

АНОТАЦІЯ

Федяй І.О. Таксономія, екологія та біономія наземних напівтвердокрилих (Hemiptera, Heteroptera) урбоценозів мегаполісу – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – «Біологія». Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Харків, 2020.

Робота присвячена вивченню однієї з домінантних та своєрідних складових ентомофауни України, представникам підряду напівтвердокрилі (Heteroptera) в межах урбоценозів мегаполісу. За останні 30 років відомості щодо видового складу та екологічних особливостей багатьох видів клопів у природних екосистемах вкрай фрагментарні. Трансформовані екосистеми міст залишаються взагалі не вивченими, що зумовило актуальність проведення даного дослідження.

У роботі застосовано методи комплексних екологічних, ентомологічних досліджень, методи варіаційної статистики. Матеріалом дослідження слугували власні збори автора на шести біотопах міста Харкова та колекції музею ХНУ імені В.Н. Каразіна.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше встановлено видовий склад підряду Heteroptera м. Харкова – 180 видів напівтвердокрилих із 120 родів і 17 родин, з яких вперше для материкової України вказано *Xylocoris (Proxylocoris) galactinus* (Fieber, 1836) (Anthocoridae); для Лісостепу – *Catoplatus nigriceps* Horváth, 1905 (Tingidae), *Stenodema (Stenodema) holsata* (Fabricius, 1787) (Miridae); для Лівобережної України – *Carpocoris (Carpocoris) purpureipennis* (De Geer, 1773) (Pentatomidae) та *Trigonotylus ruficornis* (Geoffroy, 1785) (Miridae). Чотири види родини Lygaeidae – *Nysius ericae* (Schilling, 1829), *Perithrechus geniculatus* (Hahn, 1832), *Perithrechus gracilicornis* Puton, 1877, *Taphropeltus contractus* (Herrich-Schäffer, 1835) та п'ять видів родини Miridae – *Amblytylus nasutus* (Kirschbaum, 1856), *Deraeocoris lutescens*

(Schilling, 1837), *Globiceps (Kelidocoris) flavomaculatus* (Fabricius, 1794), *Notostira elongata* (Geoffroy, 1785) та *Pilophorus perplexus* Douglas et Scott, 1875 виявилися новими для Харківської області. Вперше проаналізовано якісно-кількісну характеристику родин напівтвердокрилих в залежності від особливостей урбоценозу. Вперше для мегаполісів вивчено екологічну структуру та проведено зоогеографічний аналіз гетероптерофауни. Уточнено життєві цикли фонових видів клопів в умовах м. Харкова. Проведено детальний аналіз просторового (ярусного) розподілу Heteroptera м. Харкова. Вперше проведена оцінка біоіндикаційних можливостей напівтвердокрилих на території міста.

Робота має теоретичне і практичне значення. Отримані результати з видового складу, біотопічного розподілу та екологічних особливостей клопів в межах мегаполісу, збагачують наші знання щодо формування фауни міст, визначення чинників, що сприяють зміні чисельності комах у містах та слугують теоретичним підґрунтям для розробки заходів щодо збереження біологічного різноманіття трансформованих екосистем. Ряд еколого-фауністичних даних можуть бути використані для обґрунтування необхідності створення природно-заповідних об'єктів на території міст. Результати досліджень знайшли використання в навчальному процесі в ХНПУ імені Г.С. Сковороди при підготовці та викладанні курсів «Зоологія безхребетних», «Загальна ентомологія», «Прикладна ентомологія та екологія комах», «Біоіндикація», «Зоогеографія», та при проведенні навчальної польової практики студентів природничого факультету.

Проведений аналіз гетероптерофауни міста Харкова дозволив встановити, що 27 видів з 22 родів та 8 родин напівтвердокрилих були фоновими, серед яких 7 еудомінанти та домінанти і 20 субдомінантних видів. За кількістю та чисельністю видів домінували родина Miridae (50), Lygaeidae (46) та Pentatomidae (23 види). Кількість видів у різних урбоценозах коливалась від 78 (Лісопарк) до 100 (Ботанічний сад ХНПУ), що складало 43,0–60,0 % гетероптерофауни того чи іншого біотопу. Індекси різноманіття та вирівняності виявилися вищими у Саржиному Яру (1,51 та 0,566), а мінімальними – в

насадженнях Ботанічного саду ХНПУ (1,10 та 0,378). Значення видового багатства виявились вищими в жилих масивах та в Саржиному яру, а за іншими ценозами вони розрізнялися незначно. Виявлена значна фауністична подібність (0,85–0,99) для більшості насаджень міста, особливо за фоновими видами. Проаналізовано альфа-, бета- та гама-різноманіття за таксономічною кількістю, індексами Сімпсона та Шеннона (95%-й довірчий інтервал).

За біотопічною преференцією домінували лучна (80), лісова (56) та політопна (25 видів) групи. За гігропреферендумом переважали мезофіли (115 видів) та мезоксерофіли (48 видів), а мезогігрофіли і ксерофіли були представлені 10 та 7 видами відповідно. За кормовою спеціалізацією домінували фітофаги (150 видів) з яких поліфітофаги склали 74, а олігофітофаги – 66 видів. Група зоофагів становила 17 видів. За просторовим (вертикальним) розміщенням напівтвердокрилі були поділені на 14 груп. Найбільшим числом видів (91) характеризувались хортобіонти, а серед герпетобіонтів, дендробіонтів, геобіонтів та стратобіонтів загалом відзначено 31 вид. Майже третина напівтвердокрилих (58 видів) не мали чіткої преференції до конкретного ярусу рослинності, але серед них більш чисельними виявились герпетохортобіонти (30) та дендротамнобіонти (7 видів). Інші представники дев'яти ярусних груп загалом були представлені 17 видами (від одного до чотирьох в окремих групах). За особливостями життєвих циклів, серед клопів виділено декілька груп. За кількістю генерацій напівтвердокрилі представлені чотирма групами, з яких переважає моновольтинна (111 видів). До бівольтинних віднесено 40, а полівольтинних – 24 види. За характером зимівлі виділено п'ять груп, з яких переважають види, що зимують в стадії імаго (119) чи яйця (46 видів).

Проаналізовано особливості структури напівтвердокрилих на основі едафічних фітоіндикаційних шкал за їх основними показниками. За рівнем освітлення встановлено, що 64 види належать до сціофілів (35,6 %), 25 – до гемісціофілів (13,9 %), 56 – до субгеліофілів (31,1 %) та 35 видів – до геліофілів (19,4 %). Серед гігоморф домінували мезофіли (104 види), а кількість ксеромезофілів та мезогігрофілів виявилась в 2–3 рази меншою (44 і 32 види

відповідно). В градієнті умов зволоження виділені угруповання гідроконтрастофілів – 75 та гемігідроконтрастофілів – 105 видів. За відношенням до кислотності ґрунту, виділено три групи ацидоморф: неутрофіли – 26, субацидофіли – 132 та ацидофіли – 22 види. За перевагою до вмісту в ґрунті карбонатів, клопи розподілені на дві групи: акарбонатофіли – 22 та гемікарбонатофіли – 158 видів. За показниками мінералізації ґрунтового розчину, переважна більшість видів клопів віднесена до еутрофофілів, що представлені 165 видами. Серед семіеутрофофілів та субглікотрофофілів виявлено 7 та 8 видів відповідно.

Зоогеографічна характеристика напівтвердокрилих урбоценозів міста Харкова показує досить велику роздрібненість типів ареалів клопів. Це може бути пов'язано з мозаїчністю умов в різних біотопах м. Харкова, що сприяє підвищенню різноманіття видів клопів з різних зоогеографічних груп (підгруп). Загалом виділено 20 типів видових ареалів, об'єднаних в 12 секторних груп. Найбільшими (як за кількістю видів, так і за чисельністю) виявились представники транспалеарктичної (64 види), західно-палеарктичної (62), європейської (20) та голарктичної (18) груп ареалів. Інші групи включали від одного до трьох видів. Чотири види клопів мають позапалеарктичний тип поширення з космополітним, неарктичним (по одному виду) та субкосмополітним (два види) ареалами.

Ключові слова: Heteroptera, фауна, екологія, біономія, урбоценози, Харків, біоіндикація, зоогеографічні групи.

SUMMARY

Fedyay I.O. Taxonomy, ecology and bionomy of terrestrial hemipterans (Hemiptera, Heteroptera) of metropolis urban coenoses – Qualification scientific paper as a manuscript.

Thesis for a Doctor of Philosophy Degree, Speciality 091 – «Biology». H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv, 2020.

Thesis paper is devoted to the study of one of the dominant and peculiar components of the entomofauna of Ukraine, representatives of the suborder of hemipterans (Heteroptera) within the urban coenoses of the metropolis. Over the last 30 years, information on the species composition and ecological characteristics of many species of true bugs in natural ecosystems is extremely fragmentary. Transformed urban ecosystems remain unexplored, which led to the relevance of this study.

Methods of complex ecological, entomological researches, methods of variation statistics are applied in the paper. Material of the research was the author's own collection on six biotopes of Kharkiv and the collection of the V.N. Karazin Kharkiv National University museum.

The scientific novelty of the work is that for the first time the species composition of the order Heteroptera of Kharkiv was established – 180 species of hemipterans of 120 genera and 17 families, of which *Xylocoris (Proxylocoris) galactinus* (Fieber, 1836) (Anthocoridae) was indicated for the first time for mainland Ukraine; for the Forest-Steppe – *Catoplatus nigriceps* Horváth, 1905 (Tingidae), *Stenodema (Stenodema) holsata* (Fabricius, 1787) (Miridae); for the Left Bank of Ukraine – *Carpocoris (Carpocoris) purpureipennis* (De Geer, 1773) (Pentatomidae) and *Trigonotylus ruficornis* (Geoffroy, 1785) (Miridae). Four species of the family Lygaeidae – *Nysius ericae* (Schilling, 1829), *Perithrechus geniculatus* (Hahn, 1832), *Perithrechus gracilicornis* Puton, 1877, *Taphropeltus contractus* (Herrich-Schäffer, 1835) and five species of the family Miridae – *Amblytylus nasutus* (Kirschbaum, 1856), *Deraeocoris lutescens* (Schilling, 1837), *Globiceps (Kelidocoris)*

flavomaculatus (Fabricius, 1794), *Notostira elongata* (Geoffroy, 1785) and *Pilophorus perplexus* Douglas et Scott, 1875 were new to the Kharkiv region. For the first time, the qualitative and quantitative characteristics of hemipterans families depending on the peculiarities of the urbocenosis were analyzed. For the first time for megapolises the ecological structure was studied and the zoogeographical analysis of heteropterofauna was carried out. The life cycles of background species of true bugs in the conditions of Kharkiv have been specified. A detailed analysis of the spatial (tier) distribution of Heteroptera in Kharkiv was performed. For the first time, the bioindication capabilities of hemipterans in the city were assessed.

This paper has theoretical and practical significance. The obtained results on the species composition, biotope distribution and ecological features of true bugs within the metropolis, enrich our knowledge on the formation of urban fauna, identify factors that contribute to changes in the number of insects in cities and serve as a theoretical basis for measures to preserve biodiversity of transformed ecosystems. A number of ecological and faunal data can be used to justify the need to create nature reserves in cities. The research results were used in the educational process at Kharkiv National Pedagogical University named after G.S. Skovoroda in the preparation and teaching of courses «Zoology of invertebrates», «General entomology», «Applied entomology and ecology of insects», «Bioindication», «Zoogeography», and in conducting field practice of students of the Faculty of Natural Sciences.

The analysis of the heteropterofauna of Kharkiv allowed to establish that 27 species from 22 genera and 8 families of hemipterans were background, including 7 eudominants and dominants and 20 subdominant species. The family Miridae (50), Lygaeidae (46) and Pentatomidae (23 species) dominated in terms of number and number of species. The number of species in different urban coenoses ranged from 78 (Forest Park) to 100 (Botanical Garden of KhNPU), which was 43,0–60,0 % of the heteropterofauna of a particular habitat. Indices of diversity and evenness were higher in Sarzhyn Yar (1,51 and 0,566), and minimal – in the plantations of the Botanical Garden of KhNPU (1,10 and 0,378). The values of species richness were higher in residential areas and in Sarzhin Yar, and they differed slightly in other cenoses.

Significant faunal similarity (0,85–0,99) was found for most of the city's plantations, especially by background species. Alpha, beta and gamma diversity by taxonomic number, Simpson and Shannon indices (95% confidence interval) were analyzed.

The biotope preference was dominated by meadow (80), forest (56) and politope (25 species) groups. The hygropreference was dominated by mesophiles (115 species) and mesoxerophiles (48 species), and mesohygrophiles and xerophiles were represented by 10 and 7 species, respectively. The forage specialization was dominated by phytophages (150 species), of which 74 were polyphytophagous and 66 were oligophytophagous. The group of zoophages included 17 species. According to the spatial (vertical) arrangement, the hemipterans were divided into 14 groups. The largest number of species (91) was characterized by chortobionts, and among herpetobionts, dendrobionts, geobionts and stratobionts a total of 31 species were noted. Almost a third of hemipterans (58 species) did not have a clear preference for a particular tier of vegetation, but among them herpetochortobionts (30) and dendrotamnobionts (7 species) were more numerous. The other members of the nine tier groups were represented by a total of 17 species (from one to four in separate groups). According to the peculiarities of life cycles, several groups are distinguished among true bugs. In terms of the number of generations, hemipterans animals are represented by four groups, of which the monotherapy (111 species) predominates. There are 40 types of bi-volt and 24 types of poly-volt. There are five groups according to the nature of wintering, of which the species that overwinter in the adult stage (119) or eggs (46 species) predominate.

Peculiarities of the structure of hemipterans on the basis of edaphic phytoindication scales according to their main indicators are analyzed. According to the level of illumination, it was found that 64 species belong to sciophiles (35,6 %), 25 – to hemisciophiles (13,9 %), 56 – to subheliophiles (31,1 %) and 35 species – to heliophiles (19,4 %). Among the hygromorphs, mesophiles dominated (104 species), and the number of xeromesophiles and mesohygrophiles was 2–3 times smaller (44 and 32 species, respectively). In the gradient of humidification conditions, there are groups of hydrocontrastophiles – 75 and hemihydrocontrastophiles – 105 species. In relation to soil acidity, three groups of acidomorphs have been identified: neutrophils

– 26, subacidophiles – 132 and acidophiles – 22 species. According to the preference for the content of carbonates in the soil, true bugs are divided into two groups: acarbonatophiles – 22 and hemicarbonatophiles – 158 species. According to the indicators of soil solution mineralization, the vast majority of true bug species are classified as eutrophophiles, which are represented by 165 species. Among semieutrophophiles and subglycotrophils, 7 and 8 species were identified, respectively.

Zoogeographical characteristics of hemipterans urbocenoses of Kharkiv show a rather large fragmentation of true bug habitat types. This may be due to the mosaic conditions in different habitats of Kharkiv, which contributes to the diversity of true bug species from different zoogeographical groups (subgroups). A total of 20 types of species have been identified, grouped into 12 sectorial groups. The largest (both in terms of number and number) were representatives of the Palearctic (64 species), West Palearctic (62), European (20) and Holarctic (18) groups of habitats. Other groups included from one to three species. Four species of true bugs have a non-Palearctic type of distribution with cosmopolitan, non-Arctic (one species each) and subcosmopolitan (two species) habitats.

Key words: Heteroptera, fauna, ecology, bionomy, urbocenoses, Kharkiv, bioindication, zoogeographical groups.

Список публікацій здобувача, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

У фахових виданнях та виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних:

1. **Fedyay I.A.**, Markina T.Yu., Putchkov A.V. (2018). Ecologo-faunistic review of the bugs of infraorder Pentatomomorpha (Heteroptera) of urbocenoses of Kharkiv city (Ukraine). *Biosystems Diversity*, 26 (4), 308–316. <https://doi.org/10.15421/011840> (Web of Science, фахове видання) (особистий внесок: збір та часткова обробка фактичного та літературного матеріалу, інтерпретація результатів).

2. Маркіна Т.Ю., Пучков О.В., **Федяй І.О.** (2019). Нові та маловідомі види клопів (Insecta, Heteroptera) фауни України. *Біологія та валеологія*: 20, 76–87. <http://doi.org/10.5281/zenodo.2543598> (**Index Copernicus, фахове видання**) (особистий внесок: підбір та опрацювання літератури, збір та обробка фактичного матеріалу, інтерпретація результатів).
3. **Федяй І.О.**, Маркіна Т.Ю. (2019). Деякі особливості сезонних циклів представників підряду напівтвердокрилих (Heteroptera) урбоценозів міста Харкова. *Біологія та валеологія*: 21. 104-109. <http://doi.org/10.34142/23122218.2019.21.15> (**Index Copernicus, фахове видання**) (особистий внесок: підбір та опрацювання літератури, збір та обробка фактичного матеріалу, написання частини статті).
4. **Fedyay I.A.**, Markina T.Yu. (2020). Ecological and faunistic review of the true bugs of infraorder Cimicomorpha (Heteroptera) of urban cenoses of Kharkiv city (Ukraine). *Zoodiversity*, 54(2), 133–146. <https://doi.org/10.15407/zoo2020.02.133> (**фахове видання**) (особистий внесок: планування, інтерпретація результатів).
5. Kunakh O.M., **Fedyay I.O.** (2020). Are Heteroptera communities able to be bioindicators of urban environments? *Biosystems Diversity*, 28(2), 195–202. <https://doi.org/10.15421/012025> (**Web of Science, Scopus, фахове видання**) (особистий внесок: підбір та опрацювання літератури, інтерпретація результатів).

Публікації у періодичних виданнях країн ЄС

6. Комароми Н.А., **Федяй И.А.**, Николенко Н.Ю. (2020). Биоразнообразие жесткокрылых и полужесткокрылых насекомых (Insecta: Coleoptera, Heteroptera) в мегаполисе восточной Украины. *Scientific discussion (Praha, Czech Republic)*, 46 (1), 15–21. URL: <http://scientific-discussion.com/ru/archive/> (**Index Copernicus**) (підбір та опрацювання літератури, інтерпретація результатів, написання частини статті).

Публікації, які засвідчують апробацію результатів дисертації

(матеріали та тези):

7. **Федяй І.О.** (2017). Обзор клопов-щитников надсемейства Pentotomoidea (Heteroptera) урбанизированных биотопов г. Харькова. *Матеріали Всеукраїнської зоологічної конференції «Фауна України на межі ХХ-ХХІ ст. Нові концепції зоологічних досліджень»*. Харків, С 36–37. (особистий внесок: підбір та опрацювання літератури, збір та обробка фактичного матеріалу, написання тез).
8. **Федяй І.А.** (2018). Сведения о наземных полужесткокрылых (Heteroptera) урбоценозов города Харькова. *Матеріали I Міжнародної конференції молодих учених: «Харківський природничий форум»*. Харків. С. 82–83. (особистий внесок: підбір літератури, збір та обробка фактичного матеріалу, інтерпретація результатів, написання тез).
9. **Федяй І.А.** (2018). Наземные полужесткокрылые (Heteroptera) урбоценозов города Харькова. *Матеріали IX з'їзду Українського ентомологічного товариства*. Харків. С. 131–132. (особистий внесок: підбір та опрацювання літератури, збір та обробка фактичного матеріалу, інтерпретація результатів, написання тез).
10. **Федяй І.О.** (2019). Видовий склад наземних напівтвердокрилих (Heteroptera) урбоценозів міста Харкова. *Матеріали II Міжнародної конференції молодих учених: «Харківський природничий форум»*. Харків. С. 82–83. (особистий внесок: опрацювання літератури, збір та обробка фактичного матеріалу, написання тез).
11. **Федяй І.О.,** Маркіна Т.Ю. (2019). Напівтвердокрилі інфраряду Cimicomorpha (Heteroptera) урбоценозів м. Харкова. *Матеріали Міжнародної зоологічної конференції «Фауна України на межі ХХ–ХХІ ст. Стан і біорізноманіття екосистем природоохоронних територій, присвяченої 220 річниці від дня народження О. Завадського»*. Львів. С. 170–172. (особистий внесок: опрацювання літератури, обробка фактичного матеріалу, написання тез).

12. **Федяй И.А.**, Маркина Т.Ю. (2019). Полужесткокрылые (Heteroptera) герпетобия урбанизированных биотопов г. Харькова. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Природнича наука й освіта: сучасний стан і перспективи розвитку, присвячена 80-й річниці заснування Природничого факультету ХНПУ ім. Г.С. Сковороди»*. Харків. С. 186–187. (особистий внесок: підбір літератури, збір та обробка фактичного матеріалу, написання тез).
13. **Федяй І.О.**, Маркіна Т.Ю., Гончаренко Я.В., Проніна Ю.В. (2020). Видовий склад напівтвердокрилих (HETEROPTERA) Ботанічного саду ХНПУ імені Г.С. Сковороди. *Матеріали міжнародної наукової конференції «Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій»*, присвяченої пам'яті члена-кореспондента НАН України, доктора біологічних наук, директора Інституту екології Карпат НАН України Козловського Миколи Павловича м. Львів С. 100–104. (особистий внесок: опрацювання літератури, обробка фактичного матеріалу, написання тез).