

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ КАРПАТ**

**ГОБЛИК КАЛИНА МИХАЙЛІВНА**

УДК 595.71+591.5+591.9

**БІОТОПНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ТА ІНДИКАТОРНЕ ЗНАЧЕННЯ  
НАСЕЛЕННЯ КОЛЕМБОЛ ЗАКАРПАТСЬКОЇ НИЗОВИНИ**

**03.00.16 – екологія**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**дисертації на здобуття наукового ступеня**  
**кандидата біологічних наук**

**Львів – 2015**

*Дисертацією є рукопис*

Робота виконана в Державному природознавчому музеї Національної академії наук України, м. Львів

**Науковий керівник:** доктор біологічних наук,  
старший науковий співробітник,  
**Капрусь Ігор Ярославович**  
Державний природознавчий музей НАН України  
завідувач відділу біосистематики та еволюції

**Офіційні опоненти:** доктор біологічних наук, професор,  
**Іванців Володимир Васильович**,  
Східноєвропейський національний університет  
Імені Лесі Українки, завідувач кафедри екології

кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри зоології  
**Назарук Катерина Миколаївна**,  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка

Захист відбудеться «        » \_\_\_\_\_ 2015 р. о \_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.257.01 в Інституті екології Карпат НАН України за адресою: 79026, м. Львів, вул. Козельницька, 4.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту екології Карпат НАН України за адресою: 79026, м. Львів, вул. Козельницька, 4.

Автореферат розісланий “        ” \_\_\_\_\_ 2015 р.

**Учений секретар спеціалізованої  
вченої ради, к.б.н.**

**І.М. Шпаківська**

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Пріоритетними завданнями сучасної екології є вивчення факторів, що зумовлюють просторову диференціацію біорізноманіття, встановлення особливостей формування угруповань живих організмів у різних умовах, а також визначення їхньої стійкості до антропогенних порушень середовища. Вивчення просторової диференціації педобіонтів має не тільки теоретичне значення для екології, але й практичне, для оцінки ґрунтових біоресурсів, розвитку агроекології, розуміння процесів функціонування і забруднення ґрунту, а також охорони біорізноманіття ґрунтів (Покаржевский та ін., 2007; Ettema, Wardle, 2002).

Серед спеціальних заходів суспільства направлених на охорону природного середовища та раціональне природокористування важлива роль належить біоіндикації. Її розглядають, як метод оцінки якості природного середовища та його окремих екологічних характеристик на основі стану біологічних систем (Биоиндикация ..., 1988; Гиляров, 1982). Методи біоіндикації ґрунтового середовища розроблені на сьогодні недостатньо добре. Популярні фізико-хімічні методи індикації ґрунту можуть вказати на якісні та кількісні особливості дії екологічного фактора, але вони лише опосередковано свідчать про його біологічний ефект (Мелецис, 1985, Yoccoz, 2001).

Представники класу ногохвісток або колембол (Collembola) є одним із важливих компонентів ґрунтових екосистем. Угруповання колембол представляє значний інтерес для зооіндикації завдяки високому таксономічному й екологічному різноманіттю і легкості обліку кількісними методами дослідження круглорічно (Кузнецова, 2005).

Територія Закарпатської низовини є зручним модельним регіоном для вивчення біотопної диференціації населення колембол. На цій території панують традиційні методи землекористування, що значно посилюють фрагментацію середовища та просторову диференціацію тваринного населення. Основні зміни середовища Закарпатської низовини пов'язані з активною розбудовою населених пунктів, сільським господарством і гідромеліоративними заходами в долинах річок.

Недостатня вивченість причин просторової диференціації різноманіття колембол, а також необхідність розроблення методів біоіндикації ґрунтів зумовили обрання даної теми дисертаційної роботи.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.** Робота виконувалася в рамках двох планових наукових тем Державного природознавчого музею НАН України (ДПМ НАНУ) «Філетична і типологічна організація розмаїття окремих груп біоти на території України» (№ держреєстрації 0106U002480, 2009–2010 рр.); і «Еволюція та хорологія різноманіття модельних груп флори і фауни України» (№ держреєстрації 0111U002181, 2011–2015 рр.).

**Мета й завдання дослідження.** *Мета роботи* – встановити особливості біотопної диференціації угруповань колембол Закарпатської низовини та оцінити їхнє індикаторне значення для екомоніторингу ґрунтів.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі *основні завдання*:

1. Узагальнити дані щодо таксономічного та екологічного різноманіття угруповань колембол дослідженого регіону.
2. Виявити особливості диференціації населення колембол в едафо-фітоценотичних рядах біотопів Закарпатської низовини.
3. Описати закономірності перебудови угруповань колембол у градієнтах природних і антропогенних факторів.
4. Встановити випадки інтродукції та синантропізації видів колембол дослідженого регіону.
5. Розробити підходи для використання колембол як біоіндикаторних тест-систем для екологічного моніторингу ґрунтового середовища та охорони біорізноманіття ґрунту.

*Об'єкт досліджень*: угруповання колембол Закарпатської низовини.

*Предмет досліджень*: біотопна специфіка екологічної структури та індикаторне значення населення колембол.

*Методи дослідження*. Збирання та опрацювання матеріалу проводили відповідно до загальноприйнятих у ґрунтовій зоології методик (Методы ..., 1975; Количественные ..., 1987). Статистичний аналіз матеріалу проводили за допомогою програм Statistica 7 (StatSoft, Inc., 1997) і Past, доступної через мережу інтернет (Hammer et al., 2001). Оцінка параметрів різноманіття колембол відбувалася згідно з методичними підходами, описаними Е. Мегарран (2004).

Дисертаційна робота базується на власних дослідженнях, проведених протягом вегетаційного періоду 2008–2010 років і аналітичному узагальненні наявних літературних даних.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше досліджено просторову диференціацію населення колембол Закарпатської низовини, описано специфіку структурної організації їхніх угруповань в основних типах природних та урбанізованих біотопів регіону. Встановлено закономірності перебудови досліджених угруповань у градієнті урбанізації середовища та під впливом гідромеліорації заплавних лук. Уперше оцінено екологічний стан ґрунту в урбанізованих біотопах міст Ужгорода і Виноградів, запропоновано вісім біомаркерів для оцінки екологічної якості ґрунтів із використанням колембол, а також обґрунтовано інтродукцію і синантропізацію для 12 видів цих тварин Закарпаття. Запропоновано вісім хорологічних категорій фауни для оцінки природоохоронної цінності ґрунтової біоти в конкретних біотопах, а також 31 індикаторний вид колембол для оцінки раритетності їхніх угруповань. Описано два нових для науки види колембол (*Neonaphorura zakarpatica*, *Neonaphorura graffi*) і встановлено 4 види, які є новими для фауни України (*Deuteraphorura frassassii*, *Mesaphorura simoni*, *Pseudosinella noseki*, *Jevania weinerae*).

**Практичне значення одержаних результатів.** Проведені зооіндикаційні дослідження мають практичну цінність для розроблення ефективних методів моніторингу екологічного стану ґрунтового середовища на заході України, зокрема, оцінки екологічної якості ґрунтів Закарпатської низовини з використанням колембол. Вони можуть бути використані для оптимізації існуючої природоохоронної мережі дослідженого регіону при виділенні

«ключових зоологічних територій» і репрезентативних та унікальних ділянок ґрунтового покриву. Фауністичні дослідження ногохвісток на Чорній горі біля м. Виноградів лягли в основу «Літопису природи» Карпатського біосферного заповідника. Результати роботи використані для доповнення еталонної колекції цих безхребетних тварин у фондах ДПМ НАНУ. Проведена таксономічна ревізія колембол з роду *Neonaphorura* Wagnall, 1936 дозволила створити ключ для визначення усіх відомих видів у межах Голарктики. Узагальнюючі матеріали, отримані за результатами виконання роботи, були використані в педагогічній роботі під час викладання в УжНУ навчальних дисциплін «Основи екології» та «Загальна ентомологія».

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є результатом самостійного дослідження автора, який концептуально обґрунтував теоретичні положення роботи, розробив план виконання конкретних етапів, зібрав та ідентифікував польовий і колекційний матеріал, провів статистичний аналіз первинних даних, а також узагальнив отримані результати. Близько 10 % опрацьованого матеріалу **становила** колекція колембол ДПМ НАНУ, яка зібрана на Закарпатті д.б.н. І.Я. Капрусем. Визначення матеріалу колембол проведені атором на 70% самостійно, решта 30% за участю наукового керівника. Особистий внесок автора в публікаціях із співавторством становить від 50 до 70%.

**Апробація результатів досліджень.** Основні положення і результати досліджень оприлюднені на різних наукових форумах: науковій конференції Українського ентомологічного товариства (м. Київ, 2013), Ужгородських ентомологічних читаннях (м. Ужгород, 2012, 2013, 2014), семінарах Львівської ентомологічної школи (сmt. Івано-Франкове, 2013, 2014), конференції присвяченій 100-річчю від дня народження професора В.І. Здуна (м. Львів, 2008), міжнародній науковій конференції «Проблеми вивчення еволюції та хорології таксономічного різноманіття біоти» (м. Львів, 2011), а також регіональній науково-практичній конференції «Охорона та раціональне використання ресурсів Українських Карпат» (Ужгород, 2008 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 10 наукових праць, у тому числі 5 статей у наукових фахових виданнях, 5 – тез і матеріалів доповідей на конференціях.

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертація складається з вступу, 7 розділів основної частини, висновків, 4 додатків і списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг дисертації – 209 сторінок, із них текст основної частини займає 149 сторінок. Робота ілюстрована 22 рисунками і 26 таблицями. Додатки займають 14 сторінок. Список літератури включає 230 джерел, з яких 61 латиною.

### **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

#### **КОЛЕМБОЛИ ЯК ОБ'ЄКТ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В УКРАЇНІ**

**У цьому розділі** узагальнено літературну інформацію про результати дослідження аут- і синекології колембол в Україні (Мартынова, Скляр, 1973; Климовская, Рукавец, 1988, Чернобай та ін., 2003; Тарашук, 1984–1996; Тарашук

та ін., 2013; Капрусь, 1993–2014, Капрусь, Рукавець, 2012; Бондаренко-Борисова 1998–2002; Старостенко 1998–2004; Безкровна 2000–2008; Шрубович, 1998–2006; Рукавець, 2009–2013; Kseneman, 1938; Nosek, Vysotskaya, 1973; Bondarenko, Sandul, 2002 та ін.).

На основі проведеного аналізу зроблено висновок, що різні регіони України нерівномірно охоплені екологічними дослідженнями колембол. Наголошено, що вивченню фауни та екології колембол Закарпатської низовини, крім робіт автора, присвячено лише кілька праць, опублікованих за останні 15 років (Давидович, 2001, Цалан 2008–2011). Серед них найбільше наукове значення мають праці Ю.В. Цалана (2008–2011), які стосуються аналізу антропогенних змін населення колембол у лісових біотопах заплави ріки Латориці. Тому, актуальними завданнями ґрунтово-зоологічних досліджень залишаються вивчення фауни, синекології, біотопної диференціації та індикаторного значення населення колембол Закарпатської низовини.

## ПРИРОДНІ УМОВИ ЗАКАРПАТСЬКОЇ НИЗОВИНИ

**Фізико-географічні умови.** Висвітлено загальну інформацію щодо геоморфології, геології, клімату, гідромережі, типів ґрунтів і рослинного покриву дослідженого регіону.

**Основні види біотопів регіону та особливості їх поширення.** Наведено коротку характеристику основних типів біотопів Закарпатської низовини за Р. Кішом, Є. Андриком і В. Мірутенком (2006). Серед ідентифікованих ними типів біотопів, які внесені до Європейської Директиви «Біотопи», п'ять належать до прісноводних, один – до чагарникових помірної зони, шість – до природних та напівприродних лук, три – до скельних та сім – до лісових. За кількістю виявлених осередків і їх площею, рідкісними для Закарпатської низовини вважають усі біотопи ксеротермних лучних, чагарникових та лісових угруповань, а також скельні біотопи з піонерною і хазмофітною рослинністю, що приурочені до схилів із південною експозицією. В таких місцях вони збереглися у вигляді невеликих реліктових острівців. Тому, всі вони перебувають під загрозою зникнення і потребують правової охорони.

## ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Характеристика досліджених біотопів.** Для дослідження було обрано 14 типів біотопів Закарпатської низовини, з яких 7 природних або напівприродних, а також 6 антропоізованих. Серед природних біотопів було обрано три варіанти дубових (паннонський ксеротермний дубовий, субпаннонський дубово-грабовий, заплавної дубово-в'язово-ясеневий), три лучних (субпаннонський лучно-степовий, низиннолучний, заплавнолучний) і один ксеротермний субпаннонський чагарниковий. Досліджені біотопи були ординовані в едафо-фітоценотичні ряди за фактором вологості. Серед урбанізованих біотопів вивчено по два варіанти парків і газонів, один сквер і виноградник у містах Ужгород і Виноградів. Крім того, досліджено гідромеліоровану луку в заплаві р.

Латориці. Наведено коротку характеристику досліджених біотопів Закарпатської низовини (географічні координати, вік, загальну площу, склад рослинного покриву, тип ґрунту і його фізико-хімічні властивості). Вказано кліматичні показники у період збору матеріалу 2007-2008 років у районі дослідження.

**Матеріал і методи досліджень.** Матеріалом для виконання роботи слугували колемболи, які зібрані нами в 2008–2010 роках у 14 типах біотопів Закарпатської низовини. Крім того, проведено критичне узагальнення усіх наявних літературних даних по вивченню фауни і населення колембол Закарпаття.

Відбирання ґрунтових проб проводили лінійними серіями через кожні 10 м. Для відбору проб використовували металічний бур із об'ємом 385 см<sup>3</sup> (радіус 3,5 см x глибину 10 см, підстилка разом із ґрунтом). Ґрунтові зразки були відібрані серіями по 15–30 проб стандартного розміру в кожному біотопі. Загалом, за весь період досліджень було відібрано 540 ґрунтових проб. З ґрунтових проб виділено понад 37,8 тис. особин колембол. Якісними методами зібрано близько 12 тис. особин цих тварин.

Систему таксонів класу колембол прийнято за інформацією на спеціальному вебсайті (Bellinger et al., 1996–2013). Система життєвих форм (біоморф) колембол прийнята згідно підходу С.К. Стебаєвої (1970). Біотопні (екологічні) групи колембол виділяли за підходом І.Я. Капруся (2013). Типи організованості угруповань колембол (спеціалізовані, евритопні та збірні) були визначені за підходом Н.О. Кузнецової (2005). Ступінь гомогенності досліджених біотопів визначали за системою Яласа – Зукопа (Биоиндикация ..., 1988). Оцінку ступеня антропогенної порушеності ґрунту в градієнті урбонавантаження та під впливом гідромеліорації лучних екосистем регіону проводили за методикою С.М. Чеснокової (2007). Для оцінки екологічної цінності ґрунтового покриву за населенням колембол у ландшафтній структурі певного регіону використано модифікований показник ІЕЦ (індикатор екологічної цінності ґрунту) (Биоиндикация ..., 1988). Структуру домінування оцінювали за критеріями Г. Штекера і А. Бергмана (1977).

Для аналізу структури угруповань колембол використовували стандартизовані синекологічні показники та методи кількісного аналізу (Лебедева та ін, 2004, Песенко, 1982, Мегарран, 1992, Чернов, 1975). Порівняння біотопних угруповань колембол проводили методами кластерного та ординаційного аналізу з використанням програми STATISTICA 7 (StatSoft, Inc., 1997). Особливості біотопної приуроченості конкретних видів оцінювали за індексом “відносної біотопної приуроченості Песенко ( $F_{ij}$ )” (Песенко, 1982).

## СТРУКТУРА НАСЕЛЕННЯ КОЛЕМБОЛ ПРИРОДНИХ БІОТОПІВ

**Таксоцен колембол дубових лісів.** В заплавних дубово-в'язово-ясеневих біотопах за літературними та нашими даними сумарно виявлено 80 видів колембол. У середньому, в стандартній ґрунтовій пробі (точкове  $\alpha$ -різноманіття) фіксується 6,3 види. Рівень диференціюючого  $\beta$ -різноманіття колембол



дорівнює 3,3 одиниці та свідчить про контрастність внутрішньобіотопних умов. Середня щільність населення колембол у дослідженому біотопі становить 9,5 тис. ос. м<sup>2</sup>. Домінує 5 видів колембол, що становить понад 18 % видового різноманіття і 73,5 % чисельності дослідженої фауни. Серед них один еудомінантний, один доміантний, а також три субдомінантних види. Усі вони є еврибіонтними таксонами, що мають широкі ареали поширення.

За кількістю видів у спектрі життєвих форм колембол переважають верхньопідстилкові і підстилково-грунтові біоморфи. Однак, за показником відносної чисельності абсолютну першість займають підстилково-грунтові форми при відносно високій представленості підстилкових та глибокогрунтових. У спектрі біотопних груп за кількістю видів переважають евритопні та лісові таксони, але за відносною чисельністю абсолютна перевага належить лише евритопним колемболам. Специфіка дослідженого угруповання – висока частка групи навколоводних видів.

На двох ділянках субпанонського дубово-грабового лісу виявлено 36 видів колембол. На рівні ценотичного  $\alpha$ -різноманіття зафіксовано 24-28 видів. В середньому в одній ґрунтовій пробі зафіксовано 5,4 види. Показник внутрішньоценотичного  $\beta$ -різноманіття = 3,9. Щільність населення колембол у даному типі біотопів коливається у діапазоні 7,3-16,6 тис. ос./м<sup>2</sup>. До кола масових таксонів ногохвісток (еудомінантів+домінантів+субдомінантів) входить 10 видів, причому, їхній склад у цих двох досліджених варіантах біотопів мало перекривається. Серед кола масових форм виявлено по одному еудомінантному виду, 1-2 доміантних і 1-7 субдомінантних, які сумарно складають 81,4-86,4 % від загальної чисельності конкретного угруповання.

У спектрах життєвих форм за відносним видовим багатством домінують представники глибокогрунтової і верхньопідстилкової життєвих форм. Однак, за індексом відносної чисельності біоморф переважають групи нижньопідстилкових і підстилково-грунтових колембол. У спектрі біотопних груп переважають евритопні та лісові види. Особливістю екологічної структури даного типу біотопів є порівняно висока питома частка лучно-степових таксонів.

У панонських ксеротермних дубових біотопах сумарно виявлено 67 видів колембол. На рівні ценотичного  $\alpha$ -різноманіття виявлено 28 видів. У середньому, в одній ґрунтовій пробі зафіксовано 5,2 таксонів. Показник внутрішньоценотичного  $\beta$ -різноманіття дорівнює 3,5 одиниць. Щільність населення колембол: 6,1 тис. ос./м<sup>2</sup> весною, та 13,4 тис. ос./м<sup>2</sup> осінню. Виявлено 7 масових видів, серед яких 1 еудомінантний, 1 доміантний і 5 субдомінантних. Частка масових видів у цьому типі біотопів становить 86,3 % від загальної чисельності.

У спектрі життєвих форм ногохвісток даного біотопу за відносним видовим багатством і чисельністю переважають верхньопідстилкові й підстилково-грунтові форми колембол. У спектрі біотопних груп також, як у інших варіантах дубових лісів, переважають евритопні та лісові види. Специфіка дослідженого угруповання зумовлена порівняно високою часткою лучно-степових видів колембол (5,3% від загального видового різноманіття) і присутністю степової форми *Isotomurus stepposus*.



За критерієм спеціалізованості угруповань Н.О. Кузнецової (2005) усі досліджені угруповання колембол дубових лісів можна віднести до евритопного типу.

**Таксоцен колембол ксеротермних субпаннонських чагарників.** Цей тип біотопів досі не був досліджений на предмет колембол не тільки на Закарпатті, але й у Європі. За матеріалами проведених досліджень в заказнику «Чорна гора» загалом виявлено 54 види ногохвісток. В середньому в одній ґрунтовій пробі зафіксовано всього 5,7 таксонів. Показник внутрішньоценотичного  $\beta$ -різноманіття дорівнює 2,6 одиниць. Середня щільність населення колембол 6,5 – 11,3 тис. ос. м<sup>2</sup>. До кола масових видів у різні сезони року входить 11 форм. Серед них, за узагальненими даними, виявлено 1 еудомінантний і 6 субдомінантних види.

У спектрі життєвих форм ногохвісток даного біотопу, як і ксеротермної діброви паннонського типу за відносним видовим багатством і чисельністю переважають верхньопідстилкові й підстилково-ґрунтові форми колембол, частка яких за видовим різноманіттям складає 40,7 %, а за чисельністю 75,2 %. Специфіка спектру біотопних груп обумовлена високою сумарною часткою лучно-степових, степових, лучних і лісо-лучних видів колембол, які разом складають 46,4 % видового багатства і 19,2 % чисельності угруповання. Чагарникове угруповання колембол, як і лісові, належить до евритопного типу.

**Таксоцен колембол лучних біотопів.** На ділянках заплавних лук виявлено 31 вид колембол. В середньому, на рівні ценотичного  $\alpha$ -різноманіття виявлено 17 видів а на рівні точкового  $\alpha$ -різноманіття – 5,9 видів. Показник внутрішньоценотичного  $\beta$ -різноманіття дорівнює 4,1 одиниць. Щільність населення колембол не перевищувала позначки в 6 тис. ос./м<sup>2</sup>. До кола потенційних домінантів сумарно входило 18 видів колембол, що складає близько 83,5 % загальної чисельності угруповання. У даному біотопі присутні 0–1 еудомінант, 1-2 домінанти, а також 2-7 субдомінантів. Однак, їх склад у різні періоди дослідження не перекривається.

У спектрі життєвих форм ногохвісток дослідженого біотопу за відносним видовим багатством і чисельністю переважають верхньопідстилкові та глибокоґрунтові форми колембол. У спектрі біотопних груп ногохвісток дослідженого типу лук за відносним видовим багатством переважають групи евритопних і лучно-степових видів, які разом складають 46 % від загального різноманіття. Понад 13 % усіх видів та 5,5% їх чисельності належить спеціалізованим до даного типу умов лучно-болотним та навколводним формам. Досліджене угруповання колембол можна віднести до евритопного типу.

В едафотопі низинних викошуваних лук встановлено 72 види колембол. На рівні ценотичного  $\alpha$ -різноманіття виявлено 35,5 видів. Ємність середовища на рівні точкового  $\alpha$ -різноманіття складає 6,6 видів. Показник внутрішньоценотичного  $\beta$ -різноманіття для цього лучного угруповання дорівнює 1,5 одиниць. Середня щільність населення колембол 8,8 тис. ос. м<sup>2</sup>. За весь період досліджень встановлено 16 масових видів колембол, на частку яких належить 56,7–82,3 % загальної чисельності. У різні сезони року їх кількість

коливалася в межах 9–10 форм, причому лише 3 з них були постійними домінантами. Серед масових видів у різні періоди збирання матеріалу було по 0-1 еудомінантному, 1-4 домінантних і 3-11 субдомінантних таксони. Причому, їхній склад у різні сезони і роки дослідження помітно відрізнявся.

У спектрі життєвих форм ногохвісток дослідженого біотопу за відносним видовим багатством і чисельністю переважають верхньопідстилкові та верхньогрунтові форми колембол. У спектрі біотопних груп колембол сумарна частка видового багатства і чисельності видів відкритого ландшафту (лучних+лучно-степових+степових) становить відповідно 54,1 і 44,4 %. Досліджене угруповання можна **зарахувати** до спеціалізованого типу.

На ділянках субпаннонського лучного степу виявлено 59 видів колембол. Ємність середовища на рівні ценотичного  $\alpha$ -різноманіття, в середньому, **становить** 29 видів. На рівні точкового  $\alpha$ -різноманіття зафіксовано 5,6 таксонів. Показник внутрішньоценотичного  $\beta$ -різноманіття для цього варіанту лук дорівнює 9,5 одиниць, що вказує на велику контрастність внутрішньобіотопних умов для колембол. Щільність населення колембол 6,2 – 8,1 тис. ос. м<sup>2</sup>. До кола масових ногохвісток у даному типі біотопів входило 17 видів, а в окремі сезони 5-9. Серед них у різні сезони року було по 0-1 еудомінантному, 0-4 домінантних і 2-8 субдомінантних таксони. Постійним домінантом у різні періоди досліджень був еврибіонтний *S. pumilis*. Решта 15 масових форм колембол переважали за чисельністю лише в певні сезони року.

Серед життєвих форм ногохвісток дослідженого біотопу за відносним видовим багатством і чисельністю абсолютно переважають верхньопідстилкові форми колембол. У спектрах біотопних груп за відносним видовим багатством і чисельністю переважають евритопні (%<sub>S</sub> = 18,6, %<sub>M</sub> = 46,4) та лучно-степові (%<sub>S</sub> = 25,4, %<sub>M</sub> = 32,9) форми. Досліджене угруповання колембол належить до спеціалізованого типу.

## **ОСОБЛИВОСТІ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ КОЛЕМБОЛ ПРИРОДНИХ БІОТОПІВ**

**Специфіка угруповань колембол лісових і чагарникових біотопів.** На основі проведених досліджень і аналізу літературних даних (Давидович 2001; Цалан, 2010; Гоблик, Капрусь, 2008, 2011, 2013; Капрусь, Гоблик, 2008; та ін.) для Закарпатської низовини було достовірно встановлено 197 видів колембол із 86 родів та 18 родин. В дубових лісах нами сумарно виявлено 90 видів. Разом з літературними даними (Давидович 2001; Цалан, 2008–2011), цей список для регіональних дібров формують 144 види з 71 роду і 17 родин.

Видове різноманіття досліджених угруповань дубових лісів і ксеротермного чагарника відносно низьке, в середньому  $H' = 1,65$  і  $1,73$  біт відповідно. Це обумовлено малим показником  $\alpha$ -ценотичного різноманіття (24-32 видів), порівняно високим рівнем концентрації домінування (індекс Бергера-Паркера  $d = 0,45-0,47$ ), а також малою вирівняністю чисельності видів ( $J = 0,2-0,25$ ).

Диференційна характеристика дослідженої фауни – висока представленість лісових форм, що мають тісні топічні зв'язки з підстилкою, корінням і корою

дерев. Більшість з них є євритопними лісовими видами, що трапляються у межах усього лісового поясу Європи. Частка чисельності лісових і лісо-лучних видів в угрупованнях колембол дубових лісів в середньому складає 20,7%, а частка їхнього видового багатства відповідно - 46,4%. Частка чисельності лісових+лісо-лучних видів в угрупованні колембол чагарникового біотопу складає 19,3%, а видового багатства – 50%.

**Специфіка угруповань колембол лучних біотопів.** У лучних біотопах сумарно виявлено 107 видів ногохвісток. Лише 29 з них не встановлено у лісах. Видове різноманіття досліджених угруповань порівняно мале: в середньому  $H' = 2,2$  біт. Це пов'язано як із малим показником ценотичного  $\alpha$ -різноманіття (15-38) і вирівняності чисельності видів у лучних біотопах (в середньому  $J = 0,3$ ), так і порівняно високим рівнем концентрації домінування (в середньому  $d = 0,42$ ).

Диференційною характеристикою лучної фауни колембол порівняно з лісовою і чагарниковою, є найбільша представленість таксонів відкритого ландшафту, які мають спеціальні адаптації для виживання в умовах дефіциту вологості. Це є найчастіше лучні, лучно-степові та степові види різної екологічної валентності. У досліджених варіантах лук регіону лучних форм разом з лісо-лучними виявлено 23-29 % від загального видового різноманіття, лучно-степових - 23-25 %, а степових відповідно 1-3 %. Частка чисельності видів відкритого ландшафту в лучних угрупованнях ногохвісток (лучних+лісо-лучних+лучно-степових+степових) в середньому становить 39,8%.

**Порівняльний аналіз угруповань колембол природних біотопів.** Встановлено, що таксономічний склад і структура населення колембол у природних біотопах Закарпатської рівнини визначаються насамперед режимом вологості едафотопу, едифікатором рослинності та фауністичним резервом сусідніх оселищ. На основі аналізу екологічної структури населення колембол (Q-статистика, набір домінантів, спектри життєвих форм і екологічних груп, індекси різноманіття) виявлено, що біотопна диференційованість угруповань колембол на луках є значно більшою, ніж у лісах і чагарнику. Діапазон значень індексу Q на луках ширший у 8,6 разів ніж у лісах (рис. 1). Це обумовлено, насамперед, скорельованістю індексу Q з показником загального видового багатства, а також структурою домінування угруповань.

Проведені дослідження в цілому, підтверджують робоче припущення про диференційованість населення колембол в лісових, чагарниковому і лучних біотопах. Кластерний аналіз показав, що досліджені угруповання колембол утворюють дві групи: перша об'єднує лучні біотопи, друга – лісові і чагарниковий (рис.2).

Набори масових видів та динаміка їхньої відносної чисельності в досліджених рядах біотопів свідчать про те, що біотопна диференційованість населення колембол на луках є більшою, ніж у лісах. Якщо в лісах до складу домінантів сумарно входило 11 видів, то на луках – 19. В конкретних угрупованнях виявлено від 5 до 9 домінуючих видів. На їх частку сумарно належить від 73 до 95% чисельності угруповання колембол. Специфічними домінантами лісових біотопів були 4 види, чагарникового – 1, лучних – 10.

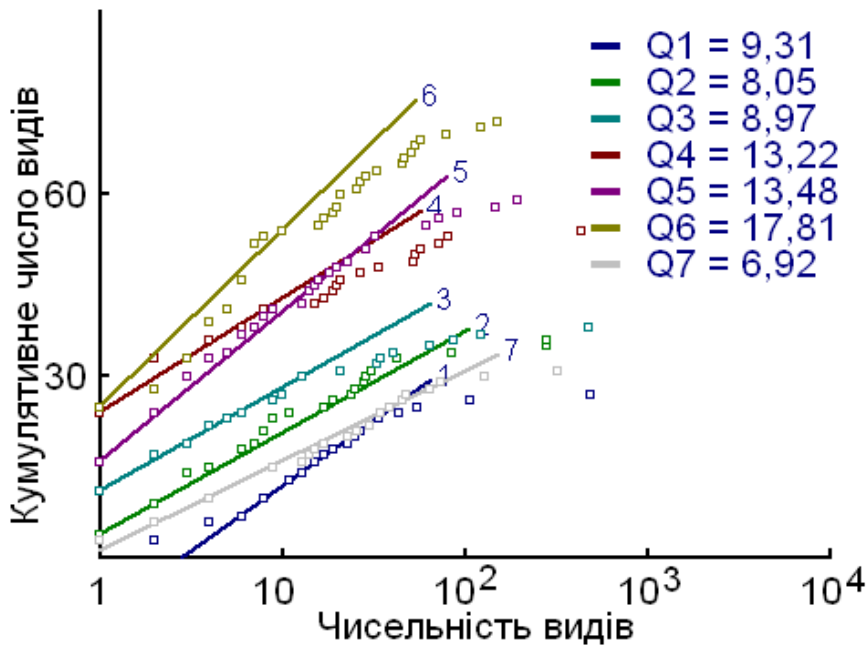


Рис. 1. Специфіка різноманіття колембол у різних типах природних біотопів, формалізована методом Q-статистики. По осі абсцис відкладено відносну чисельність видів у логарифмічному масштабі ( $\log_{10}$ ). *Біотопи*: 1 – заплавні дубово-в'язово ясеневі, 2 – субпанонські дубово-грабові, 3 – паннонські ксеротермні дубові, 4 – ксеротермні субпанонські чагарники, 5 – субпанонські лучно-степові, 6 – низинні лучні, 7 – заплавно-лучні.

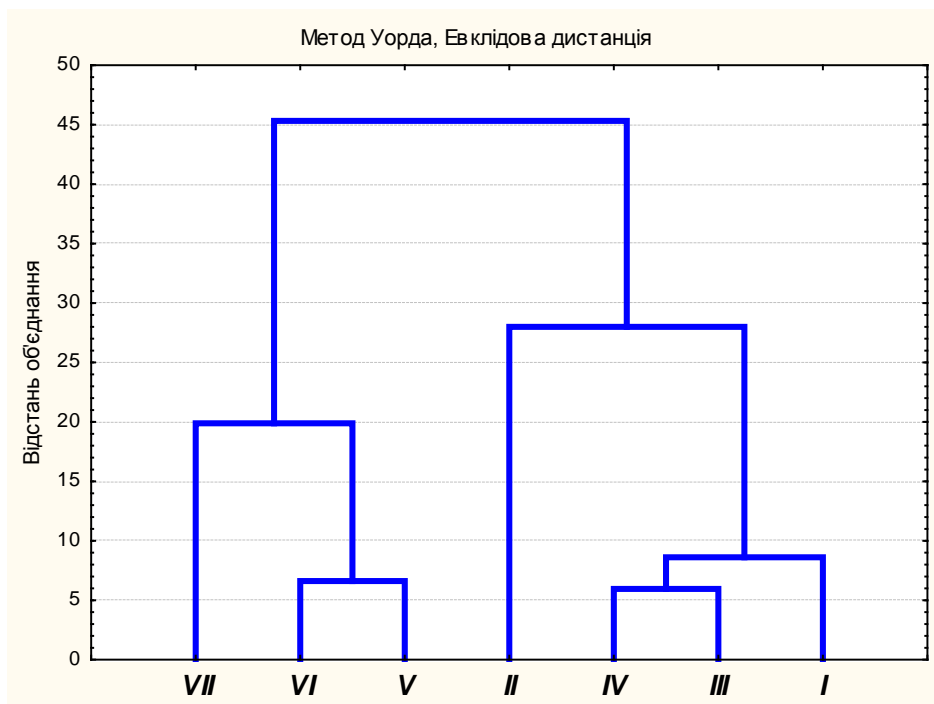


Рис. 2. Групування досліджених угруповань колембол методом кластерного аналізу. Назви біотопів I – VII як у табл. 5.1. Назви біотопів I–VII (= 1–7) як на рис. 1.

Спільними домінантами для лісових і лучних біотопів виявлено 5 видів колембол.

В екологічній структурі досліджених угруповань ногохвісток присутні одночасно представники різних біотопних груп: лісових, лучних, лучно-степових, степових, евритопних та ін. Однак, конкретні едафотопи диференціюють ті групи видів, що спеціалізовані до даного типу природних умов. Для лісових біотопів встановлено в середньому понад 46% лісових і лісо-лучних видів, для лучних - понад 52 % лучних, лучно-степових, степових і лісо-лучних. Особливістю екологічної структури угруповання колембол чагарника є змішаність його спектру біотопних груп. Тобто, високі частки видового багатства і чисельності там одночасно мають представники лісової, лісо-лучної, степової та лучно-степової груп.

Мезофільні за польовим гігропреферендумом види ногохвісток найчастіше входять до ядра домінантів у лісових біотопах, ксерорезистентні – лучних, чагарникових і лучно-степових, а гігрофільні – заплачних. В ряду дубових лісів за градієнтом зменшення вологості ґрунту спостерігається зростання відносного видового багатства лісових, лучно-степових і степових форм на фоні зниження – лучних і навколоводних. У ряду лучних біотопів за вказаним градієнтом вологості відмічено зменшення частки видового різноманіття навколоводних і лучно-болотних видів, поряд із збільшенням – лісових.

## АНТРОПОГЕННІ ФАКТОРИ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ КОЛЕМБОЛ

**Вплив урбанізації.** В урбанізованих біотопах дослідженого регіону виявлено 79 видів ногохвісток, з яких у м. Ужгороді - 62, у м. Виноградів – 28. Разом з матеріалами С.І. Давидовича (2001) обсяг дослідженої урбофауни склав 96 видів, що належать до 55 родів і 16 родин. У паркових біотопах міст Ужгорода і Виноградова нами суммарно виявлено 42 види, скверах – 26, винограднику – 18, на газонах – 22. Подібно змінюється ценотичне  $\alpha$ -різноманіття колембол від 25 до 11 видів у цьому дигресивному ряду урботопів. Ємність середовища для колембол на рівні точкового  $\alpha$ -різноманіття є найбільшою у паркових біотопах (6,5-6,9 видів), середньою – у сквері та винограднику (5,2–5,8) і найменшою на газонах (2,3-2,9). Аналіз показника внутрішньоценотичного  $\beta$ -різноманіття показує, що найбільша контрастність внутрішньоценотичних умов для колембол виявлена на газонах (3,4), середня – у винограднику та сквері (2,4) та найменша – в парках (2,0).

Найвищі значення щільності населення колембол відмічено в міських парках і скверах (8,4–12,7 тис. ос. м<sup>2</sup>). В едафотопях газонів і виноградника цей показник зменшується в кілька разів (1,8–4,5 тис. ос. м<sup>2</sup>), а окремі ґрунтові проби повністю позбавлені ногохвісток. В різних типах урбанізованих біотопів Закарпаття можуть домінувати 23 види колембол, на частку яких належить 75,6-88 % чисельності угруповання. В окремих урботопах їх може бути від 3 до 9. Серед масових видів часто трапляються еудомінанти, відносна чисельність яких може досягати до 70 %. Не встановлено жодного виду, який би домінував в усіх досліджених урботопах одночасно. **Загалом** 11 видів ногохвісток були специфічними домінантами для окремих урботопів.



Під впливом урбанізації відбувається зменшення видового різноманіття та помітні перебудови екологічної структури угруповань колембол. Зокрема, методом Q-статистики встановлено, що найвищі рівні різноманіття колембол характерні для паркових біотопів ( $Q=6,6-7,4$ ), а найнижчі – газонів ( $Q=2,5-5,0$ ) і виноградника ( $Q=4,3$ ). У спектрах життєвих форм такий вплив викликає зменшення відносної чисельності представників підстилково-грунтової, верхньогрунтової та кортицикольної біоморф і відповідно збільшення – верхньопідстилкової і глибокогрунтової. В спектрах біотопних груп колембол відмічено збільшення представленості евритопних і лучно-степових форм за рахунок зменшення – лісових і лісо-лучних. Саме тому, в урбогрунтах можуть формуватися різні типи таксоценів колембол – евритопні та спеціалізовані.

Аналіз подібності таксоценів колембол досліджених урботопів методом кластерного аналізу показав, що вони не утворюють груп за критерієм типу середовища (наприклад парки, газони та ін.), а об'єднуються в аморфні кластери зі змішаним складом біотопів (рис. 3). Таке об'єднання досліджених таксоценів колембол найімовірніше пов'язане з стохастичними причинами (різні можливості занесення видів у конкретний біотоп, походження і гетерогенність ґрунтових субстратів, регулярність антропогенного втручання в урботоп та ін.).

**Вплив гідромеліорації.** В результаті проведених досліджень в заплавах лучних біотопах р. Латориці сумарно виявлено 46 видів колембол. На рівні ценотичного  $\alpha$ -різноманіття зафіксовано в середньому 34 види. Встановлено, що під впливом осушення лук збільшується ємність середовища для ногохвісток на рівні точкового  $\alpha$ -різноманіття з 5,9 видів до 7,6. Крім того виявлено, що таке збільшення ємності середовища позитивно скорельовано з показником загальної щільності населення від 4,8 до 5,7 тис. ос. м<sup>2</sup>. В результаті такі зміни викликають збільшення різноманіття угруповання колембол, які оцінено за індексом Q (від 6,7 до 8,3).

Гідромеліоративні заходи в заплаві р. Латориці виступають вагомим фактором деструктивних змін екологічної структури населення колембол, спричиняючи заміну евритопного типу угруповання на спеціалізований. На ділянці заплавної луки понад 62 % чисельності ногохвісток належить евритопним видам ногохвісток і частка видів спеціалістів не досягає 40 %. Натомість на ділянці осушеної луки види спеціалісти відкритого ландшафту (тобто лучні, лучно-степові, лісо-лучні) разом складають 46 % сумарної чисельності.

Під впливом гідромеліорації в спектрі польового гігропреферендуму колембол встановлено зменшення відносної чисельності гігрофільного та гігро-мезофільного комплексів видів (сумарно у 4,1 рази) і збільшення – ксерорезистентного та ксеро-мезофільного в 1,8 рази. У складі меліорованого угруповання спостерігається збільшення у 2,8 рази частки чисельності лучних і лучно-степових видів колембол та зменшення у 2,9 рази – навколоводних і лучно-болотних. У спектрі життєвих форм виявлено помітне збільшення відносної чисельності атмобіонтних, кортицикольних і нижньопідстилкових видів за рахунок зменшення – нейстонних і підстилково-ґрунтових.

**Інтродукція і синантропізація видів.** В різних урботопах міст Ужгорода і

Виногорова сумарно виявлено 12 синантропних видів колембол, що складає 12,1% дослідженої урбофауни. Їх можна поділити на дві групи: 1) облігатні синантропи, що не проникають у відкриті біотопи за межі штучного

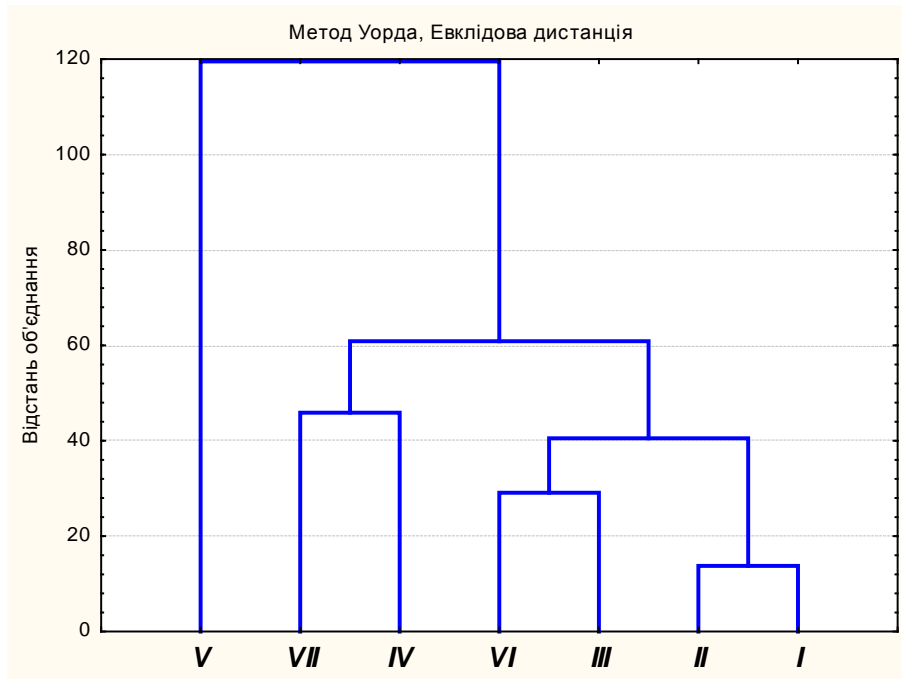


Рис. 3. Групування досліджених таксоценів колембол методом кластерного аналізу. *Біотопи*: 1 – контрольний грабово-дубовий ліс, 2 – Боздоський парк, 3 – сквер «Петефі», 4 – парк культури ім. Ж. Перені, 5 – виноградник, 6 – газон на проспекті Свободи м. Ужгород, 7 – газон на набережній р. Уж.

середовища, створеного людиною (*Paranurophorus simplex*, *Acherontiella cassagnai*) і 2) факультативні синантропи, що можуть жити як в урбанізованих, так і природних біотопах (*Xenylla welchi*, *Thalasaphorura encarpata*, *Folsomia similis*, *Sinella coeca*, *Heteromurus nitidus* та ін.). Серед виявлених видів колембол встановлено вісім адвентивних видів, що були інтродуковані з південних широт. Основними причинами їхньої інтродукції є вирощування екзотичних рослин і розвиток сільського господарства в дослідженому регіоні.

## ІНДИКАТОРНЕ ТА ПРИРОДООХОРОННЕ ЗНАЧЕННЯ КОЛЕМБОЛ

**Ценотичний рівень біоіндикації.** Видове різноманіття – параметр, який найчастіше використовують для біоіндикації на ценотичному рівні досліджень. С.М. Чесноковою (2007) запропоновано методику виявлення зон із екологічними аномаліями ґрунту. В даній методиці для розрахунків використовується модифікований індекс Сімпсона. Ця методика застосована нами на прикладі колембол для оцінки ступеня антропогенної порушеності ґрунту в градієнті урбонавантаження та під впливом гідромеліорації лучних біотопів регіону.

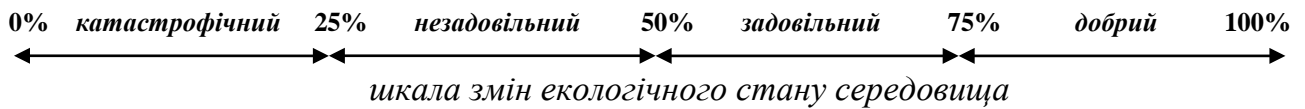
На основі аналізу біотичного індексу середовища (Di), встановлено, що в антропогенно порушених біотопах відбуваються зміни структури угруповань



колембол на 51-87%, порівняно з контролем (табл. 1). На шкалі екологічного стану ґрунтового середовища вони відповідають інтегральним оцінкам «незадовільний» і «катастрофічний». Під впливом урбанізації та гідромеліорації зафіксовано також заміщення спеціалізованих видів колембол на евритопних.

Таблиця 1

Оцінка екологічного стану ґрунту в антропогенно змінених біотопах дослідженого регіону за видовим різноманіттям колембол



Біотопи	D <sub>i</sub> (%)	Екологічний стан ґрунту
Боздоський парк (м. Ужгород)	47,3	Незадовільний
Парк культури ім. Ж. Перені (м. Виноградів)	18,6	Катастрофічний
Сквер «Петефі» (м. Ужгород)	31,3	Незадовільний
Виноградник (околиці м. Ужгород)	24,4	Незадовільний
Газон на пр. Свободи (м. Ужгород)	19,8	Катастрофічний
Газон на набережній р. Уж (м. Ужгород)	21,1	Катастрофічний
Гідромеліорована лука (2008 р.)	48,6	Незадовільний
Гідромеліорована лука (2009 р.)	13,0	Катастрофічний

Примітка. D<sub>i</sub> – відносний показник зміни видового різноманіття обчислений за індексом Сімпсона (Чеснокова, 2007).

Крім того встановлено, що інформативними маркерами угруповань колембол у дослідженнях антропогенних порушень середовища можна вважати видовий склад, структуру домінування і склад домінантних видів, таксономічний спектр із шести найбагатших за видовим різноманіттям родин, спектри життєвих форм та екологічних груп, а також синекологічні індекси. На прикладі колембол доведено перспективність використання індексу біотопної приуроченості Песенка F<sub>ij</sub> для пошуку індикаторних видів. Зроблено висновок, що вибирання тих чи інших маркерів угруповань залежить від конкретної мети, завдань і об'єкту біоіндикаційних досліджень.

**Особливості біоіндикації на ландшафтному рівні.** Актуальними завданнями біоіндикації на ландшафтному рівні залишаються: 1) оцінка ступеня і напрямків антропогенних перетворень ландшафту і 2) описання структурних змін угруповань живих організмів у градієнтах антропогенних факторів середовища (Биоиндикация ..., 1988). Для оцінки екологічної цінності ґрунтового покриву за населенням колембол у ландшафтній структурі Закарпатської низовини використано модифікований показник ІЕЦ (або індикатор екологічної цінності ґрунту) (Биоиндикация ..., 1988). Досліджено 5 типів біотопів регіону, що відрізняються за рівнем гемеробності (від метагемеробних до олігогемеробних). Встановлено, що значення індексу ІЕЦ варіюють у широкому діапазоні (від 0,3 до майже 100) та залежать від ступеня

антропогенного впливу на едафотоп і обумовлених цим ефектом параметрів різноманіття угруповань колембол. Найменші значення цього показника зафіксовано в дуже змінених урбогенних біотопах (теплиця, міські газони та виноградник, 0,3–10,6), а найбільші - в природних оліго- та мезогемеробних біотопах (більше 61,0). Середні значення цей показник демонструє в едафотопах під міськими парками та скверами (22,6–30,1).

**Проблеми охорони біорізноманіття ґрунтів.** Рідкісні та унікальні види ґрунтових тварин є найціннішим еколого-фауністичним ресурсом, який можна розглядати, як індикатор природоохоронної цінності ґрунтової біоти в конкретних едафотопах. Аналіз ареалів колембол дозволив виділити вісім раритетних категорій фауни для оцінки природоохоронної цінності ґрунтової біоти в конкретних біотопах: 1) види з «Червоної книги України», 2) види в типових оселищах, 3) ендемічні карпатські та східно-карпатські види, 4) реліктові таксони, 5) локально поширені монтанні види, 6) види на межі свого ареалу в районі дослідження, 7) дез'юнктивні зоогеографічні елементи (найчастіше борео-монтанні), 8) рідкісні види, що відомі з кількох місць у світі, а також 31 індикаторний вид колембол для оцінки раритетності їхніх угруповань.

## ВИСНОВКИ

На підставі проведених досліджень уперше досліджено біотопну диференціацію населення колембол Закарпатської низовини, описано специфіку структурної організації їхніх угруповань в основних типах природних та урбанізованих едафотопів регіону; встановлено закономірності перебудови досліджених угруповань у градієнті урбанізації середовища та під впливом гідромеліорації заплавної луки; оцінено екологічний стан ґрунту в урбанізованих біотопах міст Ужгорода і Виноградів; запропоновано біомаркери екологічної якості ґрунтів.

1. У досліджених біотопах Закарпатської низовини достовірно виявлено 197 видів колембол, що належать до 86 родів та 18 родин. Описано два нових для науки таксони *Neonaphorura zakarpatica* і *Neonaphorura graffi*. В лісових біотопах сумарно встановлено 144 види, ксеротермному чагарниковому – 54, лучних – 107 та урбаногенних – 96. На рівні ценотичного  $\alpha$ -різноманіття у лісах зафіксовано 24-31 видів, на луках – 20–38, в чагарнику - 29, урбаногенних біотопах 11–25, що залежить від сезонних кліматичних умов і екологічного режиму едафотопів.

2. На основі аналізу екологічної структури населення колембол (Q-статистика, особливості домінування видів, спектри життєвих форм і екологічних груп, індекси різноманіття) виявлено, що в лучних біотопах диференційованість населення колембол є значно більшою, ніж у лісових і чагарникових. У результаті кластерного та ординаційного аналізу встановлено, що група з 26 домінуючих видів колембол добре диференціює природні біотопи. Серед цих домінантів найбільше індикаційне значення мають 6 євритопних видів (*Mesaphorura hylophila*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Isotomiella minor*,

*Parisotoma notabilis*, *Sphaeridia pumilis*, *Sminthurinus aureus*), які були виявлені в усіх біотопах. Специфічними домінантами лісових біотопів зафіксовано 4 види, чагарникового – 1, лучних - 10.

3. З'ясовано, що в екологічній структурі природних угруповань колембол присутні одночасно представники різних біотопних груп (лісових, лучних, лучно-степових, степових, евритопних та ін.). Однак, конкретні едафотопи диференціюють ті види, що спеціалізовані до даного типу природних умов. Зокрема, для лісових і чагарникових біотопів встановлено 44,4-50 % лісових і лісо-лучних видів, для лучних – 49,1-60 % лучних, лучно-степових, степових і лісо-лучних. Мезофільні за гігропреферендумом види ногохвісток найчастіше складають ядро домінантів у лісових біотопах, ксерорезистентні – у лучних, чагарникових і лучно-степових, а гігрофільні – у заплавах.

4. Під впливом урбанізації зафіксовано різноспрямовані й часто не прогнозовані перебудови таксономічної, біоморфологічної та екологічної структури населення ногохвісток. У дигресивному ряді урбанізованих біотопів спостерігається зменшення загальної щільності (від 12,7 до 1,8 тис. ос./ м<sup>2</sup>), видового багатства (від 24 до 11 видів), а також різноманіття населення колембол (H' від 2,4 до 1,2; D від 0,47 до 0,17), зростання рівня домінування найчисельніших видів (від 35% до 68%), різкі зміни складу домінантів, а також появу адвентивних таксонів, які не характерні для природних біотопів.

5. Найбільші зміни угруповань колембол під впливом гідромеліорації лук пов'язані з їхньою екологічною структурою. Вони обумовлюють зміну евритопного типу таксоценозу на спеціалізований. На ділянці заплавної луки понад 62 % чисельності ногохвісток належить евритопним видам ногохвісток і частка видів спеціалістів не досягає 40 %. Натомість на ділянці осушеної луки види спеціалісти відкритого ландшафту (лучні + лучно-степові + лісо-лучні) складають 45,6 % сумарної чисельності. У спектрі гігропреферендуму встановлено зменшення відносної чисельності гігрофільного та гігромезофільного комплексів видів (сумарно від 23,6 % до 5,7 %) і відповідне збільшення – ксерорезистентного та ксеро-мезофільного (від 17,5 % до 32,1 %).

6. На основі аналізу біотичного індексу середовища (Di) встановлено, що в антропогенно порушених біотопах відбуваються зміни структури угруповань колембол на 51-87 %, порівняно з контролем. На шкалі екологічного стану ґрунтового середовища вони відповідають інтегральним оцінкам «незадовільний» і «катастрофічний». Під впливом урбанізації та гідромеліорації зафіксовано також заміщення спеціалізованих видів колембол на евритопних.

7. В урботопах міст Ужгорода і Виноградова виявлено 12 синантропних видів колембол (12,1 % дослідженої урбофауни), з яких 8 адвентивних, які були інтродуковані з південних широт. Серед синантропів лише три види *Heteromurus nitidus*, *Desoria trispinata* і *Arrhopalites caecus* траплялися одночасно в урбанізованих і природних біотопах регіону. Решта дев'ять видів не виявлені за межами досліджених міст Закарпаття.

8. За результатами досліджень запропоновано вісім біомаркерів екологічної якості ґрунтів (біотичний індекс середовища Di, індикатор екологічної цінності ґрунту ІЕЦ, індекс біотопної приуроченості Песенка F<sub>ij</sub>, структура домінування і

склад доміантних видів, спектри життєвих форм та екологічних груп, а також таксономічний спектр із шести найбагатших видами родин колембол).

9. Запропоновано вісім раритетних категорій фауни для оцінки природоохоронної цінності ґрунтової біоти в конкретних біотопах: 1) види з «Червоної книги України», 2) види в типових оселищах (*loci typici*), 3) ендемічні карпатські і східно-карпатські види, 4) реліктові таксони, 5) локально поширені монтанні види, 6) види на межі свого ареалу в районі дослідження, 7) дез'юнктивні зоогеографічні елементи (найчастіше борео-монтанні), 8) рідкісні види, що відомі з кількох місць у світі, а також 31 індикаторний вид колембол для оцінки раритетності їхніх угруповань.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Kaprus' I.J. On the genus *Neonaphorura* Bagnall, 1935 (Collembola: Tullbergiidae) with description of two new species from Ukraine / I.J. Kaprus', **К.М. Гоблик** // *Annales zoologici*. – 2015. – Vol. 65, № 1. – P. 1–8. ( «Scholar Google», Impact Factor: 1,161 )

2. **Гоблик К.М.** Історія і перспективи досліджень ногохвісток Закарпаття / К.М. Гоблик, І.Я. Капрусь // Наукові записки Державного природознавчого музею. – Львів, 2008. – Вип. 24. – С. 167–176.

3. **Гоблик К.М.** Таксономічне різноманіття і просторова диференціація населення колембол дубових лісів Закарпатської низовини / К.М. Гоблик, І.Я. Капрусь // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2012. – Вип. 33. – С. 116-122.

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

5. Капрусь І.Я. Екологічна та соціологічна оцінка ґрунтів Закарпатської низовини за угрупованнями колембол / **К.М. Гоблик**, І.Я. Капрусь // Наукові записки Державного природознавчого музею. – Львів, 2015. – Вип. 31. – С. 45–58.

6. **Гоблик К.М.** Сучасний стан вивченості різноманіття колембол (Collembola) Закарпатської низовини / К.М. Гоблик, І.Я. Капрусь // Матеріали наукової конференції присвяченої 100-річчю від дня народження професора В.І. Здуна (12-13 лютого 2008 р.) – Львів, 2008. – С. 23–27.

7. **Гоблик К.М.** Фауна і населення ногохвісток (Collembola) урбанізованих біоценозів Закарпаття / К.М. Гоблик // Матеріали міжнародної конференції «Ужгородські ентомологічні читання» (1-3 жовтня 2009 р.) – Синеvir, 2009. – С. 98–99.

8. **Гоблик К.М.** Угруповання ногохвісток (Collembola) лучних ценозів заплави ріки Латориці (Закарпатська низовина) / К.М. Гоблик, І.Я. Капрусь // Матеріали міжнародної наукової конференції «Проблеми вивчення еволюції та хорології таксономічного різноманіття біоти» (30 вересня-1 жовтня 2011 р.) – Львів, 2011. – С. 21–24.

9. **Гоблик К.М.** Колемболи ботанічного заказника «Чорна гора» на Закарпатті / К.М. Гоблик // VIII з'їзд ГО «Українське ентомологічне товариство» (26-30 серпня 2009 р.) – Синеvir, 2013. – С. 59.

10. Капрусь І.Я. Колемболи (*Collembola*) дубових лісів Закарпаття / **К.М. Гоблик**, І.Я. Капрусь // Тези доповідей регіональної науково-практичної конференції присвяченої 25-річчю наукової біобазис УжНУ в с. Колочава та пам'яті її фундатора В.Ю. Штаєра (23-25 травня 2008 р.) – Ужгород, 2008. – С. 54–55.

## АНОТАЦІЯ

**Гоблик К.М. Біотопна диференціація та індикаторне значення населення колембол Закарпатської низовини.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 - екологія. - Інститут екології Карпат НАН України, Львів, 2015.

Дисертація присвячена вивченню особливостей структурної організації угруповань колембол в основних типах природних і урбанізованих едафотопів регіону. У досліджених біотопах Закарпатської низовини достовірно виявлено 197 видів колембол. Описано два нових для науки таксони *Neonaphorura zakarpatica* і *Neonaphorura graffi*. На основі аналізу екологічної структури населення колембол (Q-статистика, особливості домінування видів, спектри життєвих форм і екологічних груп, індекси різноманіття) встановлено, що в лучних біотопах диференційованість населення колембол є значно більшою, ніж у лісових і чагарникових. В результаті кластерного та ординаційного аналізу виявлено, що група з 26 домінуючих видів колембол добре диференціює природні біотопи. На основі аналізу біотичного індексу середовища встановлено, що в антропогенно порушених біотопах відбуваються зміни структури угруповань колембол на 51-87 %, порівняно з контролем. Під впливом урбанізації та гідромеліорації зафіксовано різноспрямовані й часто не прогнозовані перебудови таксономічної, біоморфологічної та екологічної структури населення ногохвісток. За результатами досліджень запропоновано 8 біомаркерів екологічної якості ґрунтів, а також вісім раритетних категорій фауни для оцінки природоохоронної цінності педобіоти в конкретних біотопах: Виділено 31 індикаторний вид колембол для оцінки раритетності їхніх угруповань.

**Ключові слова:** Collembola, угруповання, екологічна структура, зооіндикація, Закарпатська низовина.

## АННОТАЦІЯ

**Гоблик К.М. Биотопическая дифференциация и индикаторное значение населения коллембол Закарпатской низменности.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.16 – экология. Институт экологии Карпат НАН Украины, Львов, 2015.

Диссертация посвящена изучению особенностей структурной организации сообществ коллембол в основных типах природных и урбанизированных эдафотопов региона. В исследованных биотопах Закарпатской низменности достоверно выявлено 197 видов коллембол. Описаны два новых для науки таксона *Neonaphorura zakarpatica* и *Neonaphorura graffi*. На основе анализа экологической структуры населения коллембол (Q-статистика, особенности доминирования видов, спектры жизненных форм и экологических групп, индексы разнообразия) установлено, что в луговых биотопах дифференцированность населения коллембол значительно больше, чем в лесных и кустарниковых. В результате кластерного и ординационного анализа выявлено, что группа из 26 доминирующих видов коллембол хорошо дифференцирует природные биотопы. На основе анализа биотического индекса среды установлено, что в антропогенно нарушенных биотопах происходят изменения структуры сообществ коллембол на 51–87% по сравнению с контролем. Под влиянием урбанизации и гидромелиорации зафиксировано разнонаправленные и часто не прогнозируемые перестройки таксономической, биоморфологической и экологической структуры населения ногохвосток. По результатам исследований предложено 8 биомаркеров экологического качества почв, а также восемь раритетных категорий фауны для оценки природоохранной ценности педобиоты в конкретных биотопах: Выделено 31 индикаторный вид коллембол для оценки раритетности их группировок.

**Ключевые слова:** Collembola, группировки, экологическая структура, зооиндикация, Закарпатская низменность.

## SUMMARY

**Goblyk K.M. Biotopic differentiation and indicator significance of Collembola communities of the Transcarpathian Lowland. – Manuscript.**

The thesis for a scientific degree of candidate of biological sciences by speciality 03.00.16 – ecology. – Institute of Ecology of the Carpathians, Ukrainian NAS, Lviv, 2015.

Thesis is devoted to the study of peculiarities of structural organization of Collembola communities in the main types of natural and urban edaphotopes of the region. In the investigated biotopes of the Transcarpathian Lowland reliably detected 197 species of Collembola, was described two new taxons, namely *Neonaphorura zakarpatica* and *Neonaphorura graffi*. On the basis of analysis of ecological structure of Collembola population (Q-statistics, dominance peculiarities of the species, spectrum of life forms and ecological groups, diversity indexes) was defined that in the meadow habitats the differentiation of Collembola population is much higher than in the forest and bush ones. In consequence of cluster and ordination analysis was revealed that a group with 26 dominant Collembola species differentiated natural

habitats very well. On the basis of biotic index analysis of the environment was revealed that in anthropogenically disturbed habitats are changes in the structure of Collembola communities to 51-87% compared with the control. Under the influence of urbanization and hydro melioration was recorded multidirectional and often unpredictable reformation of taxonomic, biomorphological and ecological structure of Collembola population. According to the research results we has proposed 8 biomarkers of ecological soil quality, as well as eight rare categories of fauna for the rating of nature conservation in specific habitats: was defined 31 indicator species of Collembola for the rating of rarity of their communities.

**Key words:** Collembola, community, ecological structure, zoindication, the Transcarpathian Lowland.