderus albinus* траплялися лише у цьому типі досліджених агроценозів. Можливо для них характерні якісь специфічні екологічні потреби, які сформувалися саме в цьому агроценозі, або вони мають локальне поширення у природі. Переважна більшість з них екологічно пов'язані з антропозованим середовищем або сухими біотопами степової чи лісостепової широтних зон. Середня чисельність ногохвісток дослідженого агроценозу коливається у діапазоні 0,31-1,29 тис. ос./м².

В угрупованні ногохвісток агроценозу пшениці виявлено 3 константні види колембол: *Hypogastrura manubrialis*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Protaphorura fimata*, які траплялися більше, ніж у 50% проаналізованих ґрунтових проб. До групи другорядних видів входять *Willowsia platani*, *Ceratophysella succinea*, *Entomobrya marginata* і *Isotoma anglicana*. У групі випадкових решта 22 види ногохвісток, які траплялися менше, ніж у 10% ґрунтових проб.

На підставі дослідження структури домінування ногохвісток пшеницевого агроценозу було виявлено мало стабільне, але полідомінантне угруповання. Домінантне ядро формують 11 видів колембол, які належать до різних біотопних груп

2 з яких є еудомінантними в окремих варіантах пшениці (*Hypogastrura manubrialis*, *Lepidocyrtus cyaneus*), 1 доміантний (*Ceratophysella succinea*) і 8 – субдомінантних (табл. 3.1). Сумарно на частку їхньої чисельності належить 76,4-86,5% усіх особин колембол. Ці види ногохвісток постійно домінують у більшості ґрунтових проб.

Екологічна структура пшеницевого угруповання колембол характеризується переважанням як за кількістю видів, так і за відносною чисельністю (в % від загальної чисельності угруповання) лучно-степових, еврибіонтних та лісо-лучних видів. Лісова група, яка не спеціалізована до умов цього відкритого едафотопу, представлена малою кількістю видів (4), і відносно низькою їхньою чисельністю (табл. 1).

У спектрі життєвих форм ногохвісток агроценозу пшениці домінують (у % від загальної чисельності угруповання) геміедафічні (41%) та еуедафічні (47%) біоморфи ногохвісток. Третя частина загальної чисельності угруповання належить на частку верхньогрунтових форм. Значну частку формують нижньопідстилкові (15%) форми *Collembola*. Низьке видове різноманіття і низька чисельність зареєстровані у групі поверхневих біоморф: верхньопідстилкові – 12% і атмобіонтні – 1,1%. Кортицикольна група ногохвісток представлена лише двома видами.

Таким чином, населення колембол агроценозу пшениці, порівняно з природними угрупованнями, має малі значення різноманіття на альфа- і бета- рівнях різноманіття, а також основних екологічних індексів різноманіття. Досліджене угруповання колембол характеризується низькою щільністю населення і високою нерівномірністю розподілу особин в просторі едафотопу, оскільки більшість зареєстрованих видів ногохвісток мають випадкове поширення.

Агроценоз ріпаку. В двох варіантах агроценозу ріпаку за весь період дослідження сумарно виявлено 21 вид колембол, що належать до 8 родин і 19 родів (табл. 1). Екологічна ємність середовища дослідженого агроценозу на рівні α_a різноманіття сягає в середньому 2,2 види *Collembola*, а на рівні α_b – 13,3 види. Показник внутрішньоценотичного β_a -різноманіття, який опосередковано характеризує мозаїку екологічних умов даного агроценозу, дорівнює 18,4 одиниць. Основу фауни за біотопною приуроченістю формують лучно-степові види (всього 8): *Ceratophysella succinea*, *Brachystomella parvula*, *Metaphorura affinis*, *Stenaphorura quadrispina*, *Isotomodes productus*, *Lepidocyrtus paradoxus*, *Orchesella albofasciata*, *Pseudosinella imparipunctata*. Крім того, виявлено 5 видів еврибіонтних колембол. Найменше виявлено лісових і лучних видів (всього 2-3) (табл. 1).

Вплив агротехнологій на досліджений ценоз, як і в попередньому випадку не перешкоджає появі великої кількості не типових для таких порушених біотопів видів колембол, які характерні переважно для природних лісових екосистем. Серед них *Caprainea marginata*, *Bourletiella arvalis*, *Heteromurus nitidus*, *Folsomia spinosa*.

У складі фауни ногохвісток агроценозу ріпаку відмічено 9 видів (*Isotomodes productus*, *Stenaphorura quadrispina*, *Folsomia spinosa*, *Isotomodes productus*, *Lepidocyrtus paradoxus* та ін.), які траплялися лише у цьому типі досліджених агроценозів. Частина з них екологічно пов'язані з антропоїзованим середовищем або сухими біотопами степової чи лісостепової широтних зон (*Isotomodes productus*, *Stenaphorura quadrispina*, *Isotomodes productus*).

В угрупованні ногохвісток агроценозу ріпаку виявлено 3 константні види колембол: *Hypogastrura manubrialis*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Parisotoma notabilis*, які траплялися більше, ніж у 50% проаналізованих ґрунтових проб. До групи другорядних видів входять *Lepidocyrtus cyaneus*, *Folsomia spinosa*, *Folsomia fimetaria* і *Orchesella albofasciata*. У групі випадкових решта 15 видів ногохвісток, які траплялися менше, ніж у 10% ґрунтових проб. Середня чисельність ногохвісток дослідженого агроценозу коливається у діапазоні 0,2-0,4 тис. ос./м².

На підставі дослідження структури домінування ногохвісток ріпакового агроценозу було виявлено мало стабільне, але полідомінантне угруповання. Домінантне ядро формують 8 видів колембол, які належать до різних біотопних груп, але більшість з них були виявлені в складі лише одного з варіантів дослідженого агроценозу. Серед домінантних видів таких, які домінують лише в одному варіанті було 3, а серед субдомінантних – також 3. В обох варіантах ріпакового агроценозу домінувало лише два види: *Parisotoma notabilis* та *Mesaphorura macrochaeta*. Не виявлено жодного субдомінанта, який би домінував одночасно в обох варіантах дослідженого агроценозу (табл. 3.2). Сумарно на частку їхньої чисельності належить 75,1-87,6% усіх особин колембол. Ці види ногохвісток постійно домінують у більшості ґрунтових проб. Частка видового різноманіття рецедентних та субрецедентних видів ногохвісток у ріпаковому агроценозі є також, як в попередньому агроценозі дуже малою і складає трохи більше ніж 50% видового складу колембол.

У спектрі життєвих форм ногохвісток агроценозу ріпаку домінують (у % від загальної чисельності угруповання) представники різних біоморф ногохвісток, серед яких найбільше верхньопідстилкових (40%). Четверту частину від загальної чисельності угруповання складають нижньопідстилкові форми. Значну частку формують верхньо- та нижньогрунтові види життєвих форм *Collembola*.

Таким чином, населення колембол агроценозу ріпаку, як і пшениці, має малі значення різноманіття на альфа- і бета- рівнях різноманіття, а також основних екологічних індексів різноманіття, порівняно з природними угрупованнями. Досліджене угруповання колембол характеризується дуже низькою щільністю населення і високою нерівномірністю розподілу особин в просторі едафотопу, порівняно з іншими агроценозами.

Агроценоз картоплі. В двох варіантах агроценозу картоплі за весь період дослідження сумарно виявлено 16 видів колембол, що належать до 7 родин і 15 родів (табл.1). Екологічна ємність середовища дослідженого агроценозу на рівні α_a різноманіття сягає в середньому 1,5 видів *Collembola*, а на рівні α_b – 10 видів. Показник внутрішньоценотичного β -різноманіття дорівнює 5.3, що свідчить про високу контрастність розподілу населення у цьому біотопі, обумовлену строкатістю екологічних умов едафотопу. Основу фауни за біотопною приуроченістю формують еврибіонтні види (всього 7): *Mesaphorura florum*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Protaphorura subarmata*, *Folsomia fimetaria*, *Folsomia manolachei*, *Parisotoma notabilis* і *Sminthurinus aureus*. Крім того, виявлено по 3 види лучних і лісо-лучних видів, а також по 2 види лучностепових і лісових колембол (табл. 1).

Вплив агротехнологій на досліджений ценоз, як і в попередніх випадках сприяє появі великої кількості не типових для таких порушених біотопів видів колембол, які

характерні переважно для природних лісових екосистем. Серед них *Lepidocyrtus cyaneus*, *Bourletiella hortensis*, *Heteromurus nitidus*.

У складі фауни ногохвісток агроценозу картоплі відмічено 2 види (*Bourletiella hortensis*, *Mesaphorura florum*), які траплялися лише у цьому типі досліджених агроценозів. Можливо в даному біотопі склалися відповідні екологічні умови для зазначених видів колембол. Через слабку едифікаторну роль картоплі в цьому біотопі, невелика частина видів представляє угруповання сухих біотопів степової чи лісостепової широтних зон (*Folsomia lawrencei*, *Folsomides parvulus*, *Ceratophysella succinea*).

В угрупованні ногохвісток агроценозу картоплі виявлено 3 константні види колембол: *Protaphorura subarmata*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Lepidocyrtus cyaneus*, які траплялися більше, ніж у 50% проаналізованих ґрунтових проб. До групи другорядних видів входять *Ceratophysella succinea*, *Mesaphorura florum*, *Folsomia fimetaria*, *Pseudosinella alba*. У групі випадкових решта 10 видів ногохвісток, які траплялися менше, ніж у 10% ґрунтових проб. Середня щільність населення ногохвісток дослідженого агроценозу коливається у діапазоні 0,1-0,3 тис. ос./м², що є найменшим показником у ряду досліджених агроценозів.

На підставі дослідження структури домінування ногохвісток картопляного агроценозу було виявлено угруповання з багатьма домінантними видами, більшість з яких не можуть утримати домінантні позиції в обох варіантах агроценозу. Домінантне ядро формують 12 видів колембол, які належать до різних біотопних груп і життєвих форм. Наприклад, *Pseudosinella alba* був еудомінантним лише в одному варіанті картопляного ценозу, в другому він повністю відсутній. Серед домінантних видів таких, які домінують лише в одному варіанті було 4, а серед субдомінантних – також 4. В обох варіантах агроценозу картоплі домінувало як домінант або субдомінант лише три види: *Protaphorura subarmata*, *Lepidocyrtus cyaneus* та *Mesaphorura macrochaeta* (табл.1). Сумарно на частку їхньої чисельності належить 86,2-100% усіх особин колембол. Ці види ногохвісток постійно домінують у більшості ґрунтових проб. Частка видового різноманіття рецедентних та субрецидентних видів ногохвісток у ріпаковому агроценозі є також, як в попередньому агроценозі дуже малою і складає лише 0-15% видового складу колембол.

У спектрі життєвих форм ногохвісток агроценозу картоплі переважають (у % від загальної чисельності угруповання) верхньопідстилкові біоморфи ногохвісток (понад 40%). На другому місці після них – представники верхньогрунтової біоморфи колембол (36,2%). Найменші частки населення формують представники нижньогрунтової, атмобіонтної та нижньогрунтової життєвих форм *Collembola*. Низьке видове різноманіття і низька чисельність зареєстровані у групі колембол підстилково-ґрунтової біоморфи.

Таким чином, населення колембол агроценозу картоплі має найменші значення різноманіття на альфа- і бета- рівнях різноманіття, а також основних синекологічних індексів різноманіття, порівняно з усіма дослідженими варіантами агроценозів. Досліджене угруповання колембол характеризується найменшою щільністю населення і найбільш вирівняним розподілом особин в просторі едафотопу серед досліджених агроценозів.

Населення колембол досліджених типів агроценозів є дуже різним за екологічною структурою. Зокрема, у таблиці 2 наведені значення деяких індексів різноманіття, які дають можливість поглибити наші уявлення про структуру угруповань колембол. Аналіз індексів різноманіття Шеннона H' і Сімпсона D для досліджених агроугруповань ногохвісток показав, що найменше різноманіття виявлено в ріпаковому агроценозі, а найбільше в картопляному. Малі показники загального різноманіття ногохвісток в агроценозах, порівняно з природними аналогами залежать переважно від низького показника ценотичного α_b -різноманіття, від збільшення індекса Бергера-Паркера в найчисельнішого виду (показник d), а також вирівняності населення (E).

Таблиця 2

Параметри різноманіття угруповань колембол досліджених агроценозів Жовківщини

Показник	Агроценози		
	Пшениця	Ріпак	Картопля
Щільність, тис. ос/м ²	0,31-1,29	0,24-0,4	0,1-0,3
α_a	1-8 (2,6)	1-6 (2,2)	1-4 (1,5)
α_b	14-21 (18,4)	11-14 (13,3)	5-14 (10)
β_a	5,4-6,7 (6,0)	4,6-5,2 (4,8)	3,1-7,6 (5,3)
D	0,13-0,26 (0,2)	0,2-0,3 (0,3)	0,08-0,09 (0,1)
D	0,31-0,37 (0,4)	0,4-0,5 (0,4)	0,17-0,30 (0,2)
H'	1,91-2,31 (2,0)	1,8-1,9 (1,8)	1,83-2,46 (2,2)
E	0,61-0,82 (0,6)	0,7-0,7 (0,6)	0,9-0,9 (0,9)

Примітки: α_a – точкове альфа-різноманіття, α_b – ценотичне альфа-різноманіття, β_a – внутрішньоценотичне бета-різноманіття, D – індекс Сімпсона, d – індекс Бергера-Паркера, H' – індекс Шеннона, E – індекс вирівняності Шеннона, (...) – середні значення показника.

Проведений нами аналіз різноманіття досліджених агроугруповань колембол методом Q -статистики показав, що найрізноманітнішими є угруповання ногохвісток у пшеницевому ценозі, для якого значення індексу Q дорівнює приблизно 9 одиницям, а найменше різноманітними в ріпаковому та картопляному, де цей параметр є значно нижчим ніж 5,0 одиниць. Таким чином, показник загального різноманіття комплексів колембол може значно відрізнятися у різних типах агроценозів, що може бути пов'язано з особливістю локальних екологічних умов їхнього едафотопу.

Висновки

На основі проведених досліджень було встановлено особливості фауни та населення колембол в основних типах агроценозів Жовківського району Львівської області, оцінено основні напрямки трансформації досліджених угруповань під впливом вирощування певного виду сільгоспкультури, а також запропоновано апробовані біомаркери для оцінки екологічної якості едафотопу в агроценозах із використанням колембол.

1. Виявлено, що населення колембол агроценозів дослідженого регіону в цілому характеризується малим видовим багатством і значною варіабельністю показників щільності населення (від 0,1-1,24 тис. ос./м²). У досліджених агроценозах загалом було виявлено 43 види колембол, які належать до 29 родів і 10 родин. Встановлено, що окремі ценотичні фауни (α -різноманіття) включають від 5 до 21 видів колембол (в середньому 13,9). В одній ґрунтовій пробі (α_a -різноманіття) трапляється від 1 до 8 видів колембол (в середньому 2,1). Найвища ємність середовища для колембол на рівні α_a -різноманіття характерна для пшеницевого агроценозу, а найменша – картопляного.

2. Особливості екологічної структури угруповань колембол досліджених агроценозів полягають у кількісному переважанні лучно-степових, евтрибонтних і компостних видів колембол над лісовими, лучними і лісо-лучними, які характерні для природних екосистем району дослідження.

3. Виявлено, що екологічне різноманіття угруповань колембол може помітно відрізнятися не тільки в різних типах досліджених агроценозів, але й різних варіантах того самого типу. Це може бути пов'язано як із особливістю локальних екологічних умов у конкретних едафотопах так і з використанням різних агротехнічних заходів.

4. Встановлено, що під впливом сільськогосподарського використання землі радикально змінюється структура угруповань Collembola, порівняно з їхніми природними аналогами. Ці трансформації обумовлені а) зменшенням показників загального видового багатства, б) зміною якісного складу і кількісного співвідношення домінантів, спектрів екологічних груп та життєвих форм, а також в) зменшенням структурованості самих угруповань, які можна оцінити за індексами Шеннона і Сімпсона.

5. Запропоновано використовувати такі біомаркери якості ґрунтів у агроценозах, як: а) індекси різноманіття Шеннона, Сімпсона та Бергера-Паркера, б) структура домінування і якісний склад домінантів, в) спектри життєвих форм і г) спектри екологічних груп. Натомість виявлено, що показники щільності населення колембол є малочутливими до сільськогосподарського використання землі.

Гоблик К.М., Капрусь І.Я. 2015. Урбаногенна трансформація угруповань колембол Закарпатської низовини. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. Луцьк. № 12. 163–171.

Капрусь І.Я. 2010. Таксономічна структура і типологія регіональних фаун ногохвісток (Collembola) Євразії. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Вип. 26. С. 39–50.

- Капрусь І.Я. 2013. *Хорология різноманіття колембол (філогенетичний, типологічний і фауністичний аспекти)*. Дисертація доктора наук, Інститут зоології НАН України. Київ. 497 с.
- Капрусь І.Я., Гоблик К.М. 2015. Екологічна та созологічна оцінка ґрунтів Закарпатської низовини за угрупованнями колембол. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Вип. 31. С. 45–58.
- Капрусь І.Я., Махлинець Т.М. 2015. Особливості фауни й населення колембол правобережного сектору лісостепової зони України. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Вип. 31. С. 59–72.
- Капрусь І.Я., Мицак О.Я., Савчак О.Р. 2023. Населення колембол болотних екосистем української частини Міжнародного біосферного резервату «Розточчя». *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Випуск 39. С. 43–56.
- Кузнецова Н.А. 2005. *Организация сообществ почвообитающих коллембол*. Москва : ГНО Прометей. 244 с.
- Мерза С.П., Капрусь І.Я. 2019. Фауна й населення колембол агроценозів Малого Полісся. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Вип. 35. С. 97–110.
- Стебаева С.К. 1970. Жизненные формы ногохвосток (Collembola). *Зоол. журн.* Т. 44 № 10. С. 1437–1454.
- Magurran A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing Ltd, UK. 256 pp.
- Shrubovych J. 2002. The fauna of springtails (Collembola) in Lviv. *Vestnik zoologii*. Vol. 36 No 2. P. 63–67.
- Roithmeier O., Burkhardt U., Daghighi T., 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.
- 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.

¹ Львівський національний університет університет природокористування, м. Дубляни, Львівська обл.

e-mail: datskotm@lnup.edu.ua, e-mail: KachmarNV@lnau.edu.ua

Datsko T.M., Kachmar N.V

Ecological and faunistic characteristics of taxocenes of Collembola in the agroecosystems of Zhovkivsky (Lviv District)

As a result of the conducted research, a total of 43 species of collembola were found, which belong to 29 genera and 10 families. In the course of longer and larger-scale research in agroecosystems, it is possible to detect significantly more species (according to literature data, no less than 70). The studied coenotic fauna (α -diversity) includes from 5 to 21 species of collembola (on average 13.9). One soil sample ($\alpha\alpha$ -diversity) contains from 1 to 8 species of Collembola (on average 2.1). The highest capacity of the medium for collembola at the level of $\alpha\alpha$ -diversity is characteristic of wheat agroecosystem, and the smallest – of potato. The β -diversity index of collembola (differentiating diversity) of the studied agroecosystems is 3.5 times higher than in natural biotopes of the broad-leaved forest zone, which is associated with a greater contrast of edaphic conditions of the arable environment. The noted high values of the β -diversity index in agroecosystems are associated with relatively small values of the so-called point $\alpha\alpha$ -diversity. A noticeable decrease in the ecological capacity of the environment for collembola at the level of $\alpha\alpha$ -diversity in the studied agroecosystems is due to the contrast of physical and chemical conditions in specific edaphotopes, the weak edifying effect of the cultivated crop, as well as the implementation of agrotechnical measures. The analysis of the β -diversity index shows that the greatest unevenness of intracoenotic conditions for collembola was found in agroecosystems of wheat (β -diversity = 5.9), the average in potatoes (5.3), and the smallest in rapeseed (4.7, respectively). The indicator of the average population of collembola in the studied types of agroecosystems varies in a 30-fold interval of values. It has the highest average value in wheat agroecosystem and the lowest value in potato. However, in comparison with natural forest and meadow coenoses, the maximum indicator of the number of individuals in the studied agroecosystems is about an order of magnitude lower. The obtained data on the share of families in the studied coenotic fauna generally agree with the literature data that are known for the natural coenoses of western Ukraine

Keywords: *synecology, fauna, Collembola, agroecosystem of wheat, potatoes, rape, types of diversity, ecological structure.*