

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗООЛОГІЇ ІМ. І. І. ШМАЛЬГАУЗЕНА

СУСУЛОВСЬКА Соломія Андріївна

УДК 595.132:[574.4:911.375.1](477.8)

**ФІТОНЕМАТОДИ LONGIDORIDAE УРБООКОСИСТЕМ РОЗТОЧЧЯ І
ОПІЛЛЯ (УКРАЇНА): ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД І ОСОБЛИВОСТІ
ФОРМУВАННЯ ФАУНИ**

03.00.08 – зоологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі зоології біологічного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів.

Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор
Царик Йосиф Володимирович
Львівський національний університет
імені Івана Франка
завідувач кафедри зоології

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, старший дослідник
Кузьмін Юрій Ігорович
Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена
НАН України
провідний науковий співробітник відділу паразитології

кандидат біологічних наук
Головачов Олександр Валерійович
Шведський музей природознавства
(м. Стокгольм, Швеція),
старший куратор

Захист відбудеться «11» травня 2021 року о 10-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.153.01 Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України за адресою: 01030, м. Київ, вул. Б. Хмельницького, 15.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України за адресою: 01030, м. Київ, вул. Б. Хмельницького, 15.

Автореферат розіслано «__» квітня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
Д 26.153.01, к. б. н.



Ю.К. Куцоконь

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вивчення біологічного різноманіття є одним з пріоритетних завдань сучасної біології. Не зважаючи на значну фундаментальну та прикладну значимість таких досліджень, багато таксонів досі залишаються мало вивченими. Особливо це стосується ряду груп ґрунтових безхребетних, зокрема нематод. Однією з таких груп є родина Longidoridae, стосовно якої з території України приводяться лише поодинокі дані. Для цієї великої та різноманітної в зональному відношенні території на даний момент відомо лише 13 видів, на противагу 145 видам фауни Європи. Більшість вказівок на знахідки конкретних видів з території України не супроводжується морфологічними даними. Оскільки наступні ревізії показали, що частина цих видів є складними таксономічними комплексами, раніше отримані дані потребують верифікації на сучасному рівні. Власне цей факт і обумовлює необхідність застосування інтегративних підходів до аналізу зібраного матеріалу. Що стосується фауни лонгідорид урбанізованих ландшафтів України, то такі дані повністю відсутні.

Серед лонгідорид є види, що завдають значної шкоди сільському господарству безпосередньо паразитуючи на економічно важливих сільськогосподарських культурах. Крім того нематоди родини Longidoridae є потенційними переносниками фітопатогенних невірусів. Для 8 видів роду *Longidorus* Micoletzky, 1922, 9 видів роду *Xiphinema* Cobb, 1913 та одного виду роду *Paralongidorus* Siddiqi, Hooper et Khan, 1963 здатність до вірусоносійства доведена експериментально. Саме тому особливої уваги заслуговує встановлення особливостей поширення і живлення лонгідорид, як потенційних переносників вірусних захворювань сільськогосподарських рослин на території окремих регіонів України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у Львівському національному університеті імені Івана Франка впродовж 2014-2019 років на кафедрі зоології в межах наукової теми «Ценотичні зв'язки ключових видів як основа збереження та відтворення біорізноманіття водотоків Європейського вододілу», номер державної реєстрації: 0117U001390.

Мета і завдання дослідження. *Мета дисертаційної роботи* – дати комплексну характеристику різноманіття фітонематод родини Longidoridae на території Розточчя і Опілля та встановити особливості формування фауни досліджуваного регіону. Для досягнення мети передбачено виконання таких *завдань*:

1. Встановити таксономічний склад фауни нематод-лонгідорид досліджуваного регіону.
2. Детально описати види лонгідорид Розточчя і Опілля та встановити межі мінливості їхніх основних діагностичних ознак.
3. Провести порівняльний аналіз морфології досліджених видів та встановити таксономічне значення окремих морфологічних ознак.
4. Описати особливості онтогенезу видів лонгідорид досліджуваного регіону та оцінити можливість використання ювенільних ознак для диференціації видів на всіх стадіях розвитку.
5. Провести аналіз історичного розвитку фауни досліджуваного регіону у постгляціальний період.

6. Встановити особливості формування фауни лонгідорид в умовах урбанізованого ландшафту.
7. Укласти ключ для визначення видів регіональної фауни родини Longidoridae з урахуванням з'ясованого таксономічного складу та виявлених діагностичних ознак.

Об'єкт дослідження: ектопаразитичні ґрунтові нематоди родини Longidoridae території Розточчя і Опілля.

Предмет дослідження: морфологічні особливості видів, таксономічна структура та закономірності формування фауни нематод родини Longidoridae природних та урбоекосистем досліджуваного регіону.

Методи дослідження. Під час досліджень були застосовані загальноприйняті методи відбору ґрунтових проб, виділення нематод із субстрату та їхньої подальшої фіксації, морфологічного, морфометричного та молекулярного аналізу (Гудей, 1959; Brown, Boag, 1988; Courtney, Polley, Miller, 1955; Seinhorst, 1959; Yoder et al., 2006; Kornobis et al., 2015; Susulovska et al., 2016; Susulovska et al., 2017). Статистичні показники та індекс подібності Соренсена розраховані за загальноприйнятими формулами (Деркач, 1963; Sørensen, 1948). Аналіз подібності фауністичних комплексів проведений з використанням програми Statistica 6.0. Побудова кладограми подібності та оцінка ступеня відмінності нуклеотидних послідовностей виконані за допомогою програми MEGAX.

Наукова новизна отриманих результатів. У рамках дисертаційної роботи вперше встановлено таксономічну структуру фауни нематод родини Longidoridae Розточчя і Опілля. Вперше було виявлено і детально описано самця *Paralongidorus rex* Andrassy, 1986. В результаті проведених досліджень виявлено 1 рід і 12 видів нових для фауни України. На прикладі видів регіональної фауни запропоновано класифікацію типів будови важливих у таксономічному відношенні морфологічних структур – губної області та хвоста. Укладено ключ для визначення лонгідорид фауни Розточчя і Опілля. Вперше встановлено закономірності формування фауни лонгідорид природних та урбоекосистем досліджуваного регіону.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати можна використовувати для створення баз даних та монографічних зведень щодо фауни ґрунтових нематод Розточчя, Опілля та України загалом. Результати досліджень морфології, таксономії і філогеографії можуть бути використані у лекційному курсі «Зоологія безхребетних» та під час проведення лабораторних занять малого і великого практикумів на кафедрі зоології Львівського національного університету імені Івана Франка. Укладений здобувачкою дихотомічний ключ дозволяє ефективно ідентифікувати види лонгідорид фауни Розточчя і Опілля. Отримані дані також можуть бути використані при розробці заходів боротьби з лонгідоридами в сільськогосподарських угіддях і лісових господарствах. Систематична колекція лонгідорид досліджуваного регіону передана до наукового фонду Зоологічного музею Львівського національного університету імені Івана Франка. Генетичні послідовності, отримані в результаті молекулярного аналізу зібраних нами популяцій, зберігаються в Генбанку у вільному доступі.

Особистий внесок здобувача. Робота є оригінальним дослідженням здобувачки. Внесок авторки полягає в самостійному обґрунтуванні теми, методів збору та визначення матеріалу. Дослідження морфології, морфометрії, мінливості групи були виконані самостійно, на основі особисто виготовлених мікропрепаратів. Здобувачкою самостійно зібрано значну частину опрацьованого матеріалу (1170 ґрунтових проб) у природних та урбоєкосистемах Розточчя і Опілля. Опрацьовано також близько 2200 проб з колекції сировинного фонду Державного природознавчого музею НАН України. Молекулярні дані для зібраних здобувачкою популяцій лонгідорид отримані в результаті співпраці з колегами із Інституту захисту рослин, Познань, Польща (F. W. Kornobis), Інституту сталого розвитку сільського господарства, Кордоба, Іспанія (P. Castillo) та центру діагностики паразитів рослин, Сакраменто, Каліфорнія, США (С. А. Суботін).

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, проведених під час виконання дисертаційної роботи представлені на 11 наукових конференціях: Міжнародна конференція студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології» (Львів, 2014, 2015, 2016), I (XII) Міжнародна наукова конференція молодих учених «Наукові основи збереження біотичної різноманітності» (Львів, 21-22.05.2015), Наукова конференція «Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій» (Шацьк, 2017, 2018), Всеукраїнська зоологічна конференція «Фауна України на межі ХХ-ХХІ ст. Нові концепції зоологічних досліджень» (Харків, 12-16.09.2017), Конференція молодих дослідників-зоологів, Інститут зоології НАН України (Київ, 2017, 2019), Міжнародна зоологічна конференція «Фауна України на межі ХХ-ХХІ ст. Стан і біорізноманіття екосистем природоохоронних територій» присвячена 220 річниці від дня народження О. Завадського (Львів – Шацьк, 12–15.09.2019), Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин» (Харків, 17-18.10.2019). Окремі частини дисертації доповідалися на засіданнях і семінарах кафедри зоології Львівського національного університету ім. І. Франка.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 17 наукових праць, у тому числі 1 стаття у науковому фаховому виданні, 5 – в міжнародних журналах, 11 – тез і матеріалів доповідей на конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотацій, вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел та двох додатків. Список використаних джерел містить 185 посилань, з них 167 – латиницею. Робота викладена на 201 сторінці, з них 164 сторінки основного тексту і 8 сторінок додатків. Робота містить 24 таблиці і 38 рисунків.

Подяки. Здобувачка щиро та глибоко вдячна науковому керівнику, проф. Й. В. Царику, за постійну підтримку, наукове та практичне керівництво, корисні поради та зауваження під час написання наукових публікацій та дисертаційної роботи. За допомогу та консультації під час виконання роботи вдячна колективу Зоологічного музею і кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка. Окрему подяку висловлюємо директорові Державного природознавчого музею НАН України, к.б.н. Т. П. Яницькому, за надання

можливості в ході виконання роботи використовувати сучасну оптичну техніку. За цінні поради з питань систематики та фауністики вільноживучих нематод, пошуку відповідної літератури, надання доступу до колекційних матеріалів авторка щиро вдячна к.б.н. А. С. Сусуловському (ДПМ НАН України). За допомогу в отриманні молекулярних даних стосовно лонгідорид досліджуваного регіону висловлюємо подяку Ф. В. Корнобісу (F. W. Kornobis, Institute of Plant Protection – National Research Institute, Poznan, Poland), П. Кастільйо (P. Castillo, Institute for Sustainable Agriculture Cordoba, Spain) та С. А. Суботіну (Plant Pest Diagnostic Center, California Department of Food and Agriculture Sacramento, CA, USA).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ РОДИНИ LONGIDORIDAE ТА ЇЇ ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ

Дослідження родини Longidoridae почалося з опису першого валідного на сьогодні виду – *Dorylaimus maximus* Bütschli, 1874 (Bütschli, 1874), зараз включеного до роду *Paralongidorus*. Таксономічну окремішність лонгідорид вперше обґрунтував Дж. Торн (Thorne, 1935), який у межах родини Dorylaimidae виділив підродину Longidorinae, що в подальшому була підвищена до рангу родини (Meyl, 1961). На 1949 рік було описано лише близько 30 видів в межах обґрунтованих на той час родів *Longidorus* і *Xiphinema* (Coomans et al., 2001). Дослідження лонгідорид особливо активізувалися на початку 50-их років. Цьому сприяло усвідомлення господарського значення групи, завдяки встановленню здатності виду *Xiphinema index* Thorne et Allen, 1950 переносити вірус розсіченості листків винограду (Hewitt et al., 1958). Завдяки високій інтенсивності досліджень та широкому застосуванню інтегративного підходу родини *Paralongidorus*, *Longidorus* та *Xiphinema*, які налічують 90, 176 та 280 валідних видів відповідно (Gutiérrez-Gutiérrez et al., 2020; Archidona-Yuste et al., 2020; Mwamula et al., 2020), виявилися найбільш чисельними в межах ряду Dorylaimida. Нагромаджений масив даних дозволяє використовувати лонгідорид як модельну групу у філогенетичних та філогеографічних дослідженнях (Chizhov et al., 2014; Palomares-Rius et al., 2017).

Перші відомості про фауну нематод родини Longidoridae території України з'являються у 70-их роках минулого століття і стосуються виключно сільськогосподарських угідь південного регіону країни. У результаті досліджень, проведених на виноградниках Одеської і Херсонської областей, було виявлено 7 видів родини Longidoridae і експериментально доведено здатність *X. index* переносити вірус коротковузля винограду на досліджуваних ділянках (Милкус и др., 1975; Милкус, Кудинская, 1980). У 90-их роках в центральному регіоні країни було проведено дослідження лонгідорид садів і ягідних господарств, в результаті яких виявлено ще 2 нові для фауни України види і описано новий для науки вид – *Longidorus rubi* Tomilin et Romanenko in Romanenko, 1993 (Романенко 1993, 1998; Brown et al., 1990). Результати багаторічних досліджень фітонематод природних екосистем Карпатського регіону, проведених М. П. Козловським, були підсумовані у монографії, що містила видовий список фітонематод північно-східного макросхилу Українських Карпат. У ньому приведено 4 види родини Longidoridae,

один з яких виявився новим для фауни України (Козловський, 2009). У 2009 році на основі матеріалу, зібраного на території українських Карпат, було описано новий для науки вид – *Longidorus holovachovi* Peneva, Susulovsky et Lazarova, 2009 і узагальнено результати досліджень фауни лонгідорид України, яка на той час налічувала 4 види роду *Longidorus* та 7 – роду *Xiphinema* (Peneva et al., 2009). Із території Розточчя і Опілля до проведених нами досліджень було відомо лише два види лонгідорид – *Longidorus elongatus* (De Man, 1876) Micoletzky, 1922 і *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky, 1927) Thorne, 1939. Оскільки більшість вказівок на ці види не супроводжуються жодними морфологічними даними, вони потребують верифікації з використанням сучасних методик.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом для дослідження слугувала серія з 1170 ґрунтових проб, відібраних авторкою у природних та урбоєкосистемах на території Розточчя і Опілля протягом вегетаційних сезонів 2012-2019 років. Також було проаналізовано 2200 проб із сировинного фонду ДПМ НАН України, відібраних протягом 1986-89 років в різних типах листяних і мішаних лісів на території заповідника «Розточчя». Загалом було проаналізовано близько 10000 особин нематод, з яких 1300 було змонтовано на постійні мікропрепарати для детальних морфологічних і морфометричних досліджень.

Під час досліджень були застосовані загальноприйняті методи відбору ґрунтових проб, виділення нематод із субстрату та їх подальшої фіксації, що опубліковані в низці наукових праць (Гудей, 1959; Brown, Voag, 1988; Courtney, et al., 1955; Seinhorst, 1959; Yoder et al., 2006). Встановлення видової приналежності особин, вимірювання їх морфометричних показників та описи виконані з використанням біокулярних мікроскопів МБС-9 та Olympus SZX 10 та мікроскопу Olympus BX 51, з відповідними вимірювальними та рисувальними пристроями. Фотографії виконані фотокамерою Olympus DP 72. Статистичні показники розраховували за загальноприйнятими формулами з використанням програми Microsoft Office Excel 2007. Порівняльний аналіз видового складу природних і урбоєкосистем проведений на основі індексу подібності Соренсена. Дендрограма видової подібності досліджених екосистем була виконана за допомогою програмного пакету Statistica 6.0.

Молекулярні дослідження проводились спільно з колегами з Інституту захисту рослин (Познань, Польща), Інституту сталого розвитку сільського господарства (Кордоба, Іспанія) та Центру діагностики паразитів рослин (Сакраменто, Каліфорнія, США) з використанням загальноприйнятих методів (Gutiérrez-Gutiérrez et al., 2011; Kornobis et al., 2015; Tzortzakakis et al., 2014). Кладограма подібності для отриманих нуклеотидних послідовностей побудована на основі методу максимальної правдоподібності з використанням програм PhyML та MEGAХ.

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наведено коротку фізико-географічну характеристику Розточчя і Опілля. Описано особливості рельєфу, клімату, ґрунтів та рослинності досліджуваного

регіону (Загульська, 2014; Оленчук, Николин, 1969; Підвальна, Позняк, 2004; Природа..., 1972; Сорока, 2002, 2008). Особливу увагу приділено характеристиці міста Львова, як прикладу екосистеми із зміненими під впливом урбанізації природними умовами. Охарактеризовано три основні типи міських зелених насаджень – лісопарки, старі парки і сади, молоді парки, які відрізняються між собою за історією формування та ступенем господарської діяльності людини (Кучерявий, 1999, 2009).

ОГЛЯД ВИДІВ РОДИНИ LONGIDORIDAE РОЗТОЧЧЯ І ОПІЛЛЯ

На основі аналізу матеріалу, зібраного на території Розточчя і Опілля, вперше встановлено таксономічну структуру фауни лонгідорид регіону, яка представлена 17 видами, що належать до трьох родів. Серед них один рід і 12 видів є новими для фауни України (виділені жирним), а 15 видів – новими для фауни Розточчя і Опілля (позначені зірочкою*).

Рід *Longidorus* Micoletzky, 1922

Longidorus attenuatus* Hooper, 1961

Longidorus caespiticola* Hooper, 1961

Longidorus danuvii* Barsi, Lamberti et De Luca, 2007

Longidorus distinctus Lamberti, Choleva et Agostinelli, 1983*

Longidorus elongatus (De Man, 1876) Micoletzky, 1922

Longidorus euonymus* Mali, Hooper, 1973

Longidorus intermedius* Kozłowska et Seinhorst, 1979

Longidorus leptcephalus* Hooper, 1961

Longidorus piceicola* Liskova, Robbins et Brown, 1997

Longidorus poessneckensis* Altherr, 1974

Longidorus* sp.

Рід *Paralongidorus* Siddiqi, Hooper et Khan, 1963

Paralongidorus rex* Andrassy, 1986

Рід *Xiphinema* Cobb, 1913

Xiphinema diversicaudatum (Micoletzky, 1927) Thorne, 1939

Xiphinema pachtaicum (Tulaganov, 1938) Kirjanova, 1951*

Xiphinema parataylori* Lazarova, Oliveira, Prior, Peneva et Kumari, 2018

Xiphinema taylori* Lamberti, Ciancio, Agostinelli et Coiro, 1992

Xiphinema vuittenezi Luc, Lima, Weischer et Flegg, 1964*

Морфологічні особливості видів родини Longidoridae Розточчя і Опілля.

У підрозділі наводяться детальні стандартизовані описи 17 видів лонгідорид, що були виявлені у процесі дослідження фауни Розточчя і Опілля, і таблиці з їхніми основними морфометричними параметрами. Для виду *P. rex* вперше описано самця. Для всіх 9 видів, у популяціях яких в досліджуваному регіоні були виявлені самці, спікули вперше описано відповідно до сучасної номенклатури їхніх структурних елементів (Peña-Santiago et al., 2014).

Особлива увага приділена порівнянню зібраних нами популяцій з описаними раніше, оскільки у багатьох випадках їхня морфометрія виходить за встановлені

межі, що розширює знання про морфологічну та морфометричну мінливість окремих видів. Зокрема, зібрана нами в околицях Львова популяція *L. euonymus* відрізняється від всіх раніше описаних більшою довжиною тіла (7,9 (7,5-8,9) vs 6,9 (6,0-7,6) мм), яке після теплової релаксації набуває нехарактерної для виду S-подібної форми, а виявлена в досліджуваному регіоні популяція *L. caespiticola* відрізняються від раніше описаних коротшим одонтостилем (93,9 (89-97) vs 110 (109-114) мкм). Проаналізовано поширення видів у світі, в Україні та на території Розточчя і Опілля.

У розділі приведено детальний опис і диференційний діагноз *Longidorus* sp., який в подальшому буде описано як новий для науки вид. Цей вид помірно відділеною губною областю і конічною формою хвоста найбільш подібний до *Longidorus aetnaeus* Roca, Lamberti, Agostinelli et Vinciguerra, 1986, *L. danuvii* і *L. leptcephalus*, проте чітко відрізняється від них глибоко розділеними лопатями амфіда. Від кожного з близьких видів він також відрізняється комплексом морфометричних параметрів.

Молекулярний аналіз окремих видів підродини Longidorinae фауни Розточчя і Опілля

Аналіз зібраних нами популяцій лонгідорид показав, що для частини з них показники важливих для ідентифікації морфометричних параметрів виходять за межі раніше відомої мінливості окремих видів. Для уникнення помилок при ідентифікації нетипових популяцій було використано молекулярні методи, зокрема порівняння отриманих для них нуклеотидних послідовностей D2-D3 фрагментів 28S рДНК із послідовностями відповідних видів, депонованими в Генбанку. У результаті, для 7 таких популяцій була підтверджена приналежність до 5 видів: *Longidorus attenuatus*, *L. caespiticola*, *L. danuvii*, *L. poessneckensis*, *Paralongidorus rex*. Подібність, отриманих нами нуклеотидних послідовностей, із послідовностями відповідних видів з Генбанку становить 97-100%. Згідно з кладограмою подібності, побудованою на основі методу максимальної правдоподібності, всі проаналізовані популяції чітко групуються у п'ять клад, що з високим рівнем достовірності підтверджує їхню приналежність до п'яти видів (рис.1). Види роду *Longidorus* формують дві чітко відділені групи, які відрізняються не лише на молекулярному рівні, а й морфологічно – за будовою губної області і хвостового відділу. Першої групу утворюють *L. attenuatus* і *L. danuvii*, для яких характерні відділена губна область і хвіст видовжено конічної форми, а другу – *L. caespiticola* і *L. poessneckensis* із невідділеною губною областю і гемісферичним хвостом. Проаналізовані нами популяції *P. rex* не утворюють клади, окремої від роду *Longidorus*, що підтверджує дані попередніх досліджень з молекулярної філогенії лонгідорид (He et al., 2005).

На основі 2-х параметрової моделі Кімури було встановлено ступінь відмінності між досліджуваними нуклеотидними послідовностями. Аналіз отриманих результатів показав, що відмінності між популяціями одного виду становлять < 1%, а між популяціями різних видів підродини Longidorinae – 7,1-22,0%, що цілком узгоджується із результатами попередніх досліджень (Palomares-Rius et al., 2017). Найбільш подібними виявились види *L. caespiticola* та *L. poessneckensis* (92,9%), а найменш подібними – *L. danuvii* і *L. caespiticola* (78%).

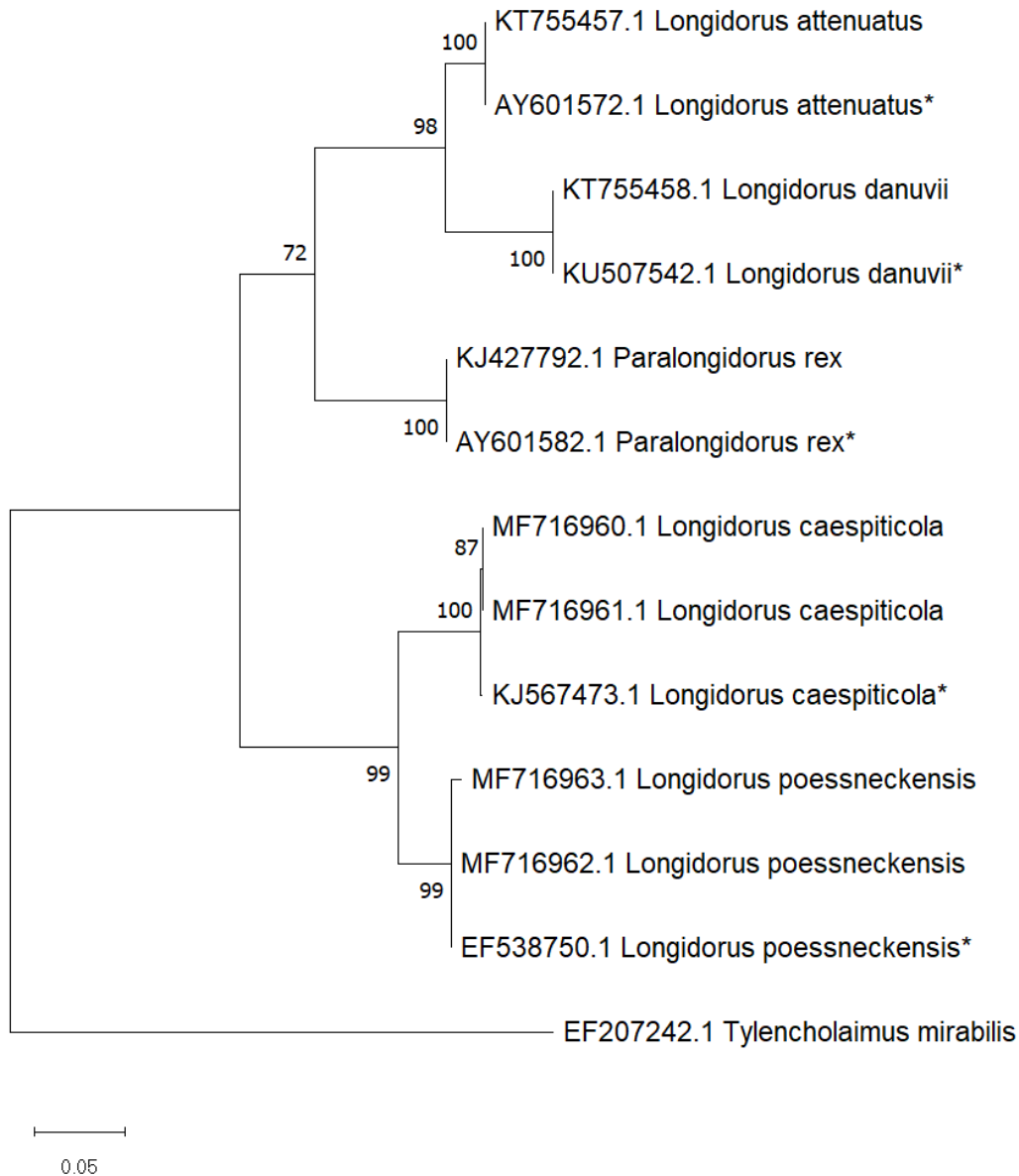


Рис. 1. Кладограма подібності видів підродини Longidorinae на основі нуклеотидних послідовностей D2-D3 фрагментів 28S рДНК. Для побудови був використаний метод максимальної правдоподібності та модель GTR + G. Числа в вузлах позначають апостеріорну ймовірність. *Нуклеотидні послідовності з Генбанку, використані для порівняння (шкала – ймовірна к-ть нуклеотидних замін на сайт).

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МОРФОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР ТА ЇХНЄ ВИКОРИСТАННЯ В СИСТЕМАТИЦІ ЛОНГІДОРІД

Аналіз морфологічної організації регіональних представників родів *Longidorus*, *Paralongidorus*, *Xiphinema* дозволив виявити основні ознаки, які можуть бути ефективно використані для ідентифікації видів. Підтверджено, що особливо важливими діагностичними ознаками є будова губ, амфідів, хвоста, статевої системи самок та спікул самців, для яких проаналізовано міжвидові відмінності та особливості використання в межах окремих родів. Відсутність уніфікації опису цих ознак призводить до проблем при визначенні видів. Тому для ряду морфологічних структур нами була розроблена типологія їхньої будови. Зокрема, для регіональних

представників роду *Longidorus* запропонована оригінальна типологія будови губної області, заснована на поєднанні форми її апікальної частини і ступеню відділеності від решти тіла, згідно з якою виділено п'ять типів будови (рис. 2).

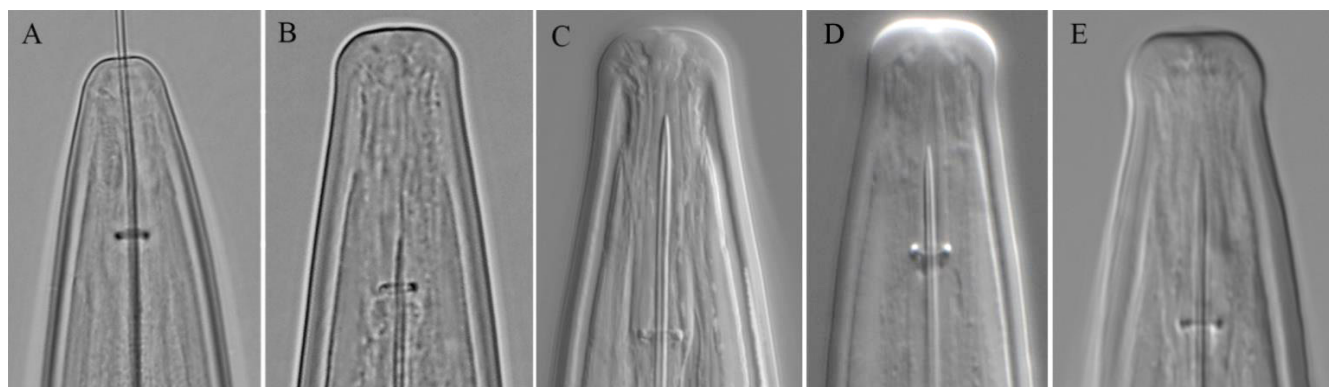


Рис. 2. Типи будови губної області представників роду *Longidorus*: А – округла, невідділена від тіла (*L. poessneckensis*); В – плоска, невідділена (*L. elongatus*); С – округла, з вираженою «шиєю» (*L. piceicola*); D – округла, помірно відділена (*L. euonymus*); Е – плоска, чітко відділена (*L. danuvii*).

Не зважаючи на значну варіабельність форми хвоста у представників роду *Longidorus* вдалося виділити чотири чітких типи його будови (рис. 3).

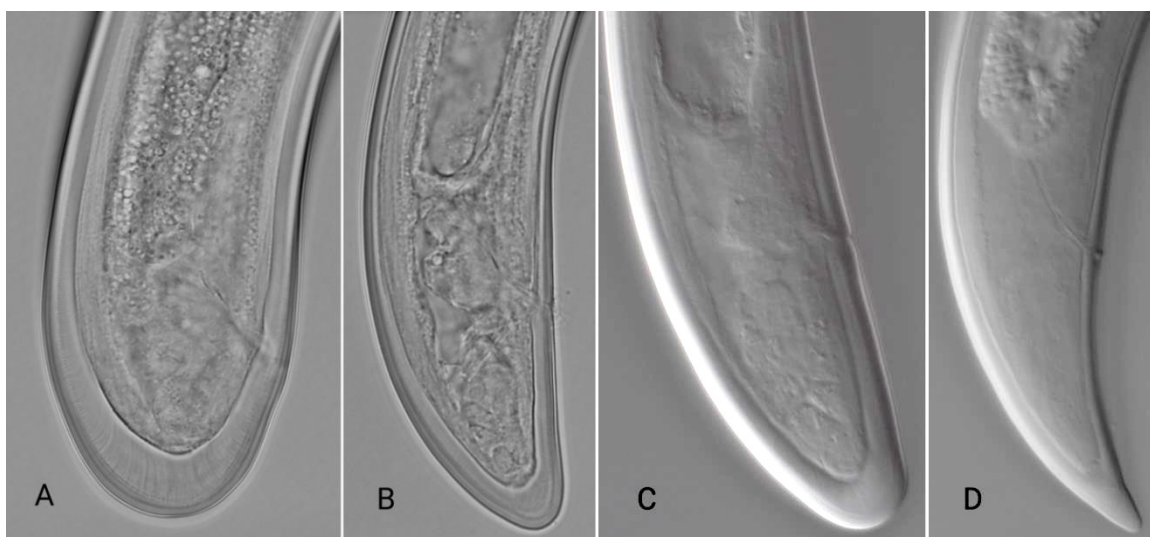


Рис. 3. Типи будови хвоста представників роду *Longidorus*: А – гемісферичний (*L. poessneckensis*), В – округло-конічний (*L. elongatus*), С – циліндричний (*L. euonymus*), D – видовжено-конічний (*L. distinctus*).

Детальний морфологічний аналіз спікул самців, вперше проведений для лонгідорид на основі нової номенклатури їхніх структурних елементів (Реїа-Santiago et al., 2014), виявив значну міжвидову мінливість і важливість використання цієї ознаки для диференціації видів. Зокрема встановлено, що в парі криптичних видів *P. rex* та *Paralongidorus iranicus* Pedram, Pourjam, Namjou, Atighi, Cantalapedra-Navarrete, Liebanas, Palomares-Rius et Castillo, 2012, форма і розмір спікул є єдиними морфологічними ознаками, які їх відрізняють. На прикладі *L. distinctus*, *L. elongatus*, *L. intermedius*, *X. paratylori*, *X. taylori* встановлено, що навіть у

партегенетичних видів, в популяціях яких трапляються лише поодинокі самці, які не беруть участі в розмноженні, будова спікул зберігає видоспецифічний характер і є важливою морфологічною характеристикою виду.

ОСОБЛИВОСТІ ПОСТЕМБРІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ЛОНГІДОРИД РОЗТОЧЧЯ І ОПІЛЛЯ ТА ЇХНЕ ВИКОРИСТАННЯ В ТАКСОНОМІЇ РОДИНИ

Переважній більшості лонгідорид властивий типовий для нематод прямий розвиток зі зміною чотирьох личинкових стадій, що супроводжується линьками. Однак у деяких представників родини спостерігається скорочення життєвого циклу за рахунок випадання одної з проміжних стадій. Серед представників фауни досліджуваного регіону такий тип гетерохронії доведений для виду *L. intermedius*, що часто трапляється на Опіллі. Загалом проведено аналіз повного циклу постембріонального розвитку для 6 видів фауни Розточчя і Опілля. Побудовано морфометричні таблиці та діаграми, що відображають динаміку онтогенезу даних видів. Проведений аналіз показує, що постембріональний розвиток в усіх досліджених видів є процесом, що має видоспецифічний характер. Стабільність окремих морфометричних показників, зокрема довжин функціонального і заміщаючого одонтостилів, дозволяє достовірно розрізняти особин окремих личинкових стадій всіх видів (рис. 4).

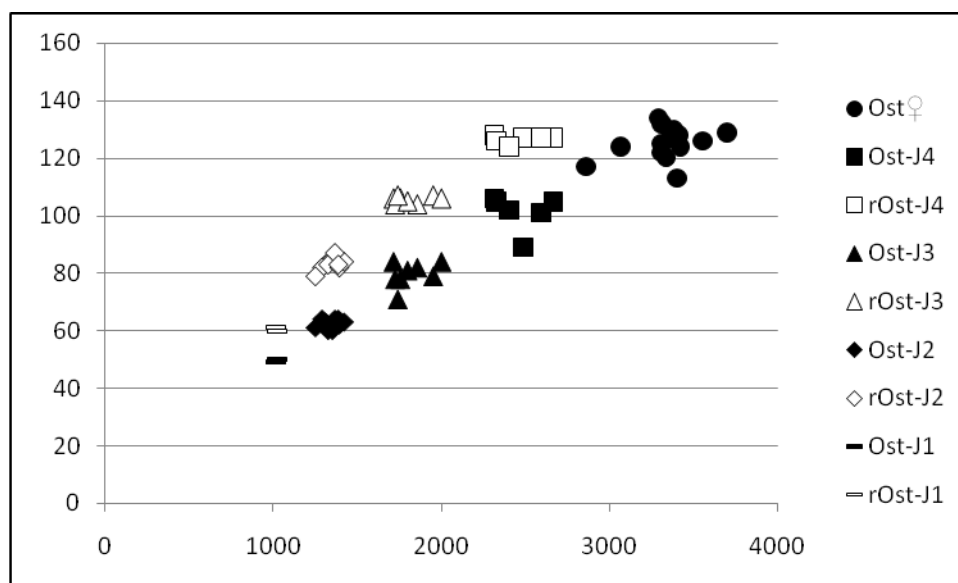


Рис. 4. Динаміка співвідношення довжин функціонального і заміщаючого одонтостилів та загальної довжини тіла в процесі онтогенезу *X. vuittenezi*. (Ost – функціональний одонтостиль; rOst – заміщаючий одонтостиль; J1-J4 – личинки першої-четвертої вікових стадій).

У лонгідорид в процесі онтогенезу, окрім морфометричних змін, відбуваються характерні перебудови губної області і, особливо, хвоста. Для них властиве не лише поступове відносне вкорочення хвоста, а й зміна його форми від стадії до стадії, що дає додаткову інформацію при визначенні віку личинки. Наприклад, у виду *P. rex* в процесі постембріонального розвитку форма хвоста поступово змінюється від

видовжено конічного, у личинок першої стадії, до гемісферичного, в статевозрілих особин (рис.5).

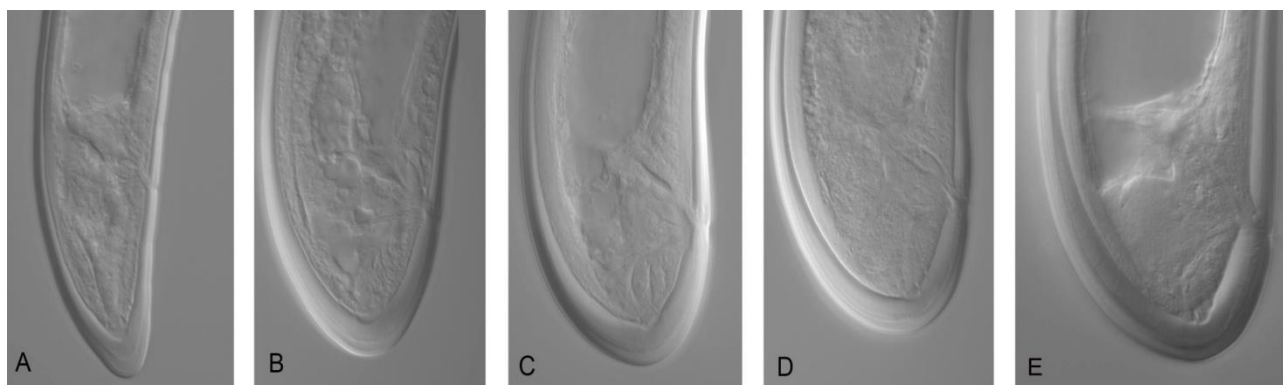


Рис. 5. Зміна форми хвоста в процесі онтогенезу *P. rex*: хвости личинок (A-D): А – першої вікової стадії; В – другої вікової стадії; С – третьої вікової стадії; D – четвертої вікової стадії; Е – хвіст самки.

ІСТОРИЧНЕ ФОРМУВАННЯ ФАУНИ РОДИНИ LONGIDORIDAE РОЗТОЧЧЯ І ОПІЛЛЯ

Родина Longidoridae є досить древньою за походження групою дорилаїмід, окремі філетичні лінії якої сформувалися очевидно в кінці пермського (ксіфінемодна) та впродовж юрського (лонгідороїдна) періодів на територіях з переважанням тропічного та субтропічного клімату, до якого вони тяжіють в своєму розповсюдженні й в рецентний період (Coomans, 1996).

Оскільки лонгідориди, в цілому, є теплолюбивою групою, було висунуто гіпотезу, що їхня сучасна фауна в Центральній та Східній Європі сформувалася в постгляціальний період з таксонів, походження яких пов'язане з Альпійсько-Карпатським рефугіумом. Для її верифікації було проведено молекулярний аналіз нуклеотидних послідовностей *cox I* гену мітохондріальної ДНК популяцій *X. diversicaudatum*, зібраних нами на території Розточчя і Опілля, і встановлено високий ступінь мінливості мДНК і наявність унікальних генотипів в Україні. Такі генетичні особливості належать до філогеографічних рис рефугіумів (Chizhov et al., 2014). Отже, отримані результати можна пояснити тим, що вид пережив останній льодовиковий максимум у Карпатському рефугіумі і в постгляціальний період здійснив колонізацію нових територій вздовж річкових долин. Популяції *X. diversicaudatum*, виявлені нами на території Розточчя і Опілля трофічно пов'язані з широким спектром деревних порід і переважно населяють лісові екосистеми в заплавах Дністра і його приток. На основі хорологічного аналізу подібний тип поширення був встановлений для ще 8 видів регіональної фауни: *L. caespiticola*, *L. danuvii*, *L. elongatus*, *L. euonymus*, *L. intermedius*, *L. leptcephalus*, *L. poessneckensis* і *P. rex*. Разом ці види формують заплашний комплекс.

Принципово інший характер поширення властивий видам степового комплексу, який представлений в досліджуваному регіоні двома таксонами – *X. parataylori* та *X. pachtaicum*. Вони трофічно пов'язані з трав'яною рослинністю і в природних умовах найбільш характерні для степових біотопів Опілля. Очевидно,

своїм походженням ці види пов'язані з поясом сухих степів, що існував на території регіону протягом останнього льодовикового періоду (Еволюція екосистем..., 2008). Саме представники заплавної і степового комплексів формують сучасну природну фауну Longidoridae Розточчя і Опілля.

Сучасне поширення лонгідорид в регіоні досліджень свідчить про їхню низьку вагільність. Із 12 видів, що виявлені на Опіллі, лише чотирьом – *L. elongatus*, *L. euonymus*, *X. parataylori*, *X. diversicaudatum*, вдалося проникнути на територію Розточчя, де вони населяють переважно інтразональні лучні біотопи. Встановлено, що для багатьох видів на досліджуваній території проходить північна межа поширення в регіоні і вони в процесі розселення не змогли подолати Головний європейський вододіл.

ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД І ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ФАУНИ РОДИНИ LONGIDORIDAE УРБООКСИСТЕМ РОЗТОЧЧЯ І ОПІЛЛЯ

У результаті таксономічного опрацювання зібраного матеріалу було встановлено, що фауна нематод родини Longidoridae міста Львова складає 13 видів, які належать до трьох родів: *Longidorus*, *Paralongidorus* та *Xiphinema*.

Встановлено, що основу фауни лонгідорид в урбоекосистемах Львова формують 9 аборигенних видів, які в більшій чи меншій мірі характерні і для природних біотопів Розточчя та Опілля. Порівняльний аналіз фауни Львова виявив суттєві відмінності таксономічного складу лонгідорид у зелених насадженнях різного типу (рис. 6).

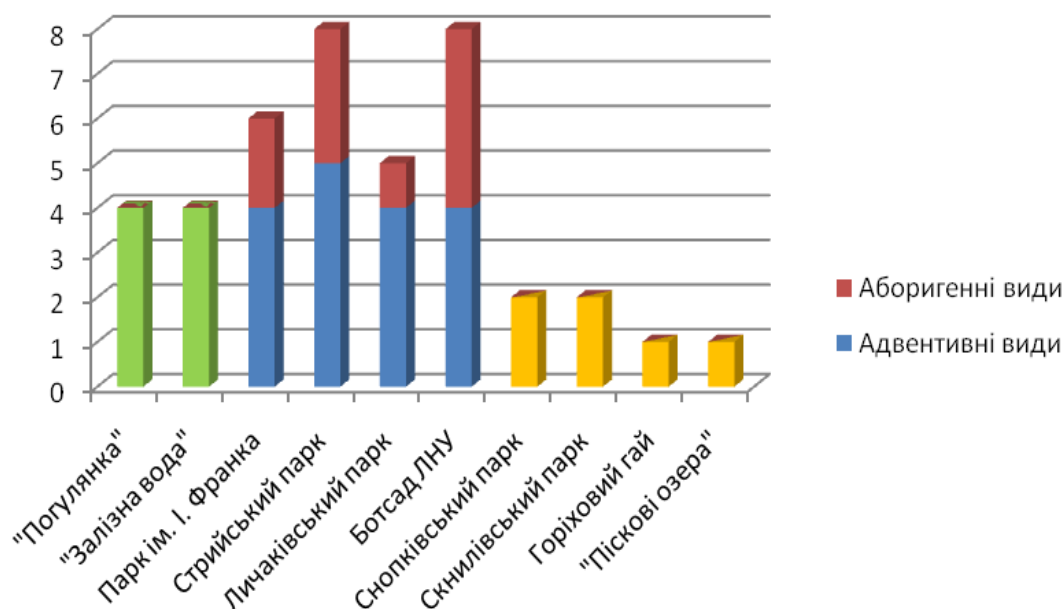


Рис. 6. Розподіл видів у зелених насадженнях Львова різного типу (зеленим позначені лісопарки, синім – старі парки і сади, жовтим – молоді парки).

У лісопарках, сформованих на основі природних деревостанів, де господарське втручання є мінімальним, було виявлено по чотири, а загалом – шість видів лонгідорид. Їхня фауна складається виключно з представників заплавної видового комплексу і в цілому нагадує фауну природних лісових масивів

Стільського горбогір'я (Опілля). Очевидно, її формування відбувалося під впливом природних факторів і практично не залежало від антропогенного впливу (рис.6).

Старі парки і сади Львова були закладені в основному у XVIII ст. з метою впорядкування еродованих пустищ. На їхніх територіях в процесі створення паркового ландшафту часто змінювались характер і структура насаджень, які формувалися за рахунок внесення стороннього садивного матеріалу, як місцевих, так і екзотичних порід дерев і кущів. Встановлено, що в старих парках поряд з аборигенними видами, характерними для природних біотопів регіону, з високою частотою також трапляються 5 видів, що не представлені в природній фауні: *L. attenuatus*, *L. distinctus*, *L. piceicola*, *X. taylori*, *X. vuittenezi*. Хорологічний аналіз показав, що ці види характерні для інших регіонів Європи, зокрема *L. distinctus*, *X. taylori* і *X. vuittenezi* поширені в основному в Середземномор'ї, *L. attenuatus* трапляється здебільшого на території Західної Європи, а *L. piceicola* характерний для хвойних лісів Карпат. Аналіз ареалів та повна відсутність перелічених видів в природних екосистемах досліджуваного регіону, дозволяють стверджувати, що вони складають адвентивну групу фауни, і були занесені на територію урбоекосистем Розточчя і Опілля з віддалених регіонів Європи в процесі господарської діяльності людини. На території Львова адвентивні види складають значну частку фауни лонгідорид (рис. 7). За рахунок їхньої присутності видовий склад старих парків є найбагатшим в межах міста.

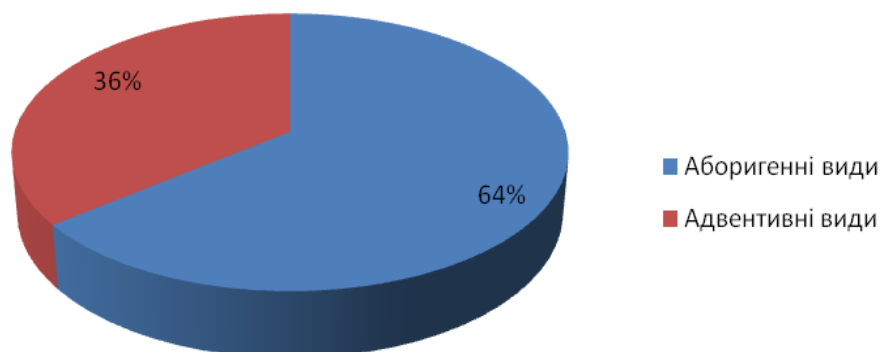


Рис. 7. Співвідношення аборигенних і адвентивних видів Longidoridae в урбоекосистемах Львова.

Молоді парки на території Львова створювалися у повоєнний період переважно на місці пустищ, кар'єрів і сміттєзвалищ. Насадження цих парків сформовані в основному із видів дерев, що є типовими представниками аборигенної флори, а досить значну площу їхньої території займають звичайні і лучні газони. Молоді парки відрізняються значно збідненим видовим складом як від старих парків, так і від лісопарків. На території цих елементів зеленої зони нами було виявлено лише два види – *L. elongatus* та *X. parataylori* (рис.6).

Отже, виходячи з видового різноманіття лонгідорид всі типи насаджень можна розділити на три основні групи за віком і особливостями їхнього формування: лісопарки, старі парки і сади та молоді парки. Кількість видів є найвищою (6-8) в старих парках і садах міста (рис.6). У деяких випадках вона перевищує максимальні показники для природних екосистем.

Парки малих міст регіону за віком близькі до старих парків Львова. Зелені насадження Жовкви, Золочева та Ходорова формувалися переважно з аборигенних деревних порід на основі природних деревостанів і в процесі свого розвитку не зазнавали значних реконструкцій та впливу господарської діяльності. Фауна лонгідорид парків цих міст є однотипною і представлена 4-5 видами. Її можна розглядати як збіднений варіант фауни зелених насаджень старої частини Львова. Встановлено, що структура фауністичних комплексів лонгідорид Львова, Золочева і Жовкви є подібною, оскільки поєднує аборигенний і адвентивний елементи, а у Ходорові адвентивні види виявлені не були.

Аналіз подібності фаун лонгідорид модельних об'єктів за індексом Соренсена виявляє різку відмінність між природними і більшістю урбанізованих екосистем ($I_s=0,2$) (рис.8).

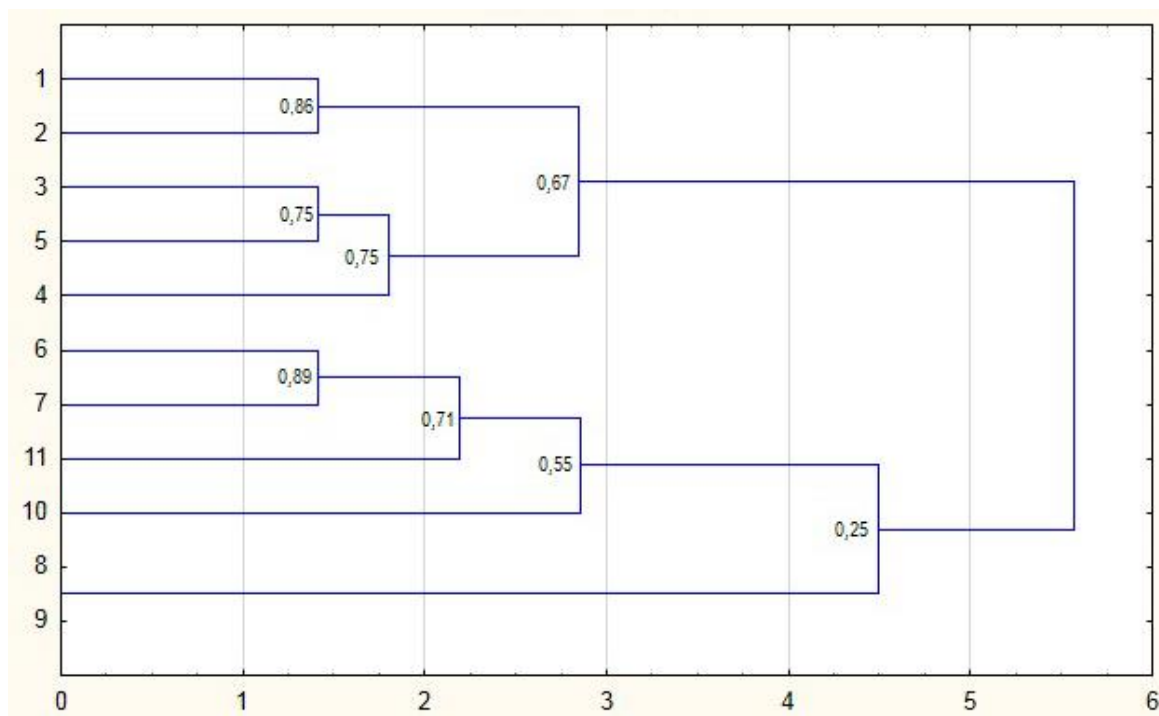


Рис. 8. Дендрограма видової подібності лонгідорид в різних типах природних і урбоекосистем на території Розточчя і Опілля за індексом Соренсена: *Львівська обл., Миколаївський р-н*: 1 – с. Устя, заплашний дубовий ліс; 2 – с. Крупське, стариці Дністра, чагарники, вербняки; 3 – с. Стільське, буковий ліс; *м. Львів*: 4 – лісопарк «Погулянка»; 5 – лісопарк «Залізна Вода»; 6 – Стрийський парк; 7 – ботанічний сад ЛНУ ім. І. Франка; 8 – Снопківський парк; 9 – Скнилівський парк; 10 – м. Золочів, міський парк; 11 – м. Жовква, міський парк.

Серед природних найбільшу подібність видового складу виявляють заплавні біотопи ($I_s=0,86$). Інший кластер формують плакорний природний біотоп і лісопарки території Львова, подібність яких до заплавних дещо нижча ($I_s=0,67$). Тобто фауна лісопарків є подібною до фаун природних біотопів регіону, проте різко відрізняється від фауни інших типів зелених насаджень міст. Фауна біотопів, які потрапляють у цей кластер формується в основному із видів заплавного комплексу. В межах Львова найбільша видова подібність характерна для старих парків ($I_s=0,89$), які формують спільний кластер з парками Золочева і Жовкви. Така відмінність урбоєкосистем міст від природних зумовлена присутністю у їхній фауні видів адвентивного комплексу. Молоді парки Львова потрапляють в один кластер з іншими парками міст, проте характеризуючись ідентичним і бідним видовим складом, проявляють низьку фауністичну подібність з ними ($I_s=0,25$) (рис.8).

Встановлено, що на території міст більшість аборигенних видів лонгідорид демонструють значну екологічну пластичність, населяючи нетипові для них ксеротермні біотопи, тому особливості їхнього поширення в регіоні, а саме низька частота трапляння за межами річкових заплав, очевидно пов'язана з низькою вагільністю.

ВИСНОВКИ

У роботі вперше встановлено таксономічну структуру фауни нематод родини Longidoridae Розточчя і Опілля. Проведено порівняльний аналіз основних таксономічних ознак лонгідорид і запропоновано їхню типологію. З'ясовано закономірності формування фауни Longidoridae природних та урбоєкосистем досліджуваного регіону.

1. Досліджено таксономічний склад родини Longidoridae території Розточчя і Опілля, виявлено 17 видів з трьох родів; 9 видів роду *Longidorus* і 2 види роду *Xiphinema* є новими для фауни України. Вперше на території України зареєстрований представник роду *Paralongidorus* – *Paralongidorus rex* Andrassy, 1986, для якого вперше описано самця. 15 видів лонгідорид виявилися новими для фауни досліджуваного регіону.
2. На основі аналізу морфології представників підродина Longidorinae запропонована оригінальна типологія будови губної області, заснована на поєднанні її структурних елементів. Показана важливість аналізу будови амфідів, хвоста і спікул у самців для ідентифікації видів Longidoridae. На основі отриманих морфологічних даних укладено дихотомічний ключ для визначення лонгідорид Розточчя і Опілля.
3. У результаті дослідження особливостей внутрішньовидової мінливості основних морфометричних параметрів лонгідорид регіональної фауни встановлено, що найбільш стабільними з них є довжина одонтостиля та позиція направляючого кільця. Для 7 популяцій з нетиповими морфометричними показниками приналежність до видів *Longidorus attenuatus*, *L. caespiticola*, *L. danuvii*, *L. poessneckensis*, *Paralongidorus rex* підтверджена результатами молекулярного аналізу D2-D3 фрагментів 28S рДНК.

4. На основі вивчення онтогенезу 6 видів лонгідорид встановлено, що всі їхні личинкові стадії можна достовірно розрізнити за комбінацією морфологічних – будова губної області та хвоста, і морфометричних – довжина функціонального і заміщаючого одонтостилів, ознак.
5. В результаті проведеного філогеографічного аналізу встановлено, що фауна Розточчя і Опілля сформувалася в постльодовиковий період, переважно з видів, походження яких тісно пов'язане з рефугіумами, які існували в Карпатсько-Альпійському регіоні в період останнього льодовикового максимуму. Відповідно до їхнього походження виявлено два фауністичні комплекси – заплавної і степовий, що складають основу регіональної фауни лонгідорид природних і урбанізованих ландшафтів.
6. Встановлено, що фауна родини Longidoridae окремих урбоекосистем формується з аборигенних та адвентивних видів і часто є багатшою у порівнянні із фауною природних екосистем. Адвентивна складова фауни міст регіону представлена п'ятьма видами – *Longidorus attenuatus*, *L. distinctus*, *L. piceicola*, *Xiphinema taylori* та *X. vuittenezi*, які були занесені в процесі господарської діяльності людини. На території Львова вони складають 36% фауни лонгідорид. Видове розмаїття лонгідорид в різних типах зелених насаджень Львова залежить від історії їхнього формування та інтенсивності господарської діяльності і є найвищим (6-8 видів) в старих парках і садах міста.
7. Встановлено, що на території міст більшість аборигенних видів лонгідорид демонструють значну екологічну пластичність, населяючи нетипові для них ксеротермні біотопи, тому особливості їхнього поширення в регіоні, зокрема низька частота трапляння за межами річкових заплав, очевидно пов'язані з низькою вагільністю.
8. Аналіз фауністичної подібності досліджуваних біотопів показав, що вони чітко поділяються на дві основні групи ($I_s=0,2$). Перша об'єднує природні біотопи і лісопарки Львова, а друга – усі інші типи зелених насаджень міст.

СПИСОК ПРАЦЬ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Kornobis, F. W., **Susulovska, S.**, Susulovsky, A., Subbotin, S. A. (2015). Morphological and molecular characterisation of *Paralongidorus rex* Andrassy, 1986 (Nematoda: Longidoridae) from Poland and Ukraine. *European Journal of Plant Pathology*, **141**(2), 385-395.
2. **Susulovska, S.**, Susulovsky, A., Kornobis, F. W. (2016). Morphometrical and molecular data on plant parasitic nematodes *Longidorus attenuatus* Hooper, 1961 and *L. danuvii* Barsi et al., 2007 (Nematoda: Longidoridae) reported from Ukraine for the first time. *Helminthologia*, **53** (4), 396-400.
3. **Susulovska, S.**, Castillo, P., Archidona-Yuste, A. (2017). First reports, morphological, and molecular characterization of *Longidorus caespiticola* and *Longidorus poessneckensis* (Nematoda: Longidoridae) from Ukraine. *Journal of Nematology*, **46** (4), 396-402.
4. **Susulovska, S.**, Cantalapiedra-Navarrete, C., Susulovsky, A., Castillo, P., Archidona-Yuste, A. (2018). Morphological and molecular characterisation of *Xiphinema*

- ifacolum* Luc, 1961 (Nematoda: Longidoridae) from Sri Lanka. *Nematology*, **20** (10), 925-937.
5. **Susulovska, S. A.**, Tsaryk, J. V. (2018). Morphological and chorological characterization of *Longidorus intermedius* Kozłowska & Seinhorst, 1979 firstly reported from Ukraine with the comments on *Longidorus elongatus* (de Man, 1876) Thorne & Swanger, 1936. *Studia Biologica*, **12** (2), 53-62.
 6. **Susulovska, S.** (2020). The first record and description of male of *Paralongidorus rex* (Nematoda, Longidoridae) from Ukraine with comments on female uterine eggs morphology. *Zoodyversity*, **54** (6), 501-504.
 7. **Сусуловська, С.** (2014). Нові для фауни України види ґрунтових нематод родини Longidoridae (Dorylaimida, Nematoda). X Міжнар. конф. студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології»: збірник тез, 8-11 квітня 2014 року, м. Львів. СПОЛОМ, Львів, 157–158.
 8. **Сусуловська, С.**, Царик, Й. (2015). Фауна та особливості розподілу видів родини Longidoridae в межах зеленої зони Львова. XI Міжнар. конф. студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології»: збірник тез, 20-23 квітня 2015 року, м. Львів. СПОЛОМ, Львів, 157–158.
 9. **Сусуловська, С.** (2015). Нові знахідки рідкісного виду лонгідорид *Longidorus danuvii* на території Львова. Наукові основи збереження біотичної різноманітності: I (XII) Міжнар. наук. конф. молодих учених (Львів, 21-22 травня 2015 року). Львів, 105-106.
 10. **Сусуловська, С.** (2016). Морфологія, хорологія та вірусноносійство виду *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky, 1927) Thorne, 1939. XII Міжнар. конф. студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології»: збірник тез, 19-21 квітня 2016 року, м. Львів. СПОЛОМ, Львів, 211–212.
 11. **Сусуловська, С. А.** (2017). Морфологічні особливості двох нових для фауни України видів нематод роду *Longidorus* Micoletzky, 1927. Матеріали наукової конференції «Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій», смт. Шацьк, 7–10 вересня 2017 р. СПОЛОМ, Львів, 109-110.
 12. **Сусуловська, С. А.** (2017). Хорологічні особливості нового для фауни України виду фітонематод *Longidorus intermedius* Kozłowska, Seinhorst, 1979 (Nematoda: Dorylaimida). «Фауна України на межі ХХ-ХХІ ст. Нові концепції зоологічних досліджень». Всеукраїнська зоологічна конференція (12-16 вересня 2017 р. м. Харків): тези доповідей. Харків, 95-96.
 13. **Сусуловська, С. А.** (2017). Стан і перспективи досліджень фітонематод родини Longidoridae (Nematoda: Dorylaimida) на території України. Тези доповідей Конференції молодих дослідників-зоологів – 2017, м. Київ, Інститут зоології НАН України, 18-20 жовтня 2017 р. Київ, С. 16 (Зоологічний кур'єр, № 11.)
 14. **Сусуловська, С.**, Крайнер, Л., Сусуловський, А. (2018). Рідкісні таксони Dorylaimida (Nematoda) в інтразональних оселищах заходу України. Матеріали наукової конференції «Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій», смт. Шацьк, 13–16 вересня 2018 р. СПОЛОМ, Львів, 100-102.

15. **Сусуловська, С.,** Сусуловський, А. (2019). Фауна нематод родини Longidoridae (Nematoda: Dorylaimida) заходу України. Матеріали Міжнародної зоологічної конференції «Фауна України на межі ХХ-ХХІ ст. Стан і біорізноманіття екосистем природоохоронних територій» присвячена 220 річниці від дня народження О. Завадського, м. Львів – смт. Шацьк, 12–15 вересня 2019 р. СПОЛОМ, Львів, 158-159.
16. **Сусуловська, С. А.** (2019). Фітонематоди-вірусоносії родин Longidoridae і Trichodoridae фауни західного регіону України. Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції факультету захисту рослин Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва, 17-18 жовтня 2019 р. Друкарня Мадрид, Харків, 102-103.
17. **Сусуловська, С. А.** (2019). Роль інтегративного підходу в ідентифікації видів родини Longidoridae (Nematoda: Dorylaimida). Тези доповідей Конференції молодих дослідників-зоологів (м. Київ, Інститут зоології НАН України, 13-14.11.2019 р.). Київ, С. 23. (Зоологічний кур'єр, № 13).

АНОТАЦІЯ

Сусуловська С. А. Фітонематоди Longidoridae урбоекосистем Розточчя і Опілля (Україна): таксономічний склад і особливості формування фауни. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.08 – зоологія. – Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, Київ, 2021.

Дисертація присвячена дослідженню таксономічного складу та закономірностей формування фауни ґрунтових нематод родини Longidoridae природних і урбанізованих екосистем Розточчя і Опілля. Встановлено таксономічну структуру фауни лонгідорид досліджуваного регіону, яка представлена 17 видами, що належать до родів *Longidorus*, *Paralongidorus* і *Xiphinema*. Під *Paralongidorus* і 12 виявлених видів є новими для фауни України. Для виду *P. rex* вперше описано самця.

Наведено стандартизовані описи всіх виявлених у регіоні видів і таблиці з їхніми основними морфометричними параметрами. Встановлено ознаки, важливі для ідентифікації видів та запропоновано оригінальну типологію будови губної області. Укладено дихотомічний ключ для визначення лонгідорид Розточчя і Опілля.

За результатами молекулярного аналізу D2-D3 фрагментів 28S рДНК. встановлено, що ступінь відмінності між популяціями одного виду становить < 1%, а між популяціями різних видів підроду Longidorinae – 7-22%.

Для 6 видів проаналізовано особливості постембріонального розвитку і встановлено можливість їхньої ідентифікації на всіх стадіях розвитку.

Згідно з результатами хорологічного аналізу виділено два видові комплекси – заплавної і степовий. Встановлено, що основу природної фауни лонгідорид

Розточчя і Опілля складають види заплавної комплексу (83%), який сформувався в Карпатському рефугіумі в період останнього льодовикового максимуму.

Встановлена адвентивна складова фауни родини Longidoridae урбоєкосистем Розточчя і Опілля. Вона представлена п'ятьма видами – *Longidorus attenuatus*, *L. distinctus*, *L. piceicola*, *Xiphinema taylori* та *X. vuittenezi*, які були занесені на територію регіону в процесі господарської діяльності людини. Аналіз фауністичної подібності досліджуваних біотопів показав, що вони чітко поділяються на дві групи ($I_s=0,2$). Перша об'єднує природні біотопи і лісопарки міста Львова, а друга – усі інші типи зелених насаджень міст.

Ключові слова: Dorylaimida, Longidoridae, Україна, Розточчя, Опілля, таксономія, морфологія, морфометрія, філогеографія, формування фауни, фауністична подібність.

SUMMARY

Susulovska S. A. Phytonematodes Longidoridae of urban ecosystems of Roztochia and Opillia (Ukraine): taxonomic structure and fauna formation. – Manuscript.

Thesis for the scientific degree of candidate of biological sciences, speciality 03.00.08 – zoology. – I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2021.

The thesis is devoted to the study of taxonomic composition and fauna formation patterns of soil nematodes of the family Longidoridae in natural and urban ecosystems on the territory of Roztochia and Opillia. Taxonomic structure of Longidoridae fauna of the researched region is determined for the first time. It comprises 17 species belonging to three genera: *Longidorus*, *Paralongidorus* and *Xiphinema*. The genus *Paralongidorus* and 12 longidorid species are recorded from Ukraine for the first time: *Longidorus attenuatus*, *L. caespiticola*, *L. danuvii*, *L. euonymus*, *L. intermedius*, *L. leptcephalus*, *L. piceicola*, *L. poessneckensis*, *Longidorus sp.*, *Paralongidorus rex*, *Xiphinema parataylori*, *X. taylori*. Fifteen species are new to the fauna of researched region. Male specimen of *P. rex* is reported and described for the first time.

On the basis of morphological analysis of representatives of the subfamily Longidorinae an original classification of lip region and tail structure types was proposed.

Morphology of all the recorded Longidoridae species is described in detail. Nomenclature of structural elements of the spicules provided for the other groups of Dorylaimida was first applied to Longidoridae. Comparative analysis of studied longidorid populations and previously reported ones revealed that values of many morphometric parameters are beyond previously reported ranges of variability for several species. According to the result of molecular analysis of D2-D3 28S rDNA segments of seven populations with atypical morphometric values belonging to *Longidorus attenuatus*, *L. caespiticola*, *L. danuvii*, *L. poessneckensis*, *Paralongidorus rex* validity of specific identification was confirmed. Tables with main morphometric parameters of all studied species are given in the thesis.

Ontogeny of six species was studied in detail. Ontogeny in Longidoridae is a species-specific process. Distinct pattern of changes in morphometrics of functional and

replacement odontostyles and tail structure helps to identify species on all developmental stages.

Phylogeographic analysis revealed that Longidoridae fauna of Roztochia and Opillia was formed in postglacial period. It is composed mostly of the species which originated in refuge areas located in Alps and Carpathian Mountains during the Last Glacial Maximum (18000-21000 ya). All the indigenous species of the researched region were divided into two species complexes according to their historical origin and current distribution: floodplain and steppe. Floodplain species complex contains 9 species, which form the core of Longidoridae fauna of Roztochia and Opillia (83%). Steppe species complex is represented with only two species of the genus *Xiphinema* – *X. pachtaicum* and *X. parataylori*.

It was discovered that fauna of the family Longidoridea of urban ecosystems is usually richer than fauna of natural ecosystems as it is composed of indigenous and adventive species. Adventive component of the urban fauna in researched region is presented by five species: *Longidorus attenuatus*, *L. distinctus*, *L. piceicola*, *Xiphinema taylori* and *X. vuittenezi*, which has arrived there due to the human activity. Species diversity of Longidoridae in different types of green spaces depends on the history of their formation and intensity of human activity. The highest number of 6-8 longidorid species can be found in old city parks. In cities, most indigenous Longidoridae species demonstrate high ecological plasticity inhabiting atypical habitats with dry conditions.

An analysis of faunal similarity of the studied habitats was performed. Results of the analysis showed that they are clearly divided into two separate groups ($I_s=0,2$). The first one comprises natural habitats and urban forests of Lviv city and the second one includes all the other types of green spaces of cities.

Key words: Dorylaimida, Longidoridae, Ukraine, Roztochia, Opillia, taxonomy, morphology, morphometrics, phylogeography, fauna formation, faunal similarity.

Підписано до друку 31.03.21
Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк на різнографі. Зам. №31/03-1
Ум. друк. арк. 0,9
Наклад 100 прим.

Видавництво “Галич-Прес”
Видавець ФОП Король І.В.
м. Львів, вул. Гнатюка, 17
Ел. пошта: lvivprint@ukr.net. Тел. 096-59-88-924
Свідоцтво ДК №5353 від 24.05.2017 р.