

Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

КОМЛИК ВІКТОРІЯ ОЛЕКСІЇВНА

УДК 595.762.12:574.21

**ДИСЕРТАЦІЯ**

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТУРУНІВ РОДУ *BEMVIDION*  
(COLEOPTERA, CARABIDAE) НАВКОЛОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ  
ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО

03.00.16 – екологія

Біологічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ В. О. Комлик

Науковий керівник: Бригадиренко Віктор Васильович,  
кандидат біологічних наук, доцент

Дніпро – 2020

## АНОТАЦІЯ

Комлик В. О. Екологічні особливості турунів роду *Bembidion* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». – Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, 2020.

У дисертації розглянуто особливості таксономічної, розмірно-вагової та екоморфічної структури угруповань турунів (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського та роль у них представників роду *Bembidion*. Визначено видовий склад і особливості розподілу турунів роду *Bembidion* у навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від зволоження, засолення та гранулометричного складу ґрунту. Оцінено особливості морфологічної мінливості домінантних видів роду *Bembidion* у різних типах навколоводних. Установлено ступінь мінливості морфологічних ознак за статтю домінантних видів роду *Bembidion*. Визначено лінійні характеристики та морфометричні індекси домінантних видів роду *Bembidion*, які можна використовувати в біоіндикаційних дослідженнях.

У роботі застосовано методи комплексних екологічних, геоботанічних, ґрунтово-зоологічних досліджень, методи фізико-хімічного аналізу ґрунтів, методи лабораторного утримування комах, морфометричні методи досліджень, методи варіаційної статистики, методи головних компонентів, регресійного, однофакторного та двофакторного дисперсійного аналізу.

Уперше для Присамар'я Дніпровського досліджено біотопічний розподіл домінантних видів роду *Bembidion* у навколоводних екосистемах, виділено серед представників роду *Bembidion* види-індикатори зволоження, засолення та гранулометричного складу ґрунту, з'ясовано, що статевий диморфізм *B. articulatum*, *B. aspericolle*, *B. minimum* і *B. varium* спостерігається за всіма

розглянутими лінійними промірами та менш виражений за морфометричними індексами. Уперше виявлено, що для визначення особливостей морфологічної мінливості турунів роду *Bembidion* за впливу природних і антропогенних факторів більш інформативні лінійні параметри тіла, ніж морфометричні індекси, з'ясовано, що в екосистемах із високим рівнем антропогенного впливу самки *B. aspericolle* менші за довжиною тіла та надкрил, ніж самки в екосистемах із низьким рівнем антропогенного навантаження. Установлено, що для імаго *B. minimum* в екосистемах з інтенсивним рекреаційним навантаженням характерні менші довжина тіла, довжина передньоспинки, довжина та ширина надкрил порівняно з особинами з непорушених людиною екосистем. Виявлено, що на ділянках із високим ступенем пасквальної дигресії самки та самці *B. minimum* мають менші довжину тіла, ширину голови, довжину та ширину передньоспинки, довжину та ширину надкрил порівняно з особинами на непорушених ділянках. Також з'ясовано, що статевий диморфізм для *B. articulatum*, *B. aspericolle*, *B. minimum*, *B. varium* виражений за шириною голови, довжиною та шириною надкрил.

Результати дисертаційної роботи використані для організації екологічного моніторингу Присамар'я Дніпровського, у «Літописі природи» природного заповідника «Дніпровсько-Орільський», для розроблення проектів створення нових об'єктів природно-заповідного фонду та складання кадастру тваринного світу Дніпропетровської області. Матеріали дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара під час викладання дисциплін «Ентомологія», «Ентомофауна України», проведення навчальної практики студентів, виконання курсових і дипломних робіт, а у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті – під час викладання дисциплін «Санітарна екологія», «Екологія у ветеринарній медицині».

Дослідження карабідофауни навколоводних екосистем відбувалися на 32 пробних ділянках, що відображають умови різноманітних типів навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського. Вибір пробних ділянок проводився за типологією О. Л. Бельгарда.

У результаті досліджень у навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського виявлено 146 видів турунів (Coleoptera, Carabidae), серед яких 26 рідкісних і таких, що потребують охорони. Найбільша кількість видів і чисельність характерні для роду *Bembidion*, представники якого зустрічаються на всіх терасах ріки Самара, найменша чисельність властива для представників *Blethisa*, *Anthracus*, *Amara*, *Harpalus*.

У результаті досліджень виділено вісім груп турунів за вагою імаго: на першому місці за чисельністю перебуває група 1,0–3,9 мг (26,1 %), на другому – види вагою менше 1,0 мг, на третьому – 2,0–15,9 мг, туруни з вагою понад 32,0 мг складають менше 1,0 % карабідофауни. Під час аналізу екоморфічної структури турунів у навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського зареєстровано вісім форм зоофагів і дві форми міксофітофагів. Найбагатша за кількістю життєвих форм – солонцево-солончакова тераса. Найменшу кількість життєвих форм зареєстровано на четвертій терасі.

У розглянутих екосистемах зареєстровано 26 видів роду *Bembidion*, *B. aspericolle* та *B. ephippium* занесені до Червоної книги Дніпропетровської області. Аналізом біотопічного розподілу представників роду *Bembidion* з'ясовано, що максимальна кількість видів роду *Bembidion* спостерігається в гігрофільних (25 видів) і ультрагігрофільних екосистемах (24 види) Присамар'я Дніпровського. На ґрунтах зі слабким і помірним засоленням знайдено найбільшу кількість видів роду *Bembidion* (20 і 23 види відповідно), на сильнозасолених ґрунтах вона зменшується (9 видів). Установлено, що більшість видів роду *Bembidion* віддає перевагу навколоводним екосистемам із супіщаним і суглинковим складом ґрунту (22 і 21 вид відповідно). Дослідженням термо- та гігропреферендуму домінантного виду *B. varium*

установлено, що оптимальна температура для цього виду в умовах експерименту становить 26–29 °С, оптимальна відносна вологість повітря – 90–99 %.

Морфометричний аналіз лінійних характеристик і морфометричних індексів *B. varium* показав достовірні коливання довжини тіла, довжини та ширини голови, ширини переднього краю передньоспинки, її максимальної ширини та ширини надкрил і двох морфометричних індексів. Самки *B. varium* більші за самців за всіма лінійними характеристиками, відмінності між самцями та самками в *B. varium* не достовірні за всіма морфометричними індексами крім відношення ширини надкрил до ширини передньоспинки. Для *B. varium* характерний тісний статистичний зв'язок ширини голови, довжини та ширини передньоспинки, довжини та ширини надкрил із загальною довжиною тіла особин.

Мінливість розглянутих груп особин *B. articulatum* виявлено за довжиною та шириною передньоспинки між передніми та задніми кутами, за щільністю пунктирування надкрил, за контрастністю плечової плями на надкрилах та за чотирма морфометричними індексами. Статева приналежність визначає 52,6 % морфологічної мінливості *B. articulatum*. Статевий диморфізм *B. articulatum* спостерігається за дев'ятьма лінійними характеристиками та відсутній за шістьма морфометричними індексами.

У розглянутих антропогенно трансформованих екосистемах зареєстровано достовірні зміни довжини надкрил, ширини голови, ширини заднього краю передньоспинки *B. aspericolle*, а також чотирьох із шести морфометричних індексів. У навколоводних екосистемах із високим рівнем антропогенного навантаження самки *B. aspericolle* мають меншу довжину тіла та надкрил порівняно із самками в екосистемах із низьким рівнем антропогенного впливу. Самки більші самців за довжиною тіла, шириною голови, довжиною та шириною передньоспинки, довжиною та шириною надкрил у екосистемах із низьким і середнім рівнем антропогенного навантаження, а в екосистемах із високим рівнем антропогенної

трансформації статевий диморфізм спостерігається тільки за шириною голови та передньоспинки.

У результаті досліджень виявлено, що мінливість лінійних промірів *B. minimum* найбільше пов'язана зі змінами рН і мінералізації ґрунту. За рН 8,0–8,2 особини *B. minimum* мають мінімальну довжину тіла, ширину передньоспинки, довжину та ширину надкрил. Самки *B. minimum* більш чутливі до підвищеної мінералізації ґрунту порівняно з самцями. На ділянках із високою мінералізацією ґрунту самки більші за довжиною тіла, голови, передньоспинки, шириною передньоспинки між задніми кутами та шириною надкрил, ніж самки з інших екосистем. Менший вплив на морфологічну мінливість *B. minimum* чинять ступінь розвитку трав'янистого ярусу, товщина підстилки та гранулометричний склад ґрунту.

Рекреаційне навантаження та випасання худоби спричиняють зміни більшості лінійних промірів і морфометричних індексів *B. minimum*. Зі збільшенням інтенсивності цих факторів зменшується довжина тіла, довжина та ширина передньоспинки та надкрил у самок і самців *B. minimum*. Статевий диморфізм зареєстровано за всіма розглянутими лінійними параметрами та більшістю морфометричних індексів. Мінливість *B. minimum* – зручний індикатор антропогенної трансформації навколоводних екосистем.

Завдяки широкому розповсюдженню та екологічній пластичності домінантні види роду *Bembidion* можна використовувати для зоодіагностики ґрунтів і ступеня антропогенної трансформації екосистем. В умовах Присамар'я Дніпровського на представників цього роду найбільше впливають зволоження, мінералізація та гранулометричний склад ґрунту, а потребують охорони два види (*B. ephippium*, *B. aspericolle*).

*Ключові слова:* навколоводні екосистеми, Carabidae, *Bembidion*, екологічна характеристика, біоіндикація, морфологічна мінливість, статевий диморфізм.

## SUMMARY

*Komlyk V. O.* Ecological features of ground beetles of the genus *Bembidion* of riparian ecosystems of Prissamariie Dniprovskoye region. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the candidate degree of biological sciences, specialty 03.00.16 “Ecology”. – Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, 2020.

The dissertation considers the features of the taxonomic, size-weight and ecomorphic structure of ground beetles communities (Coleoptera, Carabidae) in the riparian ecosystems of Prissamariie Dniprovskoye region and the role of representatives of the genus *Bembidion*. The species composition and regularities of distribution of *Bembidion* ground beetles depending on humidity, salinity and granulometric composition of soil were determined in the riparian ecosystems of Prissamariie Dniprovskoye region. The morphological variability of dominant species of the genus *Bembidion* was assessed in different types of riparian ecosystems. The degree of morphological variability by sex of the dominant species of the genus *Bembidion* was found. Linear characteristics and morphometric indices of dominant species of the genus *Bembidion*, which can be used in bioindication researches, have been determined.

The methods of complex ecological, geobotanical, soil-zoological researches, methods of physical and chemical analysis of soil, methods of laboratory keeping of insects, morphometric methods, methods of variation statistics, principal component analysis, regression analysis, analysis of variance and multivariate analysis of variance were applied.

For the first time, the biotopical distribution of dominant species of the genus *Bembidion* in riparian ecosystems was studied for Prissamariie Dniprovskoye region. Species-indicators of humidity, salinity and granulometric composition of soil were selected among the representatives of the genus *Bembidion*. It was found that sexual dimorphism of *B. articulatum*, *B. aspericolle*, *B. minimum* and *B. varium* is observed in all considered linear measurements and is less pronounced in

morphometric indices. For the first time, it was determined that linear parameters of the body are more informative than morphometric indices for define the features of morphological variability of ground beetles of the genus *Bembidion* under the influence of natural and anthropogenic factors. Females of *B. aspericolle* are smaller in body length and elytra length in ecosystems with a high level of anthropogenic influence, than females in ecosystems with a low level of anthropogenic load. It was established that adults of *B. minimum* have shorter body length, prothorax length, elytra length and width in ecosystems with intensive recreation compared to individuals from intact ecosystems. Females and males of *B. minimum* have a smaller body length, head width, prothorax length and width, elytra length and width in ecosystems with a high degree of cattle grazing compared to individuals in intact areas. It was also found that sexual dimorphism for *B. articulatum*, *B. aspericolle*, *B. minimum*, *B. varium* is expressed by head width, length and width of elytra.

The results of dissertation were used to organize ecological monitoring of Prissamarie Dniprovskoye region, in “Annals of Nature” of the nature reserve “Dniprovsko-Orilsky”, to develop projects to create new objects of nature reserves and compile cadastre of wildlife of Dnipropetrovsk region. The materials of the dissertation were introduced into the educational process of Oles Honchar Dnipro National University during the teaching of subjects “Entomology”, “Entomofauna of Ukraine”, students practical training, performance of courseworks and diploma paper and during the teaching of subjects “Sanitary ecology”, “Ecology in veterinary medicine” at Dnipro State Agrarian and Economic University.

The research of ground beetles was carried in 32 test plots, which reflect the conditions of various types of riparian ecosystems of Dnipropetrovsk region. The selection of test plots was based on the typology of O. L. Belgard.

In the riparian ecosystems of Prissamarie Dniprovskoye region, 146 species of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) were identified including 26 rare and in need of protection. The genus *Bembidion* has the largest number of species and abundance, its representatives are found on all terraces of Samara River.



The representatives of *Blethisa*, *Anthracus*, *Amara*, *Harpalus* have the smallest abundance.

Eight groups of ground beetles were analyzed based on mass: on the first place on abundance there is a group 1,0–3,9 mg (26,1 %), on the second – species with mass less than 1,0 mg, on the third – 2,0–15,9 mg, carabid beetles with mass more than 32,0 mg make up less than 1,0 %. Eight forms of zoophages and two forms of mixophytophages are registered in the riparian ecosystems of Prissamariie Dniprovskoye region during the analysis of the ecomorphic structure of grounds beetles. Saline terrace is the richest in number of life forms. The smallest number of life forms was registered on the fourth terrace.

In the considered ecosystems 26 species of the genus *Bembidion* were registered, *B. aspericolle* and *B. ephippium* were added in the Red Book of Dnipropetrovsk region. Analysis of the biotopical distribution of representatives of the genus *Bembidion* showed that the maximum number of species was observed in hygrophilous (25 species) and ultrahygrophilous ecosystems (24 species) of Prissamariie Dniprovskoye region. The maximum number of species of the genus *Bembidion* was found on soils with low and medium salinity (20 and 23 species, respectively), it decreases on highly saline soils (9 species). It was found that most species of the genus *Bembidion* prefer riparian ecosystems with sandy loam and loam soil composition (22 and 21 species, respectively). The research of thermo- and hygropreferendum of the dominant species *B. varium* established that the optimal temperature for this species in the experimental conditions is 26–29 °C, the optimal relative humidity is 90–99 %.

Morphometric analysis of linear characteristics and morphometric indices of *B. varium* showed significant fluctuations in body length, head length and width, width of prothorax between front angles, its maximum width and elytra width and two morphometric indices. Females of *B. varium* are larger than males in all linear characteristics, the differences between males and females are not significant for all morphometric indices except the ratio of maximum width of elytra to maximum prothorax width. Close statistical relationship head width, length and width of

prothorax, length and width of elytra with body length is characteristic for *B. varium*.

The variability of considered groups of *B. articulatum* individuals was revealed by prothorax length and its widths between front and back angles, the density of elytra puncturing, the contrast of the light spot at the top of elytra and by four morphometric indices. Gender determines 52,6 % of the morphological variability of *B. articulatum*. Sexual dimorphism of *B. articulatum* is observed by nine linear characteristics and is absent by six morphometric indices.

Significant changes in elytra length, head width, width of prothorax between back angles of *B. aspericolle* and four of the six morphometric indices were registered in considered anthropogenic transformed ecosystems. Females of *B. aspericolle* have shorter body length and elytra length in ecosystems with high level of anthropogenic load than females in ecosystems with low level of anthropogenic impact. Females are larger than males in body length, head width, prothorax length and width, elytra length and width in ecosystems with low and medium levels of anthropogenic load, and in ecosystems with high levels of anthropogenic transformation sexual dimorphism is observed only in head width and prothorax width.

The research showed that the variability of linear measurements of *B. minimum* is most associated with changes of pH and mineralization of soil. Adults of *B. minimum* have minimum body length, prothorax width, elytra length and width at pH 8,0–8,2. Females of *B. minimum* are more sensitive to increased soil mineralization compared to males. In areas with high soil mineralization females are larger in length of body, head, prothorax, width of prothorax between back angles and elytra than females from other ecosystems. The degree of development of herb layer, litter thickness and granulometric composition of soil have smaller influence on the morphological variability of *B. minimum*.

Recreational load and cattle grazing cause changes in most linear measurements and morphometric indices of *B. minimum*. As the intensity of these factors increases, body length, prothorax length and width, elytra length and width

decrease in females and males of *B. minimum*. Sexual dimorphism was detected by all considered linear parameters and most morphometric indices. Variability of *B. minimum* is convenient indicator of anthropogenic transformation of riparian ecosystems.

The dominant species of the genus *Bembidion* can be used for zodiagnosics of soils and the degree of anthropogenic transformation of ecosystems due to the wide distribution and ecological plasticity. The representatives of this genus are most influenced by humidity, salinity and granulometric composition of soil in the conditions of Prismatic Dniprovskoye region. Two species (*B. ephippium*, *B. aspericolle*) need protection.

*Keywords:* riparian ecosystems, Carabidae, *Bembidion*, ecological characteristic, bioindication, morphological variability, sexual dimorphism.

### **Список публікацій здобувача, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації**

#### **У виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних**

1. **Komlyk, V., & Brygadyrenko V.** (2020). Morphological variability of *Bembidion varium* (Coleoptera, Carabidae) in gradient of soil salinity. *Folia Oecologica*, 47(1), 23–33. doi:10.2478/foecol-2020-0004 (**Scopus**) (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).
2. **Komlyk, V. O., & Brygadyrenko, V. V.** (2019). Morphological variability of *Bembidion minimum* (Coleoptera, Carabidae) populations under the influence of natural and anthropogenic factors. *Biosystems Diversity*, 27(3), 250–269. doi:10.15421/011935 (**Web of Science, Scopus**) (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).
3. **Komlyk, V. O., & Brygadyrenko, V. V.** (2019). Morphological variability of *Bembidion aspericolle* (Coleoptera, Carabidae) populations in conditions of anthropogenic impact. *Biosystems Diversity*, 27(1), 21–25.

doi:10.15421/011903 (**Web of Science, Scopus**) (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).

4. Brygadyrenko, V. V., & Slynko, V. O. (2015). Morphological variability of *Bembidion articulatum* (Coleoptera, Carabidae) populations: Linear dimensions depend on sex, while morphological indices depend on ecosystems. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 10(1), 163–187. (**Index Copernicus**) (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).

#### Публікації у наукових фахових виданнях України

5. Слинько, В. О., Бригадиренко, В. В. (2012). Особливості структури угруповань турунів (Coleoptera: Carabidae) навколоводних екосистем Присамар'я. *Вісті Харківського ентомологічного товариства*, 20(1). 26–38. (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).
6. Слинько, В. О., Бригадиренко, В. В. (2009). Екоморфічна структура карабідофауни навколоводних амфіценозів Дніпропетровської області. *Екологія та ноосферологія*, 20(4), 110–116. (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та обробка фактичного матеріалу, написання статті).
7. Слинько, В. О. (2008). Розмірно-вагова структура карабідофауни навколоводних амфіценозів Присамар'я Дніпровського. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*, 16(2), 158–164. doi:10.15421/010864
8. Бригадиренко, В. В., Слинько, В. О. (2005). Система трофоконсортивних зв'язків підстилкових безхребетних заплавної дібров степової зони України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія*, 257, 42–50. (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та обробка фактичного матеріалу, написання статті).

### Публікації в інших наукових виданнях

9. Пучков, О. В., **Слинько, В. О.** (2011). *Bembidion ephippiatum* (Marsham, 1802) – Бембідіон чепраковий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 68). Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101
10. Пучков, О. В., **Слинько, В. О.** (2011). *Bembidion aspericolle* (Germar, 1872) – Бембідіон шорсткий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 69). Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101
11. **Слинько, В. О.** (2009). Екологічна характеристика турунів роду *Bembidion* навколоводних амфіценозів Присамаря Дніпровського. *Екологія. Біологічні науки. Збірник наукових праць, 1*, 47–52.
12. **Слинько, В. А.**, Бригадиренко, В. В., Пахомов, А. Е. (2008). Морфологическая изменчивость *Bembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) в условиях антропогенного воздействия. *Известия НАН Азербайджана (биологические науки)*, 63(5–6), 208–214.

### Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

13. **Комлик, В. О.**, Бригадиренко, В. В. (2016). Статева мінливість *Bembidion articulatum* (Coleoptera, Carabidae). *Проблеми сучасної ентомології: Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції.* (С. 44). Київ.
14. **Слинько, В. О.**, Бригадиренко, В. В., Пучков, О. В. (2013). Рідкісні та зникаючі види турунів (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Дніпропетровської області. *XIII з'їзд Українського ентомологічного товариства: Тези доповідей.* (С. 158–159). Київ.
15. **Слинько, В. О.** (2013). Морфологічна мінливість *Bembidion rivulare euxinum* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних біотопів заплави р. Самара. *Zoocenosis – 2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції.* (С. 166). Дніпропетровськ: Адверта.

16. **Слинько, В. О.** (2013). Морфологічна мінливість *Bembidion quadrimaculatum* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних біотопів заплави р. Самара. *Zoocenosis – 2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах*: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції. (С. 167). Дніпропетровськ: Адверта.
17. **Слинько, В. О.** (2013). Комплекс турунів (Coleoptera, Carabidae) солонцово-солончакової тераси р. Самара (Дніпропетровська область). *Zoocenosis – 2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах*: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції. (С. 168–169). Дніпропетровськ: Адверта.
18. Бордюг, А. А., Гринь, Т. С., **Слинько, В. А.** (2013). Комплекс жувелиц гігрофільних біотопов Присамарья Дніпровського (Дніпропетровська область, Україна). *Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів*: Збірка доповідей XII Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів. (С. 54–55). Донецьк: Друк-Інфо.
19. **Слинько, В. О.**, Пахомов, О. Є. (2011). Роль природно-заповідних територій у збереженні різноманіття навколоводних видів турунів (на прикладі басейну р. Самара). *Zoocenosis – 2011. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах*: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції. (С. 214–215). Дніпропетровськ: ДНУ.
20. **Слинько, В. О.** (2011). Гігропреферендум *Bembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) у лабораторних умовах. *Zoocenosis – 2011. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах*: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції. (С. 213–214). Дніпропетровськ: ДНУ.
21. **Слинько, В. А.** (2011). Изучение термопреферендума *Bembidion varium* (Oliv.) (Carabidae, Coleoptera) в лабораторных условиях. *Современные проблемы биологии и экологии*: Материалы докладов Международной научно-практической конференции. (С. 195–196). Махачкала: ДГПУ.

22. Слинко, В. О. (2010). Гігрофільні види турунів роду *Vembidion* (Coleoptera, Carabidae) Присамар'я Дніпровського. *Сучасні проблеми ентомології: Тези доповідей ентомологічної наукової конференції*. (С. 172–173). Київ: Колобіг.
23. Слинко, В. А. (2010). Внутривидова изменчивость *Vembidion varium* (Oliv.) (Carabidae, Coleoptera) в условиях антропогенного воздействия. *Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества: Материалы III Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы энтомологии»*. (С. 13–16). Ставрополь: Агрус.
24. Слинко, В. О. (2009). Життєві форми турунів (Carabidae, Coleoptera) гігрофільних біотопів Дніпропетровської області. *Zoocenosis – 2009. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали V Міжнародної наукової конференції*. (С. 227–228). Дніпропетровськ: Ліра.
25. Слинко, В. О. (2009). Морфологічна мінливість *Vembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) під впливом антропогенних чинників. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії: Матеріали I Міжнародної конференції*. (С. 74–75). Запоріжжя: Полиграфцентр Янина.
26. Слинко, В. О., Бригадиренко, В. В. (2008). Туруни роду *Vembidion* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних біотопів Дніпропетровської області. *Охорона та раціональне використання природних ресурсів Українських Карпат: Тези доповідей регіональної науково-практичної конференції*. (С. 98–99). Ужгород.

**Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації**

27. Пахомов, О. Є., Рева, О. А., Слинко, В. О. (2012). *Методичні вказівки з педагогічної практики для студентів факультету біології, екології та медицини*. Дніпропетровськ: Оксамит-текст.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	20
Перелік посилань.....	25
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ТУРУНІВ НАВКОЛОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ І МЕТОДИ ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	31
1.1. Стан вивченості турунів (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем.....	31
1.2. Географічне поширення та біолого-екологічні особливості домінантних видів роду <i>Bembidion</i> .....	34
1.2.1. <i>B. articulatum</i> .....	34
1.2.2. <i>B. varium</i> .....	35
1.2.3. <i>B. aspericolle</i> .....	37
1.2.4. <i>B. minimum</i> .....	37
1.3. Дослідження морфологічної мінливості турунів.....	40
Перелік посилань.....	44
РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	58
2.1. Географічне положення, геоморфологія та рельєф.....	58
2.2. Клімат.....	58
2.3. Гідрологія.....	60
2.4. Ґрунти.....	60
2.5. Рослинний покрив.....	61
2.6. Тваринний світ.....	62
2.7. Характеристика досліджених ділянок.....	65
Перелік посилань.....	73
РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	77
3.1. Методи дослідження ґрунтово-рослинних умов пробних ділянок.....	77



3.2. Методи збирання та фіксування безхребетних тварин.....	78
3.3. Морфометричні методи досліджень.....	79
3.4. Статистичні методи обробки даних.....	82
Перелік посилань.....	82
<b>РОЗДІЛ 4. СТРУКТУРА КАРАБІДОФАУНИ НАВКОЛОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО.....</b>	<b>85</b>
4.1. Таксономічна структура карабідофауни навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського.....	85
4.2. Розмірно-вагова структура карабідофауни навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського.....	90
4.3. Екоморфічна структура карабідофауни навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського.....	96
4.4. Рідкісні та зникаючі види турунів (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського .....	103
Висновки по розділу.....	105
Перелік посилань.....	107
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРУНІВ РОДУ <i>BEMBIDION</i> НАВКОЛОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО.....</b>	<b>109</b>
5.1. Біотопічний розподіл турунів роду <i>Bembidion</i> у градієнті зволоження ґрунту.....	109
5.2. Біотопічний розподіл турунів роду <i>Bembidion</i> у градієнті мінералізації ґрунту.....	112
5.3. Біотопічний розподіл турунів роду <i>Bembidion</i> залежно від гранулометричного складу ґрунту.....	113
5.4. Дослідження термо- та гігропреферендуму <i>B. varium</i> у лабораторних умовах.....	114
Висновки по розділу.....	117
Перелік посилань.....	119

РОЗДІЛ 6. МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ <i>B. VARIUM</i> У НАВКОЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО.....	122
6.1. Мінливість лінійних параметрів і морфометричних індексів <i>B. varium</i> .....	122
6.2. Залежність лінійних параметрів і морфометричних індексів <i>B. varium</i> від довжини тіла.....	126
Висновки по розділу.....	128
Перелік посилань.....	129
РОЗДІЛ 7. МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ <i>B. ARTICULATUM</i> У НАВКОЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО.....	131
7.1. Мінливість лінійних параметрів і морфометричних індексів <i>B. articulatum</i> .....	131
7.2. Статевий диморфізм за морфометричними характеристиками та індексами <i>B. articulatum</i> .....	134
7.3. Загальні параметри мінливості морфометричних характеристик та індексів <i>B. articulatum</i> .....	142
Висновки по розділу.....	145
Перелік посилань.....	146
РОЗДІЛ 8. МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ <i>B. ASPERICOLLE</i> У НАВКОЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО.....	148
8.1. Мінливість лінійних параметрів і морфометричних індексів <i>B. aspericolle</i> .....	148
8.2. Загальні параметри мінливості морфометричних характеристик та індексів <i>B. aspericolle</i> за впливу антропогенних факторів.....	152
Висновки по розділу.....	156
Перелік посилань.....	157

РОЗДІЛ 9. МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ <i>B. MINIMUM</i> У НАВКОЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО.....	159
9.1. Мінливість лінійних параметрів і морфометричних індексів <i>B. minimum</i> .....	159
9.2. Статевий диморфізм за морфометричними характеристиками та індексами <i>B. minimum</i> .....	171
9.3. Залежність лінійних параметрів і морфометричних індексів <i>B. minimum</i> від довжини тіла.....	179
Висновки по розділу.....	182
Перелік посилань.....	183
ВИСНОВКИ.....	189
ДОДАТОК А.....	193
ДОДАТОК Б.....	195
ДОДАТОК В.....	207
ДОДАТОК Г.....	212

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Навколоводні екосистеми – лінія розмежування суходолу та води, що характеризується нестабільністю біотичних і абіотичних умов і перебуває під постійним інтенсивним антропогенним навантаженням (Ward et al., 1999; Kirichenko-Babko, 2020). На живі організми тут впливає сукупність факторів, результати дії яких відбиваються на біорізноманітті (De Los Santos et al., 2000; Palmer, 2002; Tseng & Pari, 2018). Для оцінювання стану таких багатокomпонентних і динамічних екосистем важливо підібрати зручні живі об’єкти-біоіндикатори, які відображають дію комплексу факторів за певний проміжок часу (нанофауна – за години, мікрофауна – за декілька діб або тижнів, мезофауна – за місяці, макрофауна – за роки) (Pearson, 1994; Hilty, Merenlender, 2000; Hodkinson, Jackson, 2005; Goodsell, 2009).

Туруни (Coleoptera, Carabidae) – зручна група герпетобію для оцінювання стану екосистем завдяки значному видовому різноманіттю (близько 750 видів на території України, Putschkov, 2011) та високій чисельності. Туруни чутливі до дії абіотичних і біотичних факторів, вони реагують на зміни навколишнього середовища (Thiele, 1977; Erwin, 1979; Boscaini et al., 2003). Тому цю групу твердокрилих часто використовують як біоіндикаторну (Sieren, Fischer, 2002; Dangalle et al., 2013; Di Grumo & Lovei, 2016).

Навколоводні екосистеми посідають одне з перших місць за чисельністю та кількістю видів турунів (Петрусенко, Петрусенко, 1973; Калюжная, 1981; Булохова, 1995; Manderbach & Hering, 2001; Кириченко, Бабко, 2002; Daoudi et al., 2017). На узбережжях водойм домінують види турунів, які часто відсутні в інших типах екосистем (Пучков, 2012; Kirichenko-Babko, 2020). У різних типах берегових екосистем видовий склад турунів відрізняється (Кореску, 2007; Makarov & Matalin, 2009; Сигида, 2009). Представники роду *Bembidion* Latreille, 1802 складають значну частку карабідофауни навколоводних екосистем (Abdel-Dayem, 1998; Turin, 2000; Manderbach &

Hering, 2001; Абдурахманов и др., 2010). Нині ця група твердокрилих недостатньо досліджена в Україні (Putchkov, 2011). Саме тому дослідження екологічних особливостей турунів роду *Bembidion* у градієнті впливу природних і антропогенних факторів і визначення серед них видів-біоіндикаторів є актуальним.

Притаманна турунам морфологічна мінливість як відповідь на дію екологічних факторів проявляється у зміні форми та лінійних розмірів комах (Andersen, 1985; Lagisz, 2008). Показано, що дослідження морфологічної мінливості за впливу факторів навколишнього середовища дозволяє оцінити стан популяції виду в умовах, що змінюються (Sukhodolskaya & Saveliev, 2014, 2016; Di Grumo & Lovei, 2016; Tseng & Pari, 2018). Морфологічна мінливість представників роду *Bembidion* досліджена слабо (Langor & Larson, 1983; Merivee et al., 2001). На цей час залишається незрозумілим і потребує подальших досліджень зв'язок лімітуючого впливу факторів довкілля та стадій онтогенезу турунів, на яких він має визначальне значення.

Територія Дніпропетровської області трансформована багаторічним впливом сільського господарства та промисловості. Через нераціональне використання ділянок збереглося не більше 20–30 % природних екосистем. У Дніпропетровській області ведеться видобуток вугілля, марганцю та залізної руди, налагоджено виробництво будівельних матеріалів, розорано понад 75 % території, ще 9 % зайнято населеними пунктами, транспортними шляхами, місцями зберігання відходів. Особливо інтенсивний вплив здійснюється на долину ріки Самара. Скупчення промислових і побутових відходів на заплавах ділянках спричиняє корінну трансформацію рослинних угруповань і ґрунтового покриву, а нерегульоване випасання худоби різко посилює темпи деградації (Барановский, 2000; Тарасов, 2005). Навколоводні екосистеми акумулюють забруднення різних промислових і сільськогосподарських підприємств і, у зв'язку з цим, постають зручними об'єктами для біоіндикаційних досліджень.

Таким чином, дослідження екологічних особливостей представників роду *Bembidion* – необхідна умова для більш поглибленого з'ясування їх ролі як біоіндикаторів у природних і антропогенно трансформованих екосистемах.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.** Дисертаційна робота виконана згідно з тематикою зооекологічних досліджень кафедри зоології та екології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара та за держбюджетними темами «Функціональна роль зооценозу міських територій Степової зони України» (№ 0119U100516), «Екологічне оцінювання використання харчових і кормових добавок у тваринницькому виробництві» (№ 0120U102384).

**Мета та завдання досліджень.** *Мета дисертаційної роботи* – встановити екологічні особливості турунів роду *Bembidion* (структура угруповання, біотопічний розподіл, морфометрична мінливість) у навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- 1) виявити екологічні особливості структури угруповань турунів навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського та роль у них представників роду *Bembidion*;
- 2) визначити видовий склад і особливості біотопічного розподілу турунів роду *Bembidion* у навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від зволоження, засолення та гранулометричного складу ґрунту;
- 3) оцінити особливості морфологічної мінливості домінантних видів роду *Bembidion* у різних типах навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського;
- 4) установити ступінь мінливості морфологічних ознак за статтю домінантних видів роду *Bembidion*;
- 5) визначити морфологічні параметри домінантних видів роду *Bembidion*, які можна використовувати в біоіндикаційних дослідженнях.

*Об'єкт досліджень* – популяції доміантних видів роду *Bembidion* як елементи природних і антропогенно трансформованих навколводних екосистем Присамар'я Дніпровського.

*Предмет досліджень* – біотопічний розподіл турунів роду *Bembidion* і морфологічна мінливість доміантних видів цього роду на території Присамар'я Дніпровського.

*Методи досліджень* – методи комплексних екологічних, геоботанічних, ґрунтово-зоологічних досліджень, методи фізико-хімічного аналізу ґрунтів, методи лабораторного утримування комах, морфометричні методи досліджень, методи варіаційної статистики, методи головних компонентів, регресійного, однофакторного та двофакторного дисперсійного аналізу.

**Наукова новизна одержаних результатів. Уперше:**

- для Присамар'я Дніпровського досліджено екологічні особливості розподілу доміантних видів роду *Bembidion* у навколводних екосистемах;
- виділено серед представників роду *Bembidion* види-індикатори зволоження, засолення та гранулометричного складу ґрунту;
- виявлено, що для визначення особливостей морфологічної мінливості турунів роду *Bembidion* за впливу природних і антропогенних факторів більш інформативні лінійні параметри тіла, ніж морфометричні індекси;
- з'ясовано, що в екосистемах із високим рівнем антропогенного впливу самки *B. aspericolle* менші за довжиною тіла та надкрил, ніж самки в екосистемах із низьким рівнем антропогенного навантаження;
- встановлено, що для імаго *B. minimum* в екосистемах з інтенсивним рекреаційним навантаженням характерні менші довжина тіла, довжина передньоспинки, довжина та ширина надкрил порівняно з особинами з непорушених людиною екосистем;
- виявлено, що на ділянках із високим ступенем пасквальної дигресії самки та самці *B. minimum* мають менші довжину тіла, ширину голови, довжину та ширину передньоспинки, довжину та ширину надкрил порівняно з особинами на непорушених ділянках;

– з'ясовано, що статевий диморфізм для *B. articulatum*, *B. aspericolle*, *B. minimum*, *B. varium* виражений за шириною голови, довжиною та шириною надкрил.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати дисертаційної роботи використані для організації екологічного моніторингу Присамар'я Дніпровського, у «Літописі природи» природного заповідника «Дніпровсько-Орільський», для розроблення проектів створення нових об'єктів природно-заповідного фонду та складання кадастру тваринного світу Дніпропетровської області.

Матеріали дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара під час викладання дисциплін «Ентомологія», «Ентомофауна України», проведення навчальної практики студентів, виконання курсових і дипломних робіт, а у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті – під час викладання дисциплін «Санітарна екологія», «Екологія у ветеринарній медицині».

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачка самостійно провела планування досліджень, проаналізувала літературні джерела за темою дисертації, збила польовий матеріал, здійснила його опрацювання у лабораторії, провела статистичну обробку даних, узагальнила отримані результати, сформулювала висновки. Особистий внесок у написанні кожної наукової публікації зазначено у «Списку наукових праць за темою дисертації».

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи обговорено на наукових конференціях та з'їздах, а саме на Регіональній науково-практичній конференції «Охорона та раціональне використання природних ресурсів Українських Карпат» (Ужгород, 2008), I Міжнародній конференції «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 2009), V Міжнародній науковій конференції «Zoocenosis – 2009. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах» (Дніпропетровськ, 2009),



III Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальные вопросы энтомологии» (Ставрополь, 2010), ентомологічній науковій конференції «Сучасні проблеми ентомології» (Київ, 2010), Міжнародній науково-практичній конференції «Современные проблемы биологии и экологии» (Махачкала, 2011), VI Міжнародній науковій конференції «Zoocenosis – 2011. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах» (Дніпропетровськ, 2011), XII Всеукраїнській науковій конференції аспірантів і студентів «Охрана навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (Донецьк, 2013), VII Міжнародній науковій конференції «Zoocenosis – 2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах» (Дніпропетровськ, 2013), на XIII з'їзді Українського ентомологічного товариства (Київ, 2013), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми сучасної ентомології» (Київ, 2016).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 27 наукових праць, із яких: чотири статті у наукових журналах, що входять до наукометричних баз даних Scopus, Web of Science та Index Copernicus, чотири – у наукових фахових виданнях України, чотири – в інших виданнях, 14 тез доповідей вітчизняних і міжнародних конференцій, одна методична праця.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається зі вступу, дев'яти розділів з окремим переліком посилань після кожного розділу, висновків. Загальний список використаної літератури містить 253 джерела, з яких 154 – іноземними мовами. Повний обсяг дисертації становить 214 сторінок. Робота містить 30 таблиць, 54 рисунки та чотири додатки.

*Перелік посилань:*

Абдурахманов, Г. М., Нахібашева, Г. М., Клычева, С. М., Магомедова, С. Т., Эльдерханова, З. М. (2010). Видовой состав и географическое распространение жуужелиц рода *Vembidion* Республики Дагестан. *Юг России: экология, развитие*, 5(2), 56–61. doi:10.18470/1992-1098-2010-2-56-61

- Барановский, Б. А. (2000). *Растительность руслового равнинного водохранилища*. Днепропетровск: ДНУ.
- Булохова, Н. А. (1995). Видовой состав и структура доминирования жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в луговых экосистемах на юго-западе России (Брянская область). *Энтомологическое обозрение*, 74(4), 758–763.
- Калюжная, Н. С. (1981). Гидрофильный комплекс почвенных жесткокрылых (Coleoptera) Калмыкии. *Проблемы почвенной зоологии: Материалы VII Всесоюзного совещания*. (С. 89–90). Киев: Радянське Закарпаття.
- Кириченко, М. Б., Бабко, Р. В. (2002). Туруни (Coleoptera: Carabidae) заплави р. Ворскли. *Роль національних парків в навчально-виховній роботі: Матеріали міжнародного науково-практичного семінару*. (С. 21–23). Охтирка.
- Петрусенко, А. А., Петрусенко С. В. (1973). Жуужелицы (Coleoptera, Carabidae) заболоченных участков Крыма. *Вестник зоологии*, 1, 30–33.
- Пучков, А. В. (2012). Фаунистический обзор карабоидных жуков (Coleoptera, Caraboidea) Украины. *Український ентомологічний журнал*, 2(5), 3–44.
- Сигида, Р. (2009). Галофильные виды жуужелиц – как индикаторы засоленных биотопов степной зоны Предкавказья. *Вестник Московского государственного областного университета: Естественные науки*, 3, 49–56.
- Тарасов, В. В. (2005). *Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біологоекологічна характеристика видів*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Abdel-Dayem, M. S. (1998). The egyptian species of *Bembidion* Latreille, 1802 (Coleoptera, Carabidae). *Bulltein of the Entomological Society of Egypt*, 76, 181–198.
- Andersen, J. (1985). Humidity responses and water balance of riparian species of Bembidiini (Col., Carabidae). *Ecological Entomology*, 10(4), 363–375. doi:10.1111/j.1365-2311.1985.tb00734.x

- Boscaini, A., Francheschini, A., & Maiolini B. (2000). River ecotones: carabid beetles as a tool for quality assessment. *Hydrobiologia*, 422/423, 173–181. doi:10.1007/978-94-011-4164-2\_14
- Dangalle, C. D., Pallewatta, N., & Vogler, A. P. (2013). The association between body-size and habitat-type in tiger beetles (Coleoptera, Cicindelidae) of Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science (Biological Sciences)*, 42(1), 41–53. doi:10.4038/cjsbs.v42i1.5898
- Daoudi, L., Chavanon, G., Fouzi Taybi, A., & Mabrouki, Y. (2017). Contribution to the knowledge of riparian Coleoptera of Ait Aissa Wadi Region of Beni Tadjite-Talsint “Eastern Morocco”. *JMES*, 8(8), 2903–2915.
- De Los Santos, A., Gomez-Gonzalez, L. A., Alonso, C., Arbelo, C. D., & De Nicolas, J. P. (2000). Adaptive trends of darkling beetles (Col. Tenebrionidae) on environmental gradients on the island of Tenerife (Canary Islands). *Journal of Arid Environments*, 45(1), 85–98. doi:10.1006/jare.1999.0623
- Di Grumo, D., & Lovei, G. (2016). Body size inequality in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages as a potential method to monitor environmental impacts of transgenic crops. *Periodicum Biologorum*, 118(3), 223–230. doi:10.18054/pb.2016.118.3.3921
- Erwin, T. L. (1979). A review of the natural history and evolution of ectoparasitoid relationships in Carabid beetles. In: T. L. Erwin, G. E. Ball, D. R. Whitehead & A. L. Halpern. *Carabid beetles, their evolution, natural history, and classification*. Proc. 1st Int. Symp. Carabidology. Dr. W. Junk, The Hague, 479–484.
- Goodsell, P. J., Underwood, A. J., & Chapman, M. G. (2009). Evidence necessary for taxa to be reliable indicators of environmental conditions or impacts. *Marine Pollution Bulletin*, 58(3), 323–331. doi: 10.1016/j.marpolbul.2008.10.011
- Hilty, J., & Merenlender, A. (2000). Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92(2), 185–197. doi:10.1016/S0006-3207(99)00052-X

- Hodkinson, I. D., & Jackson, J. K. (2005). Terrestrial and aquatic invertebrates as bioindicators for environmental monitoring, with particular reference to mountain ecosystems. *Environmental Management*, 35(5), 649–666. doi:10.1007/s00267-004-0211-x
- Kirichenko-Babko, M., Danko, Ya., Franus, M., Stepniewski, W., & Babko, R. (2020). Riparian ground beetles (Coleoptera) on the banks of running and standing waters. *Water*, 12(6), 1785. doi:10.3390/w12061785
- Kopecky, T. (2007). Biotopes of low stream of Orlice River (Czech Republic, Europe) with example of the typical ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Elateridarium*, 1, 77–91.
- Lagisz, M. (2008). Changes in morphology of the ground beetle *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Coleoptera; Carabidae) from vicinities of a zinc and lead smelter. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(8), 1744–1747. doi:10.1897/07-661.1
- Langor, D. W., & Larson, D. J. (1983). Alary polymorphism and life history of a colonizing ground beetle, *Bembidion lampros* Herbst (Coleoptera: Carabidae). *The Coleopterists Bulletin*, 37(4), 365–377.
- Makarov, K. V., & Matalin, A. V. (2009). Ground-beetle communities in the Lake Elton region, southern Russia: A case study of a local fauna (Coleoptera: Carabidae). In: Y. Marusik & V. Fet (Eds.), *Species and communities in extreme environments. Festschrift towards the 75th anniversary and a laudatio in honour of academician Yuri Ivanovich Chernov* (pp. 357–384). Sofia – Moscow: Pensoft Publishers & KMK Scientific Press.
- Manderbach, R., & Hering, D. (2001). Typology of riparian ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae, *Bembidion* spec.) in Central Europe and adjacent areas. *Archiv für Hydrobiologie*, 152(4), 583–608. doi:10.1127/archiv-hydrobiol/152/2001/583
- Manderbach, R., & Hering, D. (2001). Typology of riparian ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae, *Bembidion* spec.) in Central Europe and

- adjacent areas. *Archiv für Hydrobiologie*, 152(4), 583–608. doi:10.1127/archiv-hydrobiol/152/2001/583
- Merivee, E., Ploomi, A., Rahi, M., Luik, A., & Sammelselg, V. (2001). Antennal sensilla of the ground beetle *Bembidion lampros* Hbst (Coleoptera, Carabidae). *Acta Zoologica*, 81(4), 339–350. doi:10.1046/j.1463-6395.2000.00068.x
- Palmer, M. (2002). Landmark-based morphometric analysis of two sibling species of the genus *Asida* (Coleoptera, Tenebrionidae). *Contributions to Zoology*, 70(4), 213–220.
- Pearson, D. L. (1994). Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences B*, 345(1311), 75–79. doi:10.1098/rstb.1994.0088
- Putchkov, A. V. (2011). Ground beetles of the Ukraine (Coleoptera, Carabidae). *ZooKeys*, 100, 503–515. doi:10.3897/zookeys.100.1545
- Sieren, E., & Fischer, F. P. (2002). Evaluation of measures for enlargement, renaturation and development of a dry grassland biotope by analysing differences in the carabid fauna (Coleoptera). *Acta Oecologica*, 23(1), 1–12. doi:10.1016/S1146-609X(01)01128-6
- Sukhodolskaya, R. A., & Saveliev, A. A. (2014). Effects of ecological factors on size-related traits in the ground beetle *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae). *Russian Journal of Ecology*, 45(5), 414–420. doi:10.1134/s1067413614050142
- Sukhodolskaya, R., & Saveliev A. (2016). Intra-specific body size variation of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in latitudinal gradient. *Periodicum Biologorum*, 118(3), 273–280. doi:10.18054/pb.2016.118.3.3918
- Thiele, H. U. (1977). *Carabid beetles in their environments*. Berlin: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-3-642-81154-8\_1
- Tseng, M., & Soleimani Pari, S. (2018). Body size explains interspecific variation in size-latitude relationships in geographically widespread beetle species. *Ecological Entomology*, 44(1), 151–156. doi:10.1111/een.12684

- Turin, H. (2000). *De Nederlandse loopkevers – verspreiding en oecologie (Coleoptera: Carabidae)*. Nederlandse Fauna 3. Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS Nederland.
- Ward, J. V., Tockner, K., & Schiemer, F. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research & Management*, 15(1–3), 125–139.

## РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ТУРУНІВ НАВКОЛОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ І МЕТОДИ ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1. Стан вивченості турунів (Coleoptera, Carabidae)

#### НАВКОЛОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

*Карабідофауна навколоводних екосистем.* Навколоводні екосистеми посідають одне з перших місць за чисельністю та кількістю видів турунів. Види Carabidae гігрофільних біотопів відрізняються значною рухливістю, пов'язаною з різноманіттям рослинних угруповань, мінливістю умов середовища поблизу контуру берегової лінії, чисельністю об'єктів живлення тощо.

Фауна навколоводних екосистем посідає центральне місце у багатьох регіональних оглядах карабідофауни. Досліджено видовий склад турунів (Coleoptera, Carabidae) різних навколоводних екосистем: берегів річок (Калюжная, 1981; Васильева, 1983; Некулисяну, 1991; Daoudi et al., 2017), солончаків (Блинштейн, 1976; Грюнталь, 1974; Desender & Verdyck, 2001), луків (Матвеева, 1970; Булохова, 1995), заболочених ділянок (Петрусенко, Петрусенко, 1973) тощо.

Виявлено особливості екоморфологічної адаптації навколоводних видів турунів (Andersen, 1985). Існує тісний зв'язок між формою тіла та екологією видів. Сплющені в дорсовентральному напрямку види з паралельними надкрилами – літофільні, тобто вони живуть під або між камінням на берегах водойм, тоді як товсті види з яйцевидною формою задньої частини тіла ховаються серед рослинності, у підстилці або в тріщинах ґрунту. Майже всі літофільні види турунів мають сплющене з паралельними надкрилами тіло, що дозволяє припустити, що ці особливості мають адаптивне значення.

Досліджено видовий склад турунів різних типів навколоводних екосистем у градієнті мінералізації ґрунту (Desender & Maelfait, 1999). Розглянуто особливості карабідофауни прибережної зони та фактори, що на неї впливають (Daoudi et al., 2017).

Досліджено біорізноманіття та особливості формування карабідофауни навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського (Бригадиренко, 1997; Надворный, 2001). Виділено чотири типи навколоводних угруповань турунів Присамар'я Дніпровського: екосистеми солончакового типу, заплавні луки, береги лісних водойм і піщані береги (Бригадиренко, 1997).

*Мікропопуляції (групи особин) турунів навколоводних екосистем.* Чим ширше значення поняття, тим більше воно викликає дискусій. Це стосується і терміна «популяція», який походить від латинського слова *populus* – народ (Сіренко, 2019). Інтенсивне вивчення популяцій розпочалось у 1920-х роках як продовження теорії еволюції Ч. Дарвіна. Хоча давно зрозуміло, що популяція – елементарна еволюційна одиниця, досі продовжується обговорення визначення цього поняття. Існують різні підходи до вивчення популяцій: генетичний, екологічний, синтетичний. У генетичному напрямку популяція – ізольована група особин, які пов'язані між собою спадково та здатні до самовідтворення (Бобильов та ін., 2014). В екологічному розумінні популяція – група особин одного виду, яка займає певну територію. Синтетичний напрям об'єднує два попередні та дає найточніше визначення популяції як мінімальної, здатної до самовідновлення групи особин одного виду, що протягом еволюційно тривалого періоду заселяє певний простір, утворює самостійну генетичну систему та формує власну екологічну нішу (Яблоков, Юсуфов, 1989).

Популяція має такі характеристики: чисельність, щільність, вікова, статева, просторова, віталітетна структури, ареал тощо. Ареал – найважливіший критерій популяції. «Популяційний ареал – простір, заселений особинами конкретної популяції. Ареал популяції може розширюватися або звужуватися. Розширення ареалу популяції відбувається у випадках, коли особини займають нові екологічні ніші, сприятливі для їх розмноження» (Бобильов та ін., 2014, с. 148). Ареали різних популяцій відрізняються розміром, конфігурацією, а також можуть змінюватися у часі. Розмір ареалу популяцій тварин залежить від їх репродуктивної активності



(Бобильов та ін., 2014). Ареал визначає розмір популяції. Досить часто репродуктивний ареал тварин не збігається з площею, де тварини живляться. За конфігурацією ареали бувають локальні (наприклад, заболочені площі), лінійні (уздовж річок), континуальні (великі за розміром).

У популяційній екології існують такі поняття як метапопуляція (надпопуляція), популяція, субпопуляція, мікропопуляція (група особин). Із визначення популяції виходить, що це ізольована система. Виникає питання, який рівень ізоляції відповідає кожному із цих рівнів. Існують різні форми та ступені ізоляції: просторова (фізико-географічна) та біологічна. Дослідження просторової ізоляції – складне питання, що потребує тривалих (протягом декількох поколінь) спостережень. Не завжди перепони для груп особин (гори, рівнини, річки) стають просторовими бар'єрами для популяції. Сутність біологічної ізоляції полягає у відмінностях за термінами розмноження, характером живлення тощо.

Штучні популяції в умовах лабораторного експерименту – прості, просторово не розділені. Вони являють собою однорідне ціле. Природні популяції в межах біоценозів неоднорідні, входять до складу складних комплексів, звичайно не зовсім ізольовані від інших популяцій і самі по собі неоднорідні (Беклемишев, 1960). Тобто природні популяції мають ієрархічну структуру: входять до складу популяцій вищого порядку (метапопуляцій) та самі складаються із популяцій (субпопуляцій).

«Метапопуляція – популяція популяцій». Вона складається з окремих субпопуляцій, між якими обмін генетичним матеріалом обмежений, але відбувається хоч раз за покоління (Сіренко, 2019).

Популяція функціонує як єдине ціле, але складається з окремих мікропопуляцій. Мікропопуляція (група особин) відрізняється від популяції тим, що вона не може самостійно існувати тривалий час і являє собою частину одного цілого (Беклемишев, 1960; Шварц, 1967). Мікропопуляція пов'язана з певним біотопом існування. Тому для поселень тварин у певних біотопах точніше буде поняття «мікропопуляція», ніж «елементарна

популяція», особливо це стосується тимчасових біотопів. Таким чином, у дисертаційній роботі ми розглядаємо мікропопуляції (групи особин) окремих видів турунів роду *Bembidion* у навколоводних екосистемах.

## 1.2. Географічне поширення та біолого-екологічні особливості домінантних видів роду *Bembidion*

**1.2.1. *B. articulatum*.** *Bembidion (Trepanes) articulatum* (Panzer, 1796) – транспалеарктичний вид, поширений від Великої Британії на заході до Японії на сході (Lindroth, 1985). В Європі *B. articulatum* розповсюджений у Португалії, Іспанії, Великій Британії, Франції, Бельгії, Нідерландах, Люксембурзі, Норвегії, Німеччині, Швейцарії, Італії, Данії, Швеції, Ліхтенштейні, Австрії, Чеській Республіці, Республіці Словенія, Польщі, Хорватії, Боснії та Герцеговині, Словацькій Республіці, Угорщині, Республіці Сербія, Албанії, Македонії, Греції, Фінляндії, Естонії, Латвії, Литві, Російській Федерації, Білорусії, Україні, Румунії, Молдові, Болгарії; в Азії – у Туреччині, Грузії, Вірменії, Азербайджані, Казахстані, Киргизькій Республіці, Китаї, Японії (Netolitzky, 1942, 1943; Turin et al., 1977; Kryzhanovsky et al., 1995; Löbl & Löbl, 2017).

За даними С. Н. Lindroth (1985), вид розповсюджений у всіх районах Данії, у Східній Ютландії та на прилеглих островах; у Швеції він зустрічається нерідко, особливо навколо великих озер у центральній частині країни; в Норвегії локально поширений на півдні.

Пік активності імаго *B. articulatum* у Нідерландах припадає на травень і червень; нижча активність спостерігається з березня по жовтень; поодинокі види трапляються до грудня (Turin et al., 1977). С. Н. Lindroth (1985) зазначає, що вид масово зустрічається навесні. На території України помічено таку саму періодичність сезонної активності: чисельність підвищується з кінця березня до середини травня та зменшується з початку червня до початку липня; у другій половині літа та восени чисельність виду на різних пробних ділянках у 5–15 разів нижча, ніж навесні (Бригадиренко, 2003).

У Чехії та Словаччині *B. articulatum* зустрічається часто на затінених або частково затінених, вологих і мокрих суглинкових берегах, від низовин до гір (Hůrka, 1996). Для фауни Польщі (Aleksandrovich, 2004) *B. articulatum* – основний вид, який живе на берегах річок, озер, струмків, на луках, трапляється на торфовищах, хижак.

В. Є. Карпова та А. В. Маталін (1993), досліджуючи фауну півдня Молдови, відносять цей вид до приводної екологічної групи (береги річок, струмків) та вказують, що імаго зустрічаються переважно на глинистих ґрунтах; вночі жуки летять на ультрафіолетове світло. За даними С. Н. Lindroth (1974), вид достатньо часто трапляється в Англії на голих, вологих, глинистих і піщаних берегах прісноводних водойм, часто ховається в тріщинах. На території Білорусі (Aleksandrowicz, 2002) *B. articulatum* – стенобіонтний болотяний вид. У лісостеповій зоні України (Кришталь, 1956) цей вид спостерігається рідше, в основному в берегових наносах. М. В. Kirichenko та О. М. Kravchenko (2006) зазначають, що в Україні *B. articulatum* значно поширений на незатінених або частково затінених, вологих і мокрих суглинкових і піщаних берегах від низовин до гір. За даними В. В. Бригадиренка (2003), у центральній та південній частині України *B. articulatum* віддає перевагу нейтральній реакції ґрунтового розчину, досить численний і на слабкозасолених ділянках, а також у біотопах із кислою реакцією ґрунтового розчину. Вид зустрічається в однаковій чисельності як на берегових ділянках із піщаним ґрунтом, так і на супіщаних, суглинкових і важких глинистих ґрунтах. *B. articulatum* звичайний на берегових річкових наносах і на ділянках, позбавлених скупчень відмерлої органіки.

**1.2.2. *B. varium.*** *Bembidion (Notaphus) varium* (Oliver, 1795) – палеарктичний вид, який мешкає на берегах водойм Європи: Великої Британії (Luff, 1998, 2007), Франції (Petillon et al., 2007), Нідерландів (Den Boer, 1970), Норвегії (Lindroth, 1985), Данії (Lindroth, 1985), Швеції (Lindroth,

1985), Чехії (Korecky, 2007), Словаччини (Hůrka, 1996), Фінляндії (Lindroth, 1985), Латвії (Bukejs & Telnov, 2007), Литви (Tamutis et al., 2011), Румунії (Hieke & Wrase, 1988), Албанії (Gueorguiev, 2007), Республіки Македонія (Hristovski & Gueorguiev, 2015), Греції (Hieke & Wrase, 1988), Болгарії (Jocque et al., 2016), європейської частини Туреччини (Gueorguiev, 2011), а також Російської Федерації (Кавказ, Сибір) (Kryzhanovskij et al., 1995) тощо. Вид також поширений в Марокко (Daoudi et al., 2017), Алжирі (Matallah et al., 2016), Єгипті (Abdel-Dayem, 1998), Дагестані (Абдурахманов и др., 2010), Азербайджані (Atamehr, 2013), Пакистані (Kazi et al., 2016) та Монголії (Lindroth, 1985). *B. varium* зустрічається на Канарських островах (Gueorguiev & Gueorguiev, 1995). В Україні вид поширений на території Закарпатської низовини, Карпат, Полісся, зони широколистяних лісів, у Лісостепу та Степу (Пучков, 2012).

*B. varium* – гігрофіл (Szentkiralyi et al., 2005), який віддає перевагу вологим глинистим ґрунтам (Жеребцов, 2000). Геліофіл, активний у денні години, особливо у сонячну погоду (Lindroth, 1985). Вид галотолерантний (Schultz, 2000), трапляється як на засолених, так і на незасолених ґрунтах (Lindroth, 1985; Petillon et al., 2007; Тилли, 2012). *B. varium* зустрічається на ділянках, повністю або майже повністю позбавлених рослинності (Lindroth, 1974; Turin, 2000) та на солончаках (Luff, 1998, 2007).

*B. varium* – мономорфний макроптероїдний вид, який характеризується високою льотною активністю на стадії імаго (Hůrka, 1996; Matalin, 2003; Kirichenko-Babko et al., 2017). Максимальну активність імаго зареєстровано навесні та влітку (Lindroth, 1985). Вид розмножується навесні (Lindroth, 1985). Пік річної міграції припадає на першу половину липня, нове покоління мігрує в пошуках нових біотопів зі стабільним режимом зволоження (Matalin, 1998). *B. varium* летить більше на поляризоване, ніж на неполяризоване світло (Szentkiralyi et al., 2005), часто потрапляє в світлові пастки (Jocque et al., 2016). Живиться нематодами та личинками жуків (Lindroth, 1985). За результатами досліджень на Канарських островах виявлено, що

*B. varium* – хазяїн *Laboulbenia vulgaris* Peyrit. (Ascomycota) (Arndt & Santamaria, 2004).

**1.2.3. *B. aspericolle*.** *B. (Talanes) aspericolle* (Germar, 1812) – західно-палеарктичний вид (Сигида, 2009), який мешкає на берегах Атлантичного, Середземного, Чорного та Каспійського морів, на засолених внутрішніх ділянках від Центральної Європи до Середньої Азії (Hůrka, 1996). *B. aspericolle* поширений в Іспанії, Франції, Німеччині, Італії, Австрії, Словенії, Хорватії, Угорщині, Греції, Україні, Румунії, Молдові, Росії (південна частина Руської рівнини; південна частина Західного Сибіру), Грузії, Казахстані, Туркменистані, Узбекистані, Таджикистані, Киргизстані (Ratti, 1983; Nitzu, 2003; Makarov & Matalin, 2009; Matalin & Makarov, 2011). Але не спостерігається в Чехії та Словаччині (Hůrka, 1996). *B. aspericolle* – літоральний галофіл (Trost, 2003; Müller-Motzfeld, 2007), який входить до складу солончакових біоценозів (Trost, 2006; Тилли, 2012; Михайлов, 2013).

В Україні вид зареєстровано майже по всій степовій зоні (Putchkov, 2011; Пучков, 2012). Зустрічається по берегах солоних озер, лиманів і морів. *B. aspericolle* – гігрофіл, який тяжіє до угруповань бульбокомишу морського (*Bolboshoenusmaritimus* (L.) Palla) (Пучков, Слинько, 2011). Цей вид – стратобіонт поверхнево-підстилковий (Абдурахманов и др., 2010; Нахібашева и др., 2011). Трапляється переважно влітку, зоофаг (Пучков, Бригадиренко, 2018).

**1.2.4. *B. minimum*.** Одна з перших згадок про *B. minimum* (Fabricius, 1792) належить Е. Ванд (1892), який описав розміри, морфологічні особливості, ареал проживання цього виду. *B. minimum* – західно-палеарктичний вид, який поширений у Європі, Західній Азії, Північній Африці (Hůrka, 1996). У Європі вид поширений у північній частині Боснії та Герцеговини, Румунії, Болгарії, (Hieke & Wrase, 1988; Nitzu, 2003), Литві (Tamutis et al., 2011). *B. minimum* масово зустрічається в прибережних

районах на більшій частині Великої Британії: Англія, Шотландія (Західна низовина), Ірландія (Lindroth, 1974), зустрічальність зменшується на півночі країни (Luff, 1998). Єдиний запис про знахідку виду в Північній Ірландії, отриманий W. F. Johnson та J. M. Halbert (1902), вказує, що вид був дуже поширений в Ірландії в минулому столітті. *B. minimum* розповсюджений уздовж узбережжя моря та фіордів у всіх районах Данії. Не помічено жодної або лише кілька знахідок на північно-західному та північно-східному узбережжі Ютландії та на північному та західному узбережжі Зеландії. На півдні Швеції вид зустрічається тільки на морських узбережжях, зазвичай поширений на західному узбережжі. У Норвегії це рідкісний вид, у Фінляндії трапляється уздовж узбережжя (Lindroth, 1985). В Єгипті *B. minimum* зустрічається дуже рідко в населених пунктах, розташованих уздовж узбережжя Середземного моря та Синайського півострова, оскільки ці місця існування порушені урбанізацією та туристичними поселеннями (Abdel-Dayem, 1998). У Росії вид поширений в північній, центральній і південній частині Руської рівнини, у Сибіру, Забайкаллі та Алтайсько-Саянській гірській країні (Kryzhanovskij et al., 1995), є декілька записів про вид із південного Карельського перешийка (Lindroth, 1985). *B. minimum* досить звичний для Республіки Адігея на прибережних ділянках (Замотайлов, Никитский, 2010).

В Україні вид поширений на Закарпатській низовині, у Карпатах, Правобережному та Лівобережному Поліссі, зоні широколистяних лісів, Правобережному та Лівобережному Лісостепу, північній підзоні Правобережного та Лівобережного Степу (Пучков, 2012).

*B. minimum* живе у вологих біотопах уздовж берегів морів, річок, стоячих водойм (Lindroth, 1985). Віддає перевагу мулистим, помірно вологим і трохи тінистим місцям, серед трав'янистих рослин і під кущами. Галофіл, зазвичай зустрічається у високій кількості (іноді до 20 екз./м<sup>2</sup>) на солончаках і на морських глинистих ґрунтах, на берегах солоних і солонуватих водойм (Desender & Maelfait, 1999), рідше на берегах прісних водойм (Жеребцов,

2000; Замотайлов, Никитский, 2010). *B. minimum* – один із діагностичних видів засолення, індикатор (Schultz, 2000). Вид значно поширений у польдерах (Meijer, 1974). Жуки часто бігають у сонячну погоду на відкритих місцях (Lindroth, 1985). *B. minimum* – весняно-літній вид, розмноження відбувається навесні (Lindroth, 1985). Вид макроптероїдний, має функціональну польотну мускулатуру. *B. minimum* характеризується найвищою льотною активністю протягом усієї стадії імаго. У цього виду обидві статі будь-якого віку беруть участь у поширенні (Matalin, 2003). Представник летить на світло, особливо на поляризоване (Szentkiralyi et al., 2005). Також *B. minimum* – відмінний плавець (Turin, 2000).

У результаті досліджень молекулярної мінливості *B. minimum* берегів Балтійського моря виявлено, що вид має два гаплотипи: один обмежений прибережними місцями проживання, другий – усередині країни. Такий розподіл суперечить твердженню про широку область розповсюдження та високу мобільність цього виду (Kamer et al., 2008). Генетична структура та різноманітність *B. minimum* вивчені в регіональному та західноєвропейському масштабі для понад 1600 особин з усієї решти солончаків Бельгії і з низки європейських еталонних ділянок. Середнє значення різноманіття генів не пов'язане з місцем проживання або розміром популяції *B. minimum*. Від 2 до 6 % загального генетичного різноманіття пояснюється диференціацією популяцій. Генетична диференціація *B. minimum* значна в різних географічних масштабах. Фрагментація середовища існування ще не викликає генетичних змін, ймовірно, через великі розміри популяції *B. minimum*, навіть у дуже малих солончаках. Виявлена генетична диференціація передбачає, що метапопуляції у відносно великому географічному масштабі все ще функціонують у цього дуже рухливого виду. Реконструкція навіть невеликих солончаків може позитивно впливати на збереження для довгострокового виживання цих спеціалізованих турунів (Desender & Verdyck, 2001). Досліджено каріотип *B. minimum* (Rozek & Rudek, 1992).

*V. minimum* пов'язаний із певними місцями існування (Eyre & Luff, 2004). Зональність виду позитивно корелює з припливами, що перевищують 20 і 40 см (Irmeler et al., 2002). За результатами багатьох досліджень відомо, що цей вид успішно збільшує свою чисельність у стресових місцях існування, наприклад, в умовах інвазії деяких видів рослин. Незважаючи на негативний вплив інвазії *Elymus athericus* (Link) Kerguelen на кількість різних галофільних видів турунів, *V. minimum* збільшує свою чисельність на інвазійних ділянках. Такі ділянки характеризуються більш низьким відсотком вмісту галофільних видів і великим різноманіттям. Цей вид можна використовувати для біоіндикації (Georges et al., 2011). *V. minimum* збільшує свою чисельність в умовах косіння трави та випасання овець. Випасання та косіння роблять ділянки відкритими, тому і кращими для деяких галофільних видів, у тому числі й для *V. minimum* (Petillon et al., 2007).

### 1.3. Дослідження морфологічної мінливості турунів

Н. Selye (1976) визначив стрес як сукупність реакцій організму, які викликаються будь-якими сильними, надсильними та екстремальними впливами та супроводжуються перебудовою адаптивних систем організму. Простежено три стадії відповіді організму (Сельє, 1982) на стресовий вплив – так звана «тріада Сельє»: 1) стадія тривоги – відбувається мобілізація адаптивних процесів у організмі; 2) стадія опору – встановлюється підвищена опірність організму до стресового впливу; 3) стадія виснаження – якщо стрес-вплив занадто сильний і тривалий, адаптаційні механізми організму можуть виснажитися, відбувається зниження резистентності. Тривалість і особливості перебігу кожної стадії залежать від багатьох чинників: виду організму, його фізіологічного стану, а також від сили впливу стресового фактора. Формування стрес-реакцій у хребетних тварин забезпечує робота гіпоталамо-гіпофізарно-адренкортикальної системи (Еремина, Грунтенко, 2017). Довгий час відсутність гіпоталамо-гіпофізарно-адренкортикальної системи у комах вважалася доказом відсутності стрес-реакції, як у



теплокровних тварин. Однак пізніше доведено наявність реакції стресу в комах, в якій беруть участь різні гормони (Rauschenbach et al., 2003). Безхребетні тварини – зручний об’єкт для вивчення основних механізмів стресових реакцій (Mirth et al., 2014; Zakharenko et al., 2014). Існує велика кількість публікацій щодо механізмів стрес-реакцій на личинковій стадії (стан діпаузи, затримка метаморфозу, мутації) (Sukhanova et al., 1997) та стадії імаго (Rauschenbach et al., 2000; Hanna et al., 2015).

Стрес-реакція організму формувалася в процесі еволюції та являє собою важливу ланку складного, цілісного адаптаційного механізму (Sarup et al., 2014; Еремина, Груntenко, 2017). Комахи накопичують (сумують) ефекти впливу фактора за певний проміжок часу (Hirashima et al., 2000; Moskalev et al., 2015; Zhuravel et al., 2016). Один із проявів таких адаптацій до змін умов навколишнього середовища – морфологічна мінливість. Форма та лінійні розміри тіла комах багато в чому пов’язані з пристосуваннями організму до умов існування на личинковій стадії та на стадії імаго (Andersen, 1985; Lagisz, 2008). Розуміння закономірностей морфологічних змін і їх еволюційних причин – одна з цілей еволюційної біології (Pie & Traniello, 2007).

Морфологічна мінливість видів – результат комбінованого впливу генів і навколишнього середовища (Lupi et al., 2015). Екологічний стрес спричиняє зниження інтенсивності метаболізму, що може проявитися в підвищеній мінливості морфологічних ознак (Elek et al., 2014).

Розмір тіла – одна з основних ознак живих організмів, яка пов’язана з їх історією життя, морфологією, фізіологією та екологією. Дослідження зв’язку між розміром тіла комах і типом середовища існування важливе для розуміння основних закономірностей їх розподілу (Dangalle et al., 2013). Особини, що складають популяції видів, не ідентичні та можуть варіювати за розміром і швидкістю розвитку. Вивчення морфологічної мінливості за впливу факторів навколишнього середовища робить внесок у розуміння багатьох екологічних процесів, дозволяє оцінити стійкість популяції виду, її

здатність зберігати сталість в умовах, що змінюються (Sota et al., 2000; Barton et al., 2011; Brygadyrenko & Korolev, 2015).

Морфологічні зміни в популяціях підстилкових груп безхребетних тварин дають змогу оцінити якість середовища існування (Sukhodolskaya & Saveliev, 2014, 2016). Морфологічну мінливість оцінюють за допомогою вимірювання лінійних ознак і морфометричних індексів.

Туруни (Coleoptera, Carabidae) чутливі до дії абіотичних і біотичних факторів, вони швидко реагують на зміни навколишнього середовища (Brygadyrenko, 2016), тому їх часто використовують як біоіндикаторів (Di Grumo & Lovei, 2016). Н. U. Thile (1977) припускає, що найбільш виражені морфологічні адаптації турунів пов'язані зі спеціалізованими режимами харчування. Т. L. Erwin (1979), з іншого боку, вказує, що, ймовірно, існує тісний зв'язок між морфологією та екологією турунів. Багаторічні зміни умов середовища можуть спричиняти зміни меж ареалів і зростання морфологічної мінливості, сезонності розмноження та тривалості розвитку турунів (Lindroth, 1972; Den Boer, 1985; Matalin 2007; Svanbäck et al., 2009; Бобильов та ін., 2014). Конкуренція зі спорідненими видами також впливає на морфологічну мінливість популяцій (Okuzaki et al., 2010; Talarico et al., 2011).

Морфометричні дослідження турунів інтенсивно розвиваються в декількох напрямках, що допоможе глибше вивчити стійкість популяційних систем (Alibert et al., 2001; Benítez, 2013). Незважаючи на велику кількість даних про морфологічну мінливість турунів, їх внутрішньовидові варіації вивчені недостатньо, дуже мало матеріалу про вплив на них факторів навколишнього середовища. Зміни факторів навколишнього середовища можуть впливати на розміри комах і окремих частин тіла (Dreyer & Shingleton, 2011). Зміна навіть одного фактора середовища може стати причиною міжпопуляційних морфологічних відмінностей у жуків (Palmer, 2002). Нині залишається незрозумілим, на якій стадії онтогенезу вплив

факторів довкілля найсуттєвіший і які із цих факторів визначальні в конкретному випадку.

Існують праці, присвячені впливу на морфологічну мінливість жуків типу об'єктів живлення (Bonal et al., 2011), температури та складу субстрату (Ernsting & Isaaks, 1997; De Los Santos et al., 2000), конкуренції (Okuzaki & Sota, 2018), висотності та мікроклімату (Sukhodolskaya & Saveliev, 2016), антропогенних факторів (Lagisz, 2008; Sowa & Skalski, 2019).

Зазвичай дослідження впливу факторів на морфометричну мінливість турунів обмежуються вимірюванням тільки довжини надкрил і проводяться такими методами, які не дозволяють виділити конкретний визначальний фактор (Sukhodolskaya & Saveliev, 2014).

Морфометричні дослідження дають можливість оцінити норму пластичності форми та розмірів виду турунів, що допоможе в подальшому виявити способи реагування індивідів на екологічні невідповідні умови існування (Rainio & Niemelä, 2003; Фали, Бригадиренко, 2007; Kotze et al., 2011).

Існує зв'язок між формою тіла та екологічними особливостями місць існування видів триби *Bembidiini* (Andersen, 1985). Літофільні види, які живуть на берегах серед каміння, мають дорсивентрально сплющене тіло з паралельними надкрилами; серед рослинності, у підстилці та в тріщинах ґрунту живуть види з овальною задньою частиною тіла (Andersen, 1985).

Серед видів роду *Bembidion* досліджено лише морфологічну мінливість широко розповсюдженого *B. lampros* (Langor & Larson, 1983). Аналогічні дослідження для великого безкрилого південноамериканського виду турунів *Ceroglossus chilensis* (Eschscholtz, 1829) дозволили виявити комплекс важливих чинників, які визначають мінливість виду (Benítez et al., 2010). Н. А. Benítez (2013) дослідив закономірності реакції популяцій (флуктуюча асиметрія, статевий диморфізм) на різні екологічні параметри середовища існування.

*Перелік посилань:*

- Абдурахманов, Г. М., Нахибашева, Г. М., Клычева, С. М., Магомедова, С. Т., Эльдерханова, З. М. (2010). Видовой состав и географическое распространение жуужелиц рода *Vembidion* Республики Дагестан. *Юг России: экология, развитие*, 5(2), 56–61. doi:10.18470/1992-1098-2010-2-56-61
- Беклемишев, В. Н. (1960). Пространственная и функциональная структура популяций. *Бюллетень Московского общества испытателей природы*, 65(2), 41–50.
- Блинштейн, С. Я. (1976). Некоторые особенности распределения жесткокрылых на засоленных почвах Придунайской низменности. *Биологическая диагностика почв: Сборник научных трудов*. (С. 37–38). Москва: Наука.
- Бобильов, Ю. П., Бригадиренко, В. В., Булахов, В. Л., Гайченко, В. А., Гассо, В. Я., Дідух, Я. П., Івашов, А. В., Кучерявий, В. П., Мальований, М. С., Мицик, Л. П., Пахомов, О. Є., Царик, Й. В., Шабанов, Д. А. (2014). *Екологія*. Харків: Фоліо.
- Бригадиренко, В. В. (1997). Сообщества жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) как индикаторы различных типов гигрофильных местообитаний степной зоны Украины. *Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: Збірник доповідей VII Всеукраїнської студентської наукової конференції*. Т. 2. (С. 50–51). Донецьк: ДонДТУ.
- Бригадиренко, В. В. (2003). Фауна жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Днепропетровской области. *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона*, 3, 78–88.
- Булохова, Н. А. (1995). Видовой состав и структура доминирования жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в луговых экосистемах на юго-западе России (Брянская область). *Энтомологическое обозрение*, 74(4), 758–763.
- Васильева, Р. М. (1983). Эколого-фаунистическая характеристика приводных видов жуужелиц в Брянской области. *Фауна и экология беспозвоночных животных: Сборник научных трудов*. (С. 106–117). Москва: МГПИ.

- Грюнталь, С. Ю. (1984). Жужелицы рода *Dyschirius* Вон. (Coleoptera, Carabidae) фауны СССР. *Энтомологическое обозрение*, 63(3), 509–517.
- Еремина, Н. А., Груntenко, Н. Е. (2017). Нейроэндокринная стресс-реакция насекомых: история концепции. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 21(7), 825–832. doi:10.18699/vj17.302
- Жеребцов, А. К. (2000). *Определитель жужелиц Республики Татарстан*. Казань: Институт экологии и природных систем АН РТ.
- Замотайлов, А. С., Никитский, Н. Б. (2010). *Жесткокрылые насекомые (Insecta, Coleoptera) Республики Адыгея (аннотированный каталог видов)*. Майкоп: Издательство Адыгейского государственного университета.
- Калюжная, Н. С. (1981). Гидрофильный комплекс почвенных жесткокрылых (Coleoptera) Калмыкии. *Проблемы почвенной зоологии: Материалы VII Всесоюзного совещания*. (С. 89–90). Киев: Радянське Закарпаття.
- Карпова, В. Е., Маталин, А. В. (1993). Аннотированный список жужелиц (Coleoptera, Carabidae) юга Молдовы. *Энтомологическое обозрение*, 72(3), 570–585.
- Кришталь, О. П. (1956). *Ентомофауна ґрунту та підстилки в долині середньої течії р. Дніпро*. Київ: Київський державний університет.
- Матвеева, В. Г. (1970). Почвенная мезофауна лугов и полей Подмосковья. *Фауна и экология животных: Сборник научных статей*. (С. 21–46). Москва: МГПИ.
- Михайлов, В. А. (2013). К фауне, биоэкологии и распространению жесткокрылых (Coleoptera) острова Джарылгач. *Наукові записки Державного природознавчого музею*, 29, 113–120.
- Надворный, В. Г. (2001). Биоразнообразие и особенности распространения жужелиц и других видов насекомых в околородных экосистемах рек Волчьа и Самара. *Фальцфейнівське читання: Збірник наукових праць*. (С. 131–134). Херсон.
- Нахибашева, Г. М., Мухтарова Г. М., Исмаилова, Х. А., Клычева, С. М. (2011). Анализ жизненных форм имаго жужелиц Терско-Кумской

- низменности Дагестана. *Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*, 69(5), 1–15.
- Некулисяну, З. З. (1991). Обзор фауны жужелиц (Carabidae) Молдовы. *Известия АН ССР Молдова. Серия биологических и химических наук*, 2, 37–42.
- Петрусенко, А. А., Петрусенко С. В. (1973). Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) заболоченных участков Крыма. *Вестник зоологии*, 1, 30–33.
- Пучков, А. В. (2012). Фаунистический обзор карабоидных жуков (Coleoptera, Caraboidea) Украины. *Український ентомологічний журнал*, 2(5), 3–44.
- Пучков, А. В., Бригадиренко, В. В. (2018). Рідкісні твердокрилі надродини *Caraboidea (Coleoptera, Aderphaga) Дніпропетровської області*. Дніпро: Журфонд. doi:10.15421/511801
- Пучков, О. В., Слинко, В. О. (2011). *Bembidion aspericolle* (Germar, 1872) – Бембідіон шорсткий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 69). Дніпропетровськ: Новий друк.
- Селье, Г. (1982). *Стесс без дистресса*. Москва: Прогресс.
- Сигида, Р. С. (2009). Галофильные виды жужелиц – как индикаторы засоленных биотопов степной зоны Предкавказья. *Вестник Московского государственного областного университета: Естественные науки*, 3, 49–56.
- Сіренко, А. Г. (2019). *Популяційна біологія. Лекції*. Івано-Франківськ.
- Тилли, А. С. (2012). Жуки-жужелицы (Coleoptera, Carabidae) засоленных почв степного Заволжья Самарской области. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 14(1), 125–131.
- Фали, Л. І., Бригадиренко, В. В. (2007). Морфологічна мінливість особин у популяції *Philonthus decorus* (Coleoptera, Staphylinidae). *Науковий вісник Ужгородського університету: Біологія*, 20, 66–71.
- Шварц, С. С. (1967). Популяционная структура вида. *Зоологический журнал*, 46(10), 1456–1469.
- Яблоков, А. В., Юсуфов, А. Г. (1976). *Эволюционное учение*. Москва: Высшая школа.

- Abdel-Dayem, M. S. (1998). The Egyptian species of *Bembidion* Latreille, 1802 (Coleoptera, Carabidae). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt*, 76, 181–198.
- Aleksandrowicz, O. R. (2002). Changes in the carabid fauna of Polesie peat-bog due to drainage, ploughing and agricultural development. In J. Szyszko (Ed.), *How to protect or what we know about Carabid Beetles*. Warszawa: Warsaw Agricultural University Press.
- Aleksandrovich, O. R. (2004). Wykaz gatunków – Coleoptera: Carabidae. In W. Bogdanowicz, E. Chudzicka, I. Pilipiuk, E. Skibińska. (Eds), *Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków* (Vol. 1). Warszawa: MiZ PAN.
- Alibert, P., Moureau, B., Dommergues, J. L., & David, B. (2001). Differentiation at a microgeographical scale within two species of ground beetle, *Carabus auronitens* and *C. nemoralis* (Coleoptera, Carabidae): a geometrical morphometric approach. *Zoologica Scripta*, 30(4), 299–311. doi:10.1046/j.1463-6409.2001.00068.x
- Andersen, L. (1985). Ecomorphological adaptations of riparian Bembidiini species (Coleoptera: Carabidae). *Entomologia Generalis*, 11, 41–46. doi:10.1127/entom.gen/11/1985/41
- Arndt, E., & Santamaria, S. (2004). Laboulbeniales (Ascomycota) of the Canary Islands. *Vieraea*, 32, 107–115.
- Atamehr, A. (2013). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of Azarbaijan, Iran. *Turkish Journal of Zoology*, 37(2), 188–194.
- Band, E. (1892). *Familienreihe Caraboidea*. Wien: Druck und Verlag von Carl Gerold's Sohn.
- Barton, P. S., Gibbk, H., Mannink, A., Lindenmayer, D. B., & Cunningham, S. A. (2011). Morphological traits as predictors of diet and microhabitat use in a diverse beetle assemblage. *Biological Journal of the Linnean Society*, 102(2), 301–310. doi: 10.1111/j.1095-8312.2010.01580.x.
- Benítez, H. A. (2013). Assessment of patterns of fluctuating asymmetry and sexual dimorphism in carabid body shape. *Neotropical Entomology*, 42, 164–169.

- Benítez, H., Fuente, D. L., Vidal, M., Briones, R., & Jerez, V. (2010). Sexual dimorphism and morphological variation in populations of *Ceroglossus chilensis* (Eschscholtz, 1829) (Coleoptera: Carabidae). *Journal of the Entomological Research Society*, 12(2), 87–95.
- Bonal, R., Espelta, J. M., & Vogler, A. P. (2011). Complex selection on life-history traits and the maintenance of variation in exaggerated rostrum length in acorn weevils. *Oecologia*, 167(4), 1053–1061. doi:10.1007/s00442-011-2036-7
- Brygadyrenko, V. V. (2016). Evaluation of ecological niches of abundant species of *Poecilus* and *Pterostichus* (Coleoptera: Carabidae) in forests of the steppe zone of Ukraine. *Entomologica Fennica*, 27(2), 81–100. doi: 10.33338/ef.84662
- Brygadyrenko, V. V., & Korolev, O. V. (2015). Morphological polymorphism in an urban population of *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) (Coleoptera, Carabidae). *Graellsia*, 71(1), e025. doi:10.3989/graellsia.2015.v71.126
- Bukejs, A., & Telnov, D. (2007). Materials about the fauna of beetles (Insecta: Coleoptera) of Naujene Rural Municipality (Daugavpils district, Latvia). Part 2. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 7(2), 191–208.
- Dangalle, C. D., Pallewatta, N., & Vogler, A. P. (2013). The association between body-size and habitat-type in tiger beetles (Coleoptera, Cicindelidae) of Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science (Biological Sciences)*, 42(1), 41–53. doi:10.4038/cjsbs.v42i1.5898
- Daoudi, L., Chavanon, G., Fouzi Taybi, A., & Mabrouki, Y. (2017). Contribution to the knowledge of riparian Coleoptera of Ait Aissa Wadi Region of Beni Tadjite-Talsint “Eastern Morocco”. *JMES*, 8(8), 2903–2915.
- De Los Santos, A., Gomez-Gonzalez, L. A., Alonso, C., Arbelo, C. D., & De Nicolas, J. P. (2000). Adaptive trends of darkling beetles (Col. Tenebrionidae) on environmental gradients on the island of Tenerife (Canary Islands). *Journal of Arid Environments*, 45(1), 85–98. doi:10.1006/jare.1999.0623
- Den Boer, P. J. (1970). On the significance of dispersal power for populations of carabid-beetles (Coleoptera, Carabidae). *Oecologia*, 4, 1–28.



- Den Boer, P. J. (1985). Fluctuations on density and survival of carabid populations. *Oecologia*, *67*, 322–330.
- Desender, K., & Maelfait, J.-P. (1999). Diversity and conservation of terrestrial arthropods in tidal marshes along the river Schelde: a gradient analysis. *Biological Conservation*, *87*, 221–229. doi:10.1016/S0006-3207(98)00058-5
- Desender, K., & Verdyck, P. (2001). Geographic scaling and genetic differentiation in two highly mobile European saltmarsh beetles. *Belgian Journal of Zoology*, *131*(1), 31–42. WOS:000166856300003
- Di Grumo, D., & Lovei, G. (2016). Body size inequality in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages as a potential method to monitor environmental impacts of transgenic crops. *Periodicum Biologorum*, *118*(3), 223–230. doi:10.18054/pb.2016.118.3.3921
- Dreyer, A. P., & Shingleton, A. W. (2011). The effect of genetic and environmental variation on genital size in male *Drosophila*: Canalized but developmentally unstable. *PLoS One*, *6*(12), e28278. doi:10.1371/journal.pone.0028278
- Elek, Z., Lovei, G. L., & Batki, M. (2014). No increase in fluctuating asymmetry in ground beetles (Carabidae) as urbanisation progresses. *Community Ecology*, *15*(2), 131–138. doi:10.1556/COME.15.2014.2.1
- Ernsting, G., & Isaaks, J. A. (1997). Effects of temperature and season on egg size, hatchling size and adult size in *Notiophilus biguttatus*. *Ecological Entomology*, *22*(1), 32–40. doi:10.1046/j.1365-2311.1997.00040.x
- Erwin, T. L. (1979). A review of the natural history and evolution of ectoparasitoid relationships in Carabid beetles. In: T. L. Erwin, G. E. Ball, D. R. Whitehead & A. L. Halpern (Eds.), *Carabid beetles, their evolution, natural history, and classification* (pp. 479–484). Hague: Dr. W. Junk Publishers.
- Eyre, M. D., & Luff, M. L. (2004). Ground beetle species (Coleoptera, Carabidae) associations with land cover variables in northern England and southern Scotland. *Ecography*, *27*(4), 417–426. doi:10.1111/j.0906-7590.2004.03757.x

- Georges, A., Fouillet, Ph., & Petillon, J. (2011). Changes in salt-marsh carabid assemblages after an invasion by the native grass *Elymus athericus* (Link) Kerguelen. *Zookeys*, *100*, 407–419. doi:10.3897/zookeys.100.1537
- Gueorguiev, B. (2011). New and interesting records of carabid beetles from South-East Europe, South-West and Central Asia, with taxonomic notes on Pterostichini and Zabrinini (Coleoptera, Carabidae). *Linzer Biologische Beiträge*, *43*(1), 501–547.
- Gueorguiev, B. V. (2007). *Annotated catalogue of the carabid beetles of Albania (Coleoptera: Carabidae)*. Sofia-Moscow: Pensoft.
- Gueorguiev, V. B., & Gueorguiev, B. V. (1995). *Catalogue of the ground-beetles of Bulgaria (Coleoptera: Carabidae)*. Sofia-Moscow: Pensoft.
- Hanna, M. E., Bednářová, A., Rakshit, K., Chaudhuri, A., O'Donnell, J. M., & Krishnan, N. (2015). Perturbations in dopamine synthesis lead to discrete physiological effects and impact oxidative stress response in *Drosophila*. *Journal of Insect Physiology*, *73*, 11–19. doi:10.1016/j.jinsphys.2015.01.001
- Hieke, F., & Wrase, W. (1988). Faunistik der Laufkafer Bulgariens (Coleoptera, Carabidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, *35*, 1–171. doi:10.1002/mmnd.19880350102
- Hirashima, A., Sukhanova, M. J., & Rauschenbach, I. Y. (2000). Genetic control of biogenic-amine systems in *Drosophila* under normal and stress conditions. *Biochemical Genetics*, *38*(5–6), 163–176. doi:10.1023/A:1001925613951
- Hristovski, S., & Gueorguiev, B. (2015). *Annotated catalogue of the carabid beetles of the Republic of Macedonia (Coleoptera: Carabidae)*. Auckland, New Zealand: Magnolia Press.
- Hůrka, K. (1996). *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Zlin: Kabourek.
- Irmeler, U., Heller, K., Meyer, H., & Reinke, H.-D. (2002). Zonation of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneida) in salt marshes at the North and the Baltic Sea and the impact of the predicted sea level increase. *Biodiversity & Conservation*, *11*(7), 1129–1147. doi:10.1023/a:1016018021533

- Jocque, M., Teofilova, T. M., & Kodzhabashev, N. D. (2016). Light trapping as a valuable rapid assessment method for ground beetles (Carabidae) in a Bulgarian Wetland. *Acta Zoologica Bulgarica*, 68(4), 529–539.
- Johnson, W. F., & Halbert, J. N. (1902). A list of the beetles of Ireland. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 6, 535–827.
- Kamer, N., Dormann, W., & Mossakowski, D. (2008). Patterns of molecular variability in Carabid beetles mostly from the Baltic Sea coast. In: L. Pennev, T. Erwin & T. Assmann. *Back to the roots and back to the future. Towards a new synthesis amongst taxonomic, ecological and biogeographical approaches in carabidology*. XIII European Carabidologists meeting, Blagoevgrad (Bulgaria), August 2007 (pp. 195–206). Sofia-Moscow: Pensoft Publishers.
- Kazi, A. J., Khatri, I., Rustamani, M. A., & Wagan, M. S. (2016). Records of Carabidae in fauna of British India segregated for present boundaries of Pakistan. *Sindh University Research Journal*, 48(4), 833–838.
- Kirichenko, M. B., & Kravchenko, O. M. (2006). An annotated list of the tiger-beetles and ground beetles (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) of Shatski National Nature Park and adjacent territories. *The Kharkov Entomological Society Gazette*, 14, 9–18.
- Kirichenko-Babko, M., Łagod, G., Majerek, D., Franus, M., & Babko, R. (2017). The effect of landscape on the diversity in urban green areas. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 24(4), 613–625. doi:10.1515/eces-2017-0040
- Kopecky, T. (2007). Biotopes of low stream of Orlice River (Czech Republic, Europe) with example of the typical ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Elateridarium*, 1, 77–91.
- Kotze, D. J., Brandmayr, P., Casale, A., Dauffy-Richard, E., Dekoninck, W., Koivula, M. J., Lövei, G. L., Mossakowski, D., Noordijk, J., Paarmann, W., Pizzolotto, R., Saska, P., Schwerk, A., Serrano, J., Szyszko, J., Taboada, A., Turin, H., Venn, S., Vermeulen, R., & Zetto, T. (2011). Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population

- studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys*, 100, 55–148.
- Kryzhanovskij, O. L., Belousov, I. A., Kabak, I. I., Kataev, B. M., Makarov, K. V., & Shilenkov V. G. (1995). *A checklist of the ground-beetles of Russia and Adjacent Lands*. Sofia-Moscow: Pensoft.
- Lagisz, M. (2008). Changes in morphology of the ground beetle *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Coleoptera; Carabidae) from vicinities of a zinc and lead smelter. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(8), 1744–1747. doi:10.1897/07-661.1
- Langor, D. W., & Larson, D. J. (1983). Alary polymorphism and life history of a colonizing ground beetle, *Bembidion lampros* Herbst (Coleoptera: Carabidae). *The Coleopterists Bulletin*, 37(4), 365–377.
- Lindroth, C. H. (1972). Changes in the Fennoscandian ground-beetle fauna (Coleoptera, Carabidae) during the twentieth century. *Annales Zoologici Fennici*, 9, 49–64.
- Lindroth, C. H. (1974). *Coleoptera, Carabidae. Handbooks for the identification of British insects*. London: Royal Entomological Society of London.
- Lindroth, C. H. (1985). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 15(1), 1–226.
- Löbl, I., & Löbl, D. (2017). Catalogue of Palaearctic Coleoptera. In: I. Löbl & D. Löbl (Eds.), *Archostemata-Myxophaga-Adephaga. Vol. 1. Revised and updated edition* (pp. 21–914). Leiden-Boston: Brill.
- Luff, M. L. (1998). *Provisional atlas of the ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of Britain*. Huntingdon: Biological Records Centre.
- Luff, M. L. (2007). *The Carabidae (ground beetles) of Britain and Ireland. Handbooks for the identification of British insects*, 4, 2. London.
- Lupi, D., Jucker, C., Rocco, A., Harrison, R., & Colombo, M. (2015). Notes on biometric variability in invasive species: the case of *Psacotheta hilaris hilaris*. *Bulletin of Insectology*, 68(1), 135–145.

- Makarov, K. V., & Matalin, A. V. (2009). Ground-beetle communities in the Lake Elton region, southern Russia: A case study of a local fauna (Coleoptera: Carabidae). In: Y. Marusik & V. Fet (Eds.), *Species and communities in extreme environments. Festschrift towards the 75th anniversary and a laudatio in honour of academician Yuri Ivanovich Chernov* (pp. 357–384). Sofia-Moscow: Pensoft Publishers & KMK Scientific Press.
- Matalin, A. V. (1998). Influence of weather conditions on migratory activity of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the Steppe Zone. *Biology Bulletin*, 25(5), 485–494.
- Matalin, A. V. (2003). Variations in flight ability with sex and age in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of South-Western Moldova. *Pedobiologia*, 47(4), 311–319. doi:10.1078/0031-4056-00195
- Matalin, A. V. (2007). Typology of the life cycles of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Western Palearctic. *Entomological Review*, 87(8), 947–972.
- Matalin, A., & Makarov, M. (2011). Using demographic data to better interpret pitfall trap catches. *ZooKeys*, 100, 223–254. doi:10.3897/zookeys.100.1530
- Matallah, R., Abdellaoui-hassaine, K., Ponel, P., & Boukli-Hacene, S. (2016). Diversity of ground beetles (Coleoptera Carabidae) in the Ramsar wetland: Dayet El Ferd, Tlemcen, Algeria. *Biodiversity Journal*, 7(3), 301–310.
- Meijer, J. (1974). A comparative study of the immigration of carabids (Coleoptera, Carabidae) into a new polder. *Oecologia*, 16(3), 185–208. doi:10.1007/bf00345882
- Mirth, C. K., Tang, H. Y., Makohon-Moore, S. C., Salhadar, S., Gokhale, R. H., Warner, R. D., Koyama T., Riddiford L. M., & Shingleton, A. W. (2014). Juvenile hormone regulates body size and perturbs insulin signaling in *Drosophila*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(19), 7018–7023. doi:10.1073/pnas.1313058111
- Moskalev, A., Zhikrivetskaya, S., Krasnov, G., Shaposhnikov, M., Proshkina, E., Borisoglebsky, D., Danilov, A., Peregudova, D., Sharapova, I., Dobrovolskaya, E., Solovev, I., Zemskaya, N., Shilova, L., Snezhkina, A., & Kudryavtseva, A.

- (2015). A comparison of the transcriptome of *Drosophila melanogaster* in response to entomopathogenic fungus, ionizing, starvation and cold shock. *BMC Genomics*, 16(13), S8. doi:10.1186/1471-2164-16-S13-S8
- Müller-Motzfeld, G. (2007). Die Salz- und Küstenlaufkäfer Deutschlands – Verbreitung und Gefährdung. *Angewandte Carabidologie*, 8, 17–27.
- Netolitzky, F. (1942). Bestimmungstabelle der Bembidion-Arten des palaarktischen Gebietes. *Koleopterologische Rundschau*, 28, 29–124.
- Netolitzky, F. (1943). Bestimmungstabelle der Bembidion-Arten des palaarktischen Gebietes. *Koleopterologische Rundschau*, 29, 1–70.
- Nitzu, E. (2003). Contributions to the knowledge of the tribus Bembidiini (Coleoptera: Carabidae) from Romania. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 45, 179–185.
- Okuzaki, Y., & Sota, T. (2018). Predator size divergence depends on community context. *Ecology Letters*, 21(7), 1097–1107. doi:10.1111/ele.12976
- Okuzaki, Y., Takami, Y., & Sota, T. (2010). Resource partitioning or reproductive isolation: The ecological role of body size differences among closely related species in sympatry. *Journal of Animal Ecology*, 79, 383–392.
- Palmer, M. (2002). Landmark-based morphometric analysis of two sibling species of the genus *Asida* (Coleoptera, Tenebrionidae). *Contributions to Zoology*, 70(4), 213–220.
- Petillon, J., Georges, A., Canard, A., & Ysnel, F. (2007). Impact of cutting and sheep grazing on ground – active spiders and carabids in intertidal salt marshes (Western France). *Animal Biodiversity and Conservation*, 30(2), 201–209.
- Pie, M. R., & Traniello, J. F. A. (2007). Morphological evolution in a hyperdiverse clade: The ant genus *Pheidole*. *Journal of Zoology*, 271(1), 99–109. doi:10.1111/j.1469-7998.2006.00239.x
- Putchkov, A. V. (2011). Ground beetles of the Ukraine (Coleoptera, Carabidae). *ZooKeys*, 100, 503–515. doi:10.3897/zookeys.100.1545
- Rainio, J., & Niemelä, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 12, 487–506.

- Ratti, E. (1983). Gli elementi caratteristici della coleotterofauna dei giuncheti alofili della laguna di venezia. *Società Veneziana di Scienze Naturali*, 8, 37–46.
- Rauschenbach, I. Y., Gruntenko, N. E., Bownes, M., Karpova, E. K., Chentsova, N. A., Sukhanova, M. Z., & Adon'eva, N. V. (2003). Ecdysteroids and juvenile hormone control the early and late stages of oogenesis, respectively, during stress in *Drosophila*. *Doklady Biological Sciences*, 389, 127–129. doi:10.1023/A:1023418808700
- Rauschenbach, I. Y., Sukhanova, M. Z., Hirashima, A., Sutsugu, E., & Kuano, E. (2000). Role of the ecdysteroid system in the regulation of *Drosophila* reproduction under environmental stress. *Doklady Biological Sciences*, 375, 641–643. doi:10.1023/A:1026610425973
- Rozek, M., & Rudek, Z. (1992). Karyotype analysis and c-banding pattern in 2 species of carabid (Coleoptera, Carabidae). *Folia Biologica*, 40(1–2), 47–52.
- Sarup, P., Sørensen, P., & Loeschcke, V. (2014). The long-term effects of a life-prolonging heat treatment on the *Drosophila melanogaster* transcriptome suggest that heat shock proteins extend lifespan. *Experimental Gerontology*, 50, 34–39. doi:10.1016/j.exger.2013.11.017
- Schultz, R. (2000). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as indicators for the efficiency of the revitalization of salt grassland at the Baltic Sea coast. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft fuer Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 12(1–6), 389–394.
- Selye, H. (1976). Stress without distress. In: G. Serban (Ed.), *Psychopathology of human adaptation* (pp. 137–146). Boston: Springer. doi:10.1007/978-1-4684-2238-2\_9
- Sota, T., Takami, Y., Kubota, K., Ujiie, M., & Ishikawa, R. (2000). Intraspecific body size differentiation in species assemblages of the carabid subgenus *Ohomopterus* in Japan. *Population Ecology*, 42, 279–291. doi:10.1007/pl00012006
- Sowa, G., & Skalski, T. (2019). Effects of chronic metal exposure on the morphology of beetles species representing different ecological niches. *Bulletin*

- of *Environmental Contamination and Toxicology*, 102(2), 191–197.  
doi:10.1007/s00128-018-02532-7
- Sukhanova, M. J., Shumnaya, L. V., Grenback, L. G., Gruntenko, N. E., Khlebodarova, T. M., & Rauschenbach, I. Y. (1997). Tyrosine decarboxylase and dopa decarboxylase in *Drosophila virilis* under normal conditions and heat stress: genetic and physiological aspects. *Biochemical Genetics*, 35(3–4), 91–103. doi:10.1023/A:1022209707655
- Sukhodolskaya, R. A., & Saveliev, A. A. (2014). Effects of ecological factors on size-related traits in the ground beetle *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae). *Russian Journal of Ecology*, 45(5), 414–420. doi:10.1134/s1067413614050142
- Sukhodolskaya, R., & Saveliev A. (2016). Intra-specific body size variation of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in latitudinal gradient. *Periodicum Biologorum*, 118(3), 273–280. doi:10.18054/pb.2016.118.3.3918
- Svanbäck, R., Pineda-Krch, M., & Doebeli, M. (2009). Fluctuating population dynamics promotes the evolution of phenotypic plasticity. *The American Naturalist*, 174(2), 176–189.
- Szentkiralyi, F., Bernath, B., Kadar, F., & Retezar, I. (2005). Flight of ground beetles towards polarized and unpolarized light sources. *DIAS Report*, 114, 313–324.
- Talarico, F., Brandmayr, P., Giglio, A., Massolo, A., & Brandmayr, T. Z. (2011). Morphometry of eyes, antennae and wings in three species of *Siagona* (Coleoptera, Carabidae). *ZooKeys*, 100, 203–214.
- Tamutis, V., Tamutel, B., & Ferenca, R. (2011). A catalogue of Lithuanian beetles (Insecta, Coleoptera). *Zookeys*, 121, 1–494. doi:10.3897/zookeys.121.732
- Thiele, H.-U. (1977). *Carabid beetles in their environments: A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour*. Berlin: Springer-Verlag  
doi:10.1007/978-3-642-81154-8



- Trost, M. (2003). Die Laufkäferfauna des Flächennaturdenkmals “Salzstelle bei TeutschenthalBahnhof” im Süden Sachsen-Anhalts. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt*, 40(1), 19–32.
- Trost, M. (2006). Die historische und aktuelle Bestandssituation der halobionten und halophilen Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) im Gebiet der Mansfelder Seen westlich von Halle/Saale (Sachsen-Anhalt). *Hercynia N. F.*, 39, 121–149.
- Turin, H. (2000). *De Nederlandse loopkevers – verspreiding en oecologie (Coleoptera: Carabidae)*. Nederlandse Fauna 3. Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS Nederland.
- Turin, H., Haeck, J., & Hengeveld, R. (1977). *Atlas of the carabid beetles of the Netherlands*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Zakharenko, L. P., Karpova, E. K., & Rauschenbach, I. Y. (2014). P-M hybrid dysgenesis affects juvenile hormone metabolism in *Drosophila melanogaster* females. *Russian Journal of Genetics*, 50(7), 772–774. doi:10.1134/s1022795414060143
- Zhuravel, N., Polchaninova, N., Lezhenina, I., Drovgalenko, O., & Putchkov, A. (2016). Preliminary survey of the ground-dwelling arthropods of the flood-plain meadows in the southeast of Poltava region (Ukraine). *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 6(3), 5–17. doi:10.15421/201664

## РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Географічне положення, геоморфологія та рельєф

Присамар'я Дніпровське розташоване в центральній частині степової зони України. В адміністративному відношенні – це територія Дніпропетровської області. Ріка Самара бере початок із невеликого озера в Донецькій області, біля села Благодать, розташованого на північно-західній межі Донецького кряжа. Ріка переважно протікає по території Дніпропетровської області та є однією з найбільших приток Дніпра в її межах.

У районі досліджень превалює водороздільно-рівнинний тип місцевості, на правому березі ріки Самара сформована яружно-балкова система.

Присамар'я Дніпровське характеризується поєднанням різних форм мікрорельєфу. Серед степових просторів район, прилеглий до середньої течії ріки Самара, вирізняється великим різноманіттям ландшафтів. На території Присамар'я Дніпровського яскраво виражений придолинно-балковий, привододільно-балковий і долинно-терасовий ландшафти. Підвищений правий берег Самари розділений багатьма ярами, байраками та балками. Лівий берег річки розлогий, на ньому виділяють декілька терас: першу – заплаву, другу – аренну, третю – солонцево-солончакову, а також декілька надзаплавних терас (Бельгард, 1938, 1950, 1971; Белова, Травлеев, 1999).

### 2.2. Клімат

Район досліджень розташований у зоні помірних широт, для якої характерна активна атмосферна циркуляція з переважанням переміщення повітряних мас із заходу на схід (Пасічний, 1992). За класифікацією Б. П. Алісова в кліматичній зоні помірних широт в Україні можна виділити дві кліматичні області: атлантико-континентальну та континентальну. Дніпропетровська область, у тому числі й район досліджень, розміщена в

континентальній (Логвинова, Щербань, 1984). Ступінь континентальності збільшується із заходу на схід, що підтверджено збільшенням амплітуди добових і річних температур повітря в цьому напрямку (Горб, Дук, 2006).

Клімат Дніпропетровської області в цілому континентально-посушливий (випаровування перевищує річну кількість опадів). Коефіцієнт зволоження становить 0,8–1,2 (Бельгард, 1971).

Значні коливання погодних умов із року в рік – характерна особливість клімату Дніпропетровщини. Помірно вологі прохолодні роки змінюються різко посушливими, теплими, які дуже часто супроводжуються в теплий період суховіями (Пасечный, 1988). Клімат, в основному, характеризується досить короткою весною, жарким літом, тривалою та теплою осінню, холодною, часто малосніжною зимою.

Для Дніпропетровської області характерний великий тепловий баланс. Річний радіаційний баланс – 50–57 ккал/см<sup>2</sup>. Вегетаційний період складає 210–245 діб. Річна сума температур повітря вище +10 °С – 2800–3600 °С (Першин, 1978).

Амплітуда добових і сезонних коливань температури та вологості повітря зростає із заходу на схід. Зовсім вільні від заморозків тільки червень–серпень. Середньодобова річна температура складає  $\pm 8,3$  °С, річна амплітуда – 27,6 °С. Тривалість безморозного періоду – 191 день. Середньомісячна температура січня складає –5,6 °С, липня – +22 °С. У зимовий період середня температура в діапазоні –2,4 °...+4,3 °С, весною – у діапазоні +5,0 °...+6,2 °С, літом – +17,0 °...23,0 °С, восени – +4,6 °...6,3 °С (Бельгард, 1971; Грицан, 2000).

Середньорічна кількість опадів – 410–490 мм (від 490 мм на півночі до 300–350 мм на півдні) (Грицан, 2000). Приблизно 2/3 опадів випадає в теплий період року. Середня відносна вологість повітря коливається в межах 72–78 %. У зимовий період випадає від 104 до 136 мм, весною – 50–76 мм, літом – 201–274 мм, восени – 63–81 мм. Із травня по вересень опади у вигляді дощу, у холодний період року 20–30 діб реєструється з твердими опадами

(Горб, 2006). Посухи, характерні для другої половини літа, викликані в основному нестачею опадів у зв'язку з розвитком антициклонів (Чугай, 1973).

На території Присамар'я Дніпровського спостерігаються складні циркуляційні процеси в пересуванні повітряних мас. Проте переважає сухе континентальне повітря. Рух повітряних мас відбувається переважно у східному напрямку (Грицан, 2000). Улітку переважають західні та північно-західні вітри. Навесні та восени посилюються південні вітри, взимку – східні та північно-східні. Середньорічна швидкість – 3,0–3,5 м/с (взимку – 5,0–5,5 м/с, улітку – 3,5–4,0 м/с) (Горб, 2006).

### 2.3. Гідрологія

Довжина ріки Самара – 311 км, площа басейну – 22,6 тис. км<sup>2</sup>. Тече в західному напрямку, і тільки біля села Вільне повертає на південь, щоб у районі Дніпропетровська з'єднатися з Дніпром. Самара – річка рівнинна, із середнім ухилом 0,33 м/км.

Рівень води істотно залежить від погодних і сезонних умов, навесні може підвищуватися на 2–3 м, у посушливий час деякі ділянки річки пересихають. У верхній течії вона існує лише навесні. Із настанням літа в руслі зберігаються лише окремі плеса. Прибережна смуга річки покривається заростями очерету та іншими водно-болотними рослинами. Русло Самари звивисте, заболочене. Повноводність і ширина річки помітно збільшуються після злиття з річкою Вовча (в районі села Кочережки, Павлоградський район).

### 2.4. Ґрунти

Ґрунти в басейні ріки Самара – переважно чорноземні, місцями суглинкові. Особливості ґрунтового покриву Присамар'я висвітлені в працях О. Л. Бельгарда (1971), А. П. Травлєєва (1977), Л. П. Травлєєва (1972), Н. М. Цветкової (2016) та інших. Ґрунти Присамар'я Дніпровського

поділяють на три групи (Зонн, 1964). Елювіальні ґрунти утворюються на плакорі під степовою рослинністю. До них відносять чорноземи звичайні, середньовилужені, малогумусні, середньосуглинисті, на лесах і лесоподібних суглинках. Для байрачних і пристінних лісів властиві ґрунти транзитної групи, а саме: чорноземи лісові, які характеризуються дрібнозернистою та зернистою структурою, значним вмістом гумусу. Для тальвегів байрачних лісів, заплавних дібров, аренних знижень притаманні ґрунти надводно-підводної групи. Лугово-лісові, лугово-чорноземно-лісові та чорноземно-лугово-лісові ґрунти характерні для тальвегів байрачних дібров. Для заплави ріки Самара властиві заплавно-лісові чорноземоподібні алювіальні ґрунти (у прирусловій частині заплави), лугово-лісові чорноземоподібні (у центральній частині заплави), лісово-лугові чорноземоподібні, лісово-болотні, болотно-лісові ґрунти (у притерасній частині заплави). На арені ріки Самара формуються лугові, лугово-болотні, лісово-лугові, лугово-лісові піщані ґрунти. Осикові та березові колки характеризуються ґрунтами солонцевого ряду (Белова, Травлєєв, 1999). Для солонцево-солончакової тераси притаманна засоленість ґрунтів. У ґрунтовому покриві спостерігається взаємодія чорноземного, лугового, болотного процесів утворення ґрунтів і явища осолонцювання та осолодіння (Белова, Травлєєв, 1999).

## 2.5. Рослинний покрив

Правобережні схили ріки Самара мають рослинні угруповання з переважанням степових видів: карагана кущова (*Caragana frutex* (L.) С. Koch), тонконіг вузьколистий (*Poa angustifolia* L.), астрагал шиловидний (*Astragalus subuliformis* DC.), шавлія кільчаста (*Salvia verticillata* L.), залізниця гірська (*Sideritis montana* L.), горлянка хінська (*Ajuga chia* Schreb.) (Бельгард, 1971).

Лісові біогеоценози у долині ріки Самара – короткозаплавні. У таких умовах спостерігається значне різноманіття флори (Бельгард, 1971). Деревні породи зустрічаються майже всі, які можливі для дібров. Тут ростуть:

широко розповсюджений дуб звичайний (*Quercus robur* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), ільмові (*Ulmus laevis* Pall., *U. foliacea* Gilib., *U. suberosa* Moench., *U. scabra* Mill.), клени (*Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *A. tataricum* L.), вільха (*Alnus glutinosa* (L.) Gaernt.) тощо (Бельгард, 1971). У прирусловій заплаві переважають липові діброви, які у напрямку центральної заплави замінюються липово-ясеновими дібровами. У центральній заплаві переважають бересто-ясенові діброви. Серед чагарників зустрічаються ліщина (*Corylus avellana* L.), свидина (*Thelycrania sanguinea* (L.) Fourr.), бересклети (*Euonymus europaea* L., *E. verrucosa* Scop.). Основу трав'янистого покриву короткозаплавних лісів складають переважно лісові види. Головним чином, це види дібровного широкотрав'я: зірочник (*Stellaria holostea* L.), копитень (*Asarum europaeum* L.), медунка неясна (*Pulmonaria obscura* Dumort.) тощо (Бельгард, 1971).

Соснові бори панують на аренній терасі ріки Самара.

На солонцево-солончаковій терасі формуються незональні рослинні асоціації – угруповання галофітів, до складу якої входять приморські види: солерос (*Salicornia herbacea* (L.) L.), кермек Гмеліна (*Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze), полин (*Artemisia maritima* L.), подорожник (*Plantago maritima* L.) тощо.

## 2.6. Тваринний світ

У Дніпропетровській області виявлено близько 7000 безхребетних тварин (Барсов и др., 1984;) і понад 380 видів хребетних (Булахов, 1977). Комахи – найчисленніша група (Голобородько, Пахомов, 2007; Голобородько та ін., 2010; Прокопенко та ін., 2010; Пучков, Бригадиренко, 2018). Шкідлива ентомофауна представлена 755 видами (Апостолов, 1970).

Вплив антропогенних факторів спричиняє зменшення кількості популяцій, перерозподіл видів по території регіону, збільшення або зменшення поліморфізму всередині популяції. Понад 40 % видів комах

області помітно змінили характер розподілу та чисельність, 17 % – стали рідкісними, 6 % – зникли (Барсов и др., 1997).

Фауна риб і круглоротих району досліджень налічує 50 видів риб, які належать до 13 родин та семи фауністичних комплексів (Новицкий и др., 2002; Булахов та ін., 2008). Необхідно зазначити, що фауна риб водойм району досліджень відчуває значний негативний вплив антропогенного походження.

Амфібії представлені 10 видами (Булахов, Константинова, 1975; Булахов та ін., 2007). Найбільш характерні види – часничниця звичайна (*Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)), ропуха зелена (*Bufo viridis* Laurenti, 1768), жаба озерна (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) тощо. По долинах рік з'являються трав'яна (*Rana temporaria* Linnaeus, 1768) та гостроморда (*Rana arvalis* Nilsson, 1842) жаби, кумка червоночерева (*Bombina bombina* (Linnaeus, 1761)), ставкова жаба (*Pelophylax esculentus* Linnaeus, 1768), тритон звичайний (*Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1768)). Найбільшу видову розмаїтість батрахофауни мають заплавні ліси (9 видів), слабкішу – байраки (5 видів) і ще меншу – штучні ліси (3 види).

Рептилії представлені 12 видами (Bulachov, 1998; Бобылев, 2000; Булахов та ін., 2007). У заплавних лісах зустрічаються: болотяна черепаха (*Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758)), ящірка прудка (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758), вуж звичайний (*Natrix natrix* (Linnaeus, 1758)), чотирисмугий полоз (*Elaphe sauromates* (Pallas, 1814)). На ділянках із піщаними ґрунтами: ящурка різнобарвна (*Eremias arguta* (Pallas, 1773)), ящірка прудка (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758), степова гадюка (*Vipera renardi* Christoph, 1861), на степових ділянках – жовточеревий полоз (*Hierophis caspius* Gmelin, 1779), мідянка звичайна (*Coronella austriaca* Laurenti, 1768), степова гадюка (*Vipera renardi* Christoph, 1861).

Фауна птахів Дніпропетровської області включає 252 види (Булахов, Губкин, 1996; Булахов та ін., 2008, 2015). Фауна лісових біогеоценозів досить різноманітна. Звичайні в лісах і чагарникових екосистемах такі види: яструб

великий (*Accipiter gentilis* Linnaeus, 1758), канюк звичайний (*Buteo buteo* Linnaeus, 1758), сова сіра (*Strix aluco* Linnaeus, 1758), крутиголовка (*Jynx torquilla* Linnaeus, 1758), дятел звичайний (*Dendrocopos major* Linnaeus, 1758), дятел середній (*Dendrocopos medius* Linnaeus, 1758), дятел малий (*Dendrocopos minor* Linnaeus, 1758), щеврик лісовий (*Anthus trivialis* Linnaeus, 1758), вивільга (*Oriolus oriolus* Linnaeus, 1758), сойка (*Garrulus glandarius* Linnaeus, 1758), кропив'янка чорноголова (*Sylvia atricapilla* Linnaeus, 1758), кропив'янка сіра (*Sylvia communis* Latham, 1787), вівчарик-ковалик (*Phylloscopus collybita* Vieillot, 1817), вівчарик жовтобровий (*Phylloscopus sibilatrix* Bechstein, 1793), мухоловка сіра (*Muscicapa striata* Pallas, 1764), мухоловка строката (*Ficedula hypoleuca* Pallas, 1764), мухоловка білошия (*Ficedula albicollis* Temminck, 1815), вільшанка (*Erithacus rubecula* Linnaeus, 1758), соловейко східний (*Luscinia luscinia* Linnaeus, 1758), дрізд чорний (*Turdus merula* Linnaeus, 1758), дрізд співочий (*Turdus philomelos* C.L.Brehm, 1831), синиця блакитна (*Parus caeruleus* Linnaeus, 1758), гаїчка болотяна (*Parus palustris* Linnaeus, 1758), синиця велика (*Parus major* Linnaeus, 1758), повзик (*Sitta europaea* Linnaeus, 1758), підкоришник звичайний (*Certhia familiaris* Linnaeus, 1758), зяблик (*Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758), зеленяк (*Chloris chloris* Linnaeus, 1758), щиглик (*Carduelis carduelis* Linnaeus, 1758), костогриз (*Coccothraustes coccothraustes* Linnaeus, 1758), вівсянка звичайна (*Emberiza citrinella* Linnaeus, 1758) та інші види (Стаховський, 1948; Булахов, Губкин, 1996).

Теріофауна включає 62 види. Мишоподібні гризуни, ховрах сірий (*Spermophilus pygmaeus* Pallas (1778)), заєць сірий (*Lepus europaeus* Pallas (1778)), сліпак звичайний (*Spalax microphthalmus* Guldenstaedt (1770)), лисиця звичайна (*Vulpes vulpes* Linnaeus (1758)) домінують у степових екосистемах. У лісах численні бурозубка звичайна (*Sorex araneus* Linnaeus, 1758), кріт європейський (*Talpa europaea* Linnaeus, 1758), куниця лісова (*Martes martes* Linnaeus (1758)), ласка (*Mustela nivalis* Linnaeus (1758)), тхір лісовий (*Mustela putorius* Linnaeus (1758)), вечірниця дозірنا (*Nyctalus noctula* Schreber, 1775),



кабан дикий (*Sus scrofa* Linnaeus (1758)), вовк (*Canis lupus* Linnaeus (1758)), сарна європейська (*Capreolus capreolus* Linnaeus (1758)), нориця руда (*Clethrionomys glareolus* Schuber (1780)), миша жовтогорла (*Sylaemus tauricus* Pallas, 1811) (Булахов, Пахомов, 2006).

## 2.7. Характеристика досліджених ділянок

Дослідження карабідофауни навколводних екосистем проведено у 2008–2019 рр. на 32 пробних ділянках, що відображають умови різноманітних типів навколводних екосистем Присамар'я Дніпровського. Пробні ділянки вибирали за типологією О. Л. Бельгарда (1950, 1971): на першій терасі обрано п'ять пробних ділянок, на другій – вісім, на третій – 15, на четвертій терасі – чотири (рис. 2.1, 2.2).

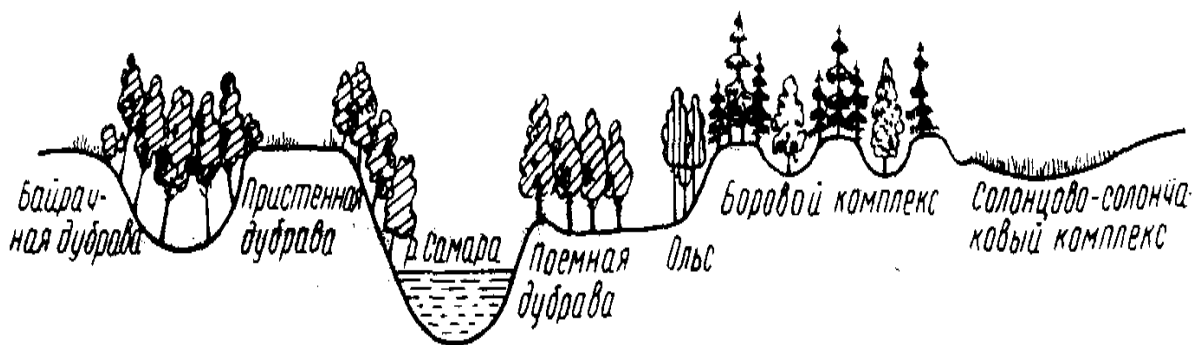


Рис. 2.1. Розріз через долину р. Самара (за О. Л. Бельгардом, 1971)

Заплава ріки Самара характеризується наявністю озер і заболочених ділянок. Озера мають зональний тип заростання. Тут присутні асоціації осоки гострої (*Carex acuta* L.), бульбокомишу морського (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla), їжачої голівки прямої (*Sparganium erectum* L.), стрілолисту стрілолистого (*Sagittaria sagittifolia* L.), очерету південного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), рогузу широколистого (*Typha latifolia* L.) та вузьколистого (*T. angustifolia* L.).

Пониження другої тераси представлені угрупованнями берези пухнастої (*Betula pubescens* Ehrh.), осоки (*Populus tremula* L.), крушини ламкої

(*Frangula alnus* Mill.), верби попелястої (*Salix cinerea* L.) та інших видів. У заболочених місцях переважають березняки та вербняки з осокою пухнатоплодою (*Carex lasiocarpa* Ehrh.) та мохами, поширені очерет південний (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia* L.) тощо.

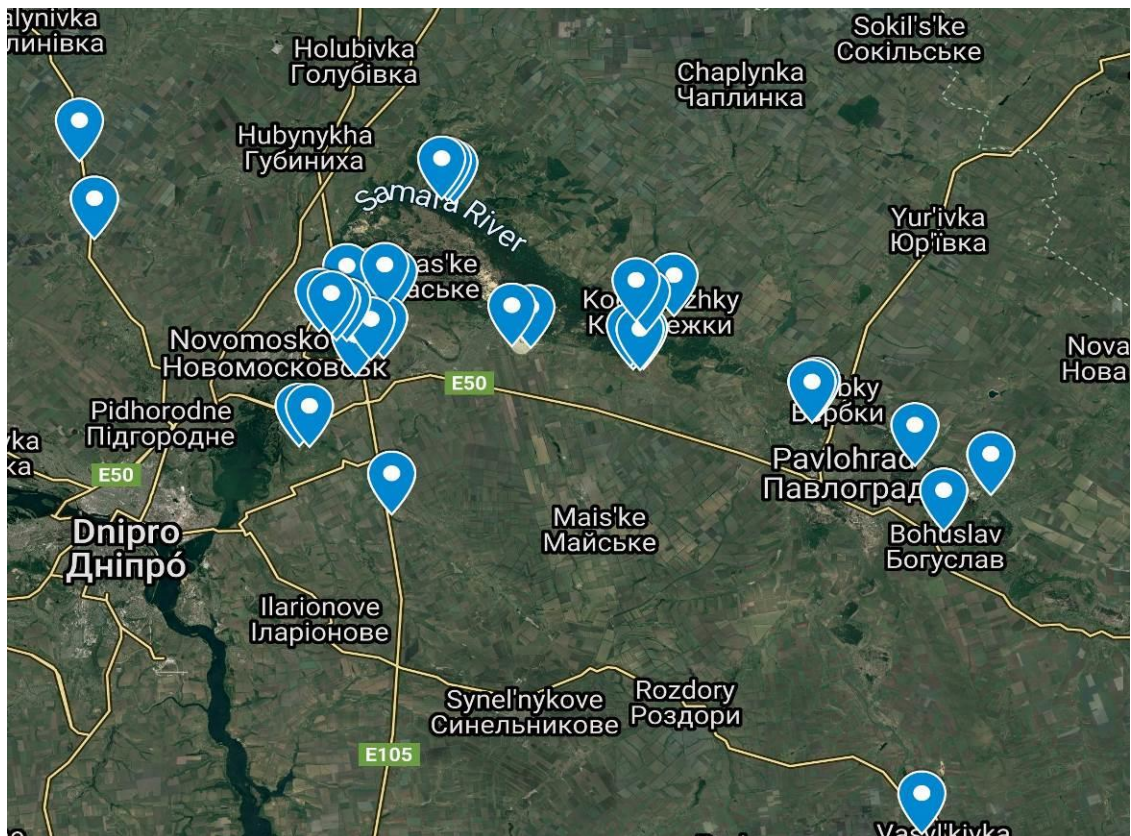


Рис. 2.2. Схема розташування досліджених ділянок

На третій терасі Присамар'я поблизу сіл Булахівка та Солоний Лиман (Павлоградський район) переважають засолені біотопи: солончаки та солонці різних варіантів. На солончаках домінують солонець європейський (*Salicornia europaea* L.), покісниця розставлена (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.), содник солончаковий (*Suaeda salsa* (L.) Pall.), солончакова айстра звичайна (*Tripolium vulgare* Nees), ситник Жерара (*Juncus gerardii* Loisel.). Для солонців найхарактерніші галофітоїди: кермек південнобузький (*Limonium hypanicum* Klok.), полин сантонінський (*Artemisia santonica* L.), подорожник солончаковий (*Plantago salsa* Pall.) та інші (Бельгард, 1950).

Навколоводні екосистеми четвертої надзапавної тераси сформовано у пониженнях зі збідненою лучною та лучно-болотною рослинністю, за видовим складом подібною до заплавних угруповань Присамар'я Дніпровського.

Дослідження морфометричної мінливості *B. aspericolle* проведено в трьох екосистемах, розташованих у Дніпропетровській області (табл. 2.1). Екосистеми відрізняються за типом антропогенного впливу, гранулометричним складом ґрунту, вмістом солі в ґрунтового розчині. Показник рН водної витяжки на всіх досліджених ділянках – слабколужний (7,65–8,55).

Дослідження морфометричної мінливості *B. varium* проведено в п'яти екосистемах, що розташовані у Дніпропетровській області (табл. 2.2). Екосистеми відрізняються гранулометричним складом, мінералізацією і рН ґрунту, а також ступенем антропогенного навантаження. Мінералізація ґрунтового розчину змінюється в межах 0,37–0,99 г/л, показник рН водної витяжки на обстежених ділянках слабколужний.

Дослідження морфометричної мінливості *B. articulatum* проведено в дев'яти екосистемах Дніпропетровської області (табл. 2.3). Екосистеми відрізняються (табл. 2.3) гранулометричним складом ґрунту (пісок – екосистеми 2 та 4, супісок – 3, суглинки – 1 і 5–9), мінералізацією ґрунтового розчину (низька – екосистеми 2 та 7, середня – 3, 5, 8 і 9 і висока – 1, 4 та 6). Показник рН реакція водної витяжки на всіх обстежених ділянках слабколужний (7,75–8,91).

Дослідження морфометричної мінливості *B. minimum* проведено в 12 навколоводних екосистемах Дніпропетровської області (табл. 2.4). Екосистеми відрізняються за складом та проективним покриттям трав'янистого ярусу, товщиною підстилки, гранулометричним складом, рН і мінералізацією ґрунтового розчину, ступенем рекреаційного навантаження на екосистеми та інтенсивністю випасання худоби. Фотографії пробних ділянок наведені в Додатку А.

Таблиця 2.1

Коротка характеристика екосистем Присамар'я Дніпровського, де зібрано *B. aspericolle*

Номер екосистеми	Кількість досліджених особин*	Адміністративний район	Координати екосистеми	Гранулометричний склад ґрунту	Мінералізація ґрунтового розчину, г/л	рН ґрунтового розчину	Склад підстилки	Ступінь антропогенного навантаження	Переважний тип антропогенного навантаження
1	54 (23m, 31f)	Новомосковський	48°38'55''N 35°21'03''E	суглинок	4,84	8,55	підстилка відсутня	високий	побутові відходи
2	46 (14m, 32f)	Новомосковський	48°38'16''N 35°18'47''E	суглинок	4,50	8,16	підстилка відсутня	середній	водопій худоби, побутові відходи
3	40 (15m, 25f)	Новомосковський	48°36'41''N 35°19'13''E	супісок	3,63	7,65	підстилка відсутня	низький	водопій худоби, побутові відходи, рекреаційне навантаження

Примітки: f – самки, m – самці.

Таблиця 2.2

Коротка характеристика екосистем Присамар'я Дніпровського, де зібрано *B. varium*

Номер екосистеми	Кількість досліджених особин*	Координати екосистеми	Гранулометричний склад ґрунту	Мінералізація ґрунтового розчину, г/л	pH ґрунтового розчину	Склад підстилки	Ступінь антропогенного навантаження	Переважний тип антропогенного навантаження
1	33 (12m, 21f)	48°37'37,5''N 35°21'14,2''E	супісок	0,37	8,17	підстилка відсутня, велика кількість водоростей і раковин молюсків	високий	водопій худоби, побутові відходи, залізниця
2	25 (11m, 14f)	47°52'41,3''N 36°24'31,4''E	супісок	0,49	7,83	підстилка відсутня	низький	рекреаційне навантаження та випас худоби відсутні
3	16 (8m, 8f)	48°32'03,3''N 35°59'18,9''E	суглинок	0,69	7,98	підстилка відсутня	високий	водопій худоби, побутові відходи, шахти
4	12 (7m, 5f)	48°34'24''N 35°52'13,1''E	суглинок	0,73	8,07	підстилка відсутня, на поверхні ґрунту камені, водорості	високий	водопій худоби, побутові відходи
5	21 (7m, 14f)	48°12'55,9''N 35°59'47,6''E	суглинок	0,99	8,25	підстилка відсутня	середній	рекреаційне навантаження, водопій худоби

Примітки: f – самки, m – самці.

Таблиця 2.3

Коротка характеристика екосистем Присамар'я Дніпровського, де зібрано *V. articulatum*

Номер екосистем	Кількість досліджених особин	Координати екосистеми	Грануло-метричний склад ґрунту	Мінералізація ґрунтового розчину, г/л	pH ґрунтового розчину	Домінуючі види рослин (зімкнутість трав'янистого ярусу), склад підстилки	Ступінь антропогенного навантаження	Переважаючий тип антропогенного навантаження
1	24 (13m, 11f)	48°28'40''N 36°01'22''E	суглинок	4,42	7,98	<i>Chenopodium album</i> L. (30 %), <i>Poa</i> sp. (5 %), підстилка відсутня	середній	водопій худоби, побутові відходи
2	9 (6m, 3f)	48°30'33''N 36°04'44''E	пісок	0,87	8,66	<i>Xanthium albinum</i> (Widd.) Scholz (50 %), <i>Chenopodium album</i> L. (30 %), <i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla (10 %), підстилка відсутня	високий	водопій худоби, побутові відходи
3	12 (6m, 6f)	48°34'24''N 35°52'13''E	супісок	1,63	7,98	травостій і підстилка відсутні	низький	побутові відходи
4	19 (5m, 14f)	48°34'18''N 35°51'57''E	пісок	4,40	7,75	травостій і підстилка відсутні	середній	водопій худоби, птахів, побутові відходи
5	16 (8m, 8f)	48°29'33''N 35°21'49''E	суглинок	1,12	8,22	травостій відсутній, берегові наноси з водних макрофітів товщиною 4 см	високий	водопій худоби
6	23 (8m, 15f)	48°40'21''N 35°21'19''E	суглинок	3,48	7,99	<i>Typha angustifolia</i> L. (90 %), підстилка з відмерлих кореневищ рогозу товщиною 2 см	високий	побутові відходи
7	20 (10m, 10f)	48°40'01''N 35°21'56''E	суглинок	0,49	7,98	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. (95 %), підстилка з відмерлих кореневищ очерету товщиною 5 см	високий	побутові відходи
8	59 (20m, 39f)	48°43'46''N 35°00'31''E	суглинок	1,58	8,10	травостій відсутній, берегові наноси з водних макрофітів товщиною 4 см	низький	побутові відходи
9	31 (11m, 20f)	48°47'47''N 34°59'27''E	суглинок	1,74	8,91	<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla (5 %), підстилка відсутня	високий	водопій худоби, птахів, побутові відходи

Таблиця 2.4

Коротка характеристика екосистем Присамар'я Дніпровського, де зібрано *V. minimum*

Номер екосистеми	Кількість досліджених особин*	Координати екосистеми	Гранулометричний склад ґрунту	Мінералізація ґрунтового розчину, г/л	pH ґрунтового розчину	Домінуючі види рослин (зімкнутість трав'янистого ярусу), склад	Середня товщина підстилки, см	Ступінь рекреаційного навантаження, бали**	Вплив випасання худоби, бали***
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	39 (20f, 19m)	48°40'04.3"N 35°20'18.8"E	супісок	0,35	8,38	0	0	0	0
2	40 (28f, 12m)	48°37'37.5"N 35°21'14.2"E	супісок	0,37	8,17	0	0	3	3
3	27 (14f, 13m)	48°30'33.0"N 36°04'44.0"E	пісок	0,87	8,60	90 %: <i>Xanthium albinum</i> (Widd.) Scholz (50 %), <i>Chenopodium album</i> L. (30 %), <i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla (10 %)	0	2	2
4	38 (22f, 16m)	48°29'33.0"N 35°21'49.0"E	суглинок	1,12	8,22	0	4	3	3
5	40 (16f, 14m)	48°40'03.1"N 35°20'17.3"E	суглинок	1,43	7,64	0	0	0	0
6	20 (11f, 9m)	48°43'46.0"N 35°00'31.0"E	суглинок	2,08	8,10	0	4	1	0
7	35 (21f, 14m)	48°34'24.0"N 35°52'13.1"E	супісок	2,13	7,98	0	0	2	2
8	37 (20f, 17m)	48°40'17.7"N 35°18'37.3"E	суглинок	3,22	7,75	0	2	0	0

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	40 (25f, 15m)	48°40'21.2"N 35°21'19.5"E	суглинок	3,48	7,99	90 %: <i>Typha angustifolia</i> L. (90 %)	2	1	1
10	37 (22f, 15m)	48°34'18.3"N 35°51'57.1"E	пісок	4,40	7,75	0	0	2	2
11	21 (16f, 5m)	48°28'40.1"N 36°01'21.8"E	суглинок	4,42	7,98	35 %: <i>Chenopodium album</i> L. (30 %), <i>Poa</i> <i>sp.</i> (5 %)	0	1	1
12	36 (18f, 18m)	48°37'32.9"N 35°20'20.8"E	суглинок	5,50	8,50	0	0	3	1

Примітки: \* – f – самки, m – самці; \*\* – рекреаційне навантаження: 0 – відсутнє (людські сліди та побутове сміття відсутні), 1 – слабке (людські сліди та побутове сміття зустрічаються рідко), 2 – середнє (людські сліди та побутове сміття займають 10–30 % поверхні ділянки), 3 – сильне (людські сліди та побутове сміття складають понад 30 % поверхні ділянки); \*\*\* – вплив випасання худоби: 0 – відсутній (відсутність слідів тварин і їхніх екскрементів), 1 – слабкий (стежки тварин і екскременти зустрічаються рідко), 2 – середній (стежки тварин і екскременти займають 10–30 % площі ділянки), 3 – сильний (стежки тварин і екскременти займають понад 30 % площі ділянки).



*Перелік посилань:*

- Апостолов, Л. Г. (1970). *Вредная энтомофауна лесных биогеоценозов юго-востока Украины*. Харьков: ХГУ.
- Барсов, В. А., Кисенко, Т. И., Кульбачко, Ю. Л., Жуков, А. В. (1997). Проблемы охраны энтомофауны ландшафтов Днепропетровщины, находящихся под угрозой исчезновения. *Франція та Україна, науково-практичний досвід у контексті діалогу національних культур: Тези доповідей IV Міжнародної конференції*. (С. 6–7). Дніпропетровськ: Поліграфіст.
- Барсов, В. А., Пилипенко, А. Ф., Шимкина, М. А. (1984). Структура почвенной энтомофауны лесных биогеоценозов степного Присамарья и ее связь с наземными энтомокомплексами. *Проблемы почвенной зоологии: Тезисы докладов III Всесоюзного совещания*. (С. 31–32). Ашхабад: АН ТССР.
- Белова Н. А., Травлєєв А. П. (1999). *Естественные леса и степные почвы*. Дніпропетровськ: Видавництво ДНУ.
- Бельгард, А. Л. (1938). *Геоботанічний нарис Новомосковського бору*. Днепропетровск: ДГУ.
- Бельгард, А. Л. (1950). *Лесная растительность юго-востока УССР*. Киев: Издательство Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко.
- Бельгард, А. Л. (1971). *Степное лесоведение*. Москва: Лесная промышленность.
- Бобылев, Ю. П. (2000). Динамика популяционных характеристик герпетофауны степных лесов Украины. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*, 4, 94–99.
- Булахов, В. Л. (1977). Позвоночные животные лесных биогеоценозов юго-востока Украины. *Лесоведение*, 4, 65–74.

- Булахов, В. Л., Гассо, В. Я., Пахомов, О. Є. (2007). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Земноводні та плазуни (Amphibia et Reptilia)*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Булахов В. Л., Губкин А. А. (1996). Современное состояние орнитофауны Днепропетровщины. *Праці Українського орнітологічного товариства*, 3–18.
- Булахов, В. Л., Губкін, А. А., Пономаренко, О. Л., Пахомов, О. Є. (2008). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Птахи: Негоробцеподібні (Aves: Non-Passeriformes)*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Булахов, В. Л., Губкін, А. А., Пономаренко, О. Л., Пахомов, О. Є. (2015). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Птахи: Горобцеподібні (Aves: Passeriformes)*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Булахов, В. Л., Костантинова, Н. Ф. (1975). О закономерностях распределения амфибий и рептилий лесов Приорелья. *Вопросы степного лесоведения*, 5, 211–216.
- Булахов, В. Л., Новіцький, Р. О., Пахомов, О. Є., Христов, О. О. (2008). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (Cyclostomata). Риби (Pisces)*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Булахов, В. Л., Пахомов, О. Є. (2006). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ссавці (Mammalia)*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Голобородько, К. К., Пахомов, О. Є. (2007). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Булавовусі лускокрилі (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea)*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Голобородько, К. К., Плющ, І. Г., Пахомов, О. Є. (2010). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Вищі різновусі лускокрилі. Ч. 1. (Lepidoptera: Lasiocampoidea, Bombycoidea, Noctuoidea)*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Горб, А. С. (2006). *Клімат Дніпропетровської області*. Дніпропетровськ: ДНУ.

- Горб, А. С., Дук. Н. М. (2006). *Клімат Дніпропетровської області*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Грицан, Ю. І. (2000). *Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Зонн, С. В. (1964). Почва как компонент лесного биогеоценоза. *Основы лесной биогеоценологии*, 372–457.
- Логвинова, К. Т., Щербань, М. И. (Ред.). (1984). *Природа Украинской ССР. Климат*. Киев: Наукова думка.
- Новицкий Р. А., Христов О. А., Кочет В. Н., Бондарев Д. Л. (2002). Аспекты аутоклиматизации рыб в Днепровском (Запорожском) водохранилище. *Вестник ДНУ. Биология, екологія*, 1, (10), 87–90.
- Пасечный, Г. В. (1988). *Физическая география Днепропетровской области*. Днепропетровск: ДНУ.
- Пасічний, Г. В. (Ред.). (1992). *Фізична та економічна географія Дніпропетровської області*. Дніпропетровськ: ДДУ.
- Першин, П. Н. (Ред.). (1978). *Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР*. Москва: ГУГК.
- Прокопенко, О. В., Кунах, О. Є., Жуков, О. В., Пахомов О. Є. (2010). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Павуки (Aranei)*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Пучков, А. В., Бригадиренко, В. В. (2018). *Рідкісні твердокрилі надродини Caraboidea (Coleoptera, Aderphaga) Дніпропетровської області*. Дніпро: Журфонд. doi:10.15421/511801
- Стаховский, В. В. (1948). Материалы по фауне наземных позвоночных Самаркского леса. Данные о видовом составе авифауны леса. *Сборник работ биологического факультета Днепровского университета*, 32, 189–226.
- Травлеев, А. П. (1977). Условия формирования, глубина залегания и химизм грунтовых вод Присамарья. *Вопросы степного лесоведения и охраны природы*, 5, 54–63.

- Травлеев, Л. П. (1972). Гидрологические основы водной экологии лесных биогеоценозов степной Украины. *Вопросы степного лесоведения и охраны природы*, 2, 19–27.
- Цветкова, Н. М., Пахомов, О. Є., Сердюк, С. М., Якуба, М. С. (2016). *Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ґрунти. Метали у Ґрунтах*. Дніпропетровськ: Ліра.
- Чугай, Н. С. (1973). *Климат и климатические ресурсы Днепропетровщины*. Днепропетровск: Издательство Днепропетровского отделения географического общества.
- Bulachov, V. L. (1998). Amphibians and reptiles in steppe Dnieper region (Ukraine). *Societas Europaea herpetological: Abstract IX Ordinary General Meeting*. (P. 139). Chambery: Universite de Savoie.

## РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Методи дослідження ґрунтово-рослинних умов пробних ділянок

*Проективне покриття трав'янистого ярусу та товщина підстилки.* Для визначення складу трав'янистого ярусу на кожній пробній ділянці обрано та сфотографовано квадрат площею  $1 \times 1 \text{ м}^2$ , зібрано гербарій. Визначення рослин проводили за визначниками (Прокудин, 1987; Тарасов, 2005). Проективне покриття рослин визначали за фотографіями. Товщину підстилки вимірювали з точністю до міліметра в 10 точках у кожній дослідженій екосистемі. У тих же самих точках на глибині 0–10 см відібрано проби ґрунту методом конверта для фізико-хімічного аналізу.

*Мінералізація і рН ґрунтового розчину.* Для приготування водної витяжки проби ґрунту масою 30 г (зважували з точністю до 1 мг) насипали в колбу та доливали 150 мл дистильованої води (Корнеєнко, 2016). Ґрунт із водою перемішували протягом 3 хвилин і залишали на 5 хвилин для відстоювання; рН водної витяжки визначали датчиком портативного рН-метра KL-033 (Kelilong Electron Co.Ltd, China), що має автоматичний температурний компенсатор від 0 до 50 С і точність  $\pm 0,1$  одиниць рН. Після кожного вимірювання датчик промивали дистильованою водою.

Загальну мінералізацію водної витяжки визначали датчиком приладу COM-100 (HM Digital Inc., USA), що має точність  $\pm 2 \%$  та оснащений функцією автоматичної температурної компенсації. Загальну мінералізацію вимірювали за шкалою ppm (parts per million) із калібруванням за *NaCl*. Хлористий натрій використовується для вимірювань у воді з переважним умістом іонів *NaCl* або близькими до *NaCl* властивостями (наприклад, морська або солонувата вода). Після кожного вимірювання датчик ретельно промивали дистильованою водою.

*Рекреаційне навантаження та випасання худоби.* Рекреаційне навантаження на екосистемі визначали за кількістю виявлених людських

слідів та побутового сміття (Тарасов, 1986; Muhar et al., 2002), а також методом прямого спостереження. Оцінювали його за трибальною шкалою: 0 – відсутнє (людські сліди та побутове сміття відсутні), 1 – слабе (людські сліди та побутове сміття трапляються рідко), 2 – середнє (людські сліди та побутове сміття займають 10–30 % поверхні ділянки), 3 – сильне (людські сліди та побутове сміття складають понад 30 % поверхні ділянки). Вплив випасання худоби визначали візуально за наявністю стежок тварин та екскрементів (Дымова, 2009; Kikoti & Mligo, 2015). Оцінювали його також за трибальною шкалою: 0 – відсутній (відсутність слідів тварин і їхніх екскрементів), 1 – слабкий (стежки тварин і екскременти зустрічаються рідко), 2 – середній (стежки тварин і екскременти займають 10–30 % площі ділянки), 3 – сильний (стежки тварин і екскременти складають понад 30 % площі ділянки).

### **3.2. Методи збирання та фіксування безхребетних тварин**

Турунів збирали загальноприйнятими методами (Гиляров, 1941, 1975; Грюнталь, 1981; Крыжановский, 1983). Для кількісного обліку Carabidae у гігрофільних екосистемах використовували біоценометр, площею 0,25 м<sup>2</sup> і метод ручного розбирання підстилки. Вибирали турунів із біоценометра із застосуванням ексгаустера (Крыжановский, 1983). Усього зібрано 8430 екземплярів турунів роду *Vembidion*. Імаго турунів для морфометричних досліджень зібрано вручну за допомогою ексгаустера (рис. 3.1) під час виливання води на поверхню ґрунту (Крыжановский, 1983). Жуків заморювали шляхом заморожування за температури –15 °С протягом доби в холодильній камері, розкладали на ватні матрацики, попередньо розправляючи (для збереження пропорцій стежили за орієнтацією голови та передньоспинки). Сухих комах фотографували через бінокляр МБС–10 за допомогою цифрової фотокамери М500 Base (Levenhuk, USA) із роздільною здатністю 5 мегапікселів. Нумерація кожного жука включає номер екосистеми та стать (самка або самець), наприклад: 1f, 1m, 2f, 2m тощо.

Жуків визначали на кафедрі зоології та екології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара за визначниками (Крыжановский, 1965; 1983; Lindroth, 1974, 1985; Hürka, 1996; Müller-Motzfeld, 2004). Суху вагу комах визначали на електронних терезах із точністю до 0,1 мг.

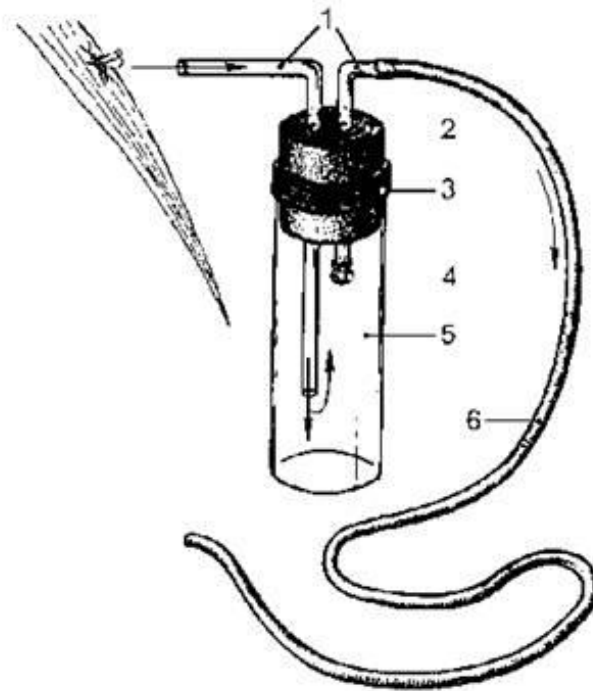


Рис. 3.1. Будова ексаустера (за Дунаєвим, 1997):

1 – скляна трубка, 2 – пробка, 3 – кільце з ізоляційної смуги, 4 – ковпачок із марлі, 5 – скляна банка, 6 – гумова трубка.

### 3.3. Морфометричні методи досліджень

Під час морфометричного аналізу обміряно 140 екземплярів *B. aspericolle* (52 самці та 88 самок), 107 – *B. varium* (45 самців і 62 самки), 213 – *B. articulatum* (87 самців і 126 самок), 400 – *B. minimum* (167 самців і 233 самки).

Жуків вимірювали за цифровими фотографіями у пакеті програм TrpDig 2.17 (Rohlf, 2013). Розглянуто дев'ять лінійних та одну кутову характеристику, щільність пунктирування надкрил, контрастність передньої та задньої світлих плям надкрил (рис. 3.2).

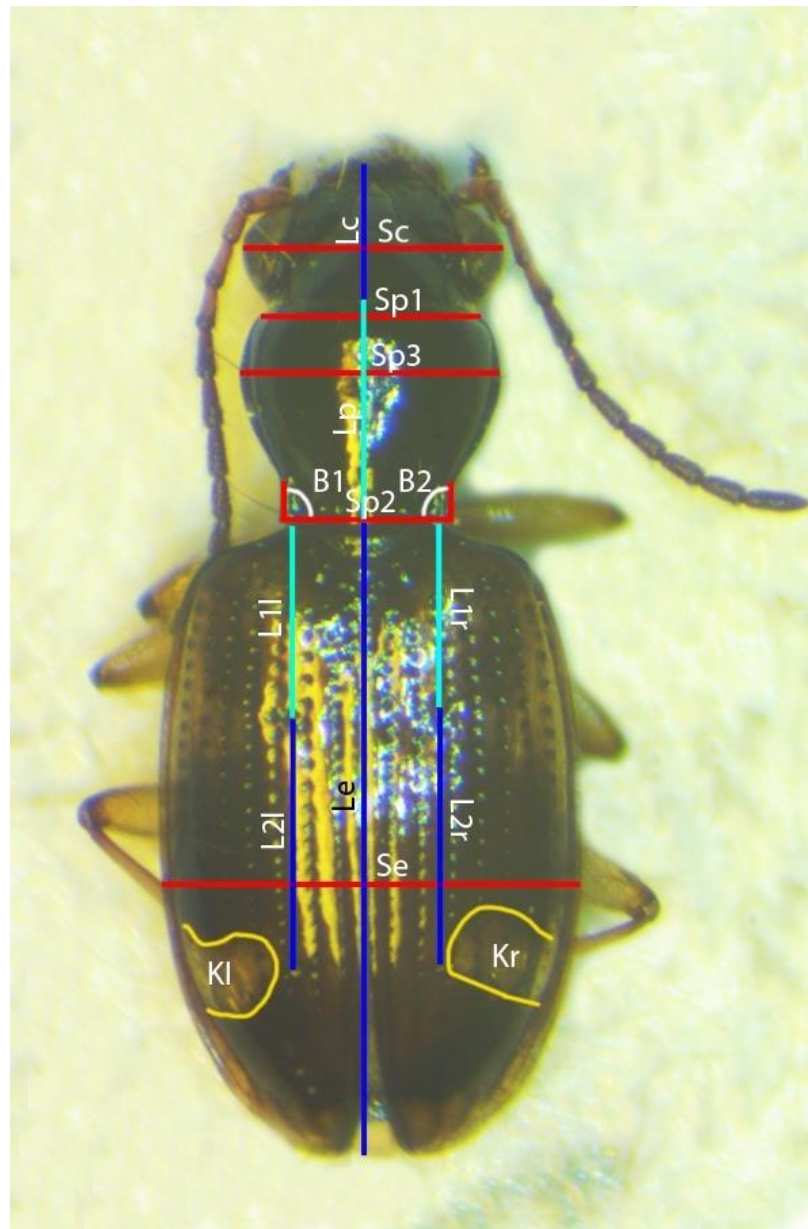


Рис. 3.2. Морфометричні характеристики *B. articulatum*:

Lc – довжина голови, Sc – ширина голови з очима, Lp – довжина передньоспинки, Sp1 – ширина передньоспинки між передніми кутами, Sp2 – ширина передньоспинки між задніми кутами, Sp3 – максимальна ширина передньоспинки, Le – довжина надкрил, Se – максимальна ширина надкрил, L1l – відстань від основи лівого надкрила до першої щетинконосної пори, L1r – відстань від основи правого надкрила до першої щетинконосної пори, L2l – відстань між щетинконосними порами на лівому надкрилі, L2r – відстань між щетинконосними порами на правому надкрилі, KI – контрастність світлої плями на вершині лівого надкрила, Kr – контрастність світлої плями на вершині правого надкрила.



Досліджено такі лінійні характеристики: довжина тіла (Lb), голови (Lc), передньоспинки (Lp), надкрил (Le), ширина голови з очима (Sc), передньоспинки між передніми (Sp1) та задніми кутами (Sp2), максимальна ширина передньоспинки (Sp3) та надкрил (Se) (рис. 3.2). У *B. aspericolle* та *B. varium* також вимірювали відстань від основи лівого надкрила до першої щетинконосної пори (L1l), відстань від основи правого надкрила до першої щетинконосної пори (L1r), відстань між щетинконосними порами на лівому надкрилі (L2l), відстань між щетинконосними порами на правому надкрилі (L2r). Лінійні характеристики оцінено за фотографіями з точністю  $\pm 1$  піксель (1,6 мкм).

Для усунення впливу положення жука під час фотографування задні кути передньоспинки вимірювали на лівому (B1) та правому боці тіла (B2) (рис. 3.2), для подальших розрахунків використано їх середню арифметичну величину (B). Точність вимірювання кутів за фотографіями складає  $\pm 0,1^\circ$ .

Щільність пунктирування надкрил (P) оцінено за фотографіями шляхом підрахунку кількості пор на площі  $0,135 \text{ мм}^2$  між заднім краєм прищиткової борозенки та п'ятою борозенкою надкрил. Підрахунок пор для кожного жука зроблено на правому та лівому надкрилах, у подальшому обчислено середнє арифметичне цих значень. Контрастність світлих плям на вершині лівого (Kl) та правого (Kr) надкрил визначали у градієнті від 1 (ясне) до 4 (слабко помітне), а їх середнє арифметичне значення (K) розраховували для кожного жука.

Індекси (пропорції тіла) розраховано за методиками інших авторів (Шарова, 1981; Фали, Бригадиренко, 2007; Бригадиренко, Федорченко, 2008; Brygadyrenko & Reshetniak, 2014; Brygadyrenko & Korolev, 2015). Досліджено шість морфометричних індексів: відношення середнього арифметичного ширини голови, передньоспинки та надкрил до довжини тіла  $((Sc+Sp+Se)/3Lb)$ , відношення довжини передньоспинки до її максимальної ширини  $(Lp/Sp)$ , відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки  $(Le/Lp)$ , відношення максимальної ширини надкрил до максимальної ширини

передньоспинки ( $Se/Sp$ ), відношення максимальної ширини передньоспинки до її ширини на задньому краї ( $Sp3/Sp2$ ) та відношення довжини надкрил до їх максимальної ширини ( $Le/Se$ ).

### 3.4. Статистичні методи обробки даних

Отримані результати обробили стандартними методами варіаційної статистики (розраховано  $\bar{x}$  – середнє,  $SD$  – стандартне відхилення,  $Min-Max$  – мінімальне та максимальне значення,  $D$  – діапазон варіювання характеристик,  $As$  – асиметрія,  $Ex$  – ексцес), використовуючи програмне забезпечення Statistica 8 (StatSoft, USA).

Вплив факторів на морфологічні характеристики та індекси оцінено за допомогою багатовимірного дисперсійного аналізу (MANOVA), відмінності між вибірками вважали достовірними за  $P < 0,05$ . Достовірність відмінностей між вибірками визначено за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA), для множинних порівнянь вибірок використано тест Тьюкі (пакет Statgraphics Plus v5.1, Manugistics Group, Inc., USA). Найважливіші параметри морфологічної мінливості досліджено за допомогою методу головних компонентів (PCA).

Варіативність морфометричних характеристик представлена графіками Box-Whisker, де прямокутник описує діапазон між першим і третім квартилями, квадрат усередині прямокутника – медіана, вусики – мінімум та максимум, точки та хрестики – розкид даних. Залежність морфометричних характеристик від довжини тіла оцінено за допомогою лінійного регресійного аналізу. Надійність рівняння регресії оцінено за  $R^2$ .

#### *Перелік посилань:*

Бригадиренко, В. В., Федорченко, Д. О. (2007). Різноманіття угруповань підстилкових безхребетних лісових екосистем Національного заповідника «Хортиця» (Запорізька область). *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*, 21, 152–157.

- Гиляров, М. С. (1941). Методы количественного учета почвенной фауны. *Почвоведение*, 4, 48–70.
- Гиляров, М. С. (Ред.). (1975). *Методы почвенно-зоологических исследований*. Москва: Наука.
- Грюнталь, С. Ю. (1981). К методике количественного учета жуужелиц (Coleoptera, Carabidae). *Вестник зоологии*, 6, 63–66.
- Дунаев, Е. А. (1997). *Методы эколого-энтомологических исследований*. Москва: МосгорСЮН.
- Дымова, Т. В. (200). Эколого-биологическая оценка состояния пастбищ и сенокосно-пастбищных растительных сообществ дельты Волги под влиянием антропогенных факторов. *Юг России: экология, развитие*, 4, 56–62.
- Корнеєнко, С. В. (2016). *Дослідження складу, фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів*. Київ.
- Крыжановский, О. Л. (1965). Отряд Coleoptera: Введение. Определительная таблица семейств. Ключи родов и видов для 35 семейств. В *Определитель насекомых европейской части СССР, Т. 2*. Москва–Ленинград: Наука.
- Крыжановский, О. Л. (1983). *Фауна СССР. Жесткокрылые. Жуки подотряда Aderphaga: семейства Rhysodidae, Trachypachidae; семейство Carabidae (вводная часть и обзор фауны СССР)*. Ленинград: Наука.
- Прокудин, Ю. Н. (Ред.). (1987). *Определитель высших растений Украины*. Киев: Наукова думка.
- Тарасов, А. И. (1986). *Рекреационное лесопользование*. Москва: Агропромиздат.
- Тарасов, В. В. (2005). *Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біологоекологічна характеристика видів*. Дніпропетровськ: ДНУ.
- Фали, Л. І., Бригадиренко, В. В. (2007). Морфологічна мінливість особин у популяції *Philonthus decorus* (Coleoptera, Staphylinidae). *Науковий вісник Ужгородського університету. Біологія*, 20, 66–71.
- Шарова, И. Х. (1981). *Жизненные формы жуужелиц*. Москва, Наука.

- Brygadyrenko, V. V., & Korolev, O. V. (2015). Morphological polymorphism in an urban population of *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) (Coleoptera, Carabidae). *Graellsia*, *71*(1), e025. doi:10.3989/graellsia.2015.v71.126
- Brygadyrenko, V. V., & Reshetniak, D. Y. (2014). Morphological variability among populations of *Harpalus rufipes* (Coleoptera, Carabidae): What is more important – the mean values or statistical peculiarities of distribution in the population? *Folia Oecologica*, *41*(2), 109–133.
- Hůrka, K. (1996). *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Zlin: Kabourek.
- Kikoti, I. A., & Mligo, C. (2015). Impacts of livestock grazing on plant species composition in montane forests on the northern slope of Mount Kilimanjaro, Tanzania. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, *11*(2), 114–127. doi: 10.1080/21513732.2015.1031179
- Lindroth, C. H. (1974). *Coleoptera, Carabidae. Handbooks for the identification of British insects*. London: Royal Entomological Society of London,.
- Lindroth, C. H. (1985). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, *15*(1), 1–226.
- Muhar, A., Arnberger, A., & Brandenburg, Chr. (2002). Methods for visitor monitoring in recreational and protected areas: An overview. *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas: Conference Proceedings*. (P. 1–6).
- Müller-Motzfeld, G. (2004). *Käfer Mitteleuropas, Bd. 2: Adephaga I: Carabidae*. Verlag: Spektrum Akademischer Vlg.
- Rohlf, F. J. (2013). *TpsDig, version 2.17*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.

## РОЗДІЛ 4. СТРУКТУРА КАРАБІДОФАУНИ НАВКОЛОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО

### 4.1. Таксономічна структура карабідофауни навколоводних екосистем

#### Присамар'я Дніпровського

Серед багатьох груп безхребетних тварин, характерних для навколоводних екосистем, туруни (Coleoptera, Carabidae) – одна з найрізноманітніших родин, вивчених досить детально в таксономічному та екологічному відношенні. Турунів використовують у зооіндикаційних дослідженнях (Гиляров, 1965).

У різних типах навколоводних екосистем видовий склад Carabidae суттєво відрізняється. Тому доцільне дослідження особливостей формування комплексу турунів в умовах різних градацій зволоження та засолення ґрунту.

На першій, заплавної терасі ріки Самара виявлено 25 видів турунів (Coleoptera, Carabidae), які належать до 15 родів: *Agonum*, *Anthracus*, *Anisodactylus*, *Badister*, *Bembidion*, *Chlaenius*, *Demetrias*, *Drypta*, *Epaphius*, *Harpalus*, *Odacantha*, *Oodes*, *Pterostichus*, *Stenolophus*, *Tachys* (рис. 4.1). За чисельністю домінують роди *Stenolophus* (40,4 % загальної кількості видів) і *Bembidion* (21,7 %). Субдомінанти – роди *Agonum* і *Badister* (12,9 і 12,5 % відповідно). Мінімальну кількість видів мають *Tachys*, *Anthracus* і *Harpalus* (0,3, 0,1 і 0,1 % відповідно). Кожен із цих родів представлений одним видом.

На другій, аренній терасі ріки Самара зареєстровано 30 видів турунів, які відносяться до 13 родів: *Acupalpus*, *Agonum*, *Bembidion*, *Bradycellus*, *Chlaenius*, *Demetrias*, *Dyschirius*, *Elaphrus*, *Omophron*, *Oodes*, *Pterostichus*, *Stenolophus*, *Tachys* (рис. 4.2). За чисельністю домінують види *Dyschirius* (34,3 %), *Bembidion* (19,9 %) та *Acupalpus* (19,8 %). Рід *Dyschirius* представлений трьома видами, *Bembidion* – дев'ятьма, *Acupalpus* – трьома. Мінімальна кількість видів характерна для родів *Poecilus* і *Badister* (0,1 %).

На третій, солонцево-солончаковій терасі ріки Самара виявлено 60 видів турунів, які належать до 23 родів: *Acupalpus*, *Agonum*, *Amara*, *Anisodactylus*,

*Anthracus*, *Badister*, *Bembidion*, *Blethisa*, *Chlaenius*, *Demetrias*, *Drypta*, *Dyschirius*, *Elaphrus*, *Loricera*, *Odacantha*, *Omophron*, *Oodes*, *Poecilus*, *Pogonus*, *Pogonistes*, *Pterostichus*, *Stenolophus* і *Tachys*.

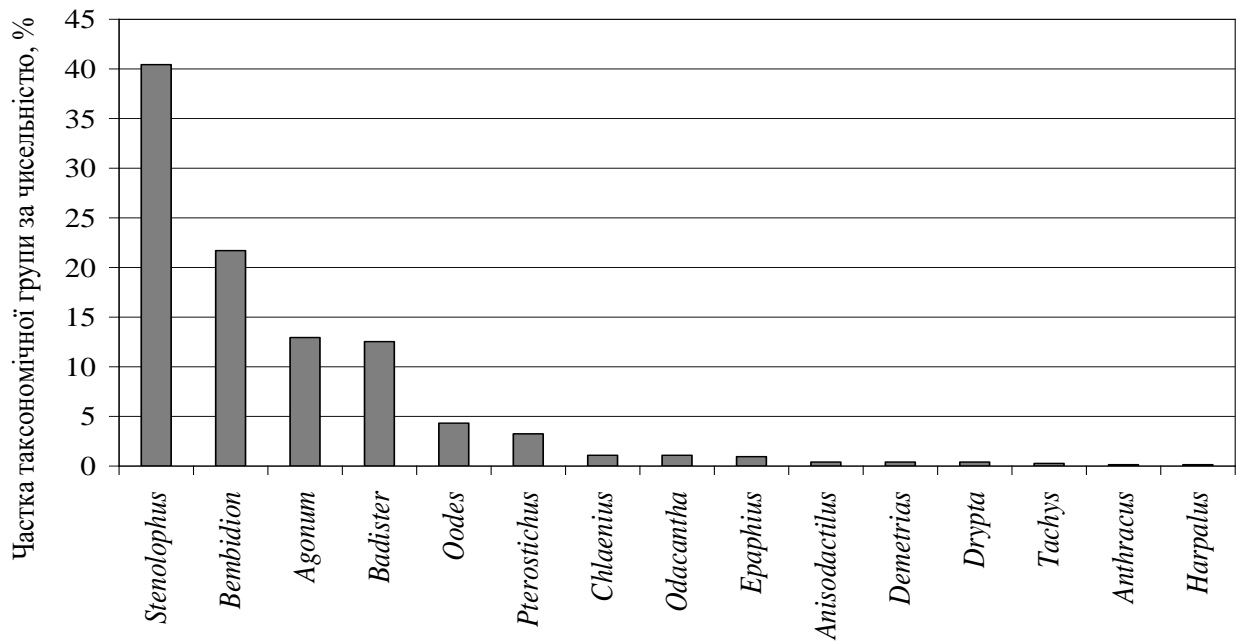


Рис. 4.1. Структура карабідофауни першої заплавної тераси р. Самара  
(за родами)

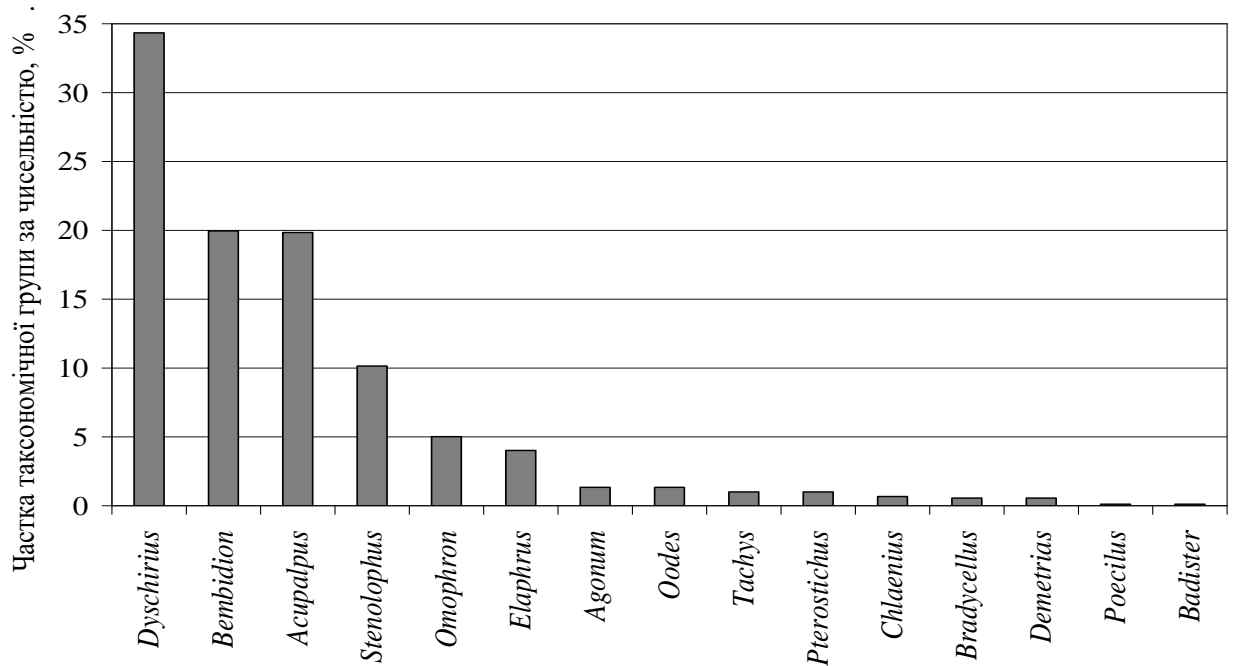


Рис. 4.2. Структура карабідофауни другої аренної тераси р. Самара  
(за родами)

За чисельністю на солонцево-солончаковій терасі домінують види *Bembidion* і *Pogonus* (23,9 і 22,1 % відповідно) (рис. 4.3). На другому місці – *Stenolophus* (11,9 %) і *Dyschirius* (11,4 %). Мінімальна чисельність характерна для родів *Anthracus* і *Amara* (менше 0,1 %). Видовий склад турунів окремих пробних ділянок значно відрізняється (залежно від ступеня розвитку підстилкового горизонту, мінералізації водою та ступеня розвитку рослинного покриву). На ділянках, де процес засолення ґрунту йде інтенсивніше, значно зростає кількість видів турунів і різноманіття їх угруповань.

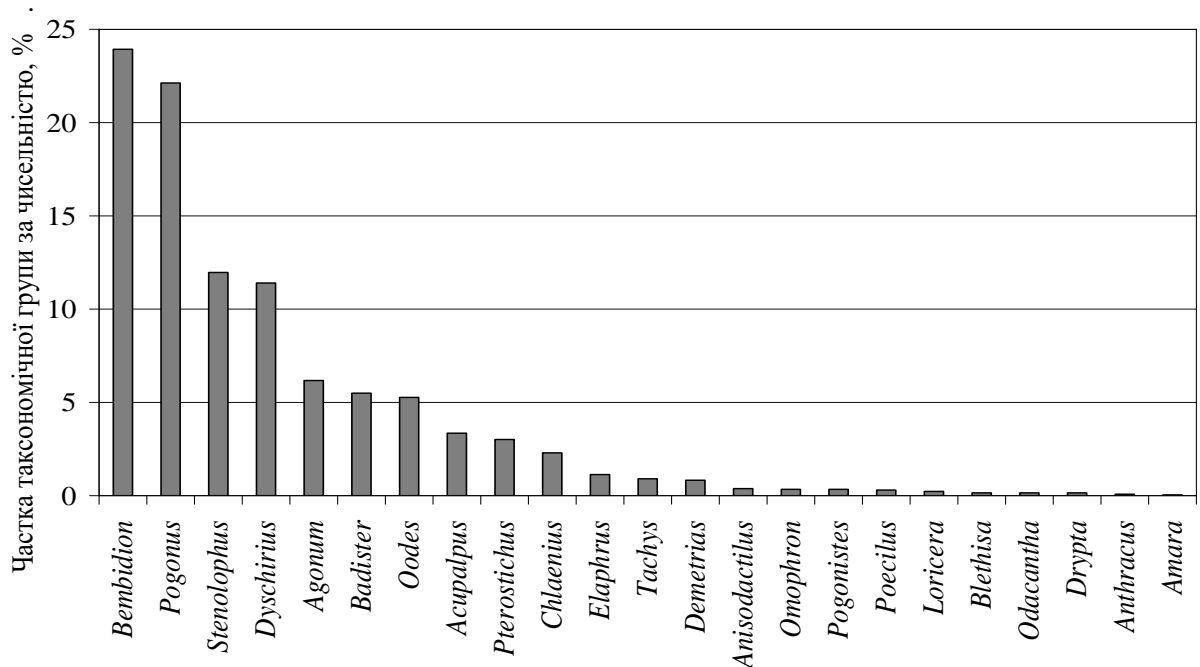


Рис. 4.3. Структура карабідофауни третьої, солонцево-солончакової тераси р. Самара (за родами)

На четвертій, надзаплавній терасі ріки Самара виявлено 21 вид турунів із 10 родів: *Agonum*, *Badister*, *Bembidion*, *Chlaenius*, *Demetrias*, *Dyschirius*, *Omophron*, *Oodes*, *Pterostichus*, *Stenolophus* (рис. 4.4). За чисельністю домінують види *Bembidion* (47,4 %), на другому місці – *Stenolophus* (16,7 %), *Badister* (13,2 %). Мінімальна чисельність властива для *Dyschirius* і *Demetrias* (менше 1,0 %). Видовий склад турунів збіднілий.

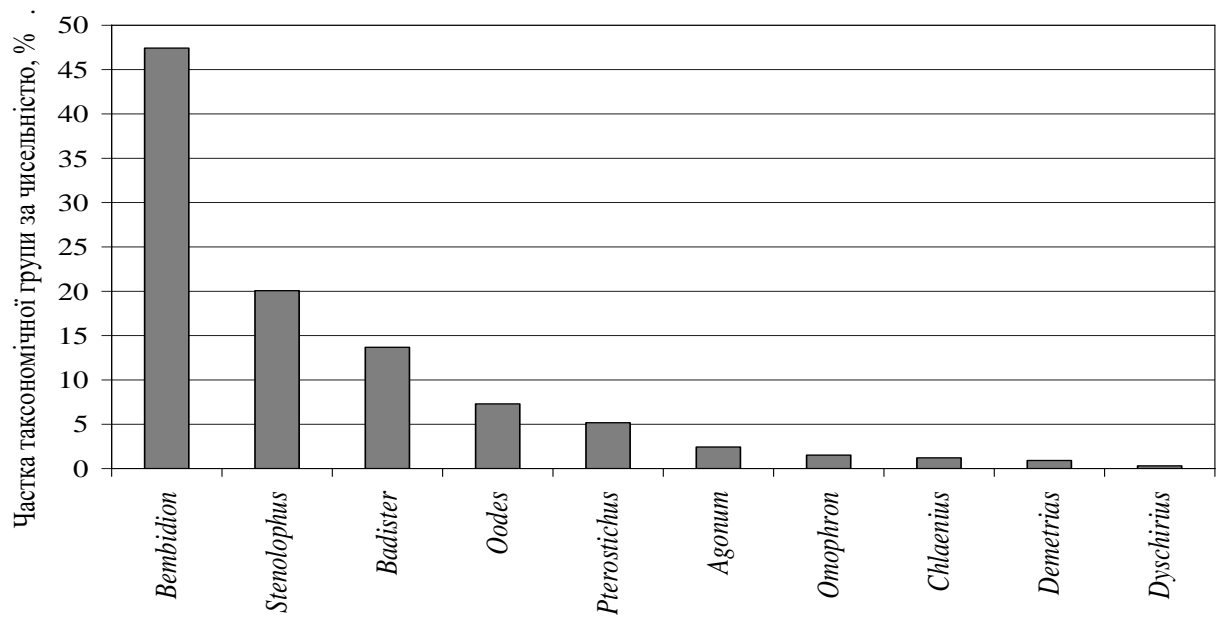


Рис. 4.4. Структура карабідофауни четвертої, надзапlavної тераси р. Самара (за родами)

Для різних типів навколводних екосистем Присамар'я Дніпровського, взятих разом, зареєстровано 146 видів турунів (рис. 4.5). На всіх терасах за чисельністю домінує рід *Bembidion* (24,5 %), на другому місці – *Stenolophus* (16,8 %), на третьому – *Dyschirius* і *Pogonus* (13,2 і 12,7 % відповідно). Найбагатший за кількістю видів – рід *Bembidion*. *Bembidion* і *Stenolophus* зустрічаються на всіх терасах ріки Самара.

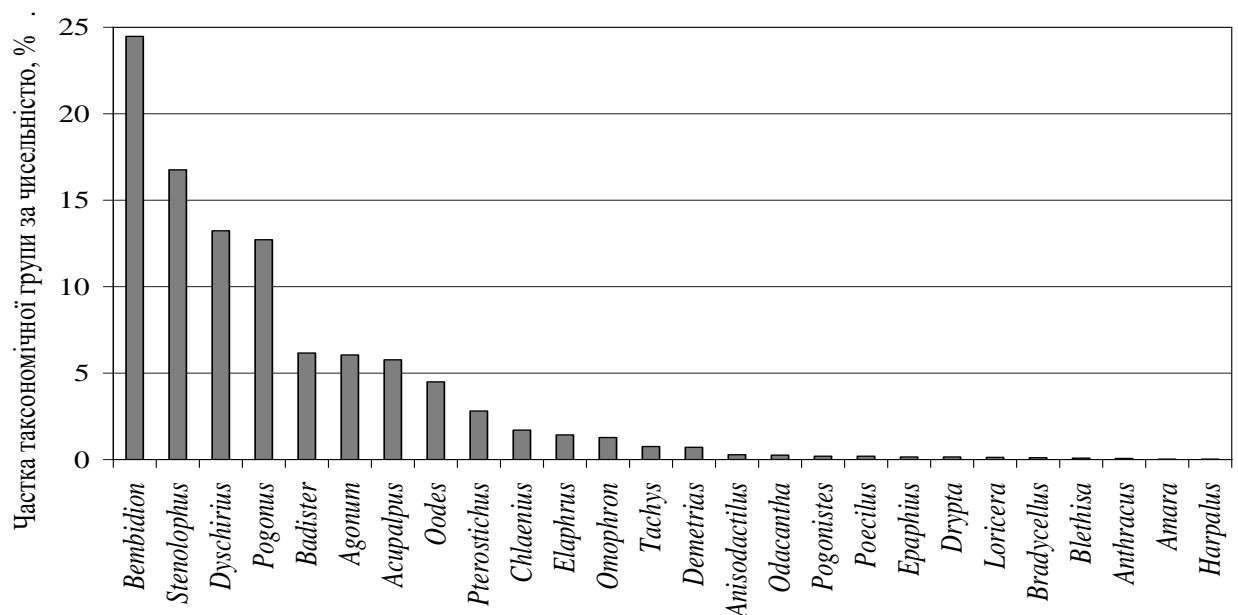


Рис. 4.5. Структура карабідофауни навколводних екосистем Присамар'я Дніпровського (за родами)



*Кількість видів.* Кількість видів турунів коливається від 6 (на пробній ділянці 4.3) до 31 (на ділянці 3.6, табл. 4.1). Мінімальну кількість видів виявлено на четвертій терасі (середня кількість видів – 9,0), максимальну – на третій, солонцево-солончаковій терасі (середня кількість видів – 16,07).

Таблиця 4.1

Різноманіття карабідофауни навколоводних екосистем Присамар'я  
Дніпровського

Частина геоморфологічного профілю	Номер пробної ділянки	Кількість видів	Сумарна чисельність, екз./м <sup>2</sup>	Сумарна біомаса, мг/м <sup>2</sup>	Індекси різноманіття, біт			
					Шеннона		Пілоу	
					за чисельністю	за кількістю видів	за чисельністю	за кількістю видів
Перша (заплавна) тераса	1.1	8	1,9	9,49	2,655	0,391	0,885	0,247
	1.2	8	11,1	55,41	2,058	0,649	0,686	0,279
	1.3	9	21,7	96,06	2,130	0,499	0,672	0,250
	1.4	14	15,9	140,93	3,079	0,563	0,809	0,242
	1.5	12	23,6	78,78	2,726	0,618	0,760	0,266
	середнє	10,2	14,84	76,14	2,530	0,544	0,762	0,257
Друга (аренна) тераса	2.1	17	24,7	55,93	2,743	0,715	0,671	0,255
	2.2	10	16,7	29,76	1,811	0,639	0,545	0,275
	2.3	16	6,9	30,42	3,174	0,602	0,794	0,233
	2.4	8	7,6	18,90	2,173	0,724	0,724	0,280
	2.5	7	15,7	26,53	1,401	0,555	0,499	0,277
	2.6	9	3,4	19,14	2,774	0,369	0,875	0,233
	2.7	12	7,1	32,93	2,974	0,377	0,829	0,238
	2.8	13	7,6	16,71	3,080	0,373	0,832	0,235
	середнє	11,5	11,21	28,79	2,516	0,544	0,721	0,253
Третя (солонцево-солончакова) тераса	3.1	26	11,1	91,34	3,973	0,700	0,845	0,249
	3.2	27	15,2	91,12	3,460	0,627	0,728	0,223
	3.3	17	10,6	18,73	2,813	0,469	0,688	0,181
	3.4	12	12,1	68,26	3,107	0,586	0,867	0,227
	3.5	17	11,2	71,45	2,940	0,571	0,719	0,221
	3.6	31	29,1	269,18	3,189	0,765	0,644	0,241
	3.7	15	11,0	29,11	2,888	0,704	0,739	0,251
	3.8	13	5,7	63,85	3,036	0,598	0,820	0,258
	3.9	11	7,5	56,05	2,781	0,604	0,804	0,260
	3.10	12	11,5	73,71	2,642	0,709	0,737	0,274
	3.11	13	16,2	75,26	2,918	0,474	0,789	0,237
	3.12	13	20,0	78,17	2,603	0,390	0,703	0,246
	3.13	10	14,7	91,89	2,467	0,473	0,743	0,236
	3.14	14	53,5	179,83	2,348	0,595	0,617	0,256
	3.15	10	37,1	76,15	2,385	0,473	0,718	0,236
середнє	16,07	17,77	88,94	2,903	0,583	0,744	0,240	
Четверта (надзаплавна) тераса	4.1	8	5,6	22,33	2,598	0,391	0,866	0,247
	4.2	7	1,7	7,90	2,249	0,346	0,801	0,218
	4.3	6	4,0	26,43	2,164	0,377	0,837	0,238
	4.4	15	21,6	58,29	2,693	0,371	0,689	0,234
	середнє	9,0	8,23	28,74	2,426	0,371	0,798	0,234

*Сумарна чисельність.* Сумарна чисельність турунів коливається від 1,7 (на пробній ділянці 4.2) до 53,5 екз./м<sup>2</sup> (на ділянці 3.14, табл. 4.1). Мінімальна чисельність *Carabidae* спостерігається на ділянках четвертої тераси (середня чисельність – 8,23 екз./м<sup>2</sup>), максимальна – на третій, солонцево-солончаковій терасі (середня чисельність – 17,77 екз./м<sup>2</sup>).

*Сумарна біомаса.* На обстежених пробних ділянках виражені значні коливання біомаси від 7,90 (на пробній ділянці 4.2) до 269,18 мг/м<sup>2</sup> (на пробній ділянці 3.6, табл. 4.1). Максимальна середня біомаса карабідофауни зареєстрована на третій, солонцево-солончаковій терасі (88,9 мг/м<sup>2</sup>), достовірних відмінностей за середньою біомасою *Carabidae* між аренною та надзапlavною терасами не виявлено (середня біомаса видів – 28,79 і 28,74 мг/м<sup>2</sup> відповідно, табл. 4.1). Біомаса карабідофауни запlavної тераси змінюється від 0,39 до 89,13 мг/м<sup>2</sup>. На арені біомаса *Carabidae* – 0,36–28,80 мг/м<sup>2</sup>, на солонцево-солончаковій терасі – 0,49–146,41 мг/м<sup>2</sup>, на надзапlavній терасі – 0,12–19,93 мг/м<sup>2</sup>.

*Різноманіття.* Достовірних відмінностей за індексом Шеннона та Пілоу (Емельянов, 1999), обрахованим за чисельністю та кількістю видів між типами обстежених екосистем, не спостерігається (табл. 4.1). Таким чином, незважаючи на достовірну різницю між типами досліджених екосистем за кількістю видів та їх сумарною чисельністю, індекси біологічного різноманіття перебувають на одному рівні.

## **4.2. Розмірно-вагова структура карабідофауни навколводних екосистем**

### **Присамар'я Дніпровського**

Розмірно-вагова структура угруповань – цінна синекологічна характеристика, що ілюструє процеси заповнення потенційних екологічних ніш, які надає екосистема для видів. Певна таксономічна група проходить етапи морфологічної еволюції, заповнюючи наявні потенційні екологічні ніші. При цьому розміри особин різних її видів значно збільшують свій діапазон.

Якщо два види живуть на одній території тривалий час і використовують спільні ресурси живлення, їх розміри поступово змінюються: один вид еволюціонує в напрямку зменшення, а інший – збільшення розмірів (Шварц, 1980; Бигон и др., 1989; Stearns, 1992; Abrams, 2000). Стала рівновага досягається в той момент, коли співвідношення розмірів тіла становлять 1:1,7 (Солбринг, Солбринг, 1982). Але це явище спостерігається лише для простих випадків організмів-монофагів і за наявності спільного раціону. У реальних екосистемах популяція використовує декілька трофічних ресурсів живлення; більшість зоофагів – види-поліфаги. Це ще більше ускладнює процеси підтримання рівноваги.

Принцип конкурентного виключення G. F. Gause (1934) стверджує, що за наявності подібних вимог до умов середовища види не можуть існувати разом, один із них витісняє інший (Gause, 1934; Hardin, 1960). Як наслідок, усі таксони багатовидового комплексу філогенетично близьких видів повинні адаптуватися до різних трофічних, мікрокліматичних, едафічних та інших параметрів екологічних ніш. Прикладом типового багатовидового угруповання, наявного майже у будь-якій наземній екосистемі помірної кліматичної зони, постають туруни. Сучасні туруни мають розміри тіла від 1,2 до 90 мм (Крыжановский, 1983; Thiele, 1977). На території степової зони України поширені види довжиною тіла від 1,6 до 55 мм.

Розмір трофічних об'єктів у певній екосистемі визначає розмірно-вагову структуру угруповань зоофагів, прикладом яких є досліджена група – родина Carabidae. За даними В. Б. Різуна (2003), відсутність певних розмірних груп карабідофауни в пралісах Карпат свідчить про трансформованість корінного рослинного угруповання. Вважається, що більшість видів цієї родини – неспеціалізовані поліфаги або олігофаги, але детальних досліджень трофічних переваг багатьох видів не проведено. Тому оцінювання розмірно-вагової структури карабідофауни окремої екосистеми може наближати до розуміння складних конкурентних явищ у трофічних відносинах між видами цієї родини (Бригадиренко, 2005, 2006).

*Оцінка за чисельністю.* Усі види, знайдені під час досліджень, можна поділити на вісім груп за сухою вагою: види вагою менше 1,0 мг, 1,0–1,9, 2,0–3,9, 4,0–7,9, 8,0–15,9, 16,0–31,9, 32,0–63,9 і понад 64,0 мг.

На ділянках заплавної тераси переважають за чисельністю види вагою імаго 2,0–3,9 мг (33,2 %), на другому місці – види 1,0–2,9 (20,6 %) і 8,0–15,9 мг (17,3 %) (рис. 4.6). Види вагою понад 32,0 мг відсутні.

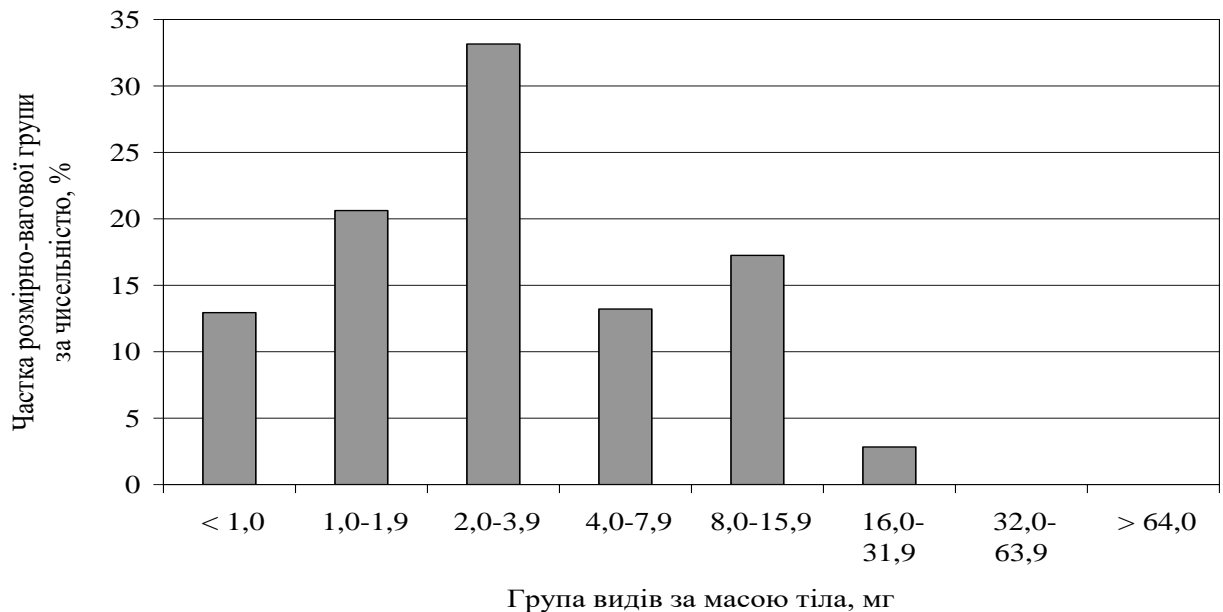


Рис. 4.6. Розмірно-вагова структура карабідофауни заплавної тераси р. Самара (за чисельністю)

На аренній терасі понад 50 % за чисельністю становлять види вагою 1,0–2,0 мг (рис. 4.7). Частка видів вагою 2,0–3,9, 4,0–7,9 і 8,0–15,9 мг майже однакова (8,2, 9,8 і 7,7 % відповідно). Як і на заплавній терасі, тут відсутні види з вагою імаго понад 32,0 мг. На солонцево-солончаковій терасі знайдено види всіх вагових груп. Тут розмірно-вагова структура угруповань турунів найбільш вирівняна, її можна вважати оптимальною для угруповань не тільки гігрофільних місцеперебувань, а й навіть більшості інших непорушених природних екосистем степової зони України (рис. 4.8). Максимальна чисельність характерна для видів вагою 2,0–3,9 і менше 1,0 мг (23,9 і 23,1 % відповідно), субдомінанти – 1,0–1,9 мг (18,1 %). Однакову частку складають види 2,0–3,9 і 8,0–15,9 мг (по 15,5 %). Види вагою понад 32,0 мг складають менше 1,0 %.

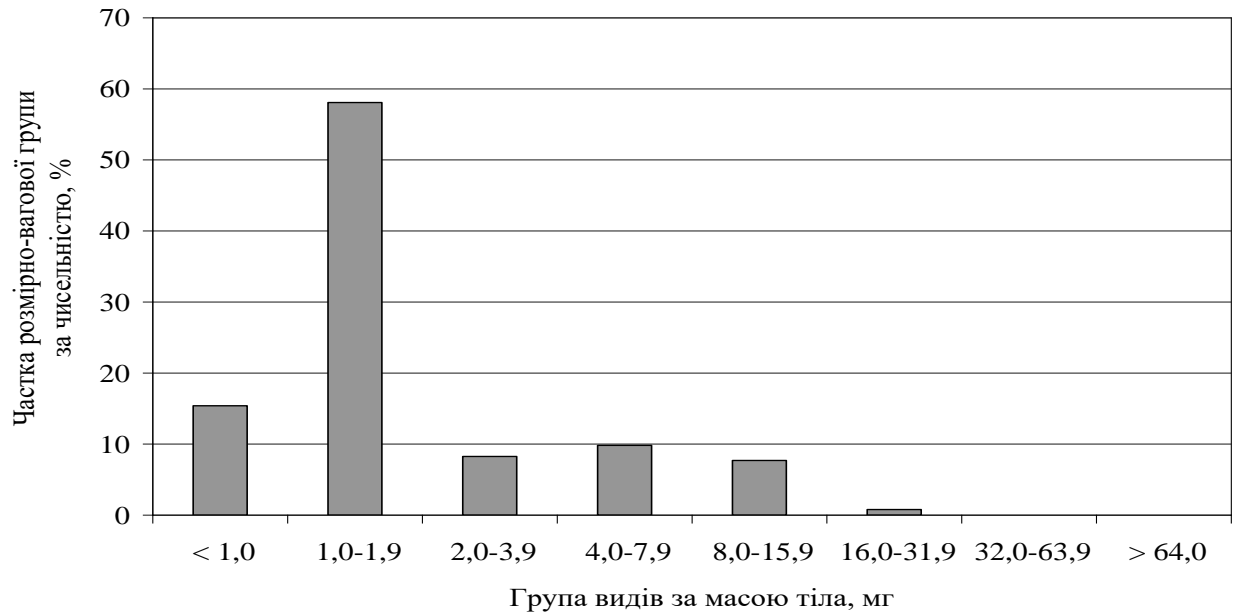


Рис. 4.7. Розмірно-вагова структура карабідофауни аренної тераси р. Самара (за чисельністю)

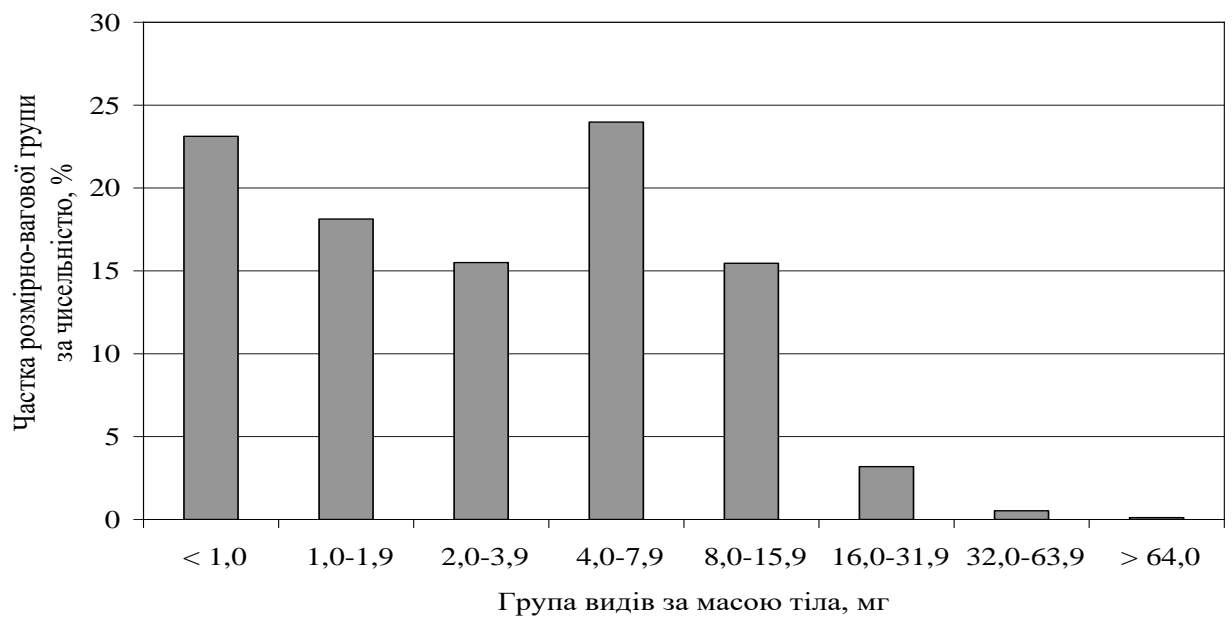


Рис. 4.8. Розмірно-вагова структура карабідофауни солонцево-солончакової тераси р. Самара (за чисельністю)

У навколводних екосистемах надзаплавної тераси найбільша чисельність властива для видів менше 1,0 мг (44,7 %), найменша – понад 64,0 мг (0,3 %, рис. 4.9). Відсутні представники вагою 32,0–64,0 мг.

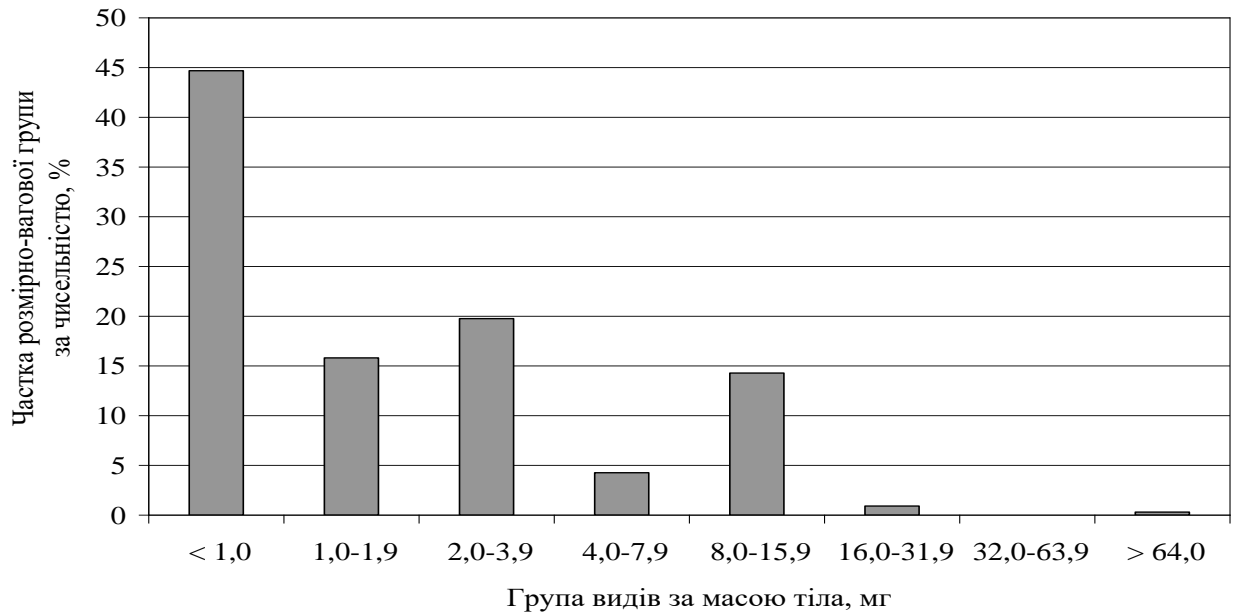


Рис. 4.9. Розмірно-вагова структура карабідофауни надзаплавної тераси р. Самара (за чисельністю)

Порівнянням усіх пробних ділянок виявлено, що на першому місці за чисельністю перебуває група 1,0–3,9 мг (26,1 %), на другому – види вагою імаго менше 1,0 мг, на третьому – 2,0–15,9 мг (рис. 4.10). Туруни вагою понад 32,0 мг складають менше 1,0 %.

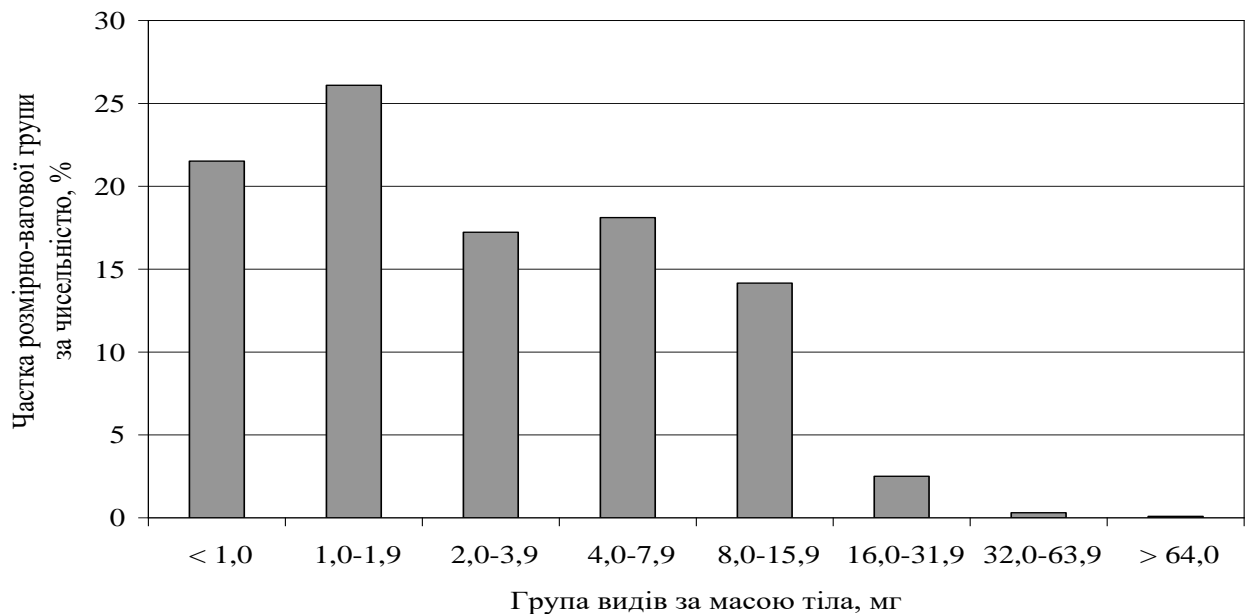


Рис. 4.10. Розмірно-вагова структура карабідофауни навколорічкових екосистем Присамар'я Дніпровського (за чисельністю)

Оцінка за кількістю видів. На заплавної терасі переважають групи 0,1–0,9 мг, 1,0–1,9 мг (табл. 4.2). Більшість розмірно-вагових груп представлена одним–двома видами, а турунів вагою понад 32 мг не зареєстровано.

Таблиця 4.2

Розмірно-вагова структура (за кількістю видів) карабідофауни  
навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського

Частина геоморфологічно- го профілю	Номер пробної ділянки	Розмірно-вагова група, мг сухої ваги								Разом	Кількість розмірно- вагових груп
		0,1– 0,9	1,0– 1,9	2,0– 3,9	4,0– 7,9	8,0– 15,9	16,0– 31,9	32,0– 63,9	>64,0		
Перша (заплавна) тераса	1.1	3	3	0	1	1	0	0	0	8	4
	1.2	2	0	1	2	2	1	0	0	8	5
	1.3	3	1	1	1	1	2	0	0	9	6
	1.4	1	2	1	4	4	2	0	0	14	6
	1.5	2	3	2	2	3	0	0	0	12	5
	середнє	2,20	1,80	1,00	2,00	2,20	1,00	0,00	0,00	10,20	5,2
Друга (аренна) тераса	2.1	6	5	2	2	1	1	0	0	17	6
	2.2	4	3	1	2	0	0	0	0	10	4
	2.3	4	3	1	3	4	1	0	0	16	6
	2.4	1	3	1	1	2	0	0	0	8	5
	2.5	1	3	1	1	1	0	0	0	7	5
	2.6	3	1	1	0	3	1	0	0	9	5
	2.7	4	3	1	1	3	0	0	0	12	5
	2.8	5	3	2	0	3	0	0	0	13	4
	середнє	3,50	3,00	1,25	1,25	2,13	0,38	0,00	0,00	11,50	5,0
Третя (солонцово- солончакова) тераса	3.1	5	4	1	5	6	4	1	0	26	7
	3.2	7	4	3	3	4	4	2	0	27	7
	3.3	6	4	2	1	2	2	0	0	17	6
	3.4	4	1	1	0	5	1	0	0	12	5
	3.5	3	3	1	1	5	3	1	0	17	5
	3.6	5	5	3	4	7	5	2	0	31	5
	3.7	6	4	2	1	2	0	0	0	15	4
	3.8	2	3	2	1	3	1	1	0	13	7
	3.9	1	3	1	2	3	1	0	0	11	6
	3.10	1	2	1	2	4	1	0	1	12	5
	3.11	3	4	1	2	1	2	0	0	13	7
	3.12	4	3	2	2	2	0	0	0	13	7
	3.13	3	2	2	3	1	0	0	0	10	5
	3.14	4	4	2	3	1	0	0	0	14	7
	3.15	5	2	1	2	0	0	0	0	10	6
середнє	3,93	3,20	1,67	2,13	3,07	1,60	0,47	0,07	16,13	5,93	
Четверта (надзаплавна) тераса	4.1	3	2	1	1	1	0	0	0	8	5
	4.2	3	1	0	1	1	1	0	0	7	5
	4.3	1	1	1	0	2	0	1	0	6	5
	4.4	3	3	1	3	4	1	0	0	15	6
	середнє	2,50	1,75	0,75	1,25	2,00	0,50	0,25	0,00	9,00	5,25

На аренних ділянках спостерігається різке зниження середньої кількості видів від 3,5 (для вагової групи 0,1–0,9 мг) до 0,38 виду (16,0–31,9 мг). На солонцево-солончаковій терасі за кількістю видів переважає розмірно-вагова група 0,1–0,9 мг; мінімальні значення мають групи видів із вагою понад 16,0 мг. На цій території всі розмірно-вагові групи мають максимальні значення порівняно з іншими типами ландшафтів. Надзаплавна тераса характеризується домінуванням дрібних і середніх видів (0,1–0,9 і 8,0–15,9 мг відповідно); тут відсутні види вагою понад 64,0 мг. У різних типах навколоводних екосистем спостерігаються незначні коливання середньої кількості розмірно-вагових груп: від 5,0 (аренна тераса) до 5,93 (солонцево-солончакова тераса, табл. 4.2).

*Оцінка за біомасою.* Біомаса дрібних форм набагато переважає біомасу середніх за розмірами особин, що викликано контрастністю умов існування та мінливістю умов середовища поблизу урізу води. За цим показником має перевагу розмірно-вагова група 8,0–15,9 мг (34,6 %). Нижчу біомасу мають групи 4,0–7,9 (23,4 %), 2,0–3,9 (13,8 %) та 8,0–15,9 мг (13,6 %). Далі у порядку зниження йдуть групи видів із вагою 1,0–1,9, 0,1–0,9, 32,0–63,9 та >64 мг.

Більшість особин роду *Bembidion* належать до двох розмірно-вагових груп: 0,1–0,9 мг і 1,0–1,9 мг, які домінують на більшості пробних ділянок.

### **4.3. Екоморфічна структура карабідофауни навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського**

Важливе питання – визначення морфоадаптивних особливостей Carabidae до специфічних умов навколоводних екосистем. Системи життєвих форм та їх співвідношення дають можливість дослідити ці особливості турунів. Морфоекологічний метод застосовується для виявлення змін в екологічній структурі рослинного покриву та тваринного населення (Шарова, 1981).

Для аналізу екоморфічної структури угруповань імаго турунів використовують такі екологічні характеристики: тип живлення, рухливість,



особливості активності протягом доби, біогеоценотичний ярус, який займають особини. Серед морфологічних характеристик життєвих форм виділяють такі ознаки: форма тіла, типи мандибул, ніг, органів чуття, розвиток крил, скульптура та забарвлення тіла (Шарова, 1981). Під час дослідження гігрофільних екосистем Присамар'я Дніпровського ми виявили 10 життєвих форм, серед яких дві форми міксофітофагів і вісім – зоофагів.

*Оцінка за чисельністю.* На пробних ділянках заплавної тераси ріки Самара виявлено види, які належать до семи життєвих форм (рис. 4.11). Максимальна чисельність характерна для міксофітофагів стратобіонтів-скважників і зоофагів стратобіонтів-скважників поверхнево-підстилкових (40,6 і 39,6 % відповідно), мінімальна – для міксофітофагів геохортобіонтів гарпалоїдних і зоофагів стратобіонтів-скважників ендеобіонтів (0,5 і 0,3 % відповідно).

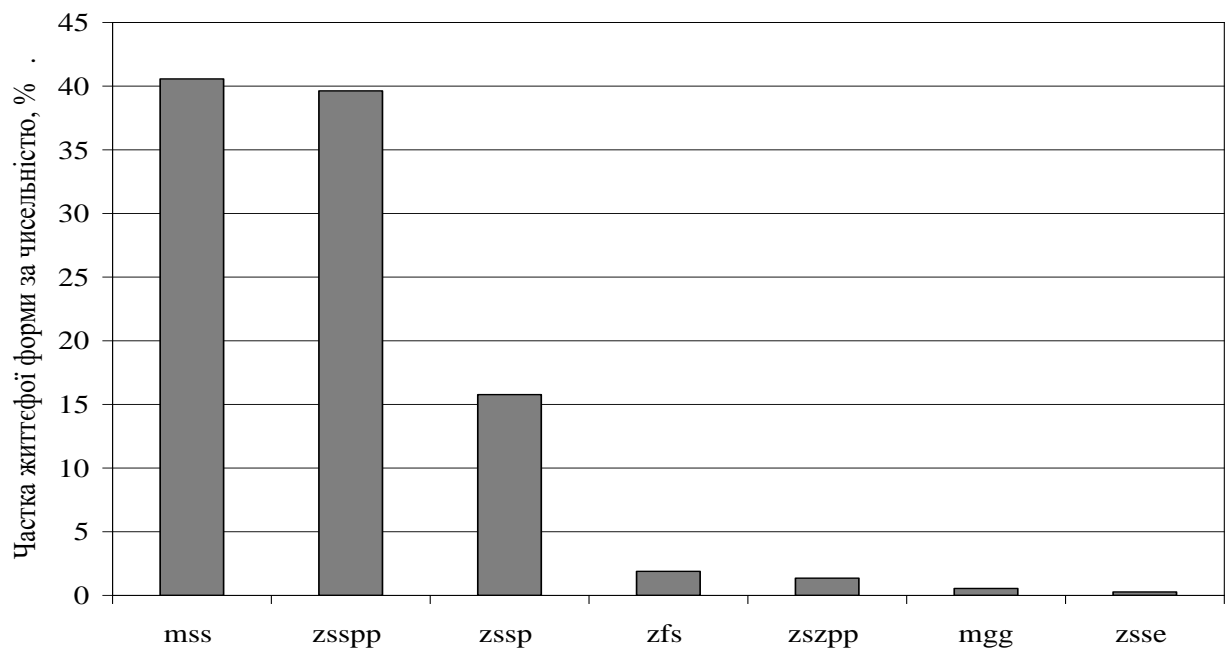


Рис. 4.11. Екоморфічна структура карабідофауни заплавної тераси р. Самара (за чисельністю): mgg і mss – міксофітофаги геохортобіонти гарпалоїдні та стратобіонти-скважники; zeb – зоофаги епігеобіонти бігаючі; zfs – зоофаги фітобіонти стеблові; zgr – зоофаги геобіонти рийні; zpr – зоофаги псамоколімбети прибережні; zsse, zssp та zsspp – зоофаги стратобіонти-скважники ендеобіонти, підстилкові та поверхнево-підстилкові; zszpp – зоофаги стратобіонти, що зариваються, підстилково-грунтові

Відсутні зоофаги епігеобіонти бігаючі, зоофаги геобіонти рийні і зоофаги псамоколімбети прибережні.

На аренній терасі присутні представники всіх життєвих форм, крім міксофітофагів геохортобіонтів гарпалоїдних (рис. 4.12). За чисельністю домінують три групи видів: зоофаги геобіонти рийні, міксофітофаги стратобіонти-скважники, зоофаги стратобіонти-скважники поверхнево-підстилкові (34,3, 30,5 і 23,4 % відповідно). Менше 1,0 % складають зоофаги стратобіонти-скважники підстилкові, зоофаги фітобіонти стеблові та зоофаги стратобіонти, що зариваються, підстилково-грунтові (рис. 4.12).

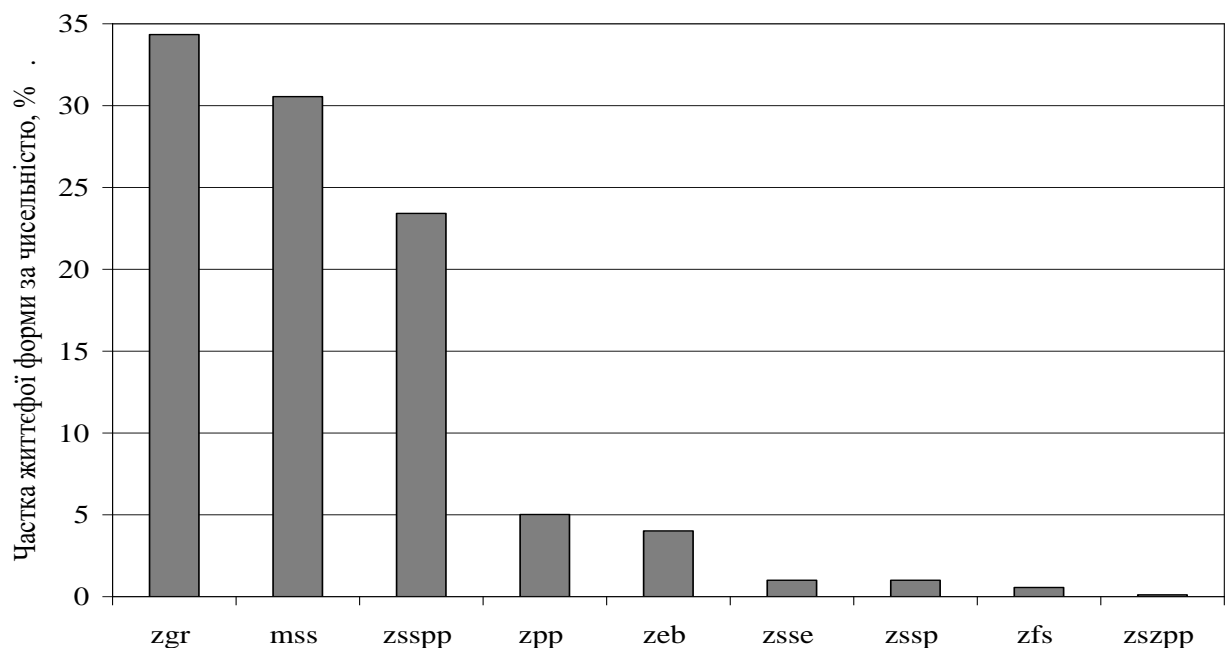


Рис. 4.12. Екоморфічна структура карабідофауни аренної тераси р. Самара (за чисельністю): назви життєвих форм див. рис. 4.11

На солонцево-солончаковій терасі знайдені види всіх 10 життєвих форм (рис. 4.14). Зоофаги стратобіонти-скважники поверхнево-підстилкові – супердомінанти, їх частка складає майже 60,0 %. Менше 1,0 % складають зоофаги стратобіонти-скважники ендегеобіонти, міксофітофаги геохортобіонти гарпалоїдні та зоофаги псамоколімбети прибережні.

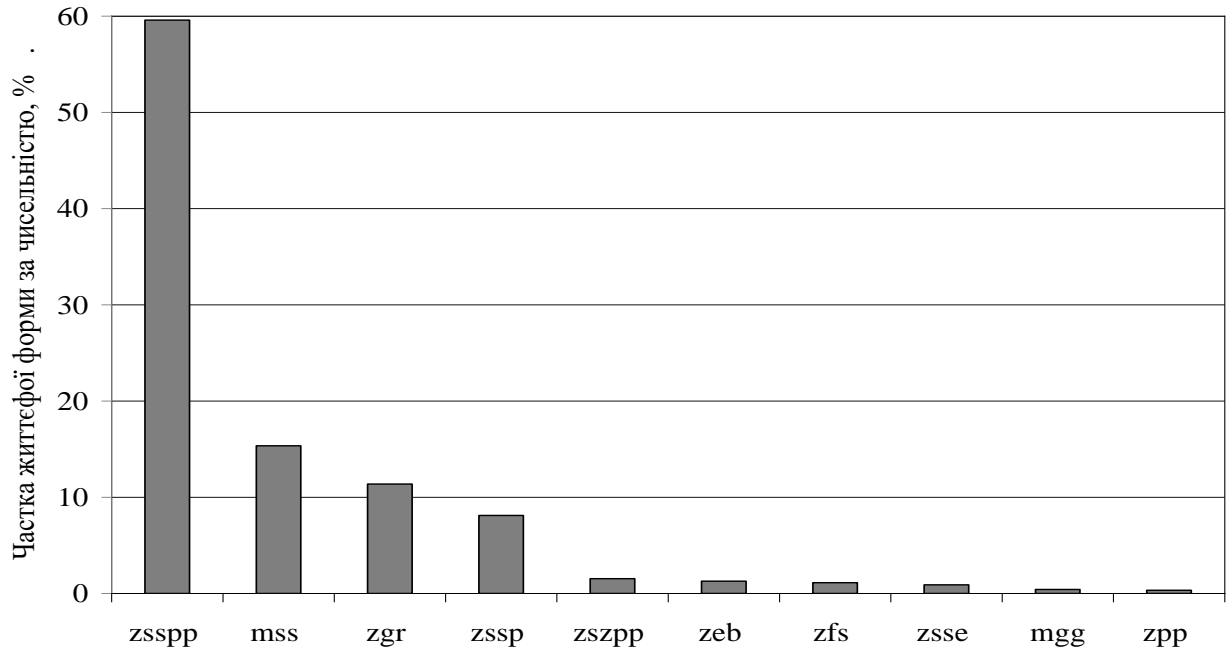


Рис. 4.13. Екоморфічна структура карабідофауни солонцево-солончакової тераси р. Самара (за чисельністю): назви життєвих форм див. рис. 4.11

На ділянках надзаплавної тераси спостерігається спрощена екоморфічна структура: виявлено представників лише шести життєвих форм (рис. 4.14).

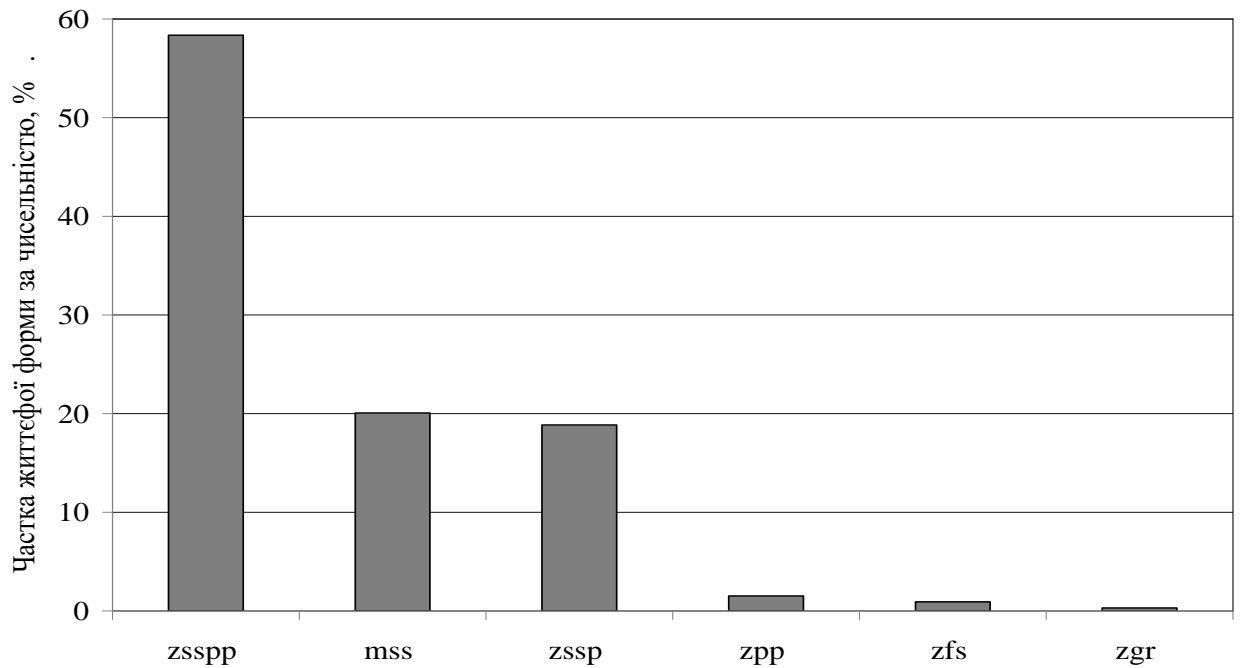


Рис. 4.14. Екоморфічна структура карабідофауни надзаплавної тераси р. Самара (за чисельністю): назви життєвих форм див. рис. 4.11

Супердомінанти за чисельністю на четвертій терасі (як і на солонцево-солнчаковій) – зоофаги стратобіонти-скважники поверхнево-підстилкові (58,4 %). На другому місці – міксофітофаги стратобіонти-скважники та зоофаги стратобіонти-скважники підстилкові (20,1 і 18,8 % відповідно). Незначну частку складають зоофаги псамоколімбети прибережні, зоофаги фітобіонти стеблові, зоофаги геобіонти рийні; треба зазначити повну відсутність міксофітофагів геохортобіонтів гарпалоїдних, зоофагів епігеобіонтів бігаючих, зоофагів стратобіонтів-скважників ендегеобіонтів, зоофагів стратобіонтів, що зариваються, підстилково-грунтових (рис. 4.14).

Для різних типів навколводних екосистем Присамар'я Дніпровського, взятих разом, майже 50 % за чисельністю складають зоофаги стратобіонти-скважники поверхнево-підстилкові, 44,6 % разом складають міксофітофаги стратобіонти-скважники, зоофаги геобіонти рийні, і зоофаги стратобіонти-скважники підстилкові (рис. 4.15). Усі інші групи разом складають приблизно 6,0 %.

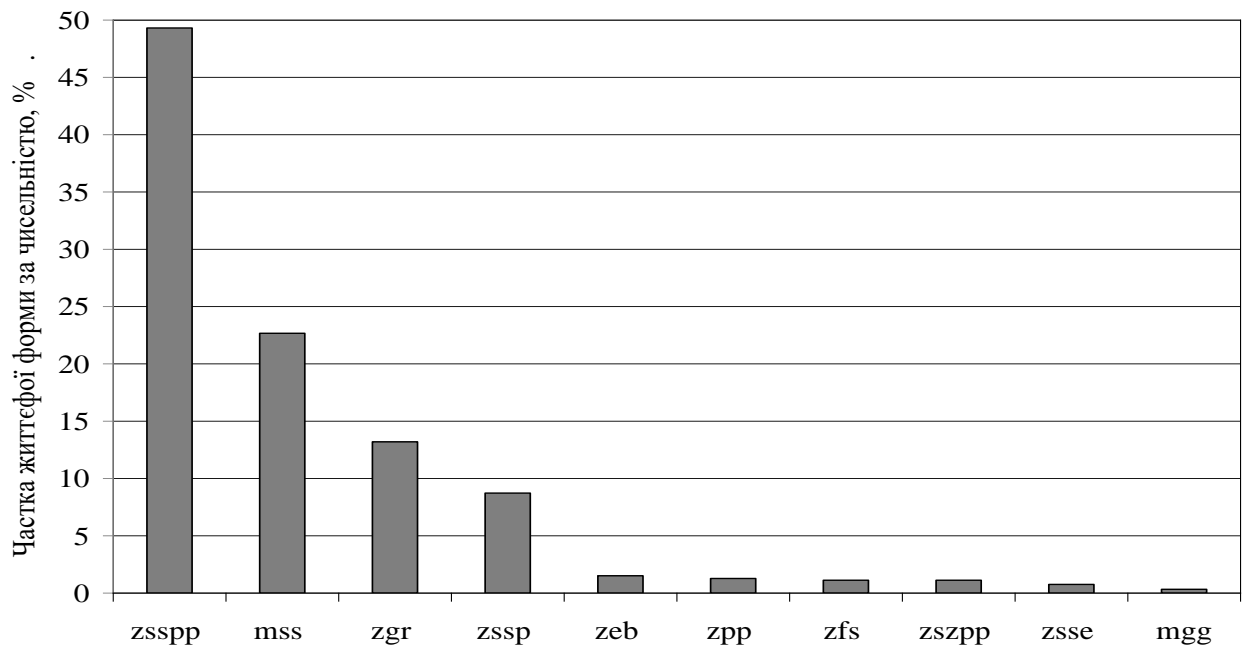


Рис. 4.15. Екоморфічна структура карабідофауни навколводних екосистем Присамар'я Дніпровського (за чисельністю): назви життєвих форм

див. рис. 4.11

Оцінка за кількістю видів. Найбагатша за кількістю життєвих форм – третя солонцево-солончакова тераса (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Екоморфічна структура (за кількістю видів) карабідофауни навколводних екосистем Присамар'я Дніпровського

Частина геоморфологічного профілю	Номер пробної ділянки	Життєва форма*										Разом	Кількість життєвих форм
		mgg	mss	zeb	zfs	zgr	zpp	zsse	zssp	zsspp	zszpp		
Перша (заплавна) тераса	1.1	0	0	0	1	0	0	0	2	5	0	8	3
	1.2	0	2	0	0	0	0	1	1	3	1	8	5
	1.3	1	2	0	0	0	0	0	1	5	0	9	4
	1.4	0	1	0	1	0	0	0	5	6	1	14	5
	1.5	1	2	0	1	0	0	0	3	5	0	12	5
	середнє	0,40	1,40	0,00	0,60	0,00	0,00	0,20	2,40	4,80	0,40	10,20	4,40
Друга (аренна) тераса	2.1	0	5	0	0	2	1	1	1	6	1	17	7
	2.2	0	2	0	0	2	1	1	0	4	0	10	5
	2.3	0	4	1	1	0	1	0	1	8	0	16	6
	2.4	0	3	0	1	1	1	0	1	1	0	8	6
	2.5	0	0	1	0	3	1	0	0	2	0	7	4
	2.6	0	2	0	0	0	0	0	1	6	0	9	3
	2.7	0	2	2	0	0	0	0	0	8	0	12	3
	2.8	0	4	1	0	0	0	0	0	8	0	13	3
середнє	0,00	2,75	0,63	0,25	1,00	0,63	0,25	0,50	5,38	0,13	11,50	4,63	
Третя (солонцево-солончакова) тераса	3.1	1	3	2	2	0	0	0	4	12	2	26	7
	3.2	1	6	1	0	0	0	0	5	12	2	27	7
	3.3	0	1	0	1	1	0	1	1	12	0	17	6
	3.4	0	1	1	1	0	0	0	1	7	1	12	6
	3.5	2	1	1	1	0	0	0	2	10	0	17	6
	3.6	2	4	3	1	1	1	0	2	14	3	31	9
	3.7	0	1	1	0	4	1	1	1	6	0	15	7
	3.8	0	1	0	2	0	0	0	3	6	1	13	5
	3.9	1	1	0	1	0	0	0	4	4	0	11	5
	3.10	0	1	0	1	1	0	0	2	4	3	12	6
	3.11	0	1	0	0	0	0	0	4	7	1	13	4
	3.12	0	1	0	0	0	0	0	5	7	0	13	3
	3.13	0	0	0	0	1	0	1	0	6	2	10	4
	3.14	0	2	0	0	2	0	1	2	7	0	14	5
3.15	0	2	0	0	1	0	1	0	6	0	10	4	
середнє	0,47	1,73	0,60	0,67	0,73	0,13	0,33	2,40	8,00	1,00	16,07	5,60	
Четверта (надзаплавна) тераса	4.1	0	2	0	1	0	0	0	0	5	0	8	3
	4.2	0	0	0	0	1	1	0	0	5	0	7	3
	4.3	0	1	0	0	0	0	0	1	4	0	6	3
	4.4	0	1	0	0	0	0	0	5	9	0	15	3
	середнє	0,00	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00	1,50	5,75	0,00	9,00	3,00
Середнє		0,3	1,8	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	1,7	6,4	0,5	12,7	4,8

Примітки: \* – назви життєвих форм див. рис. 4.11

В екосистемах четвертої тераси в середньому зустрічається лише три життєві форми турунів. Міксофітофаги геохортобійнти гарпалоїдні відсутні на аренній і надзаплавній терасах (табл. 4.3). Максимальна кількість зоофагів геобійнтив рийних, спостерігається на аренній та солонцево-солончаковій терасах. Для всіх типів розглянутих навколководних екосистем характерна максимальна кількість зоофагів стратобійнтив-скважників поверхнево-підстилкових: від 4,8 у заплаві до 8,0 видів на солонцево-солончаковій терасі. Треба звернути увагу на надзвичайно високу насиченість видами життєвої форми зоофагів стратобійнтив-скважників поверхнево-підстилкових на третій солонцево-солончаковій терасі (до 10–14 видів на ділянках 3.1–3.3, 3.5, 3.6).

На аренній терасі достовірно вище (2,8 виду в середньому) різноманіття міксофітофагів стратобійнтив-скважників порівняно з іншими типами екосистем, що пов'язано зі значною кількістю видів родів *Stenolophus*, *Acupalpus*, *Bradycellus* тощо. Інші життєві форми представлені не більше ніж одним – двома видами. Це свідчить про недостатню розвиненість екологічних ніш для цих екоморф (наявність різних типів трофічних ресурсів, мікробіотопів для переховування тощо).

*Оцінка за біомасою.* За біомасою спостерігається наддомінування зоофагів стратобійнтив-скважників поверхнево-підстилкових (59,6 %). Нижчу біомасу мають міксофітофаги стратобійнти-скважники (16,2 %) та зоофаги стратобійнти-скважники підстилкові (7,5 %). Далі у порядку зниження біомаси йдуть зоофаги стратобійнти, що зариваються, підстилково-ґрунтові, зоофаги геобійнти рийні, зоофаги епігеобійнти бігаючі, зоофаги псамоколімбети прибережні, міксофітофаги геохортобійнти гарпалоїдні, зоофаги фітобійнти стеблові, зоофаги стратобійнти-скважники ендегеобійнти.

Види роду *Bembidion* належать до зоофагів стратобійнтив-скважників поверхнево-підстилкових. Ця група домінує на ділянках солонцево-солончакової та надзаплавної терас. На заплавній терасі вона складає майже 40 %, на арені – 24 %.

#### 4.4. Рідкісні та зникаючі види турунів (Coleoptera, Carabidae)

##### навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського

Тваринний світ Дніпропетровської області, в тому числі і Присамар'я Дніпровського, зазнає інтенсивного впливу людини. Основні фактори, які спричиняють зникнення видів, – зміна водного режиму територій, інтенсивне вирубування лісів, випасання худоби, рекреаційне використання територій тощо. Знищення місць існування вважається основною перешкодою виживання будь-якого біологічного виду. Головний захід збереження фауни регіону – створення кадастру видів тварин, виділення серед них рідкісних і зникаючих. У 2011 році видано «Червону книгу Дніпропетровської області. Тваринний світ» (Пахомов, 2011), до якої увійшли 424 види рідкісних і зникаючих тварин регіону.

Більшу частину видів, занесених до Червоної книги Дніпропетровської області, складають безхребетні тварини. Родина турунів (Coleoptera, Carabidae) – одна з численних (понад 250 видів) і добре вивчених груп твердокрилих регіону (Пучков, Бригадиренко, 2018). На території Дніпропетровської області зареєстровано 42 рідкісні і такі, що потребують охорони, види турунів. Серед них 26 видів віддають перевагу гігрофільним навколоводним екосистемам Присамар'я Дніпровського (*Leistus terminatus* (Panzer, 1793), *Carabus clathratus* Linnaeus, 1761, *Blethisa multipunctata* (Linnaeus, 1758), *Bembidion ephippium* (Marsham, 1802), *B. aspericolle* (Germar, 1872), *Pogonus cumanus* Lutschnik, 1916, *Pogonistes convexicollis* Chaudoir, 1871, *Patrobus atrorufus* (Strom, 1768), *Pterostichus macer* (Marsham, 1802), *Agonum monachum* (Duftschmid, 1812), *A. impressum* (Panzer, 1796), *A. sexpunctatum* (Linnaeus, 1758), *A. viridicupreum* (Goeze, 1777), *Anisodactylus poeciloides* (Stephens, 1828), *Diachromus germanus* (Linnaeus, 1758), *Amara equestris* (Duftschmid, 1812), *Harpalus cephalotes* Fairmaire & Laboulbene, 1854, *H. steveni* Dejean, 1829, *Microderes brachypus* (Steven, 1809), *Ophonus diffinis* (Dejean, 1829), *Callistus lunatus* (Fabricius, 1775), *Chlaenius festivus*

(Panzer, 1786), *Ch. alutaceus* Gebler, 1829, *Badister dorsiger* (Duftschmid, 1812), *Demetrias imperialis* (Germar, 1824), *Polystichus connexus* (Geoffroy, 1785).

У Червоній книзі представлено категорії охорони тварин за п'ятибальною шкалою: 0 – зниклі, 1 – зникаючі, 2 – вразливі, 3 – рідкісні, 4 – не визначені. Серед представників родини турунів, внесених до списку, п'ять зникаючих (*Harpalus cephalotes*, *H. steveni*, *Microderes brachypus*, *Badister dorsiger*, *Polystichus connexus*), 11 вразливих (*Leistus terminatus*, *Carabus clathratus*, *Bembidion ephippium*, *B. aspericolle*, *Pogonus cumanus*, *Agonum sexpunctatum*, *A. viridicupreum*, *Callistus lunatus*, *Chlaenius festives*, *Ch. alutaceus*, *Demetrias imperialis*), 10 рідкісних видів (*Blethisa multipunctata*, *Pogonistes convexicollis*, *Patrobus atrorufus*, *Pterostichus macer*, *Agonum monachum*, *A. impressum*, *Anisodactylus poeciloides*, *Diachromus germanus*, *Amara equestris*, *Ophonus diffinis*).

Для більшості видів турунів природоохоронні заходи на території Присамар'я Дніпровського не проводились. Лише *Microderes brachypus*, *Pogonistes convexicollis*, *Pogonus cumanus*, *Bembidion ephippium*, *B. aspericolle* перебувають під охороною на території орнітологічного заказника державного значення «Булахівський лиман».

Чисельність представлених навколоводних видів турунів знижується внаслідок скорочення площі природних місць перебування, рекреаційного навантаження на лісові екосистеми, забруднення прибережних ділянок пестицидами, розорювання лучних ділянок, надмірного випасання худоби, меліораційних робіт (осушування заболочених і лучних природних площ, солонців і солончаків) та інших заходів. Для збереження різноманіття фауни турунів (Coleoptera, Carabidae) Присамар'я Дніпровського необхідне детальне вивчення екології цих видів, особливостей їх реакції на зміни умов навколишнього середовища, взяття під охорону на державному рівні та створення заказників у місцях виявлення окремих популяцій вказаних видів.



Висновки по розділу:

- 1) у навколотоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського виявлено 146 видів турунів;
- 2) за кількістю видів і чисельністю домінує рід *Bembidion*, представники якого зустрічаються на всіх терасах ріки Самара; найменша чисельність характерна для представників *Blethisa*, *Anthracus*, *Amara*, *Harpalus*;
- 3) виділено вісім груп турунів за вагою імаго: на першому місці за чисельністю – група 1,0–3,9 мг (26,1 %), на другому – види вагою менше 1,0 мг, на третьому – 2,0–15,9 мг, туруни з вагою імаго понад 32,0 мг складають менше 1,0 % карабідофауни;
- 4) у навколотоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського зареєстровано вісім форм зоофагів і дві форми міксофітофагів; майже 50 % за чисельністю складають зоофаги стратобіонти-скважники поверхнево-підстилкові, 44,6 % – міксофітофаги стратобіонти-скважники, зоофаги геобіонти рийні і зоофаги стратобіонти-скважники підстилкові; всі інші групи разом складають приблизно 6,0 %;
- 5) більшість особин роду *Bembidion* мають вагу від 0,5 до 2 мг, належать до зоофагів стратобіонтів-скважників поверхнево-підстилкових, домінують за чисельністю у навколотоводних екосистемах солонцево-солончакової та надзаплавної терас ріки Самара, на заплавній терасі вона складає майже 40 %, на аренній – 24 %;
- 6) у навколотоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського зареєстровано 26 рідкісних і таких, що потребують охорони, видів турунів (Coleoptera, Carabidae), серед яких два представники роду *Bembidion*: *B. ephippium*, *B. aspericolle*.

*Основні публікації дисертанта за матеріалами розділу:*

- Слинько, В. О., Бригадиренко, В. В. (2012). Особливості структури угруповань турунів (Coleoptera: Carabidae) навколотоводних екосистем Присамар'я. *Вісник Харківського ентомологічного товариства*, 20(1). 26–38.

- Слинько, В. О., Бригадиренко, В. В. (2009). Екоморфічна структура карабідофауни навколоводних амфіценозів Дніпропетровської області. *Екологія та ноосферологія*, 20(4), 110–116.
- Слинько, В. О. (2008). Розмірно-вагова структура карабідофауни навколоводних амфіценозів Присамар'я Дніпровського. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*, 16(2), 158–164. doi:10.15421/010864
- Пучков, О. В., Слинько, В. О. (2011). *Bembidion ephippiatum* (Marshall, 1802) – Бембідіон чепраковий. В. О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 68). Дніпропетровськ: Новий друк.
- Пучков, О. В., Слинько, В. О. (2011). *Bembidion aspericolle* (Germar, 1872) – Бембідіон шорсткий. В. О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 69). Дніпропетровськ: Новий друк.
- Слинько, В. О. (2013). Комплекс турунів (Coleoptera, Carabidae) солонцово-солончакової тераси р. Самара (Дніпропетровська область). *Zoocenosis – 2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції*. (С. 168–169). Дніпропетровськ: Адверта.
- Слинько, В. О., Бригадиренко, В. В., Пучков, О. В. (2013). Рідкісні та зникаючі види турунів (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Дніпропетровської області. *XIII з'їзд Українського ентомологічного товариства: Тези доповідей*. (С. 158–159). Київ.
- Бордюг, А. А., Гринь, Т. С., Слинько, В. А. (2013). Комплекс жужелиц гігрофільних біотопів Присамар'я Дніпровського (Дніпропетровська область, Україна). *Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: Збірка доповідей XII Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів*. (С. 54–55). Донецьк: Друк-Інфо.
- Слинько, В. О., Пахомов, О. Є. (2011). Роль природно-заповідних територій у збереженні різноманіття навколоводних видів турунів (на прикладі басейну р. Самара). *Zoocenosis – 2011. Біорізноманіття та роль тварин в еко-*

*системах*: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції. (С. 214–215).  
Дніпропетровськ: ДНУ.

Слинько, В. О. (2009). Життєві форми турунів (Carabidae, Coleoptera) гігрофільних біотопів Дніпропетровської області. *Zoocenosis – 2009. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах*: Матеріали V Міжнародної наукової конференції. (С. 227–228). Дніпропетровськ: Ліра.

*Перелік посилань:*

Бигон, М., Харпер, Д., Таунсенд, К. (1989). *Экология. Особи, популяции и сообщества*. Т. 1. Москва: Мир.

Бригадиренко, В. В. (2005). Исследование функционирования трофических сетей методами имитационного моделирования. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*, 13(2), 24–37.  
doi:10.15421/010559

Бригадиренко, В. В. (2006). Конкуренція серед зоофагів із широким спектром живлення: дослідження на прикладі роду *Carabus*. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*, 14(2), 25–30.  
doi:10.15421/010648

Гиляров, М. С. (1965). *Зоологический метод диагностики почв*. Москва: Наука.

Емельянов, И. Г. (1999). Роль разнообразия в функциональной устойчивости экосистем. *Экология и ноосферология*, 6(1–2), 32–37.

Крыжановский, О. Л. (1983). *Жуки подотряда Aderhaga: сем. Rhysopidae, Trachyrachyidae; сем. Carabidae (вводная часть, обзор фауны СССР)*. Ленинград: Наука.

Різун, В. Б. (2003). До вивчення угруповань жуків-турунів (Coleoptera, Carabidae) лісів Національного природного парку «Гуцульщина». *Наукові записки державного природознавчого музею*, 18, 77–84.

Солбриг, О. Т., Солбриг, Д. Д. (1982). *Популяционная биология и эволюция*. Москва: Мир.

- Шарова, И. Х. (1981). *Жизненные формы жуужелиц*. Москва: Наука.
- Шварц, С. С. (1980). *Экологические закономерности эволюции*. Москва: Наука.
- Пахомов, О. Є. (Ред.). (2011). *Червона книга Дніпропетровської області. (Тваринний світ)*. Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101
- Пучков О. В., Бригадиренко В. В. (2018). *Рідкісні твердокрилі надродини Caraboidea (Coleoptera, Aderphaga) Дніпропетровської області*. Дніпро: Журфонд. doi:10.15421/511801
- Abrams, P. A. (2000). The evolution of predator-prey interactions: theory and evidens. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 31(1), 79–105. doi:10.1146/annurev.ecolsys.31.1.79
- Gause, G. F. (1934). *The Struggle for Existence*. Baltimore: Williams and Wilkins. doi:10.5962/bhl.title.4489
- Hardin, G. (1960). The competitive exclusion principle. *Science*, 131, 1292–1297. doi:10.1126/science.131.3409.1292
- Stearns, S. C. (1992). *The evolution of life histories*. New York: Oxford University Press.
- Thiele, H. U. (1977). *Carabid beetles in their environments*. Berlin: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-3-642-81154-8\_1

## РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРУНІВ РОДУ *BEMBIDION* НАВКОЛОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО

### 5.1. Біотопічний розподіл турунів роду *Bembidion* у градієнті зволоження ґрунту

Дослідження різноманіття та екології будь-якої таксономічної групи на території окремого регіону становить значний інтерес для моніторингу стану природних екосистем. Carabidae – більшою частиною мешканці підстилки та верхніх шарів ґрунту – швидко реагують на зміни будь-якого з факторів навколишнього середовища. Тому ця група жуків має велике значення для біоіндикаційних досліджень (Гиляров, 1965).

Для угруповань турунів навколоводних екосистем характерна висока чисельність і значна кількість видів. До навколоводної карабідофауни відносять види трьох груп (Бригадиренко, 2003):

- гігрофільні види, притаманні певному типу ґрунтово-рослинних умов;
- гігрофільні види, не властиві для визначеного типу навколоводних угруповань;
- не характерні для навколоводних екосистем види, що проникають сюди з прилеглих до водойми екосистем.

Фауна турунів навколоводних екосистем степової зони України налічує понад 200 видів. У різних типах берегових екосистем видовий склад відрізняється (Бригадиренко, 1998). Велику частку карабідофауни навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського складають види роду *Bembidion* (рис. 4.5). Вони домінують за чисельністю на солонцево-солончаковій і надзаплавній терасах, на заплавній і аренній терасах складають приблизно 20 % (рис. 4.1–4.4). Більшість представників роду – гігрофіли. Одні види віддають перевагу берегам рік, інші – берегам озер, боліт, стоячих водойм (Lindroth, 1972; Thiele, 1977). Видовий склад *Bembidion*

і порядок домінування залежать від гранулометричного складу, зволоження та засолення ґрунту (табл. 5.1).

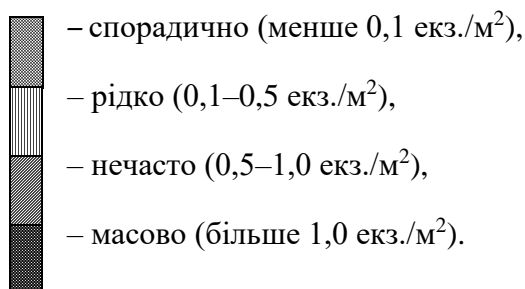
Таблиця 5.1

Екологічна характеристика турунів роду *Bembidion* навколоводних екосистем  
Присамар'я Дніпровського за зволоженням ґрунту

Вид	Зволоження ґрунту <sup>1</sup>							
	0-1	1	1-2	2	2-3	3	4	5
<i>Bembidion (Metallina) lampros</i> (Herbst, 1784)								—
<i>B. (M.) properans</i> (Stephens, 1828)	—							—
<i>B. (Phyla) obtusum</i> Serville, 1821	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Paraprincipidium) ruficolle</i> (Panzer, 1797)	—	—	—	—	—			
<i>B. (Notaphus) semipunctatum</i> (Donovan, 1806)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (N.) varium</i> (Oliver, 1795)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Eupetedromus) dentellum</i> (Thunberg, 1787)	—	—	—	—	—			
<i>B. (Notaphemphanes) ephippium</i> (Marsham, 1802)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Phyloctus) biguttatum</i> (Fabricius, 1779)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (P.) guttula</i> (Fabricius, 1792)	—	—	—	—	—			
<i>B. (P.) aeneum</i> Germar, 1824	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Emphanes) latiplaga</i> Chaudoir, 1850	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (E.) minimum</i> (Fabricius, 1792)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (E.) rivulare euxinum</i> Apfelbeck, 1904	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (E.) tenellum tenellum</i> Erichson, 1837	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Talanes) aspericolle</i> (Germar, 1812)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Leja) articulatum articulatum</i> (Panzer, 1796)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (L.) octomaculatum</i> (Goeze, 1777)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Trepanedoris) doris</i> (Panzer, 1797)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Semicampa) gilvipes</i> Sturm, 1825	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Diplocampa) assimile</i> Gyllenhal, 1810	—	—	—	—	—			
<i>B. (D.) fumigatum</i> (Duftschmid, 1812)	—	—	—	—	—			
<i>B. (s. str.) humerale</i> Sturm, 1825	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (s. str.) quadrimaculatum</i> (Linnaeus, 1761)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (s. str.) quadripustulatum</i> (Serville, 1821)	—	—	—	—	—	—		
<i>B. (Ocydromus) tetracolum tetracolum</i> Say, 1823	—	—	—	—	—	—	—	

Примітки: <sup>1</sup> – зволоження ґрунту (за Бельгардом, 1950): 0–1 – ксерофільне, 1 – мезоксерофільне, 1–2 – ксеромезофільне, 2 – мезофільне, 2–3 – гідромезофільне, 3 – мезогідрофільне, 4 – гідрофільне, 5 – ультрагідрофільне; поширеність виду в умовах окремого гіротопу:

«—» – вид відсутній,



У результаті досліджень у навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського зареєстровано 26 видів турунів роду *Bembidion* (табл. 5.1). Два види занесені до Червоної книги Дніпропетровської області: *B. aspericolle* та *B. ephippium* (Пучков, Слинко, 2011а, б).

Виділено вісім градацій зволоження ґрунту за О. Л. Бельгардом (1950). Мінімальну кількість видів роду *Bembidion* виявлено в ксерофільних екосистемах, максимальну – у гігрофільних і ультрагігрофільних. На третьому місці за кількістю видів роду *Bembidion* – мезогігрофільні екосистеми. В інших екосистемах кількість видів *Bembidion* практично однакова. Із збільшенням ступеня зволоження ґрунтового розчину кількість видів зростає.

*B. lampros* виявлено в усіх типах екосистем, крім ультрагігрофільних. *B. properans* зустрічається в усіх типах екосистем, крім ксерофільних і ультрагігрофільних. Тільки ці два види виявлено на ксерофільних, мезоксерофільних, ксеромезофільних, мезофільних, гігромезофільних ділянках. *B. tetracolum tetracolum* знайдено тільки в ультрагігрофільних екосистемах.

У мезогігрофільних екосистемах знайдено сім видів роду *Bembidion*: *B. lampros*, *B. properans*, *B. ruficolle*, *B. dentellum*, *B. guttula*, *B. assimile*, *B. fumigatum*. У гігрофільних екосистемах виявлено всі зареєстровані види роду *Bembidion*, крім *B. tetracolum*. Масові види для таких екосистем – *B. ruficolle* та *B. fumigatum*. Усі інші види трапляються рідко або спорадично. В ультрагігрофільних екосистемах присутні всі досліджені види роду, крім *B. lampros* і *B. properans*. Масові для таких навколоводних екосистем – *B. semipunctatum*, *B. varium*, *B. ephippium*, *B. minimum*, *B. rivulare euxinum*, *B. aspericolle*, *B. articulatum*, *B. octomaculatum*, *B. doris*, *B. gilvipes*, *B. humerale*. Нечасто зустрічається *B. assimile*. Інші види трапляються рідко або спорадично.

## 5.2. Біотопічний розподіл турунів роду *Bembidion* у градієнті мінералізації ґрунту

Мінералізація ґрунту – один із визначальних факторів, що впливає на біотопічний розподіл навколоводних видів турунів, у тому числі представників роду *Bembidion* (табл. 5.2). Багато з них віддають перевагу солончакам, оскільки вони в основному позбавлені рослинності, добре освітлені та прогріті. Засолення ґрунту також сприяє пригніченню росту та здатності до зараження патогенних для турунів грибів (Dangalle et al., 2013).

Таблиця 5.2

Екологічна характеристика турунів роду *Bembidion*  
навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського за засоленням ґрунту

Вид	Засолення ґрунту				
	1	2	3	4	5
<i>Bembidion (Metallina) lampros</i> (Herbst, 1784)	–	■	■	■	–
<i>B. (M.) properans</i> (Stephens, 1828)	–	■	■	■	–
<i>B. (Phyla) obtusum</i> Serville, 1821	–	–	–	–	–
<i>B. (Paraprincipidium) ruficolle</i> (Panzer, 1797)	–	–	■	■	■
<i>B. (Notaphus) semipunctatum</i> (Donovan, 1806)	–	■	■	■	–
<i>B. (N.) varium</i> (Oliver, 1795)	–	■	■	■	■
<i>B. (Eupetedromus) dentellum</i> (Thunberg, 1787)	–	–	–	–	■
<i>B. (Notaphemphanes) ephippium</i> (Marshall, 1802)	–	–	■	■	–
<i>B. (Phyloctus) biguttatum</i> (Fabricius, 1779)	–	■	■	■	–
<i>B. (P.) guttula</i> (Fabricius, 1792)	–	■	■	–	–
<i>B. (P.) aeneum</i> Germar, 1824	–	–	–	■	■
<i>B. (Emphanes) latiplaga</i> Chaudoir, 1850	–	■	■	■	■
<i>B. (E.) minimum</i> (Fabricius, 1792)	–	■	■	■	■
<i>B. (E.) rivulare euxinum</i> Apfelbeck, 1904	–	■	■	■	■
<i>B. (E.) tenellum tenellum</i> Erichson, 1837	–	■	■	■	–
<i>B. (Talanes) aspericolle</i> (Germar, 1812)	–	–	■	■	–
<i>B. (Leja) articulatum articulatum</i> (Panzer, 1796)	■	■	■	■	–
<i>B. (L.) octomaculatum</i> (Goeze, 1777)	–	–	■	■	–
<i>B. (Trepanedoris) doris</i> (Panzer, 1797)	–	–	■	■	–
<i>B. (Semicampa) gilvipes</i> Sturm, 1825	–	–	–	■	■
<i>B. (Diplocampa) assimile</i> Gyllenhal, 1810	–	■	■	■	■
<i>B. (D.) fumigatum</i> (Duftschmid, 1812)	–	–	–	■	■
<i>B. (s. str.) humerale</i> Sturm, 1825	–	■	■	■	–
<i>B. (s. str.) quadrimaculatum</i> (Linnaeus, 1761)	■	■	■	■	–
<i>B. (s. str.) quadripustulatum</i> (Serville, 1821)	–	■	■	■	–
<i>B. (Ocydromus) tetracolum tetracolum</i> Say, 1823	–	■	–	–	–

Примітки: 1 – ґрунти без засолення, 2 – ґрунти із залишками засолення, 3 – слабкозасолені ґрунти, 4 – помірнозасолені ґрунти, 5 – сильнозасолені ґрунти; «–» – вид відсутній, ■ – вид зустрічається в таких умовах.



У навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського з ґрунтами без засолення зустрічаються тільки два види роду *Bembidion*: *B. articulatum* і *B. quadrimaculatum* (табл. 5.2).

На ділянках із залишками засолення ґрунту знайдено 16 видів роду *Bembidion*. На ділянках, де процес засолення триває більш інтенсивно, значно зростає кількість видів турунів. Максимальна кількість видів роду *Bembidion* зареєстрована в екосистемах зі слабким і помірним засоленням ґрунтового розчину. На ґрунтах із сильним засоленням кількість видів зменшується, зустрічаються *B. ruficolle*, *B. varium*, *B. dentellum*, *B. aeneum*, *B. minimum*, *B. rivulare euxinum*, *B. gilvipes*, *B. assimile* та *B. fumigatum*.

*B. tetracolum* виявлено тільки на ділянках із залишками засолення, *B. obtusum* – з помірним засоленням ґрунту, *B. dentellum* – тільки в навколоводних екосистемах із сильним засоленням. *B. varium*, *B. minimum*, *B. rivulare euxinum*, *B. assimile* – галотолерантні види, трапляються на ділянках із різним рівнем мінералізації ґрунту.

*B. ephippium*, *B. aspericolle*, *B. octomaculatum* і *B. doris* – галофіли, які зустрічаються в навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського зі слабким і помірним засоленням ґрунту.

### **5.3. Біотопічний розподіл турунів роду *Bembidion* залежно від гранулометричного складу ґрунту**

Під час досліджень розглянуто навколоводні екосистеми з піщаним, супіщаним, суглинковим і глинистим складом ґрунту. Більшість видів віддає перевагу екосистемам із супіщаним і суглинковим складом ґрунту, що характерні для переважної частини території Присамар'я Дніпровського (табл. 5.3). Найменша кількість видів властива для екосистем із глинистим складом ґрунту. *B. lampros*, *B. properans*, *B. varium* і *B. articulatum* зустрічаються на всіх типах ґрунту. *B. dentellum* знайдено тільки на глинистих ґрунтах, *B. quadrimaculatum* – тільки на піщаних.

Екологічна характеристика турунів роду *Bembidion* навколоводних екосистем  
Присамар'я Дніпровського за гранулометричним складом ґрунту

Вид	Гранулометричний склад ґрунту			
	піщаний	супіщаний	суглинковий	глинистий
<i>Bembidion (Metallina) lampros</i> (Herbst, 1784)				
<i>B. (M.) properans</i> (Stephens, 1828)				
<i>B. (Phyla) obtusum</i> Serville, 1821			–	–
<i>B. (Paraprincipidium) ruficolle</i> (Panzer, 1797)	–			–
<i>B. (Notaphus) semipunctatum</i> (Donovan, 1806)				–
<i>B. (N.) varium</i> (Oliver, 1795)				
<i>B. (Eupetedromus) dentellum</i> (Thunberg, 1787)	–	–	–	
<i>B. (Notaphemphanes) ephippium</i> (Marsham, 1802)				–
<i>B. (Phyloctus) biguttatum</i> (Fabricius, 1779)				–
<i>B. (P.) guttula</i> (Fabricius, 1792)	–			
<i>B. (P.) aeneum</i> Germar, 1824	–			
<i>B. (Emphanes) latiplaga</i> Chaudoir, 1850	–			–
<i>B. (E.) rivulare euxinum</i> Apfelbeck, 1904	–	–		
<i>B. (E.) minimum</i> (Fabricius, 1792)	–	–		
<i>B. (E.) tenellum tenellum</i> Erichson, 1837	–			–
<i>B. (Talanes) aspericolle</i> (Germar, 1812)				–
<i>B. (Leja) articulatum articulatum</i> (Panzer, 1796)				
<i>B. (L.) octomaculatum</i> (Goeze, 1777)				–
<i>B. (Trepanedoris) doris</i> (Panzer, 1797)				–
<i>B. (Semicampa) gilvipes</i> Sturm, 1825	–			
<i>B. (Diplocampa) assimile</i> Gyllenhal, 1810				–
<i>B. (D.) fumigatum</i> (Duftschmid, 1812)	–			
<i>B. (s. str.) humerale</i> Sturm, 1825				–
<i>B. (s. str.) quadrimaculatum</i> (Linnaeus, 1761)		–	–	–
<i>B. (s. str.) quadripustulatum</i> (Serville, 1821)			–	–
<i>B. (Ocydromus) tetracolum tetracolum</i> Say, 1823			–	–

Примітки: «←» – вид відсутній,  – вид зустрічається в таких умовах.

#### 5.4. Дослідження термо- та гігропреферендуму *B. varium* у лабораторних умовах

Найважливіші фактори навколишнього середовища, що значно впливають на життя та поведінку комах, – температура та вологість (Россолимо, Рыбалов, 1979). Найчастіше для дослідження відношення комах до цих факторів застосовують лабораторний метод. Термо- та гігропреферендум – це експериментально визначені температура та вологість

середовища, оптимальні для життєдіяльності організму (Россолимо, Рыбалов, 1994). У більшості випадків середнє значення преферендуму, обчислене в лабораторії, збігається або наближене до умов природного біотопу. Зручно вивчати ці два фактори одночасно на одній вибірці тварин. Але у дослідженні вологості небажано змінювати температуру від оптимуму як в один, так і в інший бік.

У наш час накопичено досить багато праць із вивчення термо- та гігропреферендуму деяких груп комах: Collembola (Бабенко, 1993), Coleoptera (Shires, 1980; Россолимо, Рыбаков, 1994; Jian et al., 2002). Серед представників Coleoptera оптимальна температура та вологість повітря вивчені для двох масових груп: Carabidae і Staphylinidae (Тихомирова, 1968; Тихомиров, Тихомирова, 1972; Кауфман, Бобровских, 1991; Россолимо, Рыбалов, 1994; Evans, 1997). J. Andersen (1985, 1986) досліджував оптимальні температуру та відносну вологість повітря для берегових видів Bembidiini.

Наші лабораторні дослідження з вивчення термо- та гігропреферендуму проведені на масовому виді навколоводних екосистем *B. varium* (Carabidae, Coleoptera). Існує велика кількість модифікацій термоградієнта (Тихомиров, Тихомирова, 1972). В експерименті використовували як прилад скляний садок (60 x 40 x 5 см), який зверху накривали покривним склом. Для визначення термопреферендуму з одного боку садок підігрівали ємністю з гарячою водою, з іншого – охолоджували ємністю із солоним льодом (отримували шляхом заморожування в холодильнику концентрованого розчину NaCl). Градієнт температур у садку – від 5 до 40 °C. Перед початком експерименту дно садка зволожували, оскільки експеримент необхідно проводити при повному насиченні повітря вологою. Вологість повітря нижче оптимальної, несприятливо впливає на більшість підстилкових безхребетних і може змінювати їх реакцію на температуру. Для визначення гігропреферендуму градієнт відносної вологості повітря складав від 10 до 100 %, постійно підтримувалась температура в межах 26–27 °C. Комах випускали в області середнього значення температури або вологості. Для

визначення термо- та гігропреферендуму використовували датчики-реєстратори температури та відносної вологості повітря DS 1923.

В експерименті проведено 125 вимірювань температури для *B. varium*. Визначено оптимум спокою, а не активності. Дані, наведені на діаграмі (рис. 5.1), свідчать, що бажана температура подібна для всіх екземплярів.

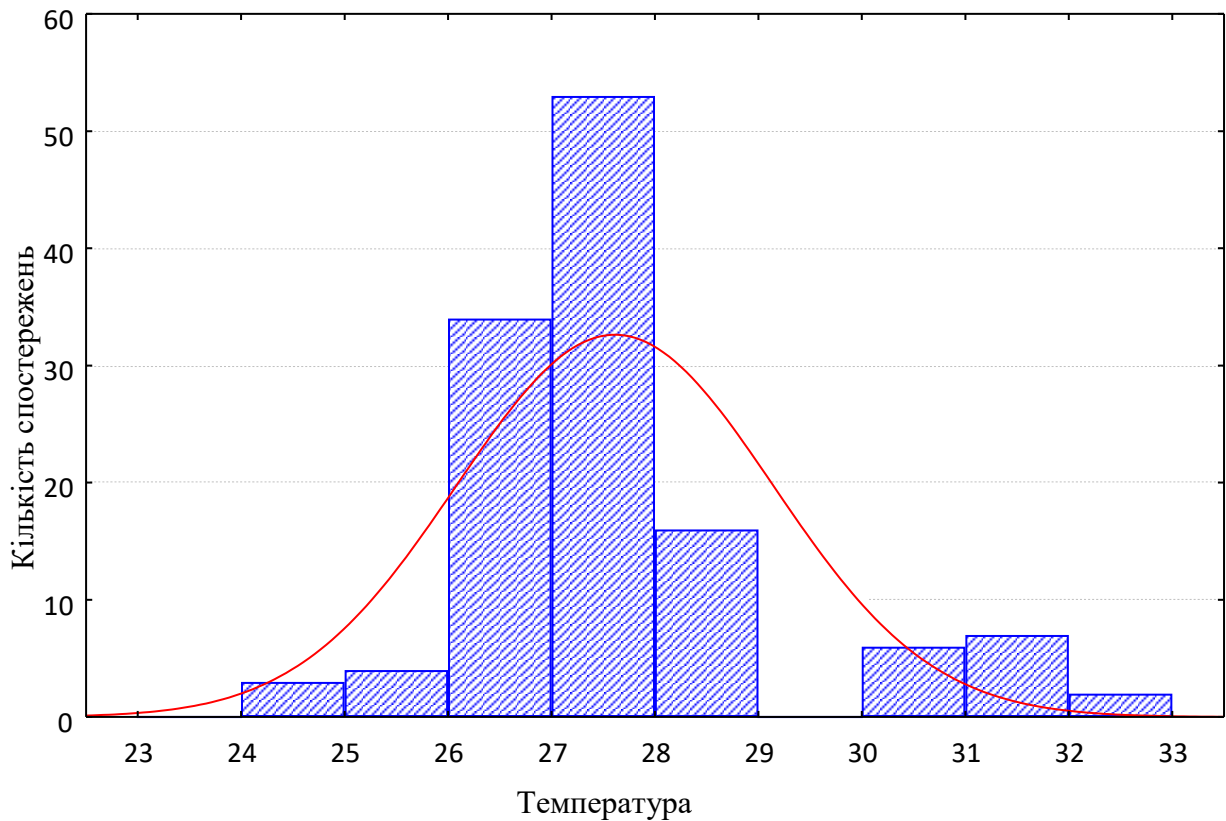


Рис. 5.1. Термопреферендум *B. varium* у лабораторних умовах

Середнє значення термопреферендуму –  $27,6 \pm 2,9$  °С. Максимальне значення температури – 32,1 °С, мінімальне – 24,1 °С. Оптимальна температура – 26–29 °С. Понад 50 жуків із 125 віддають перевагу температурі повітря 27–28 °С. Усі значення бажаних температур відносно високі. Існує думка, що види, які заселяють більш відкриті біотопи, віддають перевагу вищим температурам (Россолимо, Рыбалов, 1979).

В експерименті проведено 125 вимірювань відносної вологості повітря для *B. varium*. У природних умовах цей вид масово зустрічається в ультрагігрофільних екосистемах та рідко у гігрофільних (табл. 5.1). Наші експериментальні роботи підтвердили ці дані. Можна було припустити, що

всі дослідні екземпляри віддають перевагу зоні із відносною вологістю повітря 99–100 %. Справді, більшість імаго *B. varium* скупчувалась у зоні з відносною вологістю повітря від 90,72 % до 100 %. Але деякі з них траплялись і у місцях 30, 50, 75 %, це можна вважати випадковим розподілом. Мінімальне значення відносної вологості повітря – 32,24 %, максимальне – 100 %. Оптимальна вологість – 90–99 %. Понад 90 екземплярів із 125 віддають перевагу відносній вологості повітря 97–99 %.

Таким чином, термо- та гігропреферендум можна вважати показниками адаптації виду до температурного режиму та умов зволоження навколишнього середовища. Така методика зручна для дослідження екологічних характеристик великої кількості видів за короткий термін. Виявлено відношення окремих видів роду *Bembidion* до найважливіших факторів середовища існування (мінералізації ґрунтового розчину, гранулометричного складу та зволоження ґрунту). Цю інформацію можна використовувати для зоологічної діагностики режимних характеристик ґрунтових умов.

Висновки по розділу:

- 1) туруни роду *Bembidion* домінують у навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського;
- 2) зареєстровано 26 видів роду *Bembidion*, *B. aspericolle* та *B. ephippium* занесені до Червоної книги Дніпропетровської області;
- 3) максимальна кількість видів роду *Bembidion* спостерігається у гігрофільних (25 видів) і ультрагігрофільних екосистемах (24 види) Присамар'я Дніпровського;
- 4) на ґрунтах зі слабким і помірним засоленням знайдено найбільшу кількість видів роду *Bembidion* (20 і 23 види відповідно), на сильнозасолених ґрунтах їх кількість зменшується (9 видів);

- 5) більшість видів роду *Bembidion* віддають перевагу навколоводним екосистемам із супіщаним і суглинковим складом ґрунту (22 і 21 вид відповідно);
- 6) оптимальна температура повітря для *B. varium* в умовах експерименту – 26–29 °С, оптимальна відносна вологість повітря для *B. varium* в умовах експерименту – 90–99 %.

*Основні публікації дисертанта за матеріалами розділу:*

- Слинько, В. О. (2009). Екологічна характеристика турунів роду *Bembidion* навколоводних амфіценозів Присамаря Дніпровського. *Екологія. Біологічні науки. Збірник наукових праць, 1*, 47–52.
- Пучков, О. В., Слинько, В. О. (2011). *Bembidion ephippium* (Marshall, 1802) – Бембідіон чепраковий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 68). Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101
- Пучков, О. В., Слинько, В. О. (2011). *Bembidion aspericolle* (Germar, 1872) – Бембідіон шорсткий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 69). Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101
- Слинько, В. О. (2011). Гігропреферендум *Bembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) у лабораторних умовах. *Zoocenosis – 2011. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції.* (С. 213–214). Дніпропетровськ: ДНУ, 2011.
- Слинько, В. А. (2011). Изучение термопреферендума *Bembidion varium* (Oliv.) (Carabidae, Coleoptera) в лабораторных условиях. *Современные проблемы биологии и экологии: Материалы докладов Международной научно-практической конференции.* (С. 195–196). Махачкала: ДГПУ.
- Слинько, В. О. (2010). Гігрофільні види турунів роду *Bembidion* (Coleoptera, Carabidae) Присамар'я Дніпровського. *Сучасні проблеми ентомології: Тези доповідей ентомологічної наукової конференції.* (С. 172–173). Київ: Колоб'іг.

Слинько, В. О., Бригадиренко, В. В. (2008). Туруни роду *Vembidion* (Coleoptera, Carabidae) навколіводних біотопів Дніпропетровської області. *Охорона та раціональне використання природних ресурсів Українських Карпат*: Тези доповідей регіональної науково-практичної конференції. (С. 98–99). Ужгород.

*Перелік посилань:*

- Бабенко, А. Б. (1993). Термопреферендуми коллембол из арктических тундр Таймыра. *Зоологический журнал*, 72(4), 41–52.
- Бельгард, А. Л. (1950). *Лесная растительность юго-востока УССР*. Киев: Издательство Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко.
- Бригадиренко, В. В. (1998). Возможности применения корреляционного анализа для выявления структуры комплексов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) околіводных биотопов. *Вестник зоологии*, 9, 31–33.
- Бригадиренко, В. В. (2003). Использование компонентного анализа в изучении сообществ гигрофильных видов жуужелиц (Coleoptera: Carabidae). *Известия Харьковського энтомологического общества*, 10(1–2), 124–129.
- Гиляров, М. С. (1965). *Зоологический метод диагностики почв*. Москва: Наука.
- Кауфман, Б. З., Бобровских, Т. К. (1991). Фото- и термопреферендум некоторых представителей комплекса хищных жесткокрылых (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). *Энтомологическое обозрение*, 70(1), 23–27.
- Пучков, О. В., Слинько, В. О. (2011а). *Vembidion ephippiatum* (Marsham, 1802) – Бембідіон чепраковий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 68). Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101
- Пучков, О. В., Слинько, В. О. (2011б). *Vembidion aspericolle* (Germar, 1872) – Бембідіон шорсткий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпро-*

петровської області (тваринний світ) (с. 69). Дніпропетровськ: Новий друк.  
doi:10.15421/511101

- Россолимо, Т. Е., Рыбалов, Л. Б. (1979). Термо- и гигропреферендумы некоторых почвенных беспозвоночных в связи с их биотопическим распределением. *Зоологический журнал*, 58(12), 1802–1810.
- Россолимо, Т. Е., Рыбалов, Л. Б. (1994). Термопреферендум жесткокрылых (Coleoptera) из гипоарктических районов. *Зоологический журнал*, 73(9), 54–64.
- Тихомиров, С. И., Тихомирова, А. Л. (1972). К методике изучения термопреферендумов членистоногих, обитающих в лесной подстилке. *Экология*, 4(1), 70–77.
- Тихомирова, А. Л. (1968). Сравнительные данные по гигропреферендуму стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae). *Зоологический журнал*, 41(10), 1498–1505.
- Andersen, J. (1985). Humidity responses and water balance of riparian species of *Bembidiini* (Col., Carabidae). *Ecological Entomology*, 10(4), 363–375. doi:10.1111/j.1365-2311.1985.tb00734.x
- Andersen, J. (1986). Temperature response and heat tolerance of riparian *Bembidiini* species (Coleoptera: Carabidae). *Entomologia Generalis*, 12(1), 57–70. doi:10.1127/entom.gen/12/1986/57
- Dangalle, C. D., Pallewatta, N., & Vogler, A. P. (2013). The association between body-size and habitat-type in tiger beetles (Coleoptera, Cicindelidae) of Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science (Biological Sciences)*, 42(1), 41–53. doi:10.4038/cjsbs.v42i1.5898
- Evans, W. G. (1997). Humidity-invoked upwind orientation of shore insects (*Bembidion obtusidens*, Coleoptera: Carabidae). *Journal of Insect Behavior*, 10, 355–363. doi:10.1007/bf02765603
- Jian, F., Jayas, D. S., White, N. D. G., & Muir, W. E. (2002). Temperature and geotaxis preference by *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae) adults in response to 5°C/m temperature gradients at optimum and hot



- temperatures in stored wheat and their mortality at high temperature. *Environmental Entomology*, 31(5), 816–826. doi:10.1603/0046-225X-31.5.816
- Lindroth, C. H. (1972). Changes in the fennoscandian ground-beetle fauna (Coleoptera, Carabidae) during the twentieth century. *Annales Zoologici Fennici*, 9, 49–64.
- Shires, S. W. (1980). Life history of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) at optimum conditions of temperature and humidity. *Journal of Stored Products Research*, 16(3–4), 147–150. doi:10.1016/0022-474X(80)90012-0
- Thiele, H. U. (1977). *Carabid beetles in their environments*. Berlin: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-3-642-81154-8\_1

**РОЗДІЛ 6. МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ *B. VARIUM*  
У НАВКОЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИСАМАР'Я  
ДНІПРОВСЬКОГО**

**6.1. Мінливість лінійних параметрів і морфометричних індексів**

***B. varium***

Літературні дані щодо морфометричних характеристик *B. varium* обмежені інформацією про довжину тіла. Із літературних джерел (табл. 6.1) відомо, що вона коливається в межах 3,0–5,2 мм. У досліджених екосистемах Присамар'я Дніпровського довжина тіла особин варіює в діапазоні 4,17–5,25 мм і в середньому складає 4,75 мм.

Таблиця 6.1

Довжина тіла *B. varium* за різними літературними джерелами

Країна	Розміри, мм	Літературне джерело
Вірменія	3,0–4,5, звичайно 4,0–4,5	Яблоков-Хнзорян, 1976
Великобританія	4,1–5,1	Lindroth, 1974
Єгипет	4,8–5,2	Abdel-Dayem, 1998
Татарстан	3,8–5,0	Жеребцов, 2000
Фенноскандія, Данія	4,1–5,1	Lindroth, 1985
Чехія, Словаччина	3,4–5,2 (4,5)	Hůrka, 1996
Україна	4,2–5,3 (4,8)	результати цих досліджень

Здатність комах літати – ключовий механізм у заселенні нових біотопів. Усе частіше визнається, що фізіологічні та поведінкові механізми керують льотною здатністю жуків (Iversen et al., 2017). Різні автори вказують, що *B. varium* – макроптероїдний вид (Hůrka, 1996; Matalin, 2003). Наші дослідження також підтверджують це.

Під час дослідження умов розглянутих екосистем Присамар'я Дніпровського (табл. 2.2) виявлено, що найбільший вплив на морфологічну мінливість *B. varium* має мінералізація ґрунту, що змінюється від 0,37 до 0,99 г/л.

Результати двофакторного дисперсійного аналізу (MANOVA) (табл. 6.2) морфометричних параметрів тіла *B. varium* свідчать, що сім досліджених лінійних характеристик *B. varium* (Lb, Lc, Sc, Sp1, Sp3, Se, L2r) змінюються у

градієнті мінералізації ґрунту. Решта промірів *B. varium* (Sp2, Le, Lp, B, L2l, L1l, L1r) незмінні.

Таблиця 6.2

Результати MANOVA морфометричних характеристик *B. varium*

Характеристика	Джерело варіювання	F	P
Довжина тіла, Lb	фактор А	2,70	0,0348
	фактор Б	69,87	<0,0001
	взаємодія АБ	1,87	0,1215
Довжина голови, Lc	фактор А	5,53	0,0005
	фактор Б	7,65	0,0068
	взаємодія АБ	1,69	0,1593
Довжина передньоспинки, Lp	фактор А	1,80	0,1344
	фактор Б	46,89	<0,0001
	взаємодія АБ	1,23	0,3029
Довжина надкрил, Le	фактор А	0,83	0,5089
	фактор Б	60,58	<0,0001
	взаємодія АБ	1,37	0,2485
Ширина голови з очима, Sc	фактор А	4,75	0,0015
	фактор Б	47,57	<0,0001
	взаємодія АБ	0,37	0,8308
Ширина передньоспинки між передніми кутами, Sp1	фактор А	3,69	0,0077
	фактор Б	65,33	<0,0001
	взаємодія АБ	0,34	0,8474
Ширина передньоспинки між задніми кутами, Sp2	фактор А	2,40	0,0556
	фактор Б	48,92	<0,0001
	взаємодія АБ	1,34	0,2608
Максимальна ширина передньоспинки, Sp3	фактор А	3,13	0,0182
	фактор Б	46,40	<0,0001
	взаємодія АБ	0,40	0,8073
Максимальна ширина надкрил, Se	фактор А	4,71	0,0016
	фактор Б	78,20	<0,0001
	взаємодія АБ	1,10	0,3591
Середньоарифметична величина задніх кутів передньоспинки, B	фактор А	1,62	0,1766
	фактор Б	0,21	0,6515
	взаємодія АБ	1,79	0,1367
Відстань між щетинконосними порами на лівому надкрилі, L2l	фактор А	2,25	0,0691
	фактор Б	6,25	0,0141
	взаємодія АБ	0,71	0,5889
Відстань від основи лівого надкрила до першої щетинконосної пори, L1l	фактор А	1,15	0,3371
	фактор Б	37,49	<0,0001
	взаємодія АБ	0,97	0,4273
Відстань між щетинконосними порами на правому надкрилі, L2r	фактор А	3,45	0,0112
	фактор Б	9,03	0,0034
	взаємодія АБ	0,53	0,7137
Відстань від основи правого надкрила до першої щетинконосної пори, L1r	фактор А	1,42	0,2333
	фактор Б	29,77	<0,0001
	взаємодія АБ	2,22	0,0725

Примітки: фактор А – мінералізація ґрунту; фактор Б – статеву приналежність.

Самці відрізняються від самок за 13 лінійними характеристиками (Lb, Lc, Lp, Le, Sc, Sp1, Sp2, Sp3, Se, L2l, L1l, L2r і L1r). Відмінності відсутні для середньоарифметичної величини задніх кутів передньоспинки (B, табл. 6.2).

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу (MANOVA) в градієнті мінералізації ґрунту виявлено варіювання таких морфометричних індексів *B. varium*: відношення середнього арифметичного значення ширини голови, передньоспинки та надкрил до довжини тіла ((Sc+Sp+Se)/3Lb), відношення довжини надкрил до їх ширини (Le/Se, табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Результати MANOVA морфометричних індексів *B. varium*

Характеристика	Джерело варіювання	<i>F</i>	<i>P</i>
(Sc+Sp+Se)/3Lb	фактор А	4,41	0,0028
	фактор Б	2,59	0,1095
	взаємодія АБ	0,92	0,4928
Lp/Sp	фактор А	0,71	0,5883
	фактор Б	0,14	0,7080
	взаємодія АБ	1,71	0,1546
Le/Lp	фактор А	1,19	0,3221
	фактор Б	0,14	0,7138
	взаємодія АБ	1,54	0,1956
Se/Sp	фактор А	0,24	0,9158
	фактор Б	4,37	0,0392
	взаємодія АБ	1,18	0,3252
Sp3/Sp2	фактор А	2,21	0,0741
	фактор Б	0,39	0,5362
	взаємодія АБ	2,93	0,0243
Le/Se	фактор А	4,95	0,0011
	фактор Б	3,63	0,0598
	взаємодія АБ	0,22	0,9293

Примітки: фактор А – мінералізація ґрунту, фактор Б – статеві приналежність; (Sc+Sp+Se)/3Lb – відношення середнього арифметичного значення ширини голови, передньоспинки та надкрил до довжини тіла, Lp/Sp – відношення довжини передньоспинки до її максимальної ширини, Le/Lp – відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки, Se/Sp – відношення максимальної ширини надкрил до максимальної ширини передньоспинки, Sp3/Sp2 – відношення максимальної ширини передньоспинки до її ширини між задніми кутами, Le/Se – відношення довжини надкрил до їх ширини.

Відношення максимальної ширини надкрил до максимальної ширини передньоспинки ( $Se/Sp$ ) достовірно відрізняється у самців і самок. Відношення максимальної ширини передньоспинки до її ширини між задніми кутами ( $Sp_3/Sp_2$ ) варіює у градієнті мінералізації ґрунту за статтю.

Таким чином, варіабельність половини лінійних характеристик *B. varium* (довжини тіла, довжини та ширини голови, ширини переднього краю передньоспинки, її максимальної ширини та ширини надкрил) і двох морфометричних індексів ( $(Sc+Sp+Se)/3Lb$ ,  $Le/Se$ ) виявлено у розглянутих екосистемах. Мінливість цих лінійних характеристик і морфометричних індексів у градієнті мінералізації ґрунту описана нами і для *B. minimum*. Зміни інших параметрів тіла несуттєві, що робить їх непридатними для біологічної індикації умов середовища існування *B. varium*. Розміри задніх кутів передньоспинки не відрізняються у особин *B. varium*.

У більшості видів турунів самки більші за самців за лінійними параметрами тіла (Sukhodolskaya et al., 2016). У наших дослідженнях самки *B. varium* більші за самців за всіма розглянутими лінійними характеристиками. Відмінності самців від самок *B. varium* за величиною задніх кутів передньоспинки недостовірні. Аналогічні дані ми отримали для інших досліджених видів турунів роду *Bembidion*: *B. articulatum*, *B. aspericolle*, *B. minimum*. У *B. varium*, як і у більшості видів турунів (Brygadyrenko & Reshetniak, 2014), самки мають ширші та довші надкрила. Відмінності самців від самок *B. varium* не достовірні за всіма морфометричними індексами крім  $Se/Sp$ .

За рівняннями *Box-Whisker*, при збільшенні мінералізації ґрунтового розчину (при переході від першої пробної ділянки до п'ятої, табл. 2.2) відмінності самців від самок *B. varium* не змінюються за розглянутими лінійними параметрами та морфометричними індексами (рис. Б.1–Б.3). Лінійні розміри окремо взятих самців і самок *B. varium* не мають достовірної тенденції до зміни у градієнті мінералізації ґрунту.

Як і в *B. minimum*, відношення довжини передньоспинки до її максимальної ширини ( $Lp/Sp$ ) – найбільш стійкий індекс, тобто відмінності за формою передньоспинки між самцями та самками недостовірні (рис. 6.1).

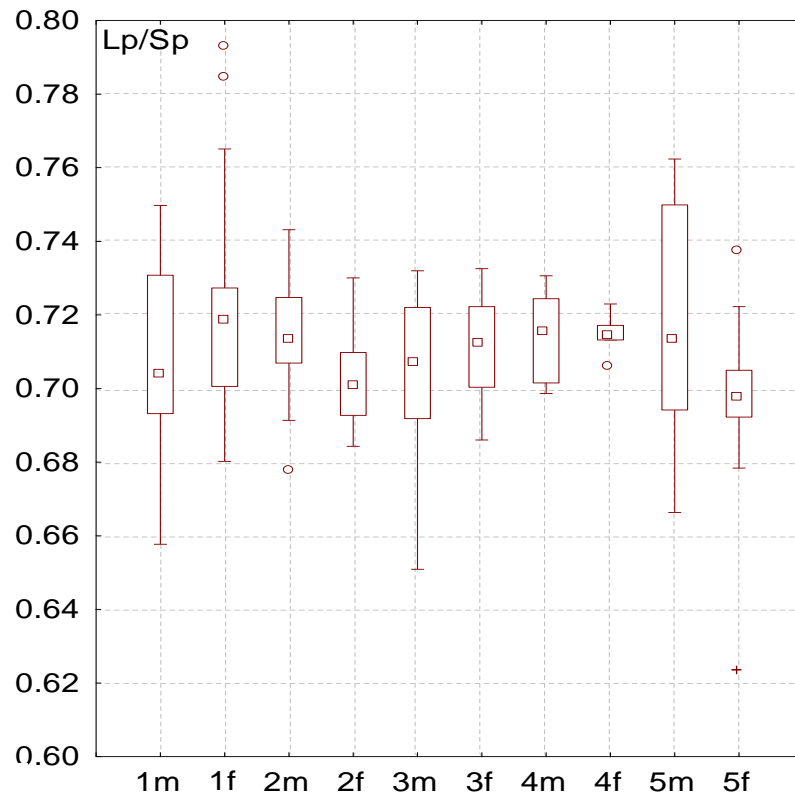


Рис. 6.1. Мінливість відношення довжини передньоспинки до її максимальної ширини ( $Lp/Sp$ ) *B. varium*: по осі абсцис 1–5 – номер пробної ділянки, f – самки, m – самці; по осі ординат – значення характеристики у мм, рівняння Box–Whisker: прямокутник описує діапазон між першим та третім квантилями, квадрат усередині прямокутника – медіана, прямі лінії – діапазон коливань, кола та зірочки – викиди

## 6.2. Залежність лінійних параметрів і морфометричних індексів *B. varium* від довжини тіла

Після об'єднання всієї сукупності вимірених особин *B. varium* в одну вибірку та розподілу їх залежно від довжини тіла (рис. 6.2a–6.2e) встановлено, що найбільше пов'язані з розмірами тіла жуків *B. varium* довжина надкрил ( $r^2 = 0,854$ ), ширина надкрил ( $r^2 = 0,799$ ), довжина передньоспинки ( $r^2 = 0,723$ ), ширина голови ( $r^2 = 0,703$ ), максимальна ширина

передньоспинки ( $r^2 = 0,699$ ), ширина передньоспинки між передніми кутами ( $r^2 = 0,677$ ) та між задніми кутами ( $r^2 = 0,674$ ).

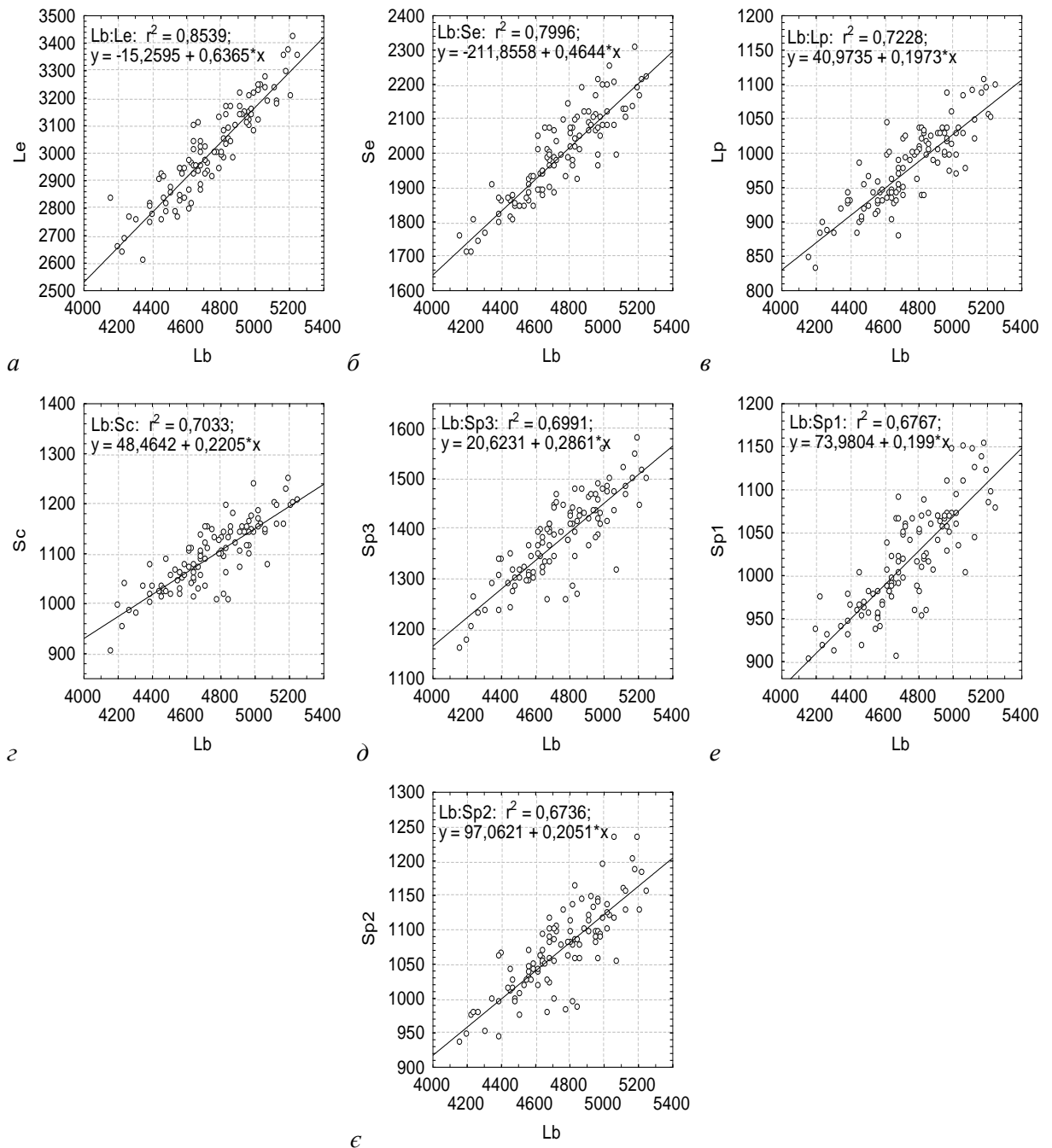


Рис. 6.2. Діаграма розсіювання морфометричних характеристик та індексів самців і самок *B. varium* залежно від довжини їх тіла: назви характеристик див. у табл. 6.2, 6.3; по осях абцис і ординат – значення характеристик

Усі інші розглянуті лінійні характеристики та шість морфометричних індексів (рис. Б.4) не корелюють із розміром тіла:  $r^2$  перебуває в межах 0,002–0,038.

Висновки по розділу:

- 1) довжина тіла *B. varium* у навколводних екосистемах Присамар'я Дніпровського складає 4,17–5,25 мм, у середньому – 4,75 мм;
- 2) у градієнті мінералізації ґрунту у *B. varium* спостерігається мінливість довжини тіла, довжини та ширини голови, ширини переднього краю передньоспинки, її максимальної ширини та ширини надкрил і двох морфометричних індексів  $((Sc+Sp+Se)/3Lb, Le/Se)$ ;
- 3) самки *B. varium* більші за самців за всіма розглянутими лінійними характеристиками, відмінності між самцями та самками у *B. varium* не достовірні за всіма морфометричними індексами, крім  $Se/Sp$ ;
- 4) збільшення мінералізації ґрунтового розчину у досліджених екосистемах не викликає змін у диморфізмі між самцями та самками *B. varium* за всіма лінійними параметрами та морфометричними індексами;
- 5) для *B. varium* характерний тісний зв'язок ширини голови, довжини та ширини передньоспинки, довжини та ширини надкрил із загальною довжиною тіла особини.

Основні публікації дисертанта за матеріалами розділу:

- Komlyk, V., & Brygadyrenko V. (2020). Morphological variability of *Bembidion varium* (Coleoptera, Carabidae) in gradient of soil salinity. *Folia Oecologica*, 47(1), 23–33. doi:10.2478/foecol-2020-0004
- Слинько, В. А., Бригадиренко, В. В., Пахомов, А. Е. (2008). Морфологическая изменчивость *Bembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) в условиях антропогенного воздействия. *Известия НАН Азербайджана (биологические науки)*, 63, (5–6), 208–214.



- Слинько, В. О. (2009). Морфологічна мінливість *Bembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) під впливом антропогенних чинників. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії: Матеріали I Міжнародної конференції*. (С. 74–75). Запоріжжя: Поліграфцентр Янина.
- Слинько, В. А. (2010). Внутривидова змінливість *Bembidion varium* (Oliv.) (Carabidae, Coleoptera) в умовах антропогенного впливу. *Труди Ставропольського відділення російського ентомологічного товариства: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання ентомології»*. (С.13–16). Ставрополь: Агрус.

*Перелік посилань:*

- Жеребцов, А. К. (2000). *Определитель жуужелиц Республики Татарстан*. Казань: Институт экологии и природных систем АН РТ.
- Яблоков-Хзорян, С. М. (1976). *Фауна Армянской ССР. Насекомые жесткокрылые. Жуужелицы (Carabidae)*. Ереван: Издательство АН Армянской ССР.
- Abdel-Dayem, M. S. (1998). The egyptian species of *Bembidion* Latreille, 1802 (Coleoptera, Carabidae). *Bulltein of the Entomological Society of Egypt*, 76, 181–198.
- Brygadyrenko, V. V., & Reshetniak, D. Y. (2014). Morphological variability among populations of *Harpalus rufipes* (Coleoptera, Carabidae): What is more important, the mean values or statistical peculiarities of distribution in the population? *Folia Oecologica*, 41(2), 109–133.
- Hůrka, K. (1996). *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Zlin: Kabourek.
- Iversen, L. L., Rannap, R., Briggs, L., & Sand-Jensen, K. (2017). Time-restricted flight ability influences dispersal and colonization rates in a group of freshwater beetles. *Ecology and Evolution*, 7(3), 824–830. doi:10.1002/ece3.2680
- Lindroth, C. H. (1974). *Coleoptera, Carabidae. Handbooks for the identification of British insects*. London: Royal Entomological Society of London,.

- Lindroth, C. H. (1985). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 15(1), 1–226.
- Matalin, A. V. (2003). Variations in flight ability with sex and age in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of South-Western Moldova. *Pedobiologia*, 47(4), 311–319. doi:10.1078/0031-4056-00195
- Sukhodolskaya, R. A., Saveliev, A. A., & Muhammetnabiev, T. R. (2016). Sexual dimorphism of Insects and conditions of its Manifestation. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(2), 1992–2001.

**РОЗДІЛ 7. МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ *V. ARTICULATUM*  
У НАВКОЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИСАМАР'Я  
ДНІПРОВСЬКОГО**

**7.1. Мінливість лінійних параметрів і морфометричних індексів**

***V. articulatum***

Літературні дані щодо морфометричних характеристик *V. articulatum* обмежені інформацією про довжину тіла. Із літературних джерел (табл. 7.1) відомо, що довжина тіла змінюється в межах 2,7–3,9 мм. У наших дослідженнях середня довжина тіла особин варіює в діапазоні 3,52–3,75 мм для самців і 3,78–3,9 мм для самок. За даними Н. Haberman (1968), в Естонії самці *V. articulatum* на 9,0 %, самки – на 9,3 % менші за розмірами порівняно з дослідженими нами екземплярами. Усі автори вказують, що *V. articulatum* – макроптероїдний вид (Lindroth, 1985; Карпова, Маталін, 1993; Hůrka, 1996). Наші дослідження також підтверджують це.

Таблиця 7.1

Довжина тіла *V. articulatum* за різними літературними джерелами

Країна	Розміри, мм	Джерело
Естонія	3,32 (самці), 3,54 (самки)	Haberman, 1968
Велика Британія, Данія	2,9–3,9	Lindroth, 1974, 1985
Чехія, Словаччина	2,7–3,9 (середнє – 3,4)	Hůrka, 1996
Німеччина	3,0–3,9	Freude et al., 2004
Україна	3,64 (самці), 3,87 (самки)	результати цих досліджень

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу (MANOVA) морфометричних характеристик *V. articulatum* (табл. 7.2) виявлено залежність довжини передньоспинки *V. articulatum* (Lp), ширини передньоспинки між передніми (Sp1) та задніми кутами (Sp2), щільності пунктирування надкрил (P), контрастності плечової плями на надкрилах (K1) від умов середовища існування. Залежність довжини тіла *V. articulatum* (Lb) і надкрил (Le), ширини голови (Sc), максимальної ширини передньоспинки (Sp2) та надкрил (Se) з умовами екосистеми не достовірна. Статевий

диморфізм *B. articulatum* спостерігається за всіма лінійними характеристиками (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Результати MANOVA морфометричних характеристик *B. articulatum*

Характеристика	Джерело варіювання	$Beta \pm SE$	$B \pm SE$	$t(210)$	$P$
Lb	фактор А	$0,066 \pm 0,059$	$0,005 \pm 0,004$	1,11	0,267
	фактор Б	$-0,504 \pm 0,059$	$-0,190 \pm 0,023$	-8,46	<0,001
	взаємодія АБ	–	$23,215 \pm 2,304$	10,08	<0,001
Lp	фактор А	$-0,147 \pm 0,063$	$-0,003 \pm 0,001$	-2,32	0,021
	фактор Б	$-0,411 \pm 0,063$	$-0,038 \pm 0,006$	-6,50	<0,001
	взаємодія АБ	–	$4,711 \pm 0,597$	7,89	<0,001
Le	фактор А	$0,017 \pm 0,061$	$0,001 \pm 0,003$	0,28	0,776
	фактор Б	$-0,485 \pm 0,061$	$-0,122 \pm 0,015$	-7,97	<0,001
	взаємодія АБ	–	$14,816 \pm 1,564$	9,47	<0,001
Sc	фактор А	$-0,010 \pm 0,061$	$-0,001 \pm 0,001$	-0,17	0,867
	фактор Б	$-0,472 \pm 0,061$	$-0,042 \pm 0,005$	-7,69	<0,001
	взаємодія АБ	–	$5,279 \pm 0,563$	9,37	<0,001
Sp1	фактор А	$0,191 \pm 0,061$	$0,003 \pm 0,001$	3,13	0,002
	фактор Б	$-0,418 \pm 0,061$	$-0,036 \pm 0,005$	-6,84	<0,001
	взаємодія АБ	–	$4,432 \pm 0,540$	8,21	<0,001
Sp2	фактор А	$0,129 \pm 0,062$	$0,002 \pm 0,001$	2,10	0,037
	фактор Б	$-0,426 \pm 0,062$	$-0,028 \pm 0,004$	-6,89	<0,001
	взаємодія АБ	–	$3,427 \pm 0,410$	8,36	<0,001
Sp3	фактор А	$0,036 \pm 0,060$	$0,001 \pm 0,001$	0,59	0,557
	фактор Б	$-0,489 \pm 0,060$	$-0,043 \pm 0,005$	-8,08	<0,001
	взаємодія АБ	–	$5,372 \pm 0,549$	9,78	<0,001
Se	фактор А	$0,014 \pm 0,059$	$0,001 \pm 0,002$	0,24	0,807
	фактор Б	$-0,527 \pm 0,059$	$-0,079 \pm 0,009$	-8,91	<0,001
	взаємодія АБ	–	$9,598 \pm 0,909$	10,56	<0,001
B	фактор А	$0,077 \pm 0,069$	$0,166 \pm 0,149$	1,12	0,265
	фактор Б	$-0,052 \pm 0,069$	$-0,594 \pm 0,798$	-0,74	0,458
	взаємодія АБ	–	$152,48 \pm 81,84$	1,86	0,064
P	фактор А	$-0,142 \pm 0,068$	$-0,942 \pm 0,449$	-2,10	0,037
	фактор Б	$0,163 \pm 0,068$	$5,805 \pm 2,407$	2,41	0,017
	взаємодія АБ	–	$-424,5 \pm 246,9$	-1,72	0,087
K1	фактор А	$0,447 \pm 0,061$	$0,085 \pm 0,012$	7,27	<0,001
	фактор Б	$-0,099 \pm 0,061$	$-0,101 \pm 0,063$	-1,60	0,110
	взаємодія АБ	–	$13,262 \pm 6,437$	2,06	0,041
K2	фактор А	$-0,007 \pm 0,070$	$-0,002 \pm 0,015$	-0,11	0,913
	фактор Б	$-0,023 \pm 0,070$	$-0,028 \pm 0,082$	-0,33	0,738
	взаємодія АБ	–	$4,535 \pm 8,456$	0,54	0,592

Примітки: назви лінійних характеристик див. у табл. 6.2, P – щільність пунктирування надкрил, K1 – контрастність передньої світлої плями надкрил (середнє значення), K2 – контрастність задньої світлої плями (середнє значення); фактор А – умови середовища існування, фактор Б – статевая приналежність;  $BETA$  –  $\beta$ -коефіцієнт рівняння,  $B$  – коефіцієнт рівняння регресії,  $t$  – значення критерію Стюдента для коефіцієнтів рівняння регресії.

За результатами аналізу MANOVA в різних екосистемах змінюються три із шести досліджених морфометричних індексів *B. articulatum*. Виявлено достовірний зв'язок відношення довжини передньоспинки до її максимальної ширини (Lp/Sp), довжини надкрил до довжини передньоспинки (Le/Lp), максимальної ширини передньоспинки до її ширини між задніми кутами (Sp3/Sp2) з умовами середовища існування (табл. 7.3). Статевий диморфізм *B. articulatum* відсутній за всіма дослідженими індексами.

Таблиця 7.3

Результати MANOVA морфометричних індексів *B. articulatum*

Індекс	Джерело варіювання	$Beta \pm SE$	$B \pm SE$	$t(210)$	$P$
(Sc +Sp +Se)/3Lb	фактор А	$-0,134 \pm 0,069$	$-0,001 \pm 0,001$	-1,94	0,053
	фактор Б	$0,051 \pm 0,069$	$0,001 \pm 0,001$	0,73	0,463
	взаємодія АБ	–	$0,238 \pm 0,088$	2,71	0,007
Lp/Sp	фактор А	$-0,213 \pm 0,068$	$-0,003 \pm 0,001$	-3,14	0,002
	фактор Б	$-0,008 \pm 0,068$	$-0,001 \pm 0,006$	-0,12	0,901
	взаємодія АБ	–	$0,960 \pm 0,576$	1,67	0,097
Le/Lp	фактор А	$0,221 \pm 0,068$	$0,010 \pm 0,003$	3,26	0,001
	фактор Б	$-0,051 \pm 0,068$	$-0,012 \pm 0,016$	-0,76	0,451
	взаємодія АБ	–	$4,072 \pm 1,641$	2,48	0,014
Se/Sp	фактор А	$-0,038 \pm 0,069$	$-0,001 \pm 0,001$	-0,55	0,583
	фактор Б	$-0,119 \pm 0,069$	$-0,011 \pm 0,006$	-1,72	0,087
	взаємодія АБ	–	$2,701 \pm 0,640$	4,22	<0,001
Sp3/Sp2	фактор А	$-0,161 \pm 0,069$	$-0,003 \pm 0,001$	2,34	0,020
	фактор Б	$-0,016 \pm 0,069$	$-0,002 \pm 0,007$	-0,23	0,817
	взаємодія АБ	–	$1,713 \pm 0,718$	2,39	0,018
Le/Se	фактор А	$0,006 \pm 0,070$	$0,000 \pm 0,001$	0,09	0,926
	фактор Б	$0,028 \pm 0,070$	$0,002 \pm 0,006$	0,40	0,690
	взаємодія АБ	–	$1,345 \pm 0,570$	2,36	0,019

Примітки: (Sc+Sp+Se)/3Lb – відношення середнього арифметичного ширини голови, передньоспинки та надкрил до довжини тіла, Lp/Sp – відношення довжини передньоспинки до її максимальної ширини, Le/Lp – відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки, Se/Sp – відношення максимальної ширини надкрил до максимальної ширини передньоспинки, Sp3/Sp2 – відношення максимальної ширини передньоспинки до її ширини на задньому краї, Le/Se – відношення довжини надкрил до їх ширини; фактор А – умови середовища існування, фактор Б – статеві приналежність;  $BETA$  –  $\beta$ -коефіцієнт рівняння,  $B$  – коефіцієнт рівняння регресії,  $t$  – значення критерію Стьюдента для коефіцієнтів рівняння регресії.

Аналіз властивостей ґрунту, рослинного покриву та антропогенного навантаження у досліджуваних екосистемах не дозволив виділити будь-який визначальний фактор, що достовірно впливає на морфологічну мінливість *B. articulatum*, але такий вплив виявлено на інші види турунів (Blake et al., 1994; Giglio et al., 2011; Sukhodolskaya, 2013).

## **7.2. Статевий диморфізм за морфометричними характеристиками та індексами *B. articulatum***

Коефіцієнт варіації (CV, %) для лінійних характеристик змінється в діапазоні 3,4–5,6 % (табл. 7.4). Мінливість морфометричних характеристик самок і самців достовірно не відрізняється ( $P = 0,151$ ,  $F = 2,31$ ,  $F_{0,05} = 4,60$ ): для самок у середньому  $CV = 4,63 \pm 0,33$  %, для самців  $CV = 4,21 \pm 0,69$  %,. Мінливість морфометричних індексів нижча, ніж лінійних параметрів. Мінливість самок за пропорціями тіла ( $CV = 2,98 \pm 0,93$  %) достовірно не відрізняється від мінливості самців ( $CV = 3,54 \pm 1,10$  %) ( $P = 0,359$ ,  $F = 0,92$ ,  $F_{0,05} = 4,97$ ).

За багатьма проаналізованими морфометричними характеристиками – довжина тіла, ширина голови, довжина передньоспинки, ширина передньоспинки між передніми та задніми кутами, максимальна ширина передньоспинки, довжина надкрил (табл. 7.4) – отримано достовірні відмінності між самцями та самками ( $P < 10^{-8}$ ). Самці *B. articulatum* мають менші абсолютні розміри та менший діапазон мінливості лінійних параметрів тіла.

Статевий диморфізм *B. articulatum* відсутній за всіма розглянутими морфометричними індексами (табл. 7.4). Хоча абсолютні розміри самців менші за такі у самок, пропорції тіла достовірно не відрізняються. Розмір задніх кутів передньоспинки (В) достовірно не відрізняється у самців і самок *B. articulatum*.

Мінливість морфометричних характеристик та індексів  
у самців і самок *B. articulatum*

Характеристика	Стать	$x \pm SD$	$Ex$	$As$	$CV$	$D$	Min – Max	$F (F_{0,05} = 3,89, df1 = 1, df2 = 211)$	$P$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lb	самець	3,661 ± 0,140	-0,22	0,04	3,8	0,684	3,359 – 4,043	75,28	1,1•10 <sup>-15</sup>
	самка	3,854 ± 0,172	-0,13	-0,45*	4,5	0,901	3,302 – 4,203		
Lp	самець	0,799 ± 0,045	0,83	-0,43*	5,6	0,279	0,643 – 0,922	38,29	3,1•10 <sup>-9</sup>
	самка	0,835 ± 0,040	1,33***	-0,54**	4,7	0,240	0,669 – 0,909		
Le	самець	2,298 ± 0,095	0,16	0,23	4,2	0,473	2,116 – 2,589	65,54	4,5•10 <sup>-14</sup>
	самка	2,420 ± 0,116	0,06	-0,37*	4,8	0,624	2,043 – 2,667		
Sc	самець	0,926 ± 0,034	0,99**	-0,72**	3,7	0,185	0,817 – 1,002	60,12	3,7•10 <sup>-13</sup>
	самка	0,969 ± 0,042	2,41***	-1,00***	4,3	0,272	0,777 – 1,049		
Sp1	самець	0,737 ± 0,034	-0,01	-0,23	4,6	0,167	0,647 – 0,814	51,34	1,3•10 <sup>-11</sup>
	самка	0,775 ± 0,041	-0,44	-0,01	5,3	0,206	0,674 – 0,880		
Sp2	самець	0,919 ± 0,031	-0,36	0,05	3,4	0,144	0,849 – 0,994	67,85	1,8•10 <sup>-14</sup>
	самка	0,962 ± 0,042	0,16	-0,38	4,4	0,221	0,838 – 1,059		
Sp3	самець	0,601 ± 0,027	-0,15	0,09	4,5	0,127	0,542 – 0,670	51,36	1,3•10 <sup>-11</sup>
	самка	0,630 ± 0,030	0,54	-0,29	4,7	0,170	0,550 – 0,720		
Se	самець	1,461 ± 0,058	0,67	0,25	3,9	0,350	1,314 – 1,664	81,77	1,0•10 <sup>-16</sup>
	самка	1,541 ± 0,066	0,20	-0,27	4,3	0,364	1,364 – 1,728		
B	самець	92 ± 5	0,72	0,56*	5,6	27	82 – 108	0,80	0,371
	самка	93 ± 6	3,11***	-0,40*	6,5	42	66 – 108		
P	самець	168 ± 19	1,98***	0,68**	11,0	110	133 – 244	7,21	0,008
	самка	162 ± 16	-0,94**	0,06	10,1	59	133 – 192		
K1	самець	3,37 ± 0,55	-0,01	-0,57*	16,4	2,0	2,0 – 4,0	5,30	0,022
	самка	3,53 ± 0,46	-0,72	-0,43*	13,0	2,0	2,0 – 4,0		

## Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K2	самець	1,68 ± 0,63	-0,08	0,58*	37,1	2,5	1,0 – 3,5	0,10	0,746
	самка	1,71 ± 0,56	-0,35	0,31	32,5	2,0	1,0 – 3,0		
(Sc+Sp+Se)/3Lb	самець	0,301 ± 0,007	0,64	0,34	2,2	0,035	0,287 – 0,322	0,97	0,324
	самка	0,300 ± 0,006	-0,31	0,26	1,9	0,028	0,289 – 0,316		
Lp/Sp	самець	0,870 ± 0,045	3,14***	0,02	5,2	0,339	0,704 – 1,042	0,08	0,780
	самка	0,869 ± 0,037	1,00**	-0,03	4,3	0,245	0,749 – 0,994		
Le/Lp	самець	2,881 ± 0,129	1,66***	0,55*	4,5	0,730	2,592 – 3,321	1,35	0,246
	самка	2,900 ± 0,107	1,13***	0,31	3,7	0,688	2,531 – 3,219		
Se/Sp	самець	1,591 ± 0,051	11,68*** *	2,23***	3,2	0,391	1,491 – 1,882	2,78	0,097
	самка	1,601 ± 0,039	2,83***	0,75***	2,4	0,277	1,506 – 1,784		
Sp3/Sp2	самець	1,529 ± 0,051	-0,22	0,17	3,3	0,239	1,421 – 1,660	0,01	0,942
	самка	1,528 ± 0,050	11,03*** *	1,74***	3,3	0,447	1,383 – 1,829		
Le/Se	самець	1,573 ± 0,045	0,46	-0,18	2,9	0,251	1,428 – 1,679	0,15	0,696
	самка	1,571 ± 0,035	-0,16	-0,01	2,2	0,182	1,484 – 1,665		

Примітки:  $\bar{x}$  – середнє значення, SD – стандартне відхилення, Ex – ексцес, As – асиметрія, CV – коефіцієнт варіації (%), D – діапазон змін характеристики або індексу, Min – Max – мінімальне та максимальне значення, F – значення F-критерію Фішера, P – достовірність відмінностей характеристик або індексів для самців і самок; для As та Ex \* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$ ;  $n_{\text{male}} = 87$ ,  $n_{\text{female}} = 126$ ; назви характеристик див. табл. 7.2, 7.3.

Щільність пунктирування надкрил (P) у самців достовірно вища ( $P < 0,01$ ). Контрастність задньої світлої плями надкрил (K2), що оцінена в балах, не відрізняється в особин різної статті (табл. 7.4), у той час як передня світла пляма надкрил (K1) у самців контрастніша.

Екологічне значення мають закономірності розподілу морфометричних характеристик. Нормальний розподіл (табл. 7.4, рис. 7.2, 7.3) для самців і самок властивий за шириною передньоспинки та надкрил (Sp1, Sp2, Sp3, Se).



Зареєстровано від'ємну асиметрію у самців і самок для ширини голови (Sc, рис. 7.1) та довжини передньоспинки (Lp, рис. 7.1): у досліджених групах особин переважають екземпляри з великими значеннями даних характеристик (табл. 7.4). У самок виявлено від'ємну асиметрію для довжини тіла (Lb, рис. 7.1) та надкрил (Le, рис. 7.3): у досліджених групах особин переважають самки з більшою довжиною черевця (i, відповідно, тіла).

Для *B. articulatum* характерні різноспрямовані зміни за величиною задніх кутів передньоспинки (B, табл. 7.4, рис. 7.3): у самців асиметрія позитивна (більш поширені екземпляри з меншою величиною заднього кута), а у самок – негативна (домінують екземпляри з більшою величиною заднього кута).

Серед морфометричних індексів тільки для відношення ширини надкрил до максимальної ширини передньоспинки ( $Se/Sp$ , табл. 7.4, рис. 7.5) самців і самок виявлено достовірну позитивну асиметрію: переважають екземпляри з меншим значенням цього індексу, тобто з вужчими відносно передньоспинки надкрилами.

Позитивна асиметрія та ексцес виявлені для відношення максимальної ширини передньоспинки до її ширини між задніми кутами ( $Sp3/Sp2$ , табл. 7.4, рис. 7.5). Це свідчить про переважання у групах особин самок із меншими значеннями цього індексу, тобто з майже паралельними боками передньоспинки.

Для самців і самок виявлено достовірний ексцес для індексів  $Lp/Sp$  (рис. 7.4),  $Le/Lp$  (рис. 7.4),  $Se/Sp$  (рис. 7.5), для самок – також для індексу  $Sp3/Sp2$  (рис. 7.5). Це вказує на менший ступінь мінливості пропорцій тіла порівняно з лінійними характеристиками (табл. 7.4).

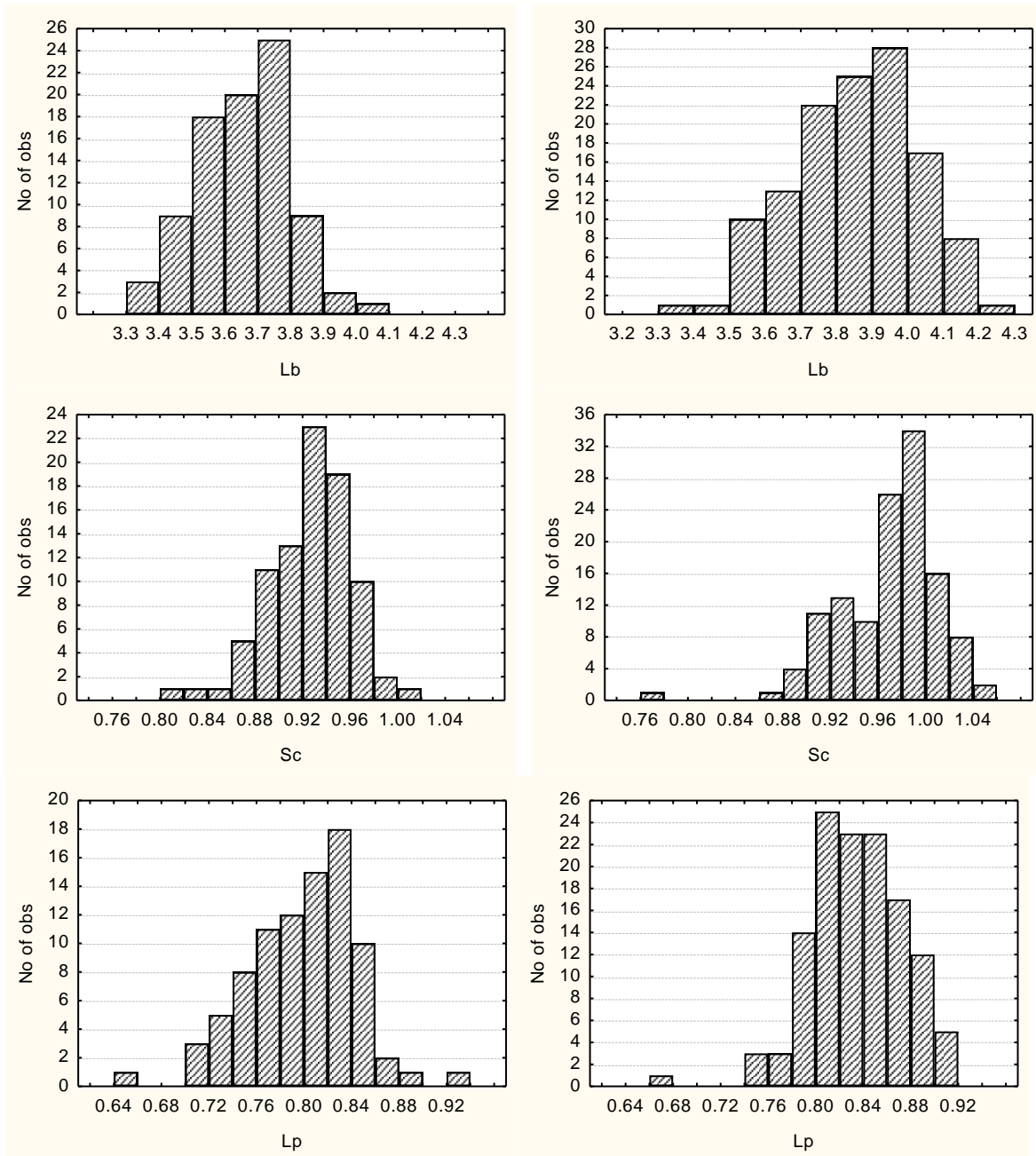


Рис. 7.1. Мінливість довжини тіла (Lb), ширини голови (Sc) та довжини передньоспинки (Lp) *B. articulatum*: зліва – самці (n = 87), справа – самки (n = 126); по осі абсцис – значення характеристик у міліметрах, по осі ординат – кількість особин

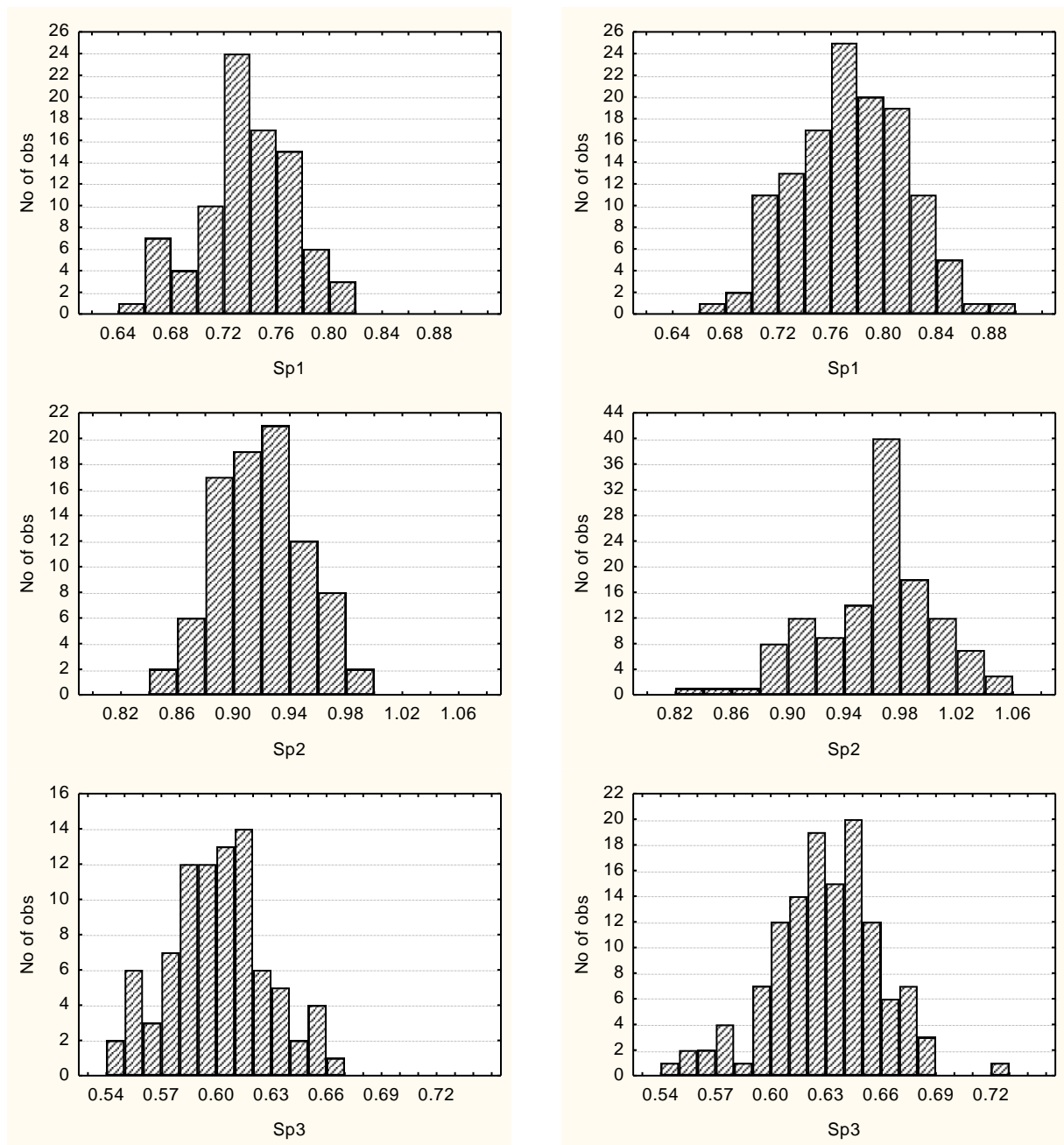


Рис. 7.2. Мінливість максимальної ширини передньоспинки (Sp3), її ширини на передньому (Sp1) та задньому краї (Sp2) *B. articulatum*: зліва – самці (n = 87), справа – самки (n = 126); по осі абсцис – значення характеристик у міліметрах, по осі ординат – кількість особин

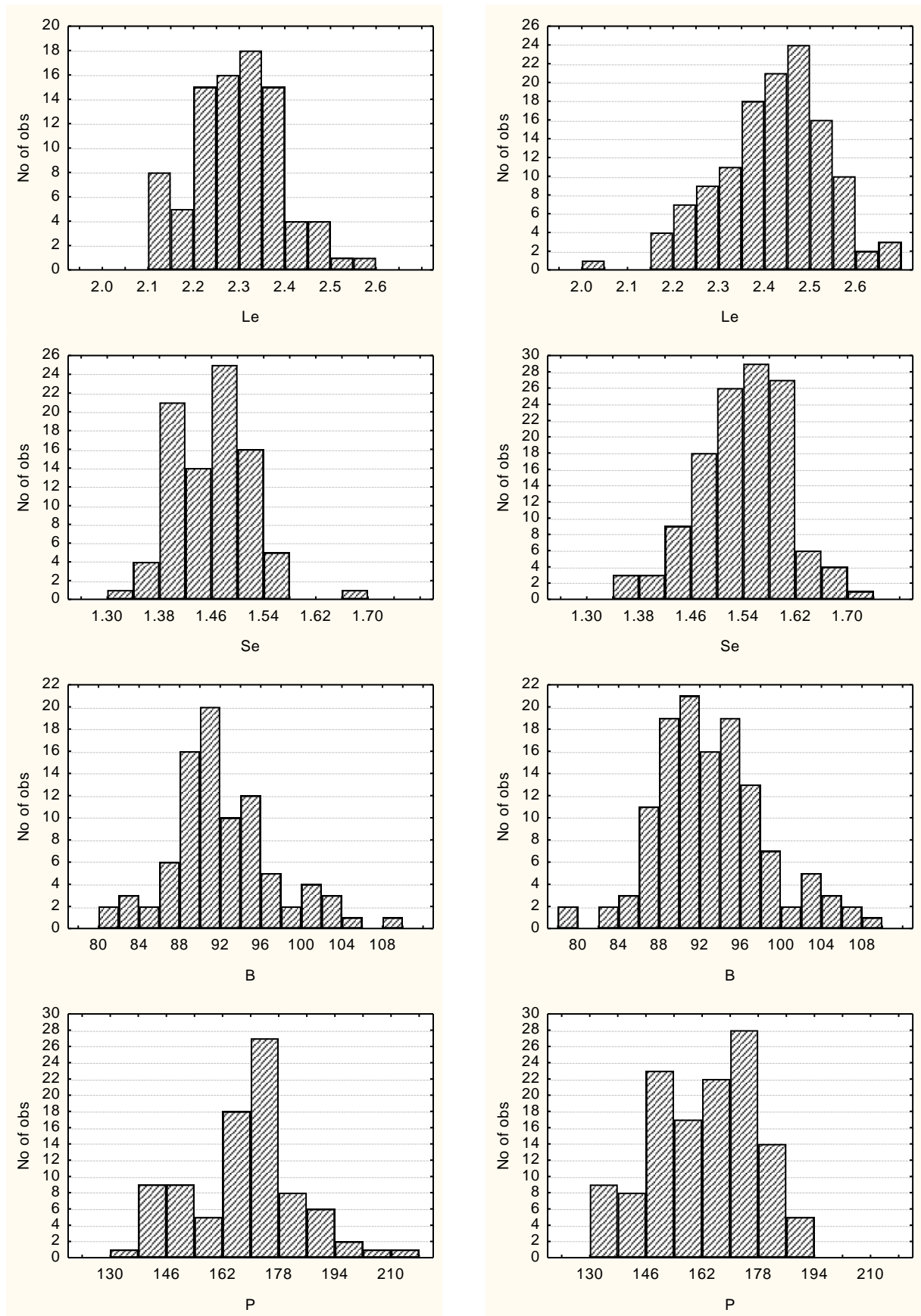


Рис. 7.3. Мінливість довжини (Le) та ширини надкрил (Se), заднього кута передньоспинки (B, градуси) та щільності пунктирування надкрил (P, од./мм<sup>2</sup>) у *B. articulatum*: зліва – самці (n = 87), справа – самки (n = 126); по осі абсцис – значення характеристик, по осі ординат – кількість особин

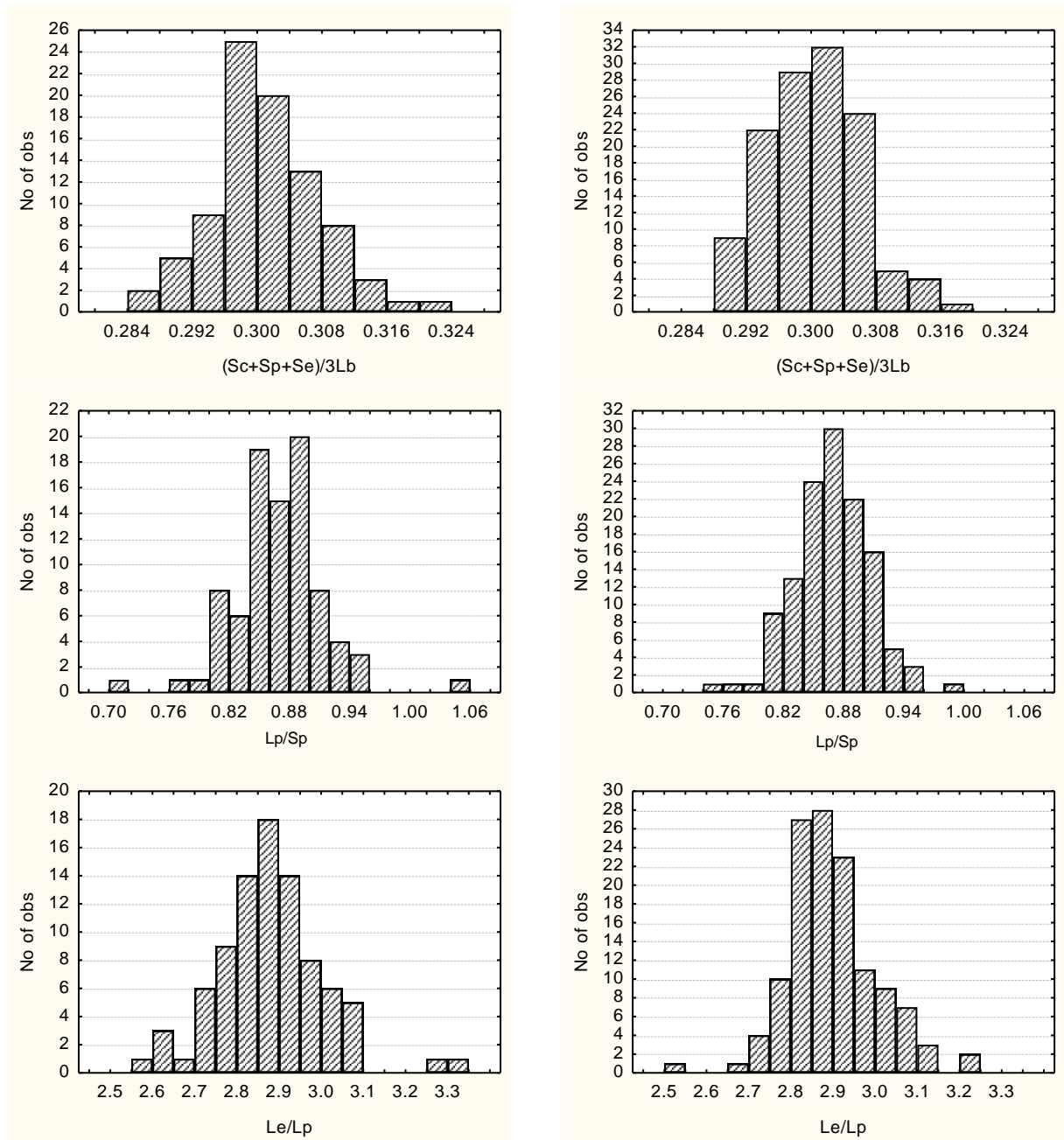


Рис. 7.4. Мінливість морфометричних індексів *B. articulatum*: назви індексів див. табл. 6.3; зліва – самці (n = 87), справа – самки (n = 126); по осі абсцис – значення індексу, по осі ординат – кількість особин

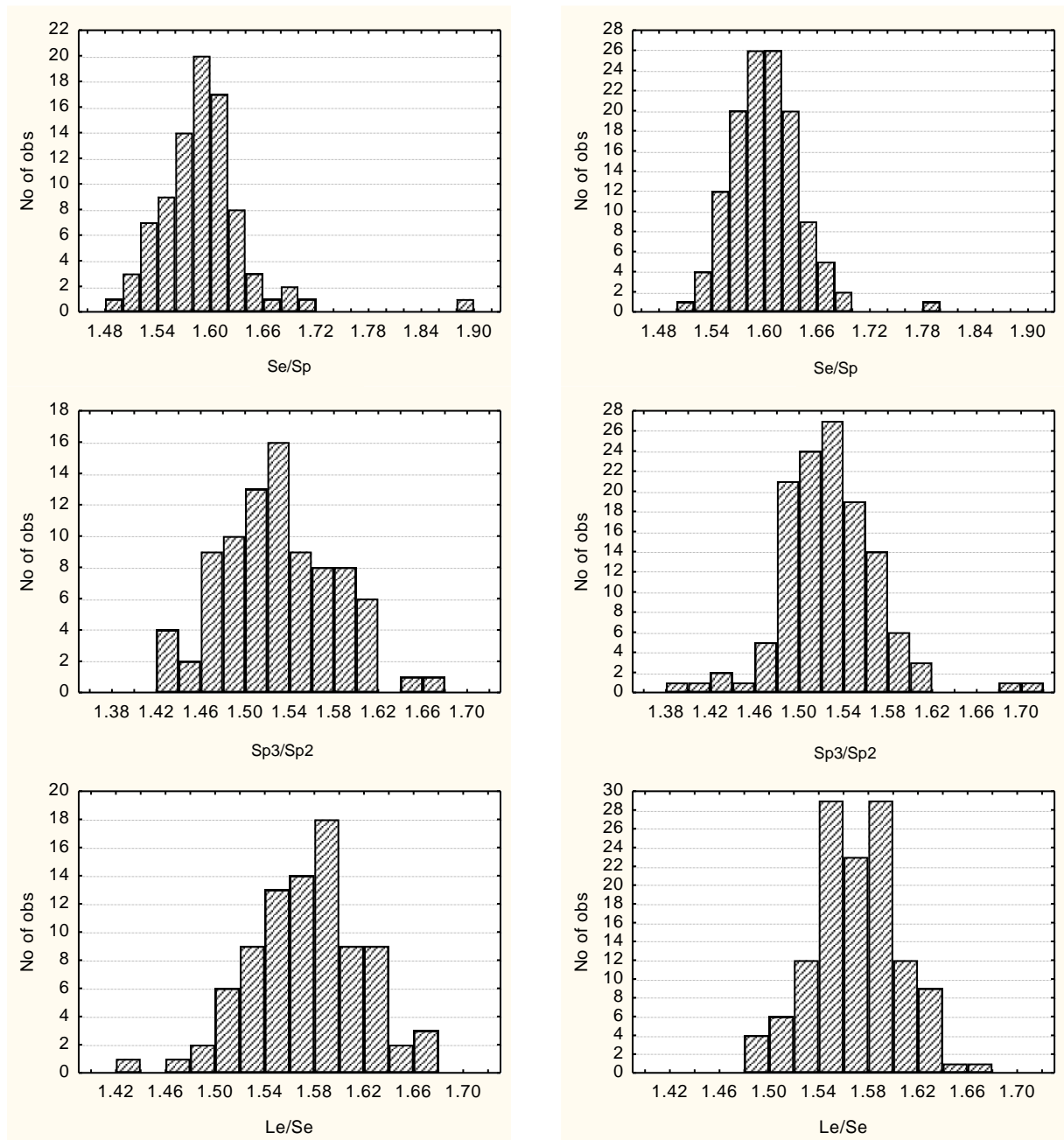


Рис. 7.5. Мінливість морфометричних індексів *B. articulatum*: назви індексів див. табл. 6.3; зліва – самці (n = 87), справа – самки (n = 126); по осі абсцис – значення індексу, по осі ординат – кількість особин

### 7.3. Загальні параметри мінливості морфометричних характеристик та індексів *B. articulatum*

Результати аналізу головних компонентів (PCA) ілюструють типову для подібних популяцій навколородних турунів морфологічну мінливість *B. articulatum* (рис. 7.6). На першому місці серед факторів PCA аналізу (52,6 % дисперсії), що визначають мінливість розмірів тіла, перебуває статева

приналежність (рис. 7.6, 7.7а, 7.8). На рисунку 7.8 позитивним значенням фактора 1 відповідають переважно самці, негативним – переважно самки. Лінійні характеристики змінюються залежно від статевої приналежності жука (рис. 7.7а). Фактори 2, 3 і 4 (рис. 7.7а, б), спільно описують 27,1 % дисперсії та відображають мінливість величини задніх кутів передньоспинки (В), щільності пунктирування надкрил (Р), контрастності передньої та задньої світлих плям надкрил (К1, К2). Фактори 5 і 6 (рис. 7.7в), спільно описують 11,0 % дисперсії вибірки та відображають мінливість довжини передньоспинки (Lp), її ширини Sp1, а також контрастності передньої та задньої плям надкрил (К1, К2).

Фактор 7 (описує 3,3 % дисперсії, рис. 7.7г) визначається шириною передньоспинки (Sp1, Sp2 і Sp3), а фактор 8 (2,1 % дисперсії, рис. 7.7г) – довжиною тіла (Lb), надкрил (Le), передньоспинки (Lp) та шириною надкрил (Se).

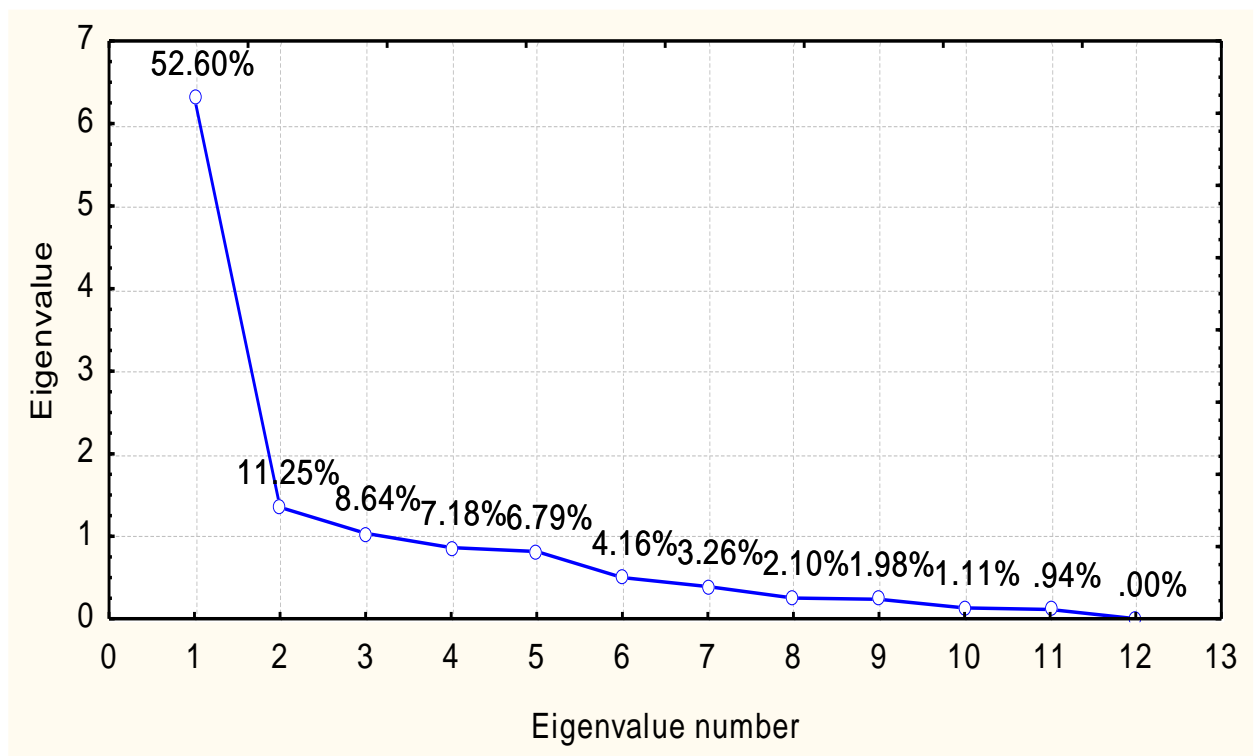


Рис. 7.6. Власні значення кореляційної матриці PCA аналізу досліджених груп особин *B. articulatum*

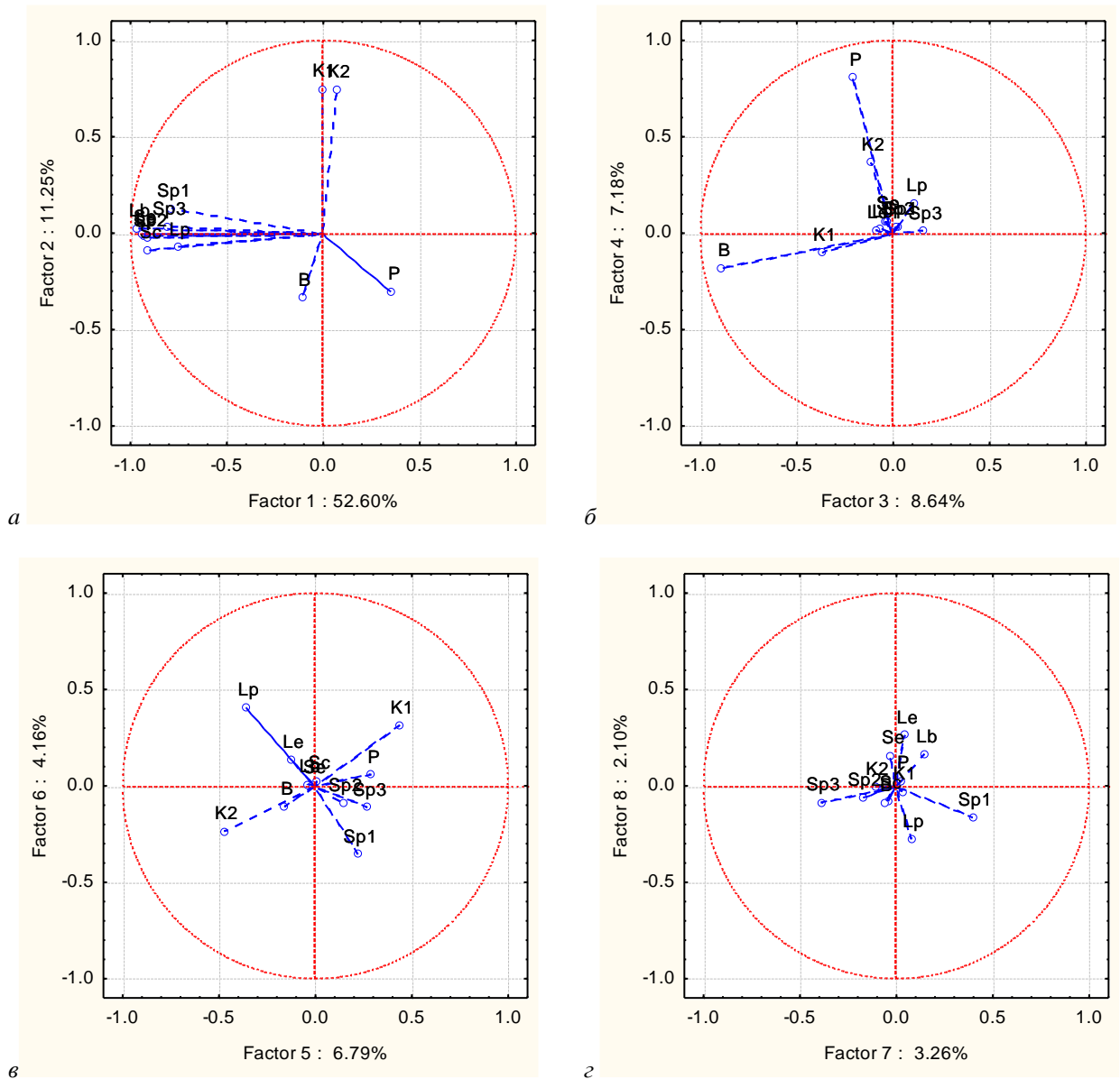


Рис. 7.7. Результати PCA аналізу досліджених груп особин *B. articulatum*, у факторному просторі (а–г): 8 найбільш значимих факторів



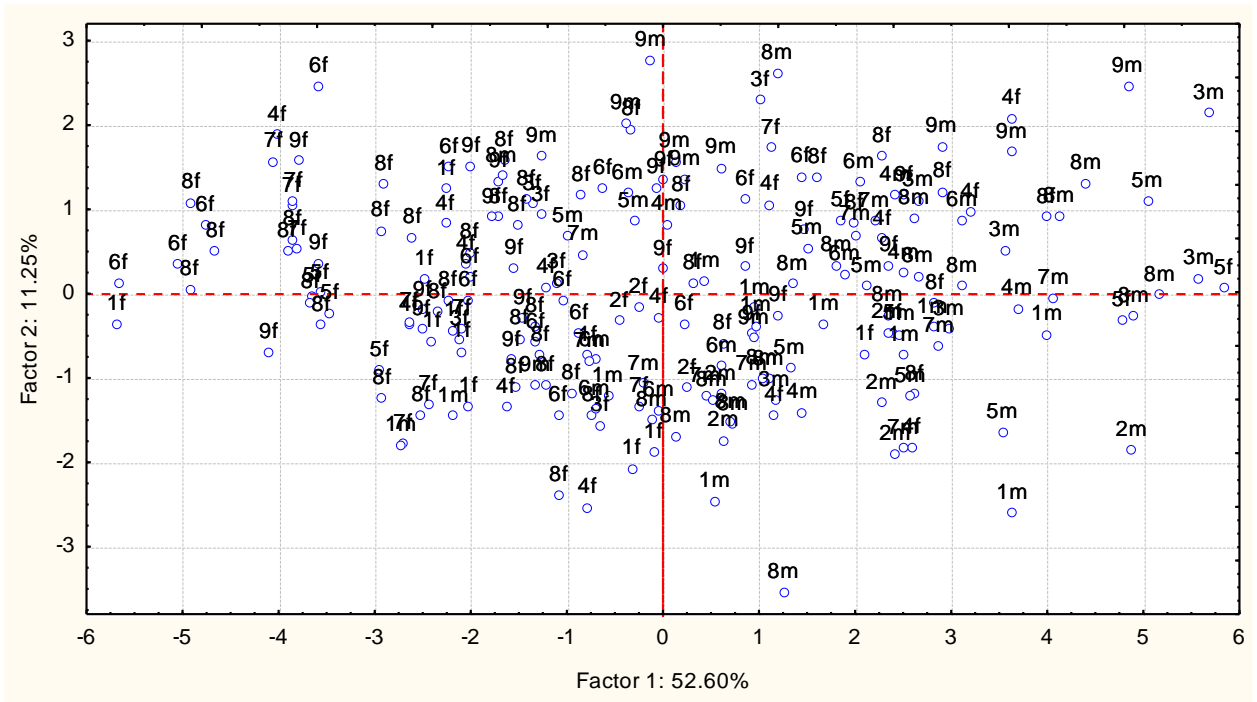


Рис. 7.8. Розподіл екземплярів *V. articulatum* у факторному просторі факторів 1 і 2: m – самці (переважно позитивні значення фактора 1), f – самки (переважно негативні значення фактора 1)

Висновки по розділу:

- 1) мінливість особин *V. articulatum* між дослідженими екосистемами виявлено за довжиною та шириною передньоспинки між передніми та задніми кутами, за щільністю пунктирування надкрил і за чотирма морфометричними індексами;
- 2) статевий диморфізм *V. articulatum* спостерігається за всіма лінійними характеристиками та відсутній за морфометричними індексами;
- 3) нормальний розподіл морфометричних характеристик для самців і самок *V. articulatum* характерний за шириною передньоспинки та надкрил (Sp1, Sp2, Sp3, Se);
- 4) за результатами аналізу головних компонентів виявлено 12 факторів, які впливають на морфологічну мінливість *V. articulatum*, на першому місці серед факторів (52,6 % дисперсії), що визначають мінливість розмірів тіла, перебуває статева приналежність;

- 5) фактори 2, 3 і 4 спільно описують 27 % дисперсії і відображають мінливість величини задніх кутів передньоспинки, щільності пунктирування надкрил, контрастності передніх і задніх світлих плям надкрил, 5 і 6 – 11 %;
- 6) фактори 5 і 6 відображають 11 % дисперсії та мінливість довжини передньоспинки, її ширини Sp1, а також контрастності передньої та задньої плям надкрил.

*Основні публікації дисертанта за матеріалами розділу:*

- Brygadyrenko, V. V., & Slynko, V. O. (2015). Morphological variability of *Bembidion articulatum* (Coleoptera, Carabidae) populations: Linear dimensions depend on sex, while morphological indices depend on ecosystems. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 10(1), 163–187.
- Комлик, В. О., Бригадиренко, В. В. (2016). Статеві мінливості *Bembidion articulatum* (Coleoptera, Carabidae). *Проблеми сучасної ентомології: Тези доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції*. (С. 44). Київ.

*Перелік посилань:*

- Карпова, В. Е., Маталин, А. В. (1993). Аннотированный список жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) юга Молдовы. *Энтомологическое обозрение*, 72(3), 570–585.
- Blake, S., Foster, G. N., Eyre, M. D., & Luff, M. L. (1994). Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles. *Pedobiologia*, 38, 502–512.
- Freude, H. (2004). *Die Kafer Mitteleuropas. Band 2. Adepaha. 1. Carabidae (Laufkafer)*. Heidelberg: Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag.
- Giglio, A., Giulianini, P. G., Zetto, T., & Talarico, F. (2011). Effects of the pesticide dimethoate on a non-target generalist carabid, *Pterostichus melasitalicus* (Dejean, 1828) (Coleoptera: Carabidae). *Italian Journal of Zoology*, 78(4), 471–477. doi:10.1080/11250003.2011.571222

- Haberman, H. (1968). *Eesti jooksiklased (Coleoptera, Carabidae)*. Tallinn: Valgus.
- Hůrka, K. (1996). *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Zlin: Kabourek.
- Lindroth, C. H. (1974). *Handbooks for the identification of British insects. Coleoptera, Carabidae*. Vol. 4, part 2. London: Royal Entomological Society of London.
- Lindroth, C. H. (1985). *The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark*. Vol. 15, part 1. Leiden-Copenhagen: Scandinavian Science Press Ltd.
- Sukhodolskaya, R. (2013). Intraspecific body size variation in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in urban – suburban – rural – natural gradient. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 13(1), 121–128.

**РОЗДІЛ 8. МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ *B. ASPERICOLLE*  
У НАВКОЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИСАМАР'Я  
ДНІПРОВСЬКОГО**

**8.1. Мінливість лінійних параметрів і морфометричних індексів**

***B. aspericolle***

Літературні дані щодо морфометричних характеристик *B. aspericolle* обмежені інформацією про довжину тіла. Із літературних джерел (табл. 8.1) відомо, що довжина тіла змінюється в межах 2,0–2,8 мм. У наших дослідженнях середня довжина тіла самок змінюється в діапазоні 2,35–2,44 мм, самців – 2,21–2,27 мм.

Таблиця 8.1

Довжина тіла *B. aspericolle* за різними літературними джерелами

Країна	Розміри, мм	Джерело
Чехія, Словаччина	2,0–2,5	Hürka, 1996
Італія	2,0–2,8	Neri, 2004
Україна	2,2–2,4	результати цих досліджень

Розмір тіла безхребетних тварин контролюється факторами навколишнього середовища (Di Grumo & Lovei, 2016; Tseng & Pari, 2018). Один із найважливіших факторів, що діють на морфологічну мінливість жуків, – антропогенний вплив. Наразі інтенсивно розвивається дослідження морфометричної мінливості жуку за дії антропогенних факторів (Weller & Ganzhorn, 2003; Lagisz, 2008; Sukhodolskaya & Saveliev, 2014). Реакція різних видів Carabidae на антропогенний вплив може відрізнятися. Результати досліджень суперечливі: в одних видів жуків за збільшення антропогенного навантаження розміри тіла зменшуються, в інших – збільшуються, у третіх – не змінюються (Sukhodolskaya, 2013).

Проведено оцінювання морфологічної мінливості *B. aspericolle* у трьох екосистемах, що відрізняються за рівнем антропогенного впливу. Довжина тіла (Lb) самок у досліджених екосистемах у середньому більша довжини тіла самців (табл. 8.2).

Мінливість морфометричних характеристик тіла *B. aspericolle*

в антропогенно трансформованих екосистемах Присамар'я Дніпровського

Характеристика	Самки			Самці		
	низький рівень антропогенного впливу	середній рівень антропогенного впливу	високий рівень антропогенного впливу	низький рівень антропогенного впливу	середній рівень антропогенного впливу	високий рівень антропогенного впливу
Lb	2445 ± 104 <sup>a</sup>	2376 ± 122 <sup>ab</sup>	2354 ± 122 <sup>b</sup>	2270 ± 118 <sup>b</sup>	2209 ± 127 <sup>b</sup>	2270 ± 122 <sup>b</sup>
Lc	395 ± 29 <sup>a</sup>	407 ± 22 <sup>a</sup>	388 ± 25 <sup>a</sup>	374 ± 35 <sup>a</sup>	370 ± 13 <sup>a</sup>	384 ± 23 <sup>a</sup>
Lp	537 ± 32 <sup>a</sup>	527 ± 27 <sup>ab</sup>	543 ± 32 <sup>a</sup>	511 ± 29 <sup>b</sup>	493 ± 13 <sup>bc</sup>	512 ± 33 <sup>b</sup>
Le	1513 ± 83 <sup>a</sup>	1441 ± 33 <sup>ab</sup>	1422 ± 102 <sup>b</sup>	1384 ± 89 <sup>b</sup>	1346 ± 124 <sup>b</sup>	1373 ± 102 <sup>b</sup>
Sc	585 ± 25 <sup>a</sup>	583 ± 13 <sup>a</sup>	586 ± 24 <sup>a</sup>	553 ± 30 <sup>b</sup>	508 ± 35 <sup>bc</sup>	564 ± 26 <sup>ab</sup>
Sp1	508 ± 29 <sup>a</sup>	502 ± 28 <sup>a</sup>	505 ± 24 <sup>a</sup>	478 ± 27 <sup>b</sup>	457 ± 14 <sup>bc</sup>	486 ± 22 <sup>ab</sup>
Sp2	444 ± 24 <sup>a</sup>	425 ± 27 <sup>a</sup>	434 ± 26 <sup>a</sup>	416 ± 22 <sup>ab</sup>	387 ± 21 <sup>b</sup>	417 ± 31 <sup>ab</sup>
Sp3	634 ± 31 <sup>a</sup>	630 ± 20 <sup>a</sup>	634 ± 29 <sup>a</sup>	599 ± 26 <sup>ab</sup>	572 ± 15 <sup>b</sup>	608 ± 35 <sup>ab</sup>
Se	996 ± 47 <sup>a</sup>	985 ± 36 <sup>a</sup>	970 ± 46 <sup>a</sup>	931 ± 42 <sup>a</sup>	882 ± 12 <sup>b</sup>	930 ± 62 <sup>a</sup>
B1	103,0 ± 6,3 <sup>a</sup>	107,0 ± 9,3 <sup>a</sup>	103,1 ± 5,9 <sup>a</sup>	101,3 ± 5,3 <sup>a</sup>	107,0 ± 4,9 <sup>a</sup>	104,5 ± 5,4 <sup>a</sup>
B2	104,9 ± 6,2 <sup>a</sup>	107,7 ± 7,6 <sup>a</sup>	105,1 ± 6,0 <sup>a</sup>	102,8 ± 4,9 <sup>a</sup>	104,2 ± 5,5 <sup>a</sup>	105,2 ± 6,4 <sup>a</sup>
B	103,9 ± 5,7 <sup>a</sup>	107,3 ± 8,4 <sup>a</sup>	104,1 ± 5,6 <sup>a</sup>	102,1 ± 4,6 <sup>a</sup>	105,6 ± 5,2 <sup>a</sup>	104,9 ± 5,7 <sup>a</sup>
L2l	543 ± 45 <sup>a</sup>	528 ± 25 <sup>a</sup>	528 ± 49 <sup>a</sup>	515 ± 26 <sup>a</sup>	511 ± 20 <sup>a</sup>	530 ± 35 <sup>a</sup>
L1l	417 ± 34 <sup>a</sup>	401 ± 22 <sup>a</sup>	416 ± 34 <sup>a</sup>	387 ± 47 <sup>a</sup>	382 ± 32 <sup>a</sup>	396 ± 32 <sup>a</sup>
L2r	545 ± 43 <sup>a</sup>	547 ± 33 <sup>a</sup>	523 ± 50 <sup>a</sup>	514 ± 33 <sup>a</sup>	497 ± 34 <sup>a</sup>	533 ± 39 <sup>a</sup>
L1r	423 ± 36 <sup>a</sup>	410 ± 33 <sup>a</sup>	428 ± 38 <sup>a</sup>	409 ± 33 <sup>a</sup>	384 ± 16 <sup>b</sup>	398 ± 34 <sup>ab</sup>
P1	16,3 ± 2,2 <sup>a</sup>	17,1 ± 1,9 <sup>a</sup>	16,6 ± 2,0 <sup>a</sup>	16,9 ± 2,3 <sup>a</sup>	17,7 ± 1,6 <sup>a</sup>	16,1 ± 1,9 <sup>a</sup>
P2	20,4 ± 1,7 <sup>a</sup>	21,4 ± 1,4 <sup>a</sup>	19,8 ± 2,0 <sup>a</sup>	21,3 ± 2,8 <sup>a</sup>	21,0 ± 1,7 <sup>a</sup>	21,5 ± 2,1 <sup>a</sup>
K1	2,26 ± 0,63 <sup>a</sup>	2,57 ± 0,53 <sup>a</sup>	2,47 ± 0,57 <sup>a</sup>	2,48 ± 0,59 <sup>a</sup>	2,89 ± 0,91 <sup>a</sup>	2,79 ± 0,80 <sup>a</sup>
Kr	2,68 ± 0,65 <sup>a</sup>	2,43 ± 0,53 <sup>a</sup>	2,66 ± 0,70 <sup>a</sup>	3,04 ± 0,71 <sup>a</sup>	3,13 ± 0,58 <sup>a</sup>	2,86 ± 0,86 <sup>a</sup>
K	2,47 ± 0,52 <sup>a</sup>	2,50 ± 0,50 <sup>a</sup>	2,56 ± 0,55 <sup>a</sup>	2,76 ± 0,56 <sup>a</sup>	3,17 ± 0,76 <sup>a</sup>	2,82 ± 0,64 <sup>a</sup>

Примітки: Lb – довжина тіла, Lc – довжина голови, Lp – довжина передньоспинки, Le – довжина надкрил, Sc – ширина голови з очима, Sp1 – ширина передньоспинки між передніми кутами, Sp2 – ширина передньоспинки між задніми кутами, Sp3 – максимальна ширина передньоспинки, Se – максимальна ширина надкрил, L2l – відстань між щетинконосними порами на лівому надкрилі, L2r – відстань між щетинконосними порами на правому надкрилі, L1l – відстань від основи лівого надкрила до першої щетинконосної пори, L1r – відстань від основи правого надкрила до першої щетинконосної пори, B1 – задній кут передньоспинки на лівій частині тіла, B2 – задній кут передньоспинки на правій частині тіла, B – середнє арифметичне значення кутів передньоспинки, P1 – щільність пунктирування передньоспинки, P2 – щільність пунктирування надкрил, K1 – контрастність світлої плями на вершині лівого надкрила, Kr – контрастність світлої плями на вершині правого надкрила, K – середнє арифметичне значення контрастності плям; однаковими літерами позначено екосистеми для самців і самок, відмінності між якими незначні за результатами тесту Тьюкі ( $P < 0,05$ ) з поправкою Бонферроні.

Статевий диморфізм *B. aspericolle* за довжиною тіла (Lb) найбільш виражений в екосистемах із низьким і середнім рівнем антропогенного навантаження, де самки більші за самців на 7,16 % і 7,03 % відповідно (табл. 8.2). В екосистемі з високим рівнем антропогенного навантаження самки трохи більші за самців (3,57 %). Відмінності у самців за довжиною тіла (Lb) у різних екосистемах не достовірні (табл. 8.2).

За довжиною голови (Lc) відмінності між жуками у вибірці відсутні. Достовірні відмінності за довжиною передньоспинки (Lp) між самцями та самками характерні для всіх досліджених екосистем. На пробних ділянках із низьким і середнім рівнем антропогенного навантаження у самок довші надкрила (Le), ніж у самців (на 8,53 % і 6,59 % відповідно). В екосистемі з високим рівнем антропогенного навантаження не виявлено статевого диморфізму за довжиною надкрил (3,45 %). Відмінності за довжиною надкрил у самок із різних екосистем достовірні, у самців – відсутні.

Самки мають ширшу голову (Sc) (відмінності складають 3,75–12,86 %) і передньоспинку (Sp1, Sp2, Sp3) порівняно із самцями. Мінливість даних лінійних параметрів у самців між екосистемами достовірною, у самок – ні (табл. 8.2). Однак не виявлено закономірної зміни даних промірів зі зростанням рівня антропогенного впливу. Самці екосистеми з середнім рівнем антропогенного пресу найдрібніші з досліджених жуків цього виду за довжиною (Lp) та шириною передньоспинки (Sp1, Sp2, Sp3), шириною голови (Sc).

Відмінності за шириною надкрил (Se), розміром кутів передньоспинки (B1, B2, B), щільністю пунктирування (P1, P2), контрастністю плям на вершині надкрил (K1, Kr, K), відстанню між щетинконосними порами на надкрилах (L2l, L2r), відстанню від першої щетинконосної пори до основи лівого надкрила (L1l) відсутні як між самками та самцями, так і між особинами різних екосистем. Тільки самці екосистеми із середнім рівнем антропогенного впливу відрізняються за відстанню від першої

щетинконосної пори до основи правого надкрила (L1r) від усіх досліджених екземплярів *B. aspericolle* (табл. 8.2).

Відповідно до результатів ANOVA, зі зростанням рівня антропогенного навантаження спостерігаються варіювання пропорцій тіла (Sc+Sp+Se)/3Lb, Le/Lp, Se/Sp, Le/Se у самок і Se/Sp у самців. Морфометричні індекси Lp/Sp і Sp3/Sp2 достовірно не відрізняються (табл. 8.3). Не проявляється статевий диморфізм за Lp/Sp і Sp3/Sp2.

Таблиця 8.3

Мінливість морфометричних індексів тіла *B. aspericolle*

в антропогенно трансформованих екосистемах Присамар'я Дніпровського

Характеристика	Самки			Самці		
	низький рівень антропогенного впливу	середній рівень антропогенного впливу	високий рівень антропогенного впливу	низький рівень антропогенного впливу	середній рівень антропогенного впливу	високий рівень антропогенного впливу
(Sc+Sp+Se)/3Lb	0,302 ± 0,011 <sup>a</sup>	0,308 ± 0,004 <sup>ab</sup>	0,311 ± 0,012 <sup>b</sup>	0,306 ± 0,008 <sup>ab</sup>	0,295 ± 0,021 <sup>b</sup>	0,309 ± 0,011 <sup>ab</sup>
Lp/Sp	0,848 ± 0,053 <sup>a</sup>	0,836 ± 0,026 <sup>a</sup>	0,857 ± 0,035 <sup>a</sup>	0,854 ± 0,039 <sup>a</sup>	0,860 ± 0,016 <sup>a</sup>	0,843 ± 0,028 <sup>a</sup>
Le/Lp	2,821 ± 0,166 <sup>a</sup>	2,737 ± 0,118 <sup>ab</sup>	2,621 ± 0,161 <sup>b</sup>	2,711 ± 0,163 <sup>b</sup>	2,731 ± 0,272 <sup>ab</sup>	2,682 ± 0,154 <sup>b</sup>
Se/Sp	1,571 ± 0,040 <sup>a</sup>	1,564 ± 0,063 <sup>ab</sup>	1,531 ± 0,032 <sup>b</sup>	1,555 ± 0,037 <sup>ab</sup>	1,542 ± 0,027 <sup>ab</sup>	1,529 ± 0,030 <sup>b</sup>
Sp3/Sp2	1,432 ± 0,048 <sup>a</sup>	1,485 ± 0,079 <sup>a</sup>	1,463 ± 0,055 <sup>a</sup>	1,441 ± 0,047 <sup>a</sup>	1,480 ± 0,075 <sup>a</sup>	1,461 ± 0,048 <sup>a</sup>
Le/Se	1,519 ± 0,066 <sup>a</sup>	1,463 ± 0,032 <sup>b</sup>	1,466 ± 0,083 <sup>b</sup>	1,486 ± 0,050 <sup>b</sup>	1,527 ± 0,153 <sup>a</sup>	1,478 ± 0,082 <sup>ab</sup>

Примітки: (Sc+Sp+Se)/3Lb – відношення середнього арифметичного значення ширини голови, передньоспинки та надкрил до довжини тіла, Lp/Sp – відношення довжини передньоспинки до її максимальної ширини, Le/Lp – відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки, Se/Sp – відношення максимальної ширини надкрил до максимальної ширини передньоспинки, Sp3/Sp2 – відношення максимальної ширини передньоспинки до її ширини на задньому краї, Le/Se – відношення довжини надкрил до їх ширини; однаковими літерами позначено екосистеми для самців і самок, відмінності між якими незначні за результатами тесту Тьюкі ( $P < 0,05$ ) з поправкою Бонферроні.

Таким чином, у самок *B. aspericolle* зі збільшенням інтенсивності антропогенного впливу відбувається зміна лінійних розмірів тіла. Для самців

така закономірність не простежується. Згідно з результатами однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA), самки в екосистемі з високим рівнем антропогенного навантаження мають меншу довжину тіла на 3,72 % і довжину надкрил на 6,02 % порівняно із самками в екосистемі з низьким рівнем антропогенного впливу. Аналогічні дані отримані М. Lagisz (2008) для *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787) і R. Sukhodolskaya (2013) для *Carabus aeruginosus* (Fischer von Waldheim, 1823). В екосистемах із низьким і середнім рівнями антропогенного навантаження виявлено статевий диморфізм за довжиною тіла, шириною голови, довжиною та шириною передньоспинки, довжиною надкрил. В екосистемі з високим рівнем антропогенної трансформації статевий диморфізм спостерігається тільки за шириною голови та передньоспинки. Із зростанням антропогенного навантаження спостерігається достовірне зниження абсолютного значення відношення максимальної ширини надкрил до максимальної ширини передньоспинки ( $Se/Sp$ ) у *B. aspericolle*.

## **8.2. Загальні параметри мінливості морфометричних характеристик та індексів *B. aspericolle* за впливу антропогенних факторів**

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу (MANOVA) морфометричних характеристик *B. aspericolle* з інтенсивністю антропогенного навантаження пов'язана мінливість довжини надкрил ( $Le$ ) і ширини голови ( $Sc$ ). Не виявлено достовірного впливу антропогенних факторів (табл. 8.4) на довжину тіла ( $Lb$ ), довжину передньоспинки ( $Lp$ ), ширину передньоспинки між передніми ( $Sp1$ ) та задніми кутами ( $Sp2$ ), максимальну ширину передньоспинки ( $Sp3$ ), ширину надкрил ( $Se$ ), відстань між щетинконосними порами на лівому ( $L2l$ ) та правому надкрилах ( $L2r$ ), відстань від основи надкрил до першої щетинконосної пори ( $L1l$ ,  $L1r$ ). Спостерігається достовірна відмінність між самцями та самками за всіма лінійним параметрами *B. aspericolle*.



Розмір кутів передньоспинки (B1, B2, B), щільність пунктирування передньоспинки та надкрил (P1, P2), контрастність плям на вершині надкрил (Kr, K1, K) не мають достовірних відмінностей між екосистемами з різним рівнем антропогенного впливу та за статтю, за винятком тільки контрастності плями на вершині правого надкрила (Kr), різної у самців і самок.

Таблиця 8.4

Результати MANOVA морфометричних характеристик *B. aspericolle*  
Присамар'я Дніпровського

Характеристика	Джерело варіювання	F	P
1	2	3	4
Довжина тіла, Lb	фактор А	2,43	0,093
	фактор Б	21,39	<0,001
	взаємодія АБ	1,87	0,159
Довжина голови, Lc	фактор А	0,07	0,928
	фактор Б	7,25	0,008
	взаємодія АБ	1,66	0,194
Довжина передньоспинки, Lp	фактор А	1,11	0,332
	фактор Б	13,15	<0,001
	взаємодія АБ	0,10	0,901
Довжина надкрил, Le	фактор А	3,88	0,024
	фактор Б	13,43	<0,001
	взаємодія АБ	2,07	0,311
Ширина голови з очима, Sc	фактор А	6,36	0,003
	фактор Б	44,15	<0,001
	взаємодія АБ	5,18	0,007
Ширина передньоспинки між передніми кутами, Sp1	фактор А	1,25	0,290
	фактор Б	19,79	<0,001
	взаємодія АБ	1,07	0,348
Ширина передньоспинки між задніми кутами, Sp2	фактор А	3,05	0,052
	фактор Б	16,03	<0,001
	взаємодія АБ	0,82	0,443
Максимальна ширина передньоспинки, Sp3	фактор А	1,6	0,206
	фактор Б	25,54	<0,001
	взаємодія АБ	1,12	0,329
Максимальна ширина надкрил, Se	фактор А	1,92	0,151
	фактор Б	29,99	<0,001
	взаємодія АБ	1,81	0,169
Величина заднього кута передньоспинки на лівій частині тіла, B1	фактор А	2,65	0,075
	фактор Б	0,00	0,965
	взаємодія АБ	0,69	0,502
Величина заднього кута передньоспинки на правій частині тіла, B2	фактор А	0,81	0,450
	фактор Б	1,30	0,256
	взаємодія АБ	0,53	0,590

## Продовження таблиці 8.4

1	2	3	4
Середнє арифметичне значення кутів передньоспинки, В	фактор А	1,76	0,176
	фактор Б	0,39	0,532
	взаємодія АБ	0,62	0,539
Відстань між щетинконосними порами на лівому надкрилі, L2l	фактор А	0,22	0,806
	фактор Б	1,80	0,183
	взаємодія АБ	1,54	0,220
Відстань від основи лівого надкрила до першої щетинконосної пори, L1l	фактор А	0,55	0,579
	фактор Б	5,34	0,022
	взаємодія АБ	0,29	0,749
Відстань між щетинконосними порами на правому надкрилі, L2r	фактор А	0,13	0,882
	фактор Б	4,23	0,042
	взаємодія АБ	3,48	0,034
Відстань від основи правого надкрила до першої щетинконосної пори, L1r	фактор А	1,06	0,349
	фактор Б	6,02	0,016
	взаємодія АБ	0,64	0,530
Щільність пунктирування передньоспинки, P1	фактор А	0,96	0,388
	фактор Б	0,15	0,702
	взаємодія АБ	0,82	0,442
Щільність пунктирування надкрил, P2	фактор А	0,24	0,788
	фактор Б	1,53	0,219
	взаємодія АБ	0,97	0,382
Контрастність світлої плями на вершині лівого надкрила, K1	фактор А	2,78	0,066
	фактор Б	3,55	0,062
	взаємодія АБ	0,13	0,876
Контрастність світлої плями на вершині правого надкрила, Kг	фактор А	0,28	0,757
	фактор Б	6,74	0,011
	взаємодія АБ	0,88	0,417
Середнє арифметичне значення контрастності плям, К	фактор А	0,65	0,525
	фактор Б	7,32	0,008
	взаємодія АБ	0,48	0,621

Примітки: фактор А – антропогенне навантаження, фактор Б – статеву приналежність.

За результатами MANOVA (табл. 8.5), самці *B. aspericolle* не відрізняються від самок за шістьма дослідженими морфометричними індексами. Інтенсивність антропогенного впливу викликає достовірну мінливість чотирьох із шести пропорцій тіла: відношення середнього арифметичного ширини голови, передньоспинки та надкрил до довжини тіла  $((Sc+Sp+Se)/3Lb)$ , відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки  $(Le/Lp)$ , відношення максимальної ширини надкрила до максимальної ширини передньоспинки  $(Se/Sp)$ , відношення максимальної ширини передньоспинки до її ширини на задньому краї  $(Sp3/Sp2)$ .

Результати MANOVA морфометричних індексів *B. aspericolle*

## Присамар'я Дніпровського

Характеристика	Джерело варіювання	<i>F</i>	<i>P</i>
(Sc+Sp+Se)/3Lb	фактор А	3,66	0,029
	фактор Б	1,61	0,207
	взаємодія АБ	2,48	0,089
Lp/Sp	фактор А	0,01	0,989
	фактор Б	0,28	0,596
	взаємодія АБ	1,17	0,314
Le/Lp	фактор А	5,58	0,005
	фактор Б	0,18	0,674
	взаємодія АБ	3,13	0,048
Se/Sp	фактор А	8,72	<0,001
	фактор Б	1,75	0,189
	взаємодія АБ	0,48	0,623
Sp3/Sp2	фактор А	4,30	0,016
	фактор Б	0,00	0,975
	взаємодія АБ	0,17	0,840
Le/Se	фактор А	2,06	0,133
	фактор Б	0,53	0,469
	взаємодія АБ	2,21	0,115

Примітка: фактор А – антропогенне навантаження, фактор Б – статеві приналежність; назви індексів див. табл. 8.3.

Таким чином, результати двофакторного дисперсійного аналізу показують зв'язок мінливості двох лінійних параметрів тіла *B. aspericolle*: ширини голови та довжини надкрил з інтенсивністю антропогенного навантаження. Також достовірно змінюються чотири морфометричні індекси. Статевий диморфізм спостерігається *B. aspericolle* за всіма лінійними характеристиками та відсутній за морфометричними індексами. Аналогічне явище спостерігається і для розглянутих нами *B. articulatum* і *B. varium*.

Відсутність достовірних змін морфометричних індексів між самцями та самками говорить про те, що пропорції тіла *B. aspericolle* залишаються незмінними при варіюванні лінійних розмірів, таке явище характерне для *B. varium* і *B. articulatum* і не характерне для багатьох інших видів турунів (Brygadyrenko & Reshetniak, 2014).

Висновки по розділу:

- 1) для дослідження морфологічної мінливості *B. aspericolle* за впливу антропогенних факторів можна використовувати як лінійні характеристики, так і індекси;
- 2) антропогенне навантаження зумовлює мінливість ширини голови, ширини заднього краю передньоспинки, довжини надкрил та чотирьох морфометричних індексів;
- 3) для виявлення статевого диморфізму *B. aspericolle* в антропогенно трансформованих навколоводних екосистемах більш інформативні лінійні розміри тіла;
- 4) статевий диморфізм спостерігається за всіма розглянутими лінійними характеристиками і відсутній за морфометричними індексами;
- 5) в екосистемах із низьким і середнім рівнями антропогенного навантаження виявлено статевий диморфізм за довжиною тіла, шириною голови, довжиною та шириною передньоспинки, довжиною надкрил, в екосистемі з високим рівнем антропогенної трансформації статевий диморфізм спостерігається тільки за шириною голови та передньоспинки;
- 6) зі зростанням рівня антропогенного навантаження спостерігається зміна індексів  $(Sc+Sp+Se)/3Lb$ ,  $Le/Lp$ ,  $Se/Sp$ ,  $Le/Se$  у самок і одного  $Se/Sp$  у самців, виявлено достовірне зниження абсолютного значення відношення максимальної ширини надкрил до максимальної ширини передньоспинки ( $Se/Sp$ ) із зростанням антропогенного навантаження;
- 7) у самок *B. aspericolle* зі збільшенням інтенсивності антропогенного впливу відбувається зміна лінійних розмірів тіла: в екосистемі з високим рівнем антропогенного пресу спостерігається зменшення довжини тіла та довжини надкрил порівняно із самками в екосистемі з низьким рівнем антропогенного впливу, ці характеристики можна використовувати в біоіндикаційних дослідженнях.

*Основні публікації дисертанта за матеріалами розділу:*

- Komlyk, V. O., & Brygadyrenko, V. V. (2019). Morphological variability of *Bembidion aspericolle* (Coleoptera, Carabidae) populations in conditions of anthropogenic impact. *Biosystems Diversity*, 27(1), 21–25. doi:10.15421/011903
- Пучков, О. В., Слинко, В. О. (2011). *Bembidion aspericolle* (Germar, 1872) – Бембідіон шорсткий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 69). Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101

*Перелік посилань:*

- Brygadyrenko, V. V., & Reshetniak, D. Y. (2014). Morphological variability among populations of *Harpalus rufipes* (Coleoptera, Carabidae): What is more important, the mean values or statistical peculiarities of distribution in the population? *Folia Oecologica*, 41(2), 109–133.
- Di Grumo, D., & Lovei, G. (2016). Body size inequality in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages as a potential method to monitor environmental impacts of transgenic crops. *Periodicum Biologorum*, 118(3), 223–230. doi:10.18054/pb.2016.118.3.3921
- Hůrka, K. (1996). *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Zlin: Kabourek.
- Lagisz, M. (2008). Changes in morphology of the ground beetle *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Coleoptera; Carabidae) from vicinities of a zinc and lead smelter. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(8), 1744–1747. doi:10.1897/07-661.1
- Neri, P., Bonavita, P., Gudenzi, I., Magrini, P., & Toledano, L. (2011). Bembidiina della fauna italo-corsa: Chiavi di identificazione (Insecta Coleoptera Carabidae). *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna*, 33, 1–183.
- Sukhodolskaya, R. (2013). Intraspecific body size variation in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in urban – suburban – rural – natural gradient. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 13(1), 121–128.

- Sukhodolskaya, R. A., & Saveliev, A. A. (2014). Effects of ecological factors on size-related traits in the ground beetle *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae). *Russian Journal of Ecology*, 45(5), 414–420. doi:10.1134/s1067413614050142
- Tseng, M., & Soleimani Pari, S. (2018). Body size explains interspecific variation in size-latitude relationships in geographically widespread beetle species. *Ecological Entomology*, 44(1), 151–156. doi:10.1111/een.12684
- Weller, B., & Ganzhorn, J. U. (2004). Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. *Basic and Applied Ecology*, 5(2), 193–201. doi:10.1078/1439-1791-00220

**РОЗДІЛ 9. МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ *V. MINIMUM*  
У НАВКОЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИСАМАР'Я  
ДНІПРОВСЬКОГО**

**9.1. Мінливість лінійних параметрів і морфометричних індексів**

***V. minimum***

Літературні дані щодо морфометричних характеристик *V. minimum* обмежені інформацією про довжину тіла. Із публікацій (табл. 9.1) відомо, що довжина тіла особин змінюється в межах 2,3–3,2 мм. У наших дослідженнях вона варіює від 2,24 до 2,92 мм і в середньому становить 2,55 мм.

Таблиця 9.1

Довжина тіла *V. minimum* за різними літературними джерелами

Країна	Розміри, мм	Джерело
Велика Британія	2,3–3,2	Lindroth, 1974
Арменія	2,3–2,8	Яблоков–Хнзорян, 1976
Російська Федерація	2,3–3,0	Хотько, 1978
Данія	2,3–3,2	Lindroth, 1985
Чехія, Словаччина	2,3–3,1 (2,8)	Hůrka, 1996
Республіка Татарстан	2,3–3,0	Жеребцов, 2000
Україна	2,24–2,92 (2,55)	результати цих досліджень

Автори вказують, що *V. minimum* – макроптероїдний вид (Lindroth, 1985; Hůrka, 1996; Matalin, 2003; Szentkiralyi et al., 2005). Наші дослідження також підтверджують це.

Спектр факторів, що можуть впливати на морфологічну мінливість *V. minimum*, значний. Нами обрано такі найважливіші фактори: склад і проективне покриття трав'янистого ярусу, товщина підстилки, гранулометричний склад ґрунту, мінералізація, рН ґрунтового розчину. Серед антропогенних чинників розглянуто рекреаційне навантаження на екосистеми та випасання худоби.

Тип і склад рослинності істотно корелює з розмірами тіла турунів (Palmer, 1994). Установлено, що більші особини турунів із масивними надкрилами частіше зустрічаються на ділянках із потужним трав'янистим

покривом, ніж на відкритих ділянках (Jelaska et al., 2010; Tyler, 2010; Sukhodolskaya & Eremeeva, 2013), для навколоводних видів родини Cicindelidae – ситуація зворотня (Dangalle et al., 2013). На відкритих ділянках *Carabus granulatus* має більш сплюснуте тіло (Sukhodolskaya & Saveliev, 2017). Для *V. minimum* недостовірний вплив покриття трав'янистих рослин на довжину тіла. Достовірно змінюється довжина передньоспинки, ширина голови, ширина передньоспинки (Sp2, Sp3), проте якоїсь закономірності як для самців, так і для самок не виявлено (табл. 9.2).

Таблиця 9.2

Результати MANOVA впливу покриття трав'янистих рослин  
на морфологічну мінливість *V. minimum*

Морфологічна характеристика або індекс	Джерело варіювання					
	фактор А		фактор Б		взаємодія АБ	
	F	P	F	P	F	P
Lb	0,59	0,5522	55,40	<0,0001	2,01	0,1354
Lc	1,58	0,2072	23,39	<0,0001	0,53	0,5895
Lp	5,06	0,0068	11,75	0,0007	3,72	0,0250
Le	0,30	0,7375	43,79	<0,0001	1,69	0,1857
Sc	3,63	0,0285	27,22	<0,0001	1,42	0,2426
Sp1	1,89	0,1526	42,72	<0,0001	0,39	0,6761
Sp2	7,83	0,0005	32,98	<0,0001	0,07	0,9315
Sp3	4,39	0,0129	34,00	<0,0001	0,33	0,7174
Se	2,81	0,0612	27,64	<0,0001	3,20	0,0419
B	3,52	0,0305	1,67	0,1976	1,71	0,1816
P	10,37	<0,0001	2,98	0,0851	0,06	0,9437
K	5,64	0,0039	0,05	0,8273	0,97	0,3810
L1l	0,63	0,5357	13,67	0,0002	0,91	0,4037
L1r	0,27	0,7656	18,82	<0,0001	1,15	0,3176
L2l	0,63	0,5335	23,95	<0,0001	1,60	0,2022
L2r	0,98	0,3768	21,82	<0,0001	2,00	0,1367
(Sc+Sp+Se)/3Lb	4,29	0,0145	3,81	0,0519	0,12	0,9324
Lp/Sp	0,06	0,9446	5,70	0,0174	2,53	0,0809
Le/Lp	3,50	0,0312	11,13	0,0009	0,57	0,5635
Se/Sp	1,81	0,1714	3,02	0,0862	4,69	0,0099
Sp3/Sp2	3,12	0,0450	0,70	0,4035	0,94	0,3919
Le/Se	2,40	0,0924	7,73	0,0057	0,31	0,7345

Примітки: фактор А – проективне покриття трав'янистих рослин, фактор Б – статева приналежність; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3.



Із проєктивним покриттям трав'янистих рослин (табл. 9.2) також пов'язане достовірне варіювання таких характеристик: щільності пунктирування надкрил (P,  $P = <0,0001$ ), величини задніх кутів передньо-спинки (B,  $P = 0,031$ ), контрастності світлих плям надкрил (K,  $P = 0,0039$ ) та трьох із шести морфометричних індексів (Lp/Sp, Le/Lp, Le/Se). Покриття трав'янистих рослин достовірно впливає на прояв статевого диморфізму практично за всіма морфометричними характеристиками (крім B, P, K) та за трьома індексами (крім  $(Sc+Sp+Se)/3Lb$ , Se/Sp, Sp3/Sp2).

Розглянуто зв'язок морфологічної мінливості *B. minimum* із товщиною підстилки (табл. 9.3).

Таблиця 9.3

Результати MANOVA впливу товщини підстилки  
на морфологічну мінливість *B. minimum*

Морфологічна характеристика або індекс	Джерело варіювання					
	фактор А		фактор Б		взаємодія АБ	
	F	P	F	P	F	P
Lb	1,18	0,3069	197,64	<0,0001	0,33	0,7468
Lc	2,61	0,0748	46,20	<0,0001	0,25	0,7811
Lp	2,68	0,0699	78,13	<0,0001	0,52	0,5941
Le	1,81	0,1654	153,39	<0,0001	0,47	0,6255
Sc	0,19	0,7794	108,87	<0,0001	0,82	0,4626
Sp1	3,03	0,0487	113,62	<0,0001	0,29	0,7263
Sp2	0,08	0,9189	76,95	<0,0001	0,20	0,8200
Sp3	0,50	0,6065	106,67	<0,0001	0,85	0,4301
Se	0,48	0,6062	126,79	<0,0001	0,61	0,5480
B	2,35	0,0967	0,68	0,4087	1,33	0,2657
P	15,74	<0,0001	6,47	0,0113	0,24	0,7852
K	3,96	0,0197	3,03	0,0824	0,36	0,7006
L1l	0,91	0,4037	44,29	<0,0001	0,93	0,3941
L1r	1,34	0,2627	45,56	<0,0001	1,97	0,1404
L2l	0,27	0,7613	96,28	<0,0001	0,05	0,9484
L2r	0,73	0,4836	99,21	<0,0001	0,44	0,6431
$(Sc+Sp+Se)/3Lb$	0,72	0,5202	6,54	0,0112	0,47	0,6014
Lp/Sp	2,43	0,0925	1,09	0,3051	0,14	0,9269
Le/Lp	3,69	0,0257	11,23	0,0008	0,71	0,4898
Se/Sp	0,12	0,9118	0,47	0,4910	0,62	0,5420
Sp3/Sp2	1,03	0,3524	0,21	0,6305	0,60	0,5435
Le/Se	1,13	0,3397	8,38	0,0039	0,31	0,7394

Примітки: фактор А – товщина підстилки, фактор Б – статеву приналежність; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3.

Товщина підстилки – важливий фактор навколишнього середовища, що впливає на склад, чисельність і стан карабідного комплексу (Kaizuka & Iwasa, 2015). Збільшення товщини підстилки супроводжується збільшенням сумарної чисельності мезофауни за рахунок сапрофагів, кількість видів зростає переважно за рахунок зоофагів (Brygadyrenko, 2016). Несподіваним став той факт, що товщина підстилки не впливає на більшість розглянутих лінійних промірів тіла *B. minimum* (табл. 9.3).

Товщина підстилки викликає зміни таких параметрів як ширина передньоспинки між передніми кутами (Sp1), щільність пунктирування надкрил (P) та контрастність світлих плям (K) (табл. 9.3). Із потовщенням підстилки у самок і самців задні плями на надкрилах стають більш яскравими з чіткими контурами. Статевий диморфізм спостерігається за більшістю морфологічних параметрів (крім B і K) та індексів (за винятком Lp/Sp, Se/Sp, Sp3/Sp2).

Мінералізація ґрунту – важливий фактор, що впливає на особливості розподілу навколоводних жуків, їх морфологічну мінливість (табл. 9.4). Велика кількість видів турунів віддає перевагу засоленим ділянкам, тощо що засолення зазвичай негативно впливає на рослинний покрив, у результаті чого засолені ділянки зазвичай відкриті та добре освітлені.

Мінералізація ґрунту викликає достовірну мінливість довжини тіла (Lb), довжини голови (Lc), довжини (Lp) та ширини передньоспинки (Sp1, Sp2), ширини надкрил (Se) *B. minimum*, а також середнього значення задніх кутів передньоспинки (B), щільності пунктирування надкрил (P) (табл. 9.4). Статевий диморфізм у градієнті мінералізації ґрунту виявлено за всіма розглянутими характеристиками та індексами, крім B, Se/Sp і Sp3/Sp2.

Отримані результати свідчать, що самки *B. minimum* більш чутливі до підвищеного засолення ґрунту. На ділянках із мінералізацією ґрунту понад 5 г/л самки мають більший розмір тіла, збільшену довжину голови, передньоспинки, ширину передньоспинки між задніми кутами та надкрил,

однак ширина передньоспинки самок між передніми кутами мінімальна порівняно із самками інших досліджених екосистем.

Таблиця 9.4

Результати MANOVA впливу мінералізації ґрунту  
на морфологічну мінливість *B. minimum*

Морфологічна характеристика або індекс	Джерело варіювання					
	фактор А		фактор Б		взаємодія АБ	
	F	P	F	P	F	P
Lb	3,51	0,0042	313,43	<0,0001	2,04	0,0741
Lc	7,40	<0,0001	67,42	<0,0001	0,61	0,6892
Lp	2,92	0,0138	103,30	<0,0001	0,89	0,5041
Le	1,53	0,1774	251,79	<0,0001	2,54	0,0318
Sc	1,93	0,0861	159,02	<0,0001	1,69	0,1393
Sp1	3,58	0,0031	162,62	<0,0001	0,78	0,5198
Sp2	2,56	0,0271	118,90	<0,0001	1,52	0,2008
Sp3	1,72	0,1386	162,11	<0,0001	2,18	0,0500
Se	2,39	0,0359	201,52	<0,0001	2,23	0,0557
B	4,51	0,0005	0,13	0,8157	1,34	0,2795
P	5,32	0,0001	8,04	0,0048	1,08	0,3733
K	1,88	0,0971	4,83	0,0285	0,53	0,7551
L1l	0,89	0,4881	63,18	<0,0001	1,16	0,3275
L1r	0,96	0,4449	88,23	<0,0001	2,17	0,0568
L2l	1,43	0,2138	139,94	<0,0001	0,59	0,7068
L2r	1,62	0,1522	125,95	<0,0001	0,36	0,8774
(Sc+Sp+Se)/3Lb	1,04	0,4222	11,01	0,0010	0,38	0,8640
Lp/Sp	1,23	0,2869	3,92	0,0481	1,57	0,1649
Le/Lp	1,50	0,1924	29,04	<0,0001	1,40	0,2194
Se/Sp	1,52	0,1880	1,63	0,2105	0,29	0,9018
Sp3/Sp2	1,48	0,2018	0,13	0,7221	0,72	0,6184
Le/Se	0,82	0,5422	16,60	<0,0001	0,11	0,9879

Примітки: фактор А – мінералізація ґрунту, фактор Б – статевая приналежність; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3.

Одне з досить цікавих питань – вплив рН ґрунту на турунів. У результаті польових і лабораторних досліджень підтверджено наявність у різних видів турунів конкретних переваг рН (Paје & Mossakowski, 1984). Доведено вплив рН ґрунту на біорізноманіття турунів (Sadej et al., 2012). Відомо, що чисельність ґрунтових макробезхребетних, у тому числі й турунів, зменшується зі зростанням кислотності ґрунту (Kuperman, 1996). Зниження градієнта рН викликає зменшення кількості видів турунів, стійких до умов зволоження (мезофільних видів), які замінюються на гідрофільних (Nietupski

et al., 2010). Аналізуючи літературні дані, ми не знайшли інформації щодо зміни розмірів комах за дії рН ґрунту. Відомо тільки з літературних джерел, що для *Popillia japonica* Newman, 1841 (Coleoptera, Scarabaeidae) не виявлено відмінностей у яйцекладці при рН 5,0–7,9 (Vittum & Mozuchi, 1990). У результаті наших досліджень у градієнті кислотності ґрунту виявлено мінливість більшості лінійних промірів тіла *B. minimum* як у самок, так і у самців; РН ґрунту (табл. 9.5) викликає зміни значень Lb, Lc, Le, Sc, Sp1, Sp2, Sp3, Se, B, P, K, L2l, (Sc+Sp+Se)/3Lb (табл. 9.5).

Таблиця 9.5

Результати MANOVA впливу РН ґрунту  
на морфологічну мінливість *B. minimum*

Морфологічна характеристика або індекс	Джерело варіювання					
	фактор А		фактор Б		взаємодія АБ	
	F	P	F	P	F	P
Lb	4,02	0,0032	307,86	<0,0001	1,29	0,2723
Lc	3,98	0,0036	64,66	<0,0001	1,45	0,2172
Lp	1,83	0,1354	106,74	<0,0001	1,49	0,1931
Le	3,94	0,0037	248,71	<0,0001	1,36	0,2437
Sc	6,31	<0,0001	165,60	<0,0001	0,89	0,4659
Sp1	13,04	<0,0001	179,58	<0,0001	0,19	0,9500
Sp2	2,70	0,0328	103,54	<0,0001	0,21	0,9105
Sp3	4,27	0,0022	156,63	<0,0001	0,89	0,4528
Se	6,11	<0,0001	203,34	<0,0001	1,83	0,1379
B	4,58	0,0013	0,12	0,7599	0,31	0,8803
P	20,32	<0,0001	10,10	0,0016	1,49	0,2034
K	7,36	<0,0001	7,61	0,0061	0,98	0,4305
L1l	1,67	0,1569	61,79	<0,0001	0,59	0,6684
L1r	0,77	0,5482	79,35	<0,0001	0,78	0,5363
L2l	2,54	0,0397	146,29	<0,0001	2,16	0,0728
L2r	2,10	0,0803	139,69	<0,0001	2,37	0,0518
(Sc+Sp+Se)/3Lb	2,67	0,0326	11,73	0,0007	0,40	0,8160
Lp/Sp	1,04	0,4223	2,10	0,1493	2,51	0,0399
Le/Lp	1,79	0,1332	25,11	<0,0001	2,50	0,0424
Se/Sp	1,13	0,3364	2,27	0,1315	1,62	0,1839
Sp3/Sp2	0,81	0,5090	1,08	0,2912	1,70	0,1589
Le/Se	0,78	0,5578	15,83	<0,0001	0,59	0,6305

Примітки: фактор А – рН ґрунту, фактор Б – статеві приналежності; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3.

Статевий диморфізм у градієнті рН ґрунту проявляється за всіма розглянутими характеристиками та індексами крім, B, Lp/Sp, Se/Sp і Sp3/Sp2

(табл. 9.5). Загальна довжина тіла в крайніх досліджених значеннях рН практично однакова у самців та дещо відрізняється у самок. При рН 8,0–8,2 самки та самці *B. minimum* мають мінімальні значення довжини тіла, максимальної ширини передньоспинки, довжини та ширини надкрил.

Гранулометричний склад ґрунту може впливати на угруповання наземних жуків, на його видову структуру, чисельність, а також на морфологічну мінливість (табл. 9.6).

Таблиця 9.6

Результати MANOVA впливу гранулометричного складу ґрунту на морфологічну мінливість *B. minimum*

Морфологічна характеристика або індекс	Джерело варіювання					
	фактор А		фактор Б		взаємодія АБ	
	F	P	F	P	F	P
Lb	3,24	0,0428	236,51	<0,0001	0,92	0,4087
Lc	9,37	0,0001	53,38	<0,0001	2,14	0,1185
Lp	0,71	0,4843	80,19	<0,0001	0,04	0,9948
Le	1,19	0,3037	189,22	<0,0001	0,47	0,5953
Sc	1,40	0,2542	117,23	<0,0001	0,58	0,5750
Sp1	0,11	0,9098	134,13	<0,0001	1,52	0,2159
Sp2	2,82	0,0607	83,18	<0,0001	0,68	0,5075
Sp3	1,02	0,3829	113,46	<0,0001	1,50	0,2249
Se	2,04	0,1354	154,71	<0,0001	1,21	0,2959
B	2,29	0,1026	0,04	0,8412	0,29	0,7485
P	0,47	0,6266	11,23	0,0009	0,99	0,3714
K	1,69	0,1859	8,53	0,0037	1,32	0,2684
L1l	0,09	0,9106	46,30	<0,0001	0,30	0,7382
L1r	0,12	0,8905	67,11	<0,0001	0,43	0,6481
L2l	2,10	0,1243	112,25	<0,0001	0,56	0,5724
L2r	2,42	0,0906	115,30	<0,0001	1,21	0,2992
(Sc+Sp+Se)/3Lb	0,80	0,4665	10,57	0,0012	0,09	0,8680
Lp/Sp	0,05	0,9878	1,20	0,2720	1,51	0,2291
Le/Lp	1,42	0,2584	20,93	<0,0001	0,59	0,5734
Se/Sp	3,54	0,0319	4,52	0,0353	1,24	0,2954
Sp3/Sp2	1,90	0,1499	0,21	0,6648	0,10	0,8865
Le/Se	0,13	0,8663	11,52	0,0008	0,19	0,7944

Примітки: фактор А – гранулометричний склад ґрунту, фактор Б – статеві приналежності; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3.

Виявлено, зв'язок мінливості тільки довжини тіла ( $P = 0,0428$ ) та голови *B. minimum*, а також індексу Se/Sp (табл. 9.6) із гранулометричним складом

грунту. Статевий диморфізм *B. minimum* спостерігається за всіма характеристиками та індексами крім B, Lp/Sp.

Туруни (Coleoptera, Carabidae) мають орнаментальні та досить різноманітні морфологічні скульптури на поверхні їх надкрил. Походження та значення цих скульптур невідомі. Існуючі теорії пояснюють появу таких структур у результаті статевого відбору або адаптації до навколишнього середовища (Kleisner et al., 2012). Однак для турунів роду *Carabus* доведено відсутність впливу факторів навколишнього середовища на морфологічну мінливість скульптур (Kleisner et al., 2012). A. Schwerk і R. Jaskula (2018) виявили вплив зволоження середовища існування під час личинкової стадії на кількість пор на надкрилах у *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera, Carabidae). *B. minimum* живе у вологих біотопах, тому ми розглянули інші фактори навколишнього середовища, що впливають на щільність пунктирування надкрил. Найцікавіший (і вимагає подальших досліджень) той факт, що щільність пунктирування надкрил *B. minimum* достовірно змінюється за впливу всіх досліджених факторів, крім гранулометричного складу ґрунту. Значення цього параметра не залежить від розмірів тіла *B. minimum* і більше у самців, ніж у самок.

Не менш цікаві та значущі параметри тіла – контрастність плям на надкрилах і розмір задніх кутів передньоспинки. Контрастність плям на надкрилах пов'язана з проективним покриттям трав'янистих рослин, товщиною підстилки та рН ґрунту. У разі потовщення підстилки задні плями надкрил у *B. minimum* стають яскраво вираженими з чіткими контурами. Яскравіше забарвлення дає можливість маскуватися на неоднорідно забарвленій підстилці. Проектне покриття трав'янистих рослин, мінералізація та рН ґрунту викликають достовірні зміни величини задніх кутів передньоспинки.

Варто окремо сказати про морфометричні індекси, які для *B. minimum* менш інформативні, ніж лінійні параметри. Якби не відбувалися зміни лінійних промірів, пропорції тіла в основному залишаються незмінними.

Аналогічні результати також були отримані для *B. articulatum*. Мінералізація та рН ґрунту не викликають достовірних змін жодного із шести розглянутих індексів тіла *B. minimum*. Проектне покриття трав'янистих рослин викликає достовірну мінливість трьох індексів. Відношення довжини передньоспинки до її ширини (Lp/Sp) – величина постійна для *B. minimum* і не варіює за дії розглянутих природних факторів.

Діяльність людини спричиняє зміну ландшафтів, впливає на біорізноманіття та структуру природних екосистем. Площа порушених територій з кожним роком зростає. Це викликає зміну ґрунтового та рослинного покриву, а також зоокомплексів. Якість середовища існування впливає на розмір і вагу турунів (denNijs et al., 1996). Ефект впливу антропогенних факторів на комплекс турунів можна успішно визначити за допомогою морфометричних методів (Benítez et al., 2018). Розмір тіла та інші морфологічні ознаки жуків рекомендовано використовувати для оцінювання впливу діяльності людини на навколишнє середовище.

В умовах міського середовища зменшуються розміри тіла деяких видів турунів (Weller & Ganzhorn, 2004; Sukhodolskaya, 2013). Дослідники також виявили вплив забруднення важкими металами: цинком, свинцем, кадмієм на морфометричні показники турунів (Lagisz, 2008; Osman et al., 2015; Sowa & Skalski, 2019). Самки із забрудненої зони менші за самок контрольних популяцій. Для самців різних видів не виявлено певної закономірності зміни морфометричних параметрів: в одних зміни стосуються тільки передньоспинки, в інших – тільки надкрил, у третіх – і того, й іншого (Sowa & Skalski, 2019). Різні морфометричні параметри окремих видів по-різному змінюються за дії одного й того ж антропогенного чинника (Sukhodolskaya & Saveliev, 2014). За впливу антропогенних факторів у *B. aspericolle* достовірно змінюється ширина голови та довжина надкрил і чотири морфометричні індекси. У дослідженнях зміни лінійних розмірів тіла *B. minimum* у разі збільшення рекреаційного навантаження та пасквальної дигресії має аналогічні закономірності, що й за впливу інших антропогенних

факторів, описаних у різних джерелах. Для загальної вибірки *B. minimum* спостерігається достовірний вплив рекреаційного навантаження на всі лінійні параметри тіла особин, окрім довжини передньоспинки (Lp) та відстані від основи надкрила до першої щетинконосної пори (L1l, L1r), а також на два із шести індексів (табл. 9.7).

Таблиця 9.7

Результати MANOVA впливу рекреаційного навантаження  
на морфологічну мінливість *B. minimum*

Морфологічна характеристика або індекс	Джерело варіювання					
	фактор А		фактор Б		взаємодія АБ	
	F	P	F	P	F	P
Lb	12,81	<0,0001	312,16	<0,0001	3,21	0,0238
Lc	11,23	<0,0001	66,94	<0,0001	0,36	0,7830
Lp	1,49	0,2042	99,21	<0,0001	2,19	0,0832
Le	15,84	<0,0001	257,05	<0,0001	3,52	0,0165
Sc	12,10	<0,0001	160,32	<0,0001	4,23	0,0061
Sp1	16,59	<0,0001	188,67	<0,0001	2,18	0,0844
Sp2	6,52	0,0003	111,24	<0,0001	0,91	0,4309
Sp3	6,87	0,0001	152,86	<0,0001	2,30	0,0725
Se	13,42	<0,0001	198,85	<0,0001	3,76	0,0099
B	10,96	<0,0001	0,43	0,5491	1,84	0,1534
P	35,70	<0,0001	9,09	0,0027	2,33	0,0736
K	13,29	<0,0001	8,59	0,0036	0,63	0,5972
L1l	0,86	0,4623	57,27	<0,0001	2,98	0,0313
L1r	1,00	0,3937	75,37	<0,0001	3,34	0,0194
L2l	2,95	0,0324	139,10	<0,0001	1,30	0,2692
L2r	3,78	0,0107	132,67	<0,0001	1,23	0,2970
(Sc+Sp+Se)/3Lb	2,39	0,0699	12,36	0,0005	0,91	0,4573
Lp/Sp	3,50	0,0156	2,81	0,0959	2,53	0,0594
Le/Lp	10,01	<0,0001	26,95	<0,0001	1,01	0,4154
Se/Sp	2,38	0,0662	1,40	0,2433	3,62	0,0128
Sp3/Sp2	1,40	0,2404	0,24	0,6727	0,50	0,7063
Le/Se	1,32	0,2797	16,94	<0,0001	0,11	0,9732

Примітки: фактор А – рекреаційне навантаження, фактор Б – статеві приналежності; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3.

Рекреаційне навантаження (табл. 9.7) викликає достовірну мінливість Lb, Lc, Le, Sc, Sp1, Sp2, Sp3, Se, B, P, K, L2l, L2r, Lp/Sp, Le/Lp. Статевий диморфізм виявлено за всіма параметрами, крім B, Lp/Sp, Se/Sp і Sp3/Sp2.

Для *B. minimum* характерне зменшення довжини тіла, довжини та ширини надкрил, ширини передньоспинки між задніми кутами,



максимальної ширини передньоспинки, відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки як для самок, так і для самців зі збільшенням рекреаційного навантаження. Для параметрів голови не виявлено певної закономірності. Менший розмір тіла може говорити про низьку пристосованість цього виду до рекреаційного навантаження.

Розмір тіла різних видів турунів значно зменшується уздовж градієнта інтенсифікації сільськогосподарської діяльності (Burel et al., 2004), у тому числі випасання худоби. За впливу випасання худоби достовірно змінюються майже всі досліджені лінійні характеристик *B. minimum*, а також три індекси із шести (табл. 9.8). Випасання худоби викликає зміни всіх ознак та індексів, крім L1l, L1r, Se/Sp, Sp3/Sp2 і Le/Se. На ділянках із високим ступенем пасквальної дигресії самки та самці *B. minimum* мають меншу довжину тіла, ширину голови, довжину та ширину передньоспинки, довжину та ширину надкрил. Статевий диморфізм відсутній за B, Lp/Sp, Se/Sp, Sp3/Sp2.

Виражений статевий диморфізм притаманний деяким твердокрилим, особливо турунам (Alibert et al., 2001; Kawano, 2006; Bravi & Benítez, 2013). У більшості видів турунів самки більші за самців (Sota et al., 2000; Sukhodolskaya & Saveliev, 2016). Турунів можна поділити на дві групи: в одних самки більш чутливі до змін навколишнього середовища, в інших – самці. У дослідженнях самки *B. minimum* більші за самців, як і в *B. articulatum* і *B. aspericolle*. Статевий диморфізм проявляється за всіма лінійними параметрами та більшістю морфометричних індексів у градієнті впливу розглянутих факторів навколишнього середовища. Не проявляється статевий диморфізм за середнім значенням задніх кутів передньоспинки, а також за відношенням максимальної ширини передньоспинки до її ширини між задніми кутами. Можна сказати, що відмінності у формі передньоспинки між самками та самцями відсутні.

Результати MANOVA впливу випасання худоби  
на морфологічну мінливість *B. minimum*

Морфологічна характеристика або індекс	Джерело варіювання					
	фактор А		фактор Б		взаємодія АБ	
	F	P	F	P	F	P
Lb	18,02	<0,0001	343,17	<0,0001	1,32	0,2855
Lc	13,47	<0,0001	63,90	<0,0001	0,25	0,8603
Lp	2,60	0,0490	109,06	<0,0001	1,81	0,1428
Le	20,95	<0,0001	288,06	<0,0001	1,39	0,2499
Sc	13,72	<0,0001	178,13	<0,0001	2,50	0,0589
Sp1	10,79	<0,0001	184,35	<0,0001	2,02	0,1128
Sp2	8,03	<0,0001	118,74	<0,0001	0,93	0,4171
Sp3	9,74	<0,0001	165,46	<0,0001	1,50	0,2244
Se	17,84	<0,0001	221,87	<0,0001	1,32	0,2783
B	6,47	0,0003	0,01	0,9987	1,71	0,1685
P	21,41	<0,0001	8,14	0,0046	1,82	0,1437
K	9,26	<0,0001	9,23	0,0025	1,01	0,3907
L1l	2,44	0,0636	69,16	<0,0001	2,29	0,0776
L1r	1,36	0,2556	86,42	<0,0001	1,68	0,1716
L2l	3,55	0,0145	143,21	<0,0001	0,53	0,6596
L2r	5,12	0,0017	137,98	<0,0001	1,28	0,2822
(Sc+Sp+Se)/3Lb	2,82	0,0410	12,14	0,0006	0,49	0,6982
Lp/Sp	2,70	0,0456	2,49	0,1171	4,03	0,0080
Le/Lp	8,13	<0,0001	29,83	<0,0001	2,78	0,0399
Se/Sp	2,12	0,0976	2,70	0,1020	2,29	0,0800
Sp3/Sp2	1,53	0,2101	0,31	0,5854	0,20	0,9235
Le/Se	0,80	0,4987	18,14	<0,0001	0,59	0,6382

Примітки: фактор А – випасання худоби, фактор Б – статеві приналежності; назву характеристик див. табл. 8.2, 8.3.

Відмінності у розмірах тіла турунів значною мірою залежать від умов навколишнього середовища (Sukhodolskaya & Saveliev, 2016). Цікавий той факт, що, на відміну від *B. articulatum*, виявлено достовірний вплив окремих факторів екосистеми на лінійні характеристики *B. minimum*. Серед розглянутих нами природних факторів найбільш значимі рН і мінералізація ґрунту. Вони викликають мінливість практично всіх лінійних промірів *B. minimum*. Слабкий вплив мають товщина підстилки та гранулометричний склад ґрунту. Яскраво виражений вплив антропогенних чинників (рекреаційне навантаження, випасання худоби) практично на всі розглянуті лінійні параметри тіла *B. minimum*.

## 9.2. Статевий диморфізм за морфометричними характеристиками та індексами *B. minimum*

У крайніх варіантах покриття трав'янистих рослин – за високих значень (70 %) і відсутності трав'янистого покриву (0 %) – мінливість більшості досліджених морфометричних характеристик *B. minimum* набагато нижча, ніж за середніх значень покриття трав'янистих рослин (35 %). Максимальна схожість між розглянутими ознаками самців і самок помічена для В (рис. 9.1а), Р (рис. 9.1б), К (рис. 9.1в)

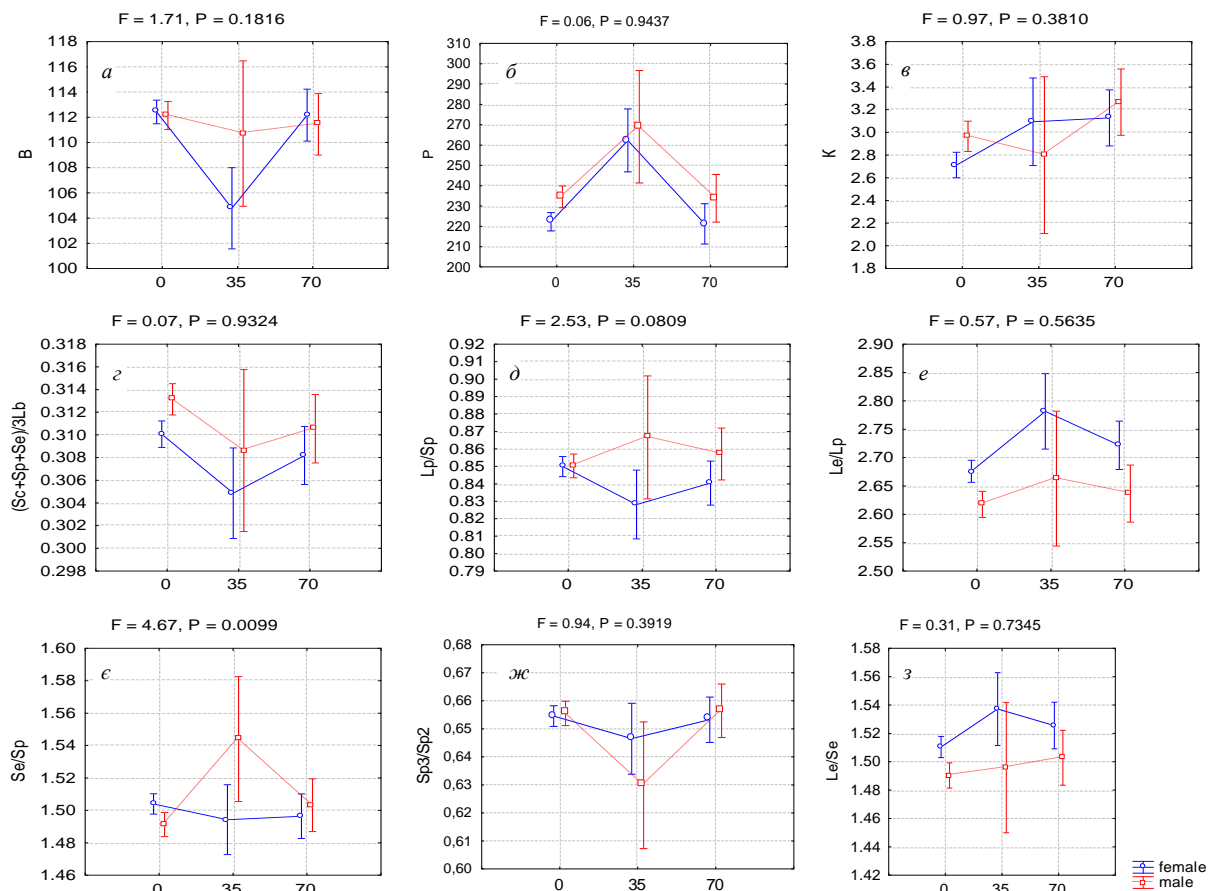


Рис. 9.1. Мінливість морфометричних характеристик та індексів *B. minimum* у навколводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від покриття трав'янистих рослин: по осі абсцис – 0 – травостій відсутній, 35 – середнє покриття травостою 35 %, 70 – середнє покриття травостою 70 %; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3; лінія синього кольору – самки, червоного – самці

Також схожість виявлена для всіх досліджених морфометричних індексів (рис. 9.1 $\alpha$ – $\zeta$ ):  $(Sc+Sp+Se)/3Lb$ ,  $Lp/Sp$ ,  $Le/Lp$ ,  $Se/Sp$ ,  $Sp3/Sp2$ ,  $Le/Se$ . Мінливість інших ознак показана на рисунку Б.5.

Залежно від товщини підстилки (рис. 9.2) у разі її збільшення від 0 до 2 і 4 см помічено тенденцію до зменшення  $Le$  (від 1,62 до 1,60 мм у самок і від 1,49 до 1,47 мм у самців – рис. 9.2 $a$ ),  $P$  (від 239 до 212 у самців і від 226 до 207 у самок – рис. 9.2 $b$ ) та індекс  $Le/Se$  (від 1,493 до 1,487 у самців і від 1,518 до 1,500 у самок – рис. 9.2 $в$ ). Мінливість інших лінійних промірів та індексів показана на рисунку Б.6.

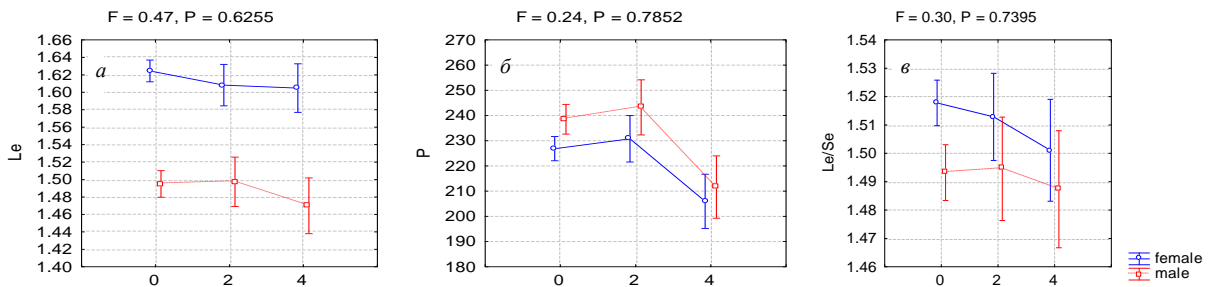


Рис. 9.2. Мінливість морфометричних характеристик та індексів *V. minimum* у навколводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від товщини підстилки: по осі абсцис 0 – підстилка відсутня, 2 – товщина підстилки 2 см, 4 – товщина підстилки 4 см; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3; лінія синього кольору – самки, червоного – самці

Залежно від гранулометричного складу ґрунту в *V. minimum* збільшується довжина голови  $Lc$  (у самок від 0,393 на піщаних до 0,407 мм на суглинкових ґрунтах і у самців від 0,363 на піщаних до 0,382 мм на суглинкових ґрунтах – рис. 9.3 $a$ ) та індекс  $Sp3/Sp2$  (у самок від 0,647 на піщаних до 0,655 на суглинкових ґрунтах і у самців від 0,650 на піщаних до 0,657 на суглинкових ґрунтах – рис. 9.3 $b$ ). Мінливість інших лінійних промірів та індексів показана на рисунку Б.7.

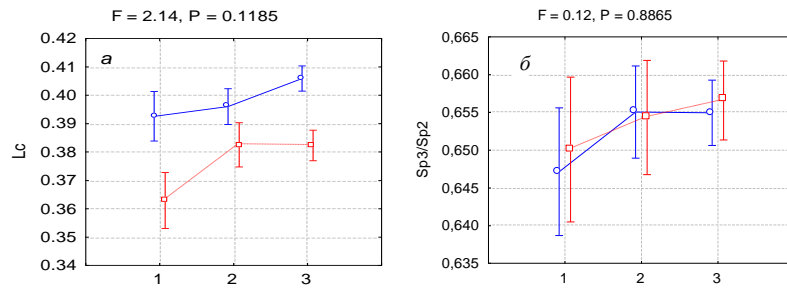


Рис. 9.3. Мінливість довжини голови *B. minimum* (Lc) і відношення ширини передньоспинки до її максимальної ширини (Sp3/Sp2) у навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від гранулометричного складу ґрунту: по осі абсцис 1 – пісок, 2 – супісок, 3 – суглинок; лінія синього кольору – самки, червоного – самці

Мінералізація ґрунту – один із значущих параметрів середовища для безхребетних тварин, які живуть на солончаках: мінералізація ґрунтового розчину менше 3 г/л. За зростання мінералізації ґрунтового розчину помічено тенденцію до збільшення ширини голови (Sc) у самок та її зниження у самців (рис. 9.4а). Ширина передньоспинки між її передніми кутами (Sp1) у самців у разі збільшення мінералізації зменшується (рис. 9.4б).

Ширина передньоспинки між задніми кутами (Sp2) та її максимальна ширина (Sp3) у самок на високомінералізованих ґрунтах має тенденцію до збільшення (рис. 9.4в, г). Аналогічні зміни помічені для довжини (Le) та ширини надкрил (Se) у самок (рис. 9.4д, е). На ділянках із високою мінералізацією ґрунту також помічено тенденцію і у самців, і у самок до зниження щільності пунктирування надкрил (P, від 217–245 до 208–209 пор на 1 мм<sup>2</sup> – рис. 9.4є).

На ділянках із засоленим ґрунтом виявлено тенденцію до збільшення довжини тіла (Lb) самок, на відміну від самців (рис. 9.4ж). Відношення довжини передньоспинки до її ширини (Lp/Sp, рис. 9.4з), а також відношення довжини надкрила до довжини передньоспинки (Le/Lp, рис. 9.4и) у самців *B. minimum* має тенденцію до підвищення. Мінливість інших лінійних промірів та індексів показано на рисунку Б.8.

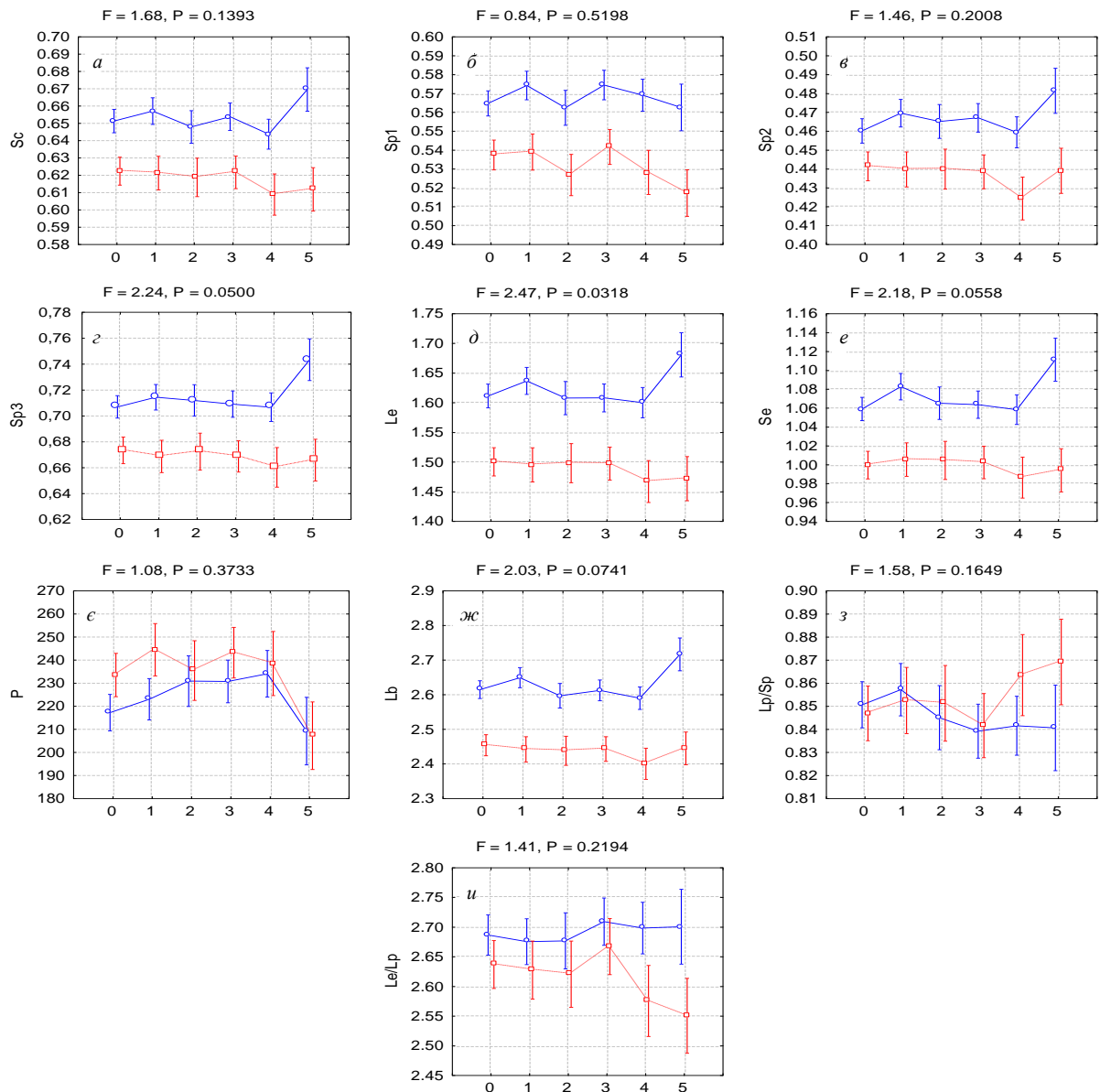


Рис. 9.4. Мінливість морфометричних характеристик та індексів *V. minimum* у навколводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від мінералізації ґрунтового розчину: по осі абсцис 0 – 0,0–1,0 г/л, 1 – 1,0–2,0 г/л, 2 – 2,0–3,0 г/л, 3 – 3,0–4,0 г/л, 4 – 4,0–5,0 г/л, 5 – >5,0 г/л; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3; лінія синього кольору – самки, червоного – самці

На ділянках із більш лужними ґрунтами спостерігається зниження кількості пор на надкрилах у самців і самок на рівні тенденції (рис. 9.5a). Відношення довжини передньоспинки до її ширини у самців зростає, а у самок знижується на ділянках із більш високими значеннями рН ґрунтового

розчину ( $Lp/Sp$ , рис. 9.5б). Протилежні зміни помічені для відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки ( $Le/Lp$ , рис. 9.5в): на ділянках із більш високими рН значення цього індексу в самців знижуються, а у самок підвищуються. Максимальні значення індексу  $Se/Sp$  (рис. 9.5г) у самок помічені на ділянках із нейтральною реакцією ґрунтового розчину; мінімальне відношення  $Sp3/Sp2$  (рис. 9.5д) у самок *B. minimum* зареєстроване на ділянках із більш лужною реакцією ґрунтового розчину. Мінливість інших лінійних промірів та індексів наведена на рисунку Б.9.

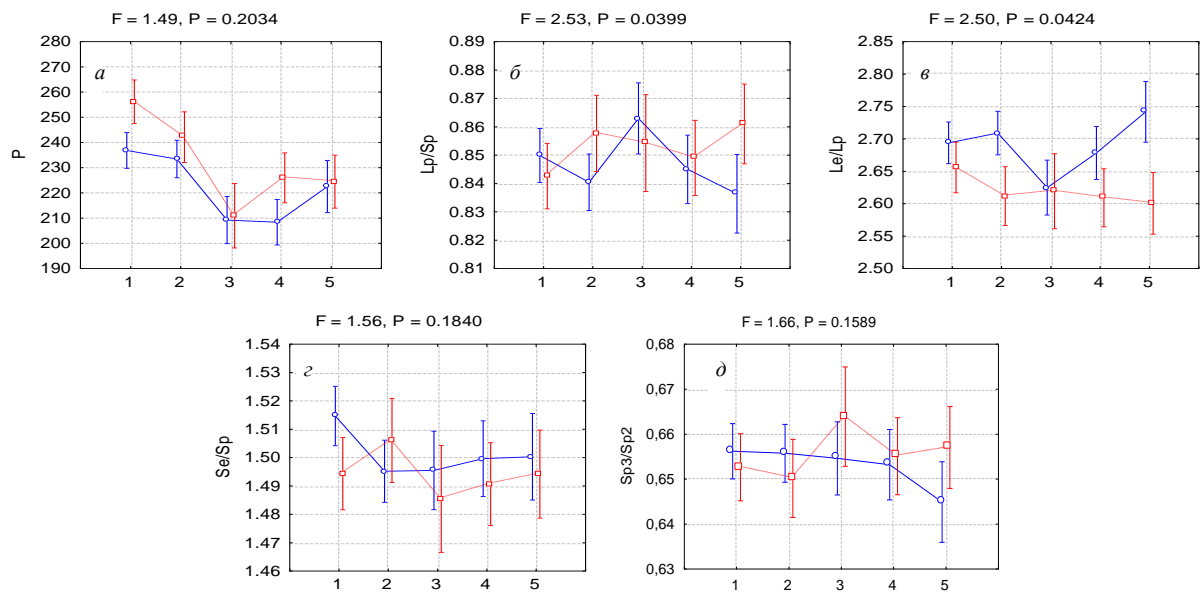


Рис. 9.5. Мінливість морфометричних характеристик та індексів *B. minimum* у навколводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від рН ґрунтового розчину: по осі абсцис 1 – рН < 7,8, 2 – рН = 7,8–8,0, 3 – рН = 8,0–8,2, 4 – рН = 8,2–8,4, 5 – рН = 8,4–8,6; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3; лінія синього кольору – самки, червоного – самці

На ділянках із вираженим рекреаційним навантаженням зменшується ширина голови самців ( $Sc$ , рис. 9.6а), ширина їх передньоспинки між передніми ( $Sp1$ , рис. 9.6б) та задніми кутами ( $Sp2$ , рис. 9.6в). На ділянках із рекреаційним навантаженням помічено тенденцію до підвищення значення задніх кутів передньоспинки ( $B$ , рис. 9.6г) і у самців, і у самок.

Рекреація на прибережних ділянках – біотопах існування *B. minimum* викликає скорочення довжини надкрил ( $Le$ , рис. 9.6д) як у самців, так і у

самок. Рекреаційне навантаження зумовлює більш виражене звуження ширини надкрил (Se, рис. 9.6e) у самців, ніж у самок.

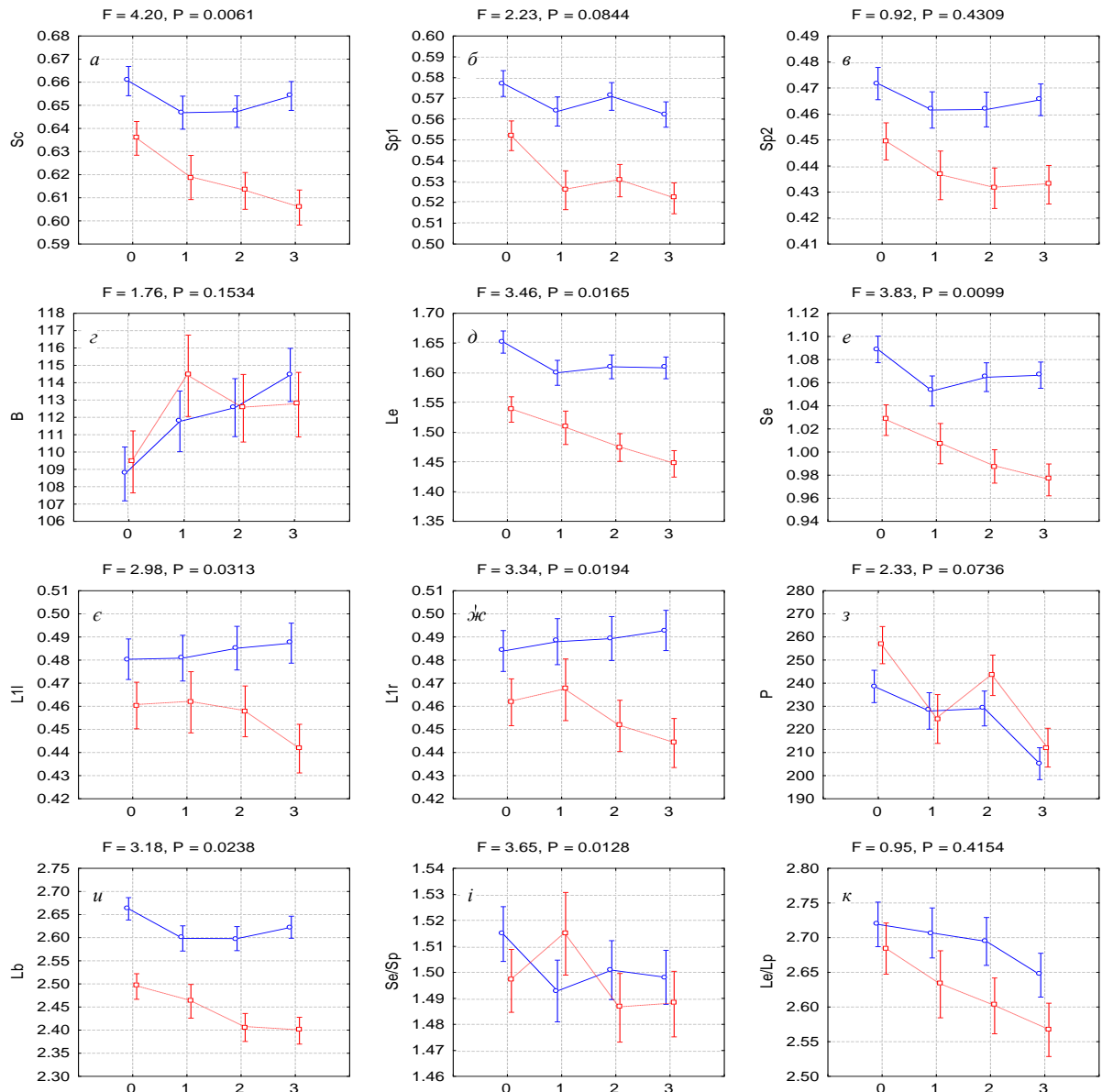


Рис. 9.6. Мінливість морфометричних характеристик *V. minimum* залежно від рекреаційного навантаження: по осі абсцис 0 – відсутнє (людські сліди та побутове сміття відсутні), 1 – слабке (людські сліди та побутове сміття зустрічаються рідко), 2 – середнє (людські сліди та побутове сміття займають 10–30 % площі ділянки), 3 – сильне (людські сліди та побутове сміття складають понад 30 % площі ділянки); назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3; лінія синього кольору – самки, червоного – самці



Відстань до першої щетинконосної пори на лівому та правому надкрилах (L1l, L1r, рис. 9.6є, 9.6ж) у самців на ділянках із рекреаційним навантаженням достовірно зменшується, а у самок, навпаки, має тенденцію до збільшення.

Щільність пунктирування надкрил (P, рис. 9.6з) і в самок, і в самців знижується за зростання ступеня рекреації. У випадку більш вираженого антропогенного навантаження достовірно знижується довжина тіла самців *B. minimum* (Lb, рис. 9.6и); також помічено зниження відношення ширини надкрил до ширини передньоспинки у самок (Se/Sp, рис. 9.6і).

На ділянках з інтенсивним антропогенним навантаженням помічено достовірне зниження відношення довжини надкрила до довжини передньоспинки у самців *B. minimum* (Le/Lp, рис. 9.6к). Мінливість інших лінійних промірів та індексів показано на рисунку Б.10.

Випасання худоби – один із пріоритетних чинників руйнування берегових екосистем на території степової зони України. На ділянках із високим ступенем пасквальної дигресії зменшується ширина голови у самців (Sc, рис. 9.7б), довжина та ширина їх передньоспинки (Lp, Sp1, Sp2, Sp3, рис. 9.7в–е), довжина та ширина надкрил (Le, Se, рис. 9.7ж, 9.7з); аналогічні недостовірні зміни відбуваються також у самок цього виду жуків. У самок, на відміну від самців, зростає величина задніх кутів передньоспинки (B, рис. 9.7є) на ділянках із високою інтенсивністю випасання худоби. Сильніші зміни за впливу випасання худоби відбуваються в розташуванні щетинконосних пор у самців, ніж у самок (L1l, L1r, L2l, L2r, рис. 9.7и–л).

За впливу цього фактора відбуваються достовірні зміни трьох морфометричних індексів: збільшення відношення довжини передньоспинки до її ширини у самок (Lp/Sp, рис. 9.7р), зниження відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки у самців і самок (Le/Lp, рис. 9.7с), зниження відношення ширини надкрил до ширини передньоспинки у самців (Se/Sp, рис. 9.7т).

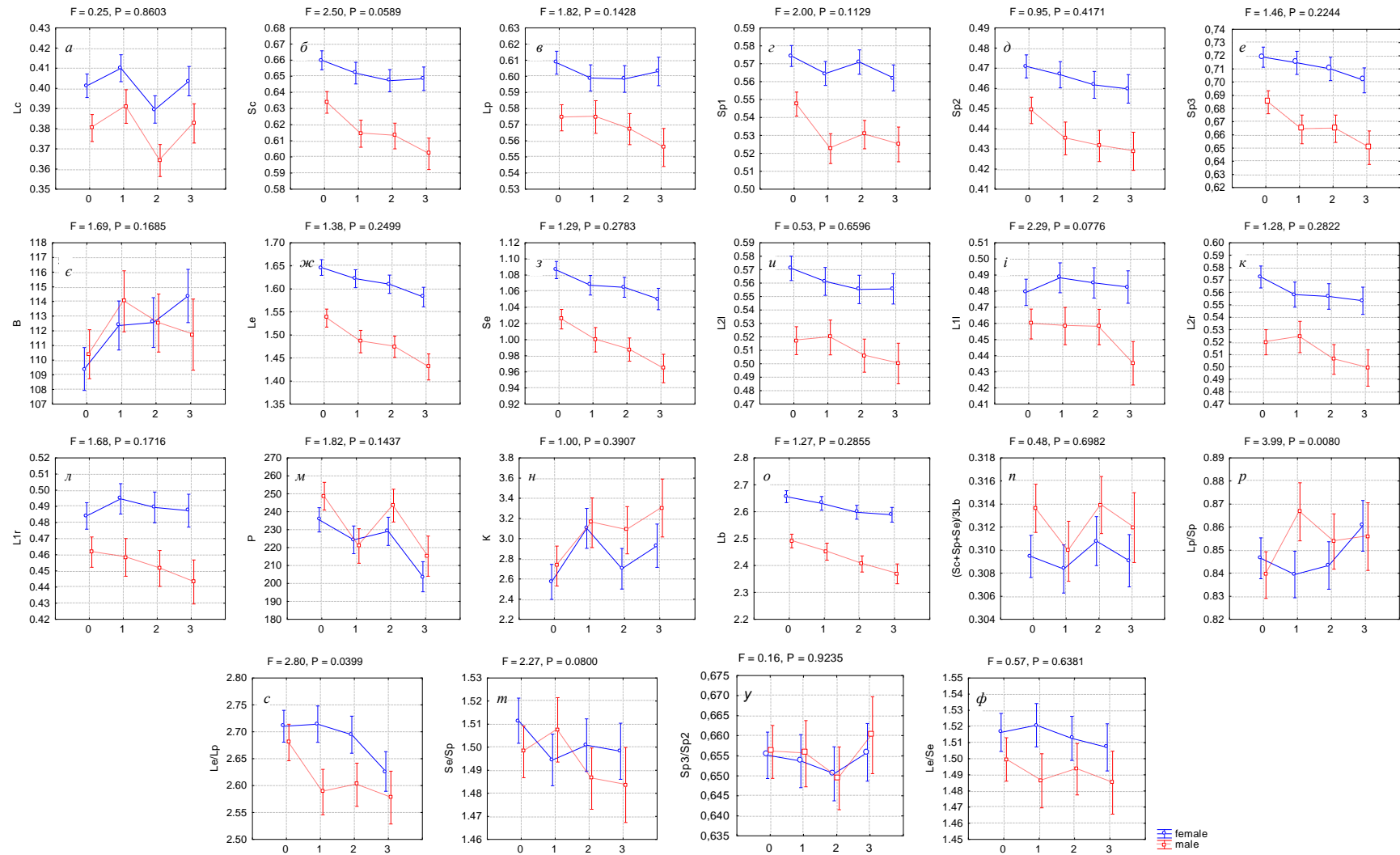


Рис. 9.7. Мінливість морфометричних характеристик of *B. minutum* залежно від випасання великої рогатої худоби: на осі абсцис 0 – відсутнє (відсутні стежки тварин та їх екскременти), 1 – слабке (стежки тварин і екскременти зустрічаються рідко), 2 – середнє (стежки тварин і екскременти займають 10–30 % площі ділянки), 3 – сильне (стежки тварин і екскременти займають понад 30 % площі ділянки); назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3; лінія синього кольору – самки, червоного – самці

### 9.3. Залежність лінійних параметрів і морфометричних індексів

#### *B. minimum* від довжини тіла

Після об'єднання всієї сукупності виміряних особин *B. minimum* в одну вибірку та розподілу їх залежно від довжини тіла встановлено, що сильний ступінь зв'язку між розмірами тіла самців і самок виявлено для довжини надкрил ( $Le$ ,  $r^2 = 0,84-0,91$ , рис. 9.8*a*, 9.8*б*). Менший зв'язок із розмірами тіла виявили ширина надкрил ( $Se$ , для самок  $r^2 = 0,67$ , для самців  $r^2 = 0,58$ , рис. 9.9*i*, 9.9*к*), максимальна ширина передньоспинки ( $Sp3$ , для самок  $r^2 = 0,64$ , для самців  $r^2 = 0,41$ , рис. 9.9*з*, 9.9*у*), ширина голови ( $Sc$ , для самок  $r^2 = 0,60$ , для самців  $r^2 = 0,48$ , рис. 9.9*а*, 9.9*б*), а також довжина передньоспинки ( $Lp$ , для самок  $r^2 = 0,51$ , для самців  $r^2 = 0,41$ , рис. 9.9*в*, 9.9*е*), ширина передньоспинки між передніми ( $Sp1$ , для самок  $r^2 = 0,49$ , для самців  $r^2 = 0,30$ , рис. 9.9*д*, 9.9*е*) та задніми кутами ( $Sp2$ , для самок  $r^2 = 0,47$ , для самців  $r^2 = 0,27$ , рис. 9.9*є*, 9.9*ж*). Для вищенаведених характеристик кут нахилу регресійної прямої щодо осі абсцис для самок вищий, ніж для самців.

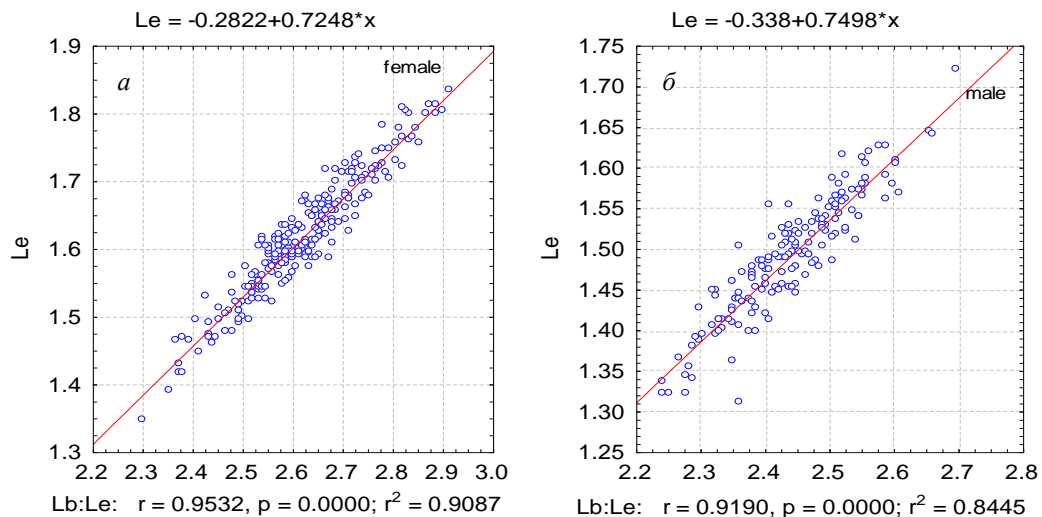


Рис. 9.8. Діаграма розсіювання довжини надкрил самок і самців *B. minimum* залежно від довжини їх тіла

Не пов'язані з розмірами тіла і в самок, і в самців довжина голови ( $Lc$ ,  $r^2 < 0,06$ ), величина задніх кутів передньоспинки ( $B$ ,  $r^2 = 0,001$ ), відстань до першої та другої щетинконосної пори ( $L1l$ ,  $L1r$ ,  $L2l$ ,  $L2r$ ,  $r^2 < 0,30$ ), щільність пунктирування надкрил ( $P$ ,  $r^2 < 0,02$ ) і ступінь контрастності плям на

надкрилах (К,  $r^2 < 0,06$ ). Жоден із шести досліджених морфометричних індексів також не проявив зв'язку із розмірами тіла самців і самок *V. minimum* ( $r^2 < 0,10$ ). Діаграма розсіювання цих лінійних характеристик та індексів наведена на рисунках Б.11, Б.12.

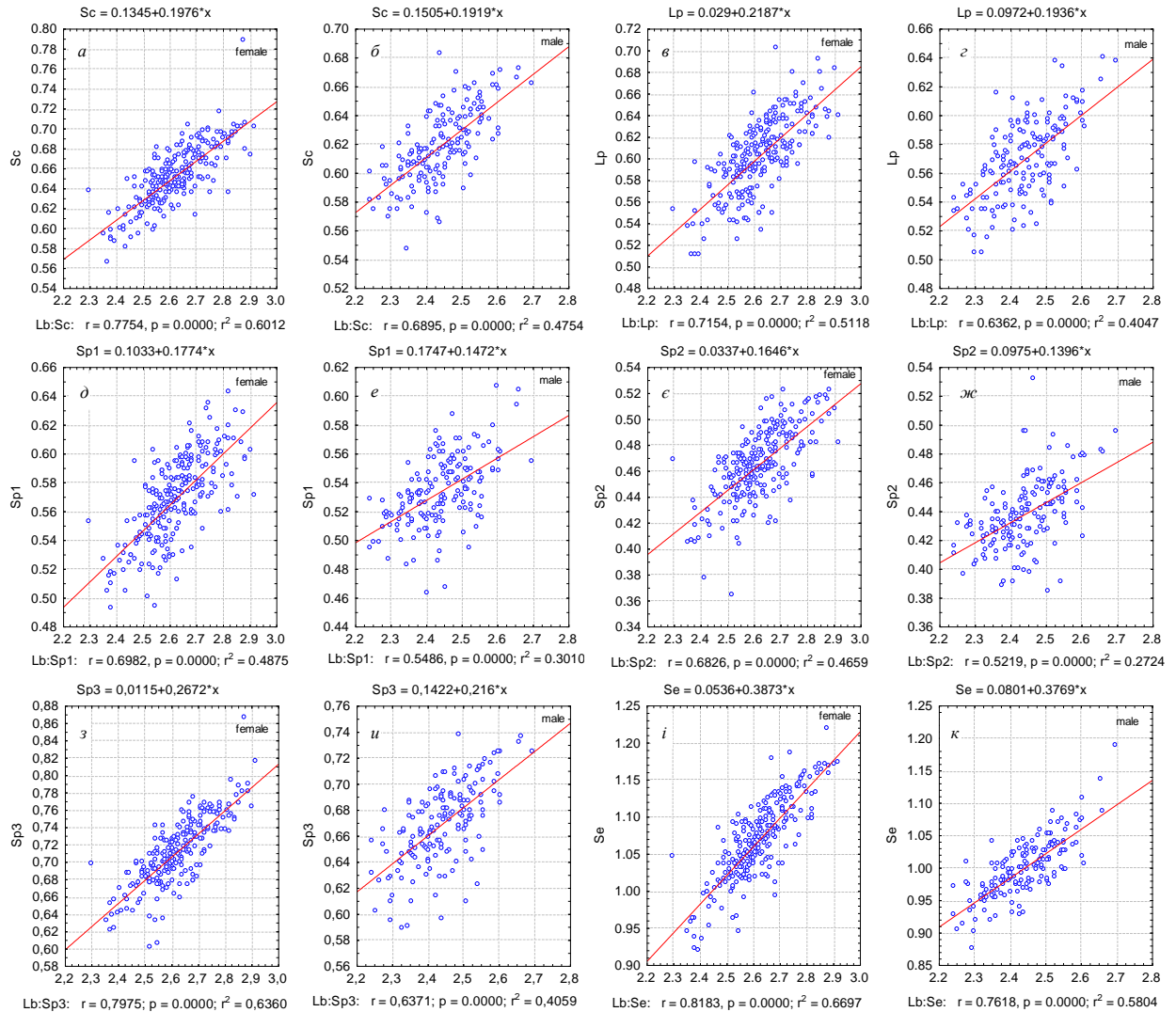


Рис. 9.9. Діаграма розсіювання лінійних характеристик самок і самців *V. minimum* залежно від довжини їх тіла (Sc, Lp, Sp1, Sp2, Sp3, Se): назви характеристик див. табл. 8.2

Таким чином, довжина та ширина надкрил, довжина та ширина передньоспинки залежать від довжини тіла *V. minimum*. Відхилення цих характеристик у самців більше, ніж у самок. Довжина голови не пов'язана із загальними розмірами тіла у самок і самців. Ми, як і інші авторим (Sukhodolskaya, 2013), припускаємо, що довжина голови залежить від

об'єктів харчування та їх доступності. За нестачі поживних речовин зростає пошукова активність турунів і в результаті голова збільшується. Цікаво й те, що відстані від основи надкрила до першої щетинконосної пори, а також відстані між щетинконосними порами у самок і самців не залежать від довжини тіла.

Факторний аналіз усього масиву морфометричних даних (рис. 9.10) показав, що понад третина мінливості визначається загальними розмірами тіла (Lb). З великими розмірами тіла пов'язані велика довжина та ширина передньоспинки та надкрила (Le, Se, Sp3, Sp1, Sp2, Lp), великі відстані до першої та другої щетинконосної пори на правому та лівому надкрилах (L2r, L2l, L1r, L1l).

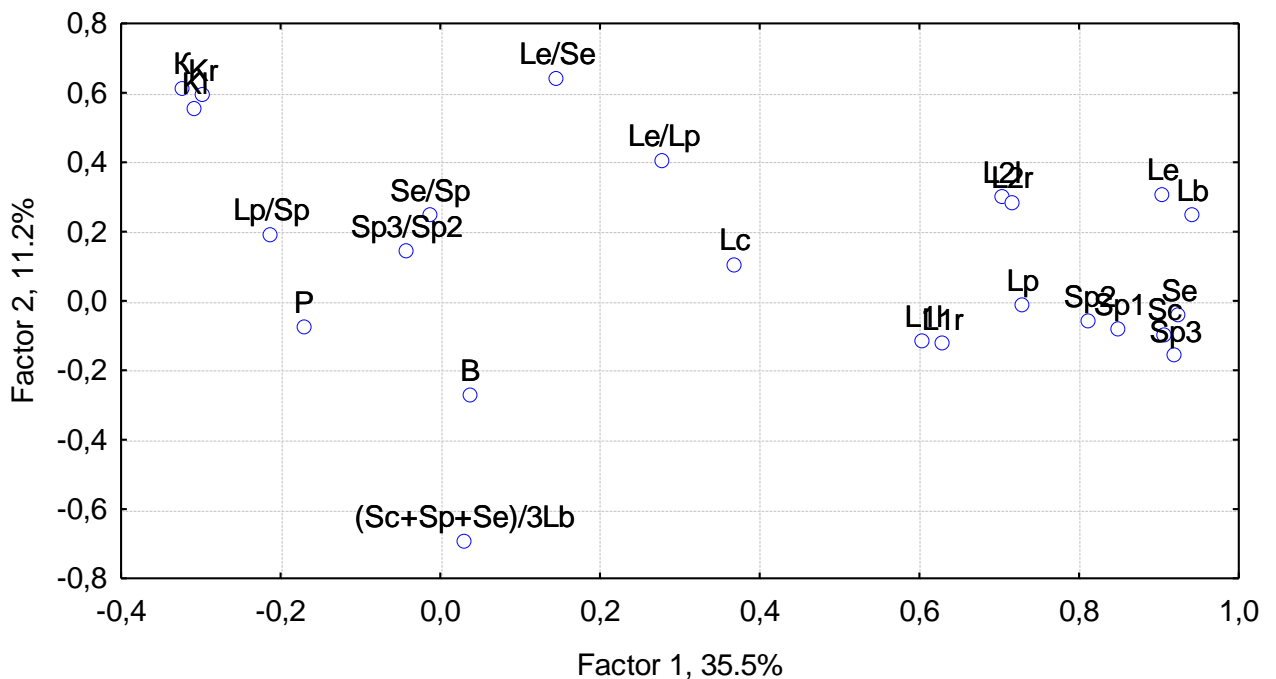


Рис. 9.10. Аналіз подібності морфометричних характеристик та індексів *B. minimum*: фактор 1 – загальна довжина тіла (35,5 % дисперсії: позитивним значенням фактора відповідають характеристики, що корелюють із більшою довжиною тіла, негативним – із меншою), фактор 2 – ширина тіла (11,2 % дисперсії: позитивним значенням фактора відповідають характеристики, що корелюють із більш «вузькими» особинами, негативним – із більш «широкотілими»)

Із меншими розмірами тіла корелюють K, Kr, Kl, Lp/Sp, P. Другий важливий фактор мінливості (рис. 9.10) – відносна ширина тіла особин (11,2 % дисперсії). У більш вузьких особин із більшою відносною довжиною надкрил (Le/Se) корелюють K, Kr, Kl і відношення довжини надкрила до довжини передньоспинки Le/Lp. Із більшою відносною шириною тіла  $(Sc+Sp+Se)/3Lb$  пов'язані великі значення величини задніх кутів передньоспинки B.

Дослідження морфологічної мінливості *B. minimum* розширюють знання про екологічні особливості цього виду і підтримують гіпотезу про те, що окремі фактори навколишнього середовища впливають на певні морфометричні ознаки турунів.

Висновки по розділу:

- 1) покриття трав'янистих рослин достовірно впливає на сім із 16 лінійних характеристик *B. minimum*: ширина голови, довжина та ширина передньоспинки (Sp<sub>2</sub>, Sp<sub>3</sub>), величина задніх кутів передньоспинки, щільність пунктирування надкрил, контрастність світлих плям на надкрилах, на три з шести морфометричних індексів  $((Sc+Sp+Se)/3Lb$ , Le/Lp и Sp<sub>3</sub>/Sp<sub>2</sub>);
- 2) товщина підстилки не зумовлює зміни лінійних промірів, крім ширини переднього краю передньоспинки, достовірна мінливість виявлена для щільності пор та контрастності світлих плям на надкрилах і для одного індексу;
- 3) гранулометричний склад ґрунту достовірно впливає на довжину тіла та голови, на відношення ширини надкрил до ширини передньоспинки *B. minimum*;
- 4) мінералізація ґрунту зумовлює достовірні зміни половини параметрів тіла: Lb, Lc, Lp, Sp<sub>1</sub>, Sp<sub>2</sub>, Se, B, P, морфометричні індекси незмінні;
- 5) рН ґрунту достовірно впливає на всі лінійні параметри тіла *B. minimum*, крім довжини передньоспинки, індекси не змінюються;

- 6) рекреаційне навантаження зумовлює достовірні зміни 13 із 16 розглянутих характеристик *B. minimum*;
- 7) випасання великої рогатої худоби достовірно викликає зміни всіх лінійних промірів тіла *B. minimum*;
- 8) статевий диморфізм проявляється за всіма проаналізованими лінійними параметрами та більшістю морфометричних індексів у градієнті впливу досліджених факторів навколишнього середовища, відмінностей між самками та самцями не виявлено за величиною задніх кутів передньоспинки, а також за відношенням максимальної ширини передньоспинки до її ширини між задніми кутами;
- 9) факторний аналіз морфометричних даних показав, що понад третина мінливості *B. minimum* визначається загальними розмірами тіла (Lb), з меншими розмірами тіла корелюють контрастність світлих плям та щільність пор на надкрилах, другий фактор мінливості – ширина тіла, з більшою шириною тіла пов'язані значення величини задніх кутів передньоспинки.

*Основні публікації дисертанта за матеріалами розділу:*

Komlyk, V. O., & Brygadyrenko, V. V. (2019). Morphological variability of *Bembidion minimum* (Coleoptera, Carabidae) populations under the influence of natural and anthropogenic factors. *Biosystems Diversity*, 27(3), 250–269. doi:10.15421/011935

*Перелік посилань:*

Жеребцов, А. К. (2000). *Определитель жуужелиц Республики Татарстан*. Казань: Институт экологии и природных систем АН РТ.

Хотько, Е. И. *Определитель жуужелиц (Coleoptera, Carabidae)*. Минск: Наука и техника.

- Яблоков-Хзорян, С. М. (1976). *Фауна Армянской ССР. Насекомые жесткокрылые. Жужелицы (Carabidae)*. Ереван: Издательство АН Армянской ССР.
- Alibert, P., Moureau, B., Dommergues, J. L., & David, B. (2001). Differentiation at a microgeographical scale within two species of ground beetle, *Carabus auronitens* and *C. nemoralis* (Coleoptera, Carabidae): a geometrical morphometric approach. *Zoologica Scripta*, 30(4), 299–311. doi:10.1046/j.1463-6409.2001.00068.x
- Benítez, H. A., Lemic, D., Puschel, T. A., Gasparic, H. V., Kos, T., Baric, B., Bazok, R., & Zivkovic, I. P. (2018). Fluctuating asymmetry indicates levels of disturbance between agricultural productions: An example in Croatian population of *Pterostichus melas melas* (Coleoptera: Carabidae). *Zoologischer Anzeiger*, 276, 42–49. doi:10.1016/j.jcz.2018.07.003
- Bravi, R., & Benítez, H. A. (2013). Left-right asymmetries and shape analysis on *Ceroglossus chilensis* (Coleoptera: Carabidae). *Acta Oecologica*, 52, 57–62. doi:10.1016/j.actao.2013.07.007
- Brygadyrenko, V. V. (2016). Influence of litter thickness on the structure of litter macrofauna of deciduous forests of Ukraine's steppe zone. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology*, 24(1), 240–248. doi:10.15421/011630
- Burel, F., Butet, A., Delettre, Y. R., & de la Pena, N. M. (2004). Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification. *Landscape and Urban Planning*, 67(1–4), 195–204. doi:10.1016/S0169-2046(03)00039-2
- Dangalle, Ch. D., Pallewatta, N., & Vogler, A. P. (2013). The association between body-size and habitat-type in tiger beetles (Coleoptera, Cicindelidae) of Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science (Biological sciences)*, 42(1), 41–53. doi:10.4038/cjsbs.v42i1.5898
- denNijs, L. J. M. F., Lock, C. A. M., Noorlander, J., & Booij, C. J. H. (1996). Search for quality parameters to estimate the condition of *Pterostichus cupreus*



- (Col, Carabidae) in view of population dynamic modeling. *Journal of Applied Entomology*, 120(3), 147–151. doi:10.1111/j.1439-0418.1996.tb01582.x
- Hůrka, K. (1996). *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Zlin: Kabourek.
- Jelaska, L. S., Jesovnik, A., Jelaska, S. D., Pirnat, A., Kucinic, M., & Durbesic, P. (2010). Variations of carabid beetle and ant assemblages, and their morpho-ecological traits within natural temperate forests in Medvednica nature park. *Sumarski List*, 134, 475–486.
- Kaizuka, J., & Iwasa, M. (2015). Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in coniferous plantations in Hokkaido, Japan: effects of tree species and environmental factors. *Entomological Science*, 18(2), 245–253. doi:10.1111/ens.12104
- Kawano, K. (2006). Sexual dimorphism and the making of oversized male characters in beetles (Coleoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 99(2), 327–341. doi: 10.1603/0013-8746(2006)099[0327:sdatmo]2.0.co;2
- Kleisner, K., Keil, P., & Jaros, F. (2012). Biogeography of elytral ornaments in Palearctic genus *Carabus*: disentangling the effects of space, evolution and environment at a continental scale. *Evolutionary Ecology*, 26(4), 1025–1040. doi:10.1007/s10682-011-9537-z
- Kuperman, R. G. (1996). Relationships between soil properties and community structure of soil macroinvertebrates in oak-hickory forests along an acidic deposition gradient. *Applied Soil Ecology*, 4(2), 125–137. doi:10.1016/0929-1393(96)00108-4
- Lagisz, M. (2008). Changes in morphology of the ground beetle *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Coleoptera; Carabidae) from vicinities of a zinc and lead smelter. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(8), 1744–1747. doi:10.1897/07-661.1
- Lindroth, C. H. (1974). *Coleoptera, Carabidae. Handbooks for the identification of British insects*. London: Royal entomological society of London.

- Lindroth, C. H. (1985) The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 15(1), 1–226.
- Matalin, A. V. (2003). Variations in flight ability with sex and age in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of south-western Moldova. *Pedobiologia*, 47(4), 311–319. doi:10.1078/0031-4056-00195
- Nietupski, M., Sowinski, P., Sadej, W., & Kosewska, A. (2010). Content of organic C and pH of bog and post-bog soils versus the presence of ground beetles Carabidae in Stary Dwor near Olsztyn. *Journal of Elementology*, 15(3), 581–591. doi:10.5601/jelem.2010.15.3..581-591
- Osman, W., El-Samad, L. M., Mokhamer, E. H., El-Touhamy, A., & Shonouda, M. (2015). Ecological, morphological, and histological studies on *Blaps polycresta* (Coleoptera: Tenebrionidae) as biomonitors of cadmium soil pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(18), 14104–14115. doi:10.1007/s11356-015-4606-4
- Paje, F., & Mossakowski, D. (1984). pH-preferences and habitat selection in carabid beetles. *Oecologia*, 64(1), 41–46. doi:10.1007/bf00377541
- Palmer, M. (1994). Ecological factors associated with body-size in populations of *Macrothorax morbillosus* (F) (Carabidae, Coleoptera). *Acta Oecologica*, 15(6), 689–699.
- Sadej W., Kosewska, A., Sadej, Wi., & Nietupski, M. (2012). Effects of fertilizer and land-use type on soil properties and ground beetle communities. *Bulletin of Insectology*, 65(2), 239–246.
- Schwerk, A., & Jaskula, R. (2018). Rare patterns of dorsal puncture in *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera: Carabidae). *PeerJ*, 6, e4657. doi:10.7717/peerj.4657
- Sota, T., Takami, Y., Kubota, K., Ujiie, M., & Ishikawa, R. (2000). Intraspecific body size differentiation in species assemblages of the carabid subgenus *Ohomopterus* in Japan. *Population Ecology*, 42, 279–291. doi:10.1007/pl00012006

- Sowa, G., & Skalski, T. (2019). Effects of chronic metal exposure on the morphology of beetles species representing different ecological niches. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 102(2), 191–197. doi:10.1007/s00128-018-02532-7
- Sukhodolskaya, R. (2013). Intraspecific body size variation in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in urban – suburban – rural – natural gradient. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 13(1), 121–128.
- Sukhodolskaya, R. A., & Eremeeva, N. I. (2013). Body size and shape variation in ground beetle *Carabus aeruginosus* F.-W., 1822 (Coleoptera, Carabidae). *Contemporary Problems of Ecology*, 6(6), 609–615. doi:10.1134/S1995425513060127
- Sukhodolskaya, R. A., & Saveliev, A. A. (2014). Effects of ecological factors on size-related traits in the ground beetle *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae). *Russian Journal of Ecology*, 45(5), 414–420. doi:10.1134/s1067413614050142
- Sukhodolskaya, R. A., & Saveliev, A. A. (2017). Impact of environmental factors on the body shape variation and sexual shape dimorphism in *Carabus granulatus* L. (Coleoptera: Carabidae). *Zoological Systematics*, 42(1), 71–89. doi:10.11865/zs.201707
- Sukhodolskaya, R., & Saveliev A. (2016). Intra-specific body size variation of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in latitudinal gradient. *Periodicum Biologorum*, 118(3), 273–280. doi:10.18054/pb.2016.118.3.3918
- Szentkiralyi, F., Bernath, B., Kadar, F., & Retezar, I. (2005). Flight of ground beetles towards polarized and unpolarized light sources. *DIAS Report*, 114, 313–324.
- Tyler, G. (2010). Variability in colour, metallic lustre, and body size of *Carabus arvensis* Herbst, 1784 (Coleoptera: Carabidae) in relation to habitat properties. *Entomologica Fennica*, 21, 90–96.

- Vittum, P. J., & Morzuchi, B. J. (1990). Effect of soil pH on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Oviposition in potted turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 83(5), 2036–2039. doi:10.1093/jee/83.5.2036
- Weller, B., & Ganzhorn, J. U. (2004). Carabid beetle community composition, body size and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. *Basic and Applied Ecology*, 5(2), 193–201. doi:10.1078/1439-1791-00220

## ВИСНОВКИ

1. Карабідофауна навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського представлена 146 видами, серед яких 26 рідкісних і таких, що потребують охорони. Значну частку складають туруни роду *Bembidion*, які домінують за чисельністю та кількістю видів у навколоводних екосистемах солонцево-солончакової та надзапlavної терас ріки Самара.

2. У навколоводних екосистемах Присамар'я Дніпровського зареєстровано 26 видів роду *Bembidion*. Максимальна кількість видів характерна для гігрофільних і ультрагігрофільних екосистем. Наймасовіші види для цих екосистем – *B. articulatum*, *B. minimum*, *B. varium*. Тільки на галофільних ділянках зустрічається *B. aspericolle*. Види роду *Bembidion* віддають перевагу ґрунтам зі слабким і помірним засоленням. Найбільша кількість видів роду *Bembidion* притаманна екосистемам із супіщаним і суглинковим складом ґрунту.

3. У досліджених екосистемах виявлено морфологічну мінливість *B. varium* за шістьма лінійними промірами (довжина тіла, довжина та ширина голови, ширина переднього краю передньоспинки, максимальна ширина передньоспинки та ширина надкрил) і двома морфометричними індексами (відношення середнього арифметичного значення ширини голови, передньоспинки та надкрил до довжини тіла, відношення довжини надкрил до їх ширини). Самки *B. varium* більші відносно самців за всіма розглянутими лінійними характеристиками.

4. Особини *B. articulatum* із різних навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського відрізняються за довжиною та шириною передньоспинки між передніми та задніми кутами, щільністю пунктирування надкрил і за трьома морфометричними індексами (відношення довжини передньоспинки до її максимальної ширини, відношення довжини надкрил до довжини передньоспинки, відношення максимальної ширини передньоспинки до її ширини між задніми кутами). Статева приналежність визначає 52,6 % морфологічної мінливості *B. articulatum*. Статевий диморфізм *B. articulatum*

спостерігається за дев'ятьма лінійними характеристиками та відсутній за шістьма морфометричними індексами.

5. В антропогенно трансформованих екосистемах Присамар'я Дніпровського зареєстровано достовірні зміни двох лінійних промірів тіла *B. aspericolle*, а також чотирьох із шести морфометричних індексів. У навколводних екосистемах із високим рівнем антропогенного навантаження самки *B. aspericolle* мають меншу довжину тіла та надкрил порівняно із самками в екосистемах із низьким рівнем антропогенного впливу. Самки більші самців за довжиною тіла, шириною голови, довжиною та шириною передньоспинки, довжиною та шириною надкрил у екосистемах із низьким і середнім рівнем антропогенного навантаження, а в екосистемах із високим рівнем антропогенної трансформації статевий диморфізм спостерігається тільки за шириною голови та передньоспинки.

6. Мінливість лінійних промірів *B. minimum* найбільше пов'язана зі змінами рН і мінералізації ґрунту. За рН 8,0–8,2 особини *B. minimum* мають мінімальну довжину тіла, ширину передньоспинки, довжину та ширину надкрил. Самки *B. minimum* більш чутливі до підвищеної мінералізації ґрунту порівняно з самцями. На ділянках із високою мінералізацією ґрунту самки більші за довжиною тіла, голови, передньоспинки, шириною передньоспинки між задніми кутами та шириною надкрил, ніж самки з інших екосистем. Менший вплив на морфологічну мінливість *B. minimum* чинять ступінь розвитку трав'янистого ярусу, товщина підстилки та гранулометричний склад ґрунту. Зі збільшенням товщини підстилки достовірно зменшується щільність пунктирування надкрил *B. minimum*.

7. Рекреаційне навантаження та випасання худоби спричиняють зміни більшості лінійних промірів і морфометричних індексів *B. minimum*. Зі збільшенням інтенсивності цих факторів зменшується довжина тіла, довжина та ширина передньоспинки та надкрил у самок і самців *B. minimum*. Статевий диморфізм зареєстровано за всіма розглянутими лінійними параметрами та більшістю морфометричних індексів. Мінливість

*B. minimum* – зручний індикатор антропогенної трансформації навколоводних екосистем.

8. Завдяки широкому розповсюдженню та екологічній пластичності домінантні види роду *Bembidion* можна використовувати для зоодіагностики ґрунтів і ступеня антропогенної трансформації екосистем. В умовах Присамар'я Дніпровського на представників цього роду найбільше впливають зволоження, мінералізація та гранулометричний склад ґрунту, а потребують охорони два види (*B. ephippium*, *B. aspericolle*).

## ДОДАТКИ



## ДОДАТОК А – ФОТОГРАФІЇ ДОСЛІДЖЕНИХ НАВКОЛОВИДНИХ ЕКОСИСТЕМ



Рис. А.1. Фотографії досліджених ділянок



Рис. А.2. Фотографії досліджених ділянок

## ДОДАТОК Б – ДОПОМІЖНИЙ МАТЕРІАЛ

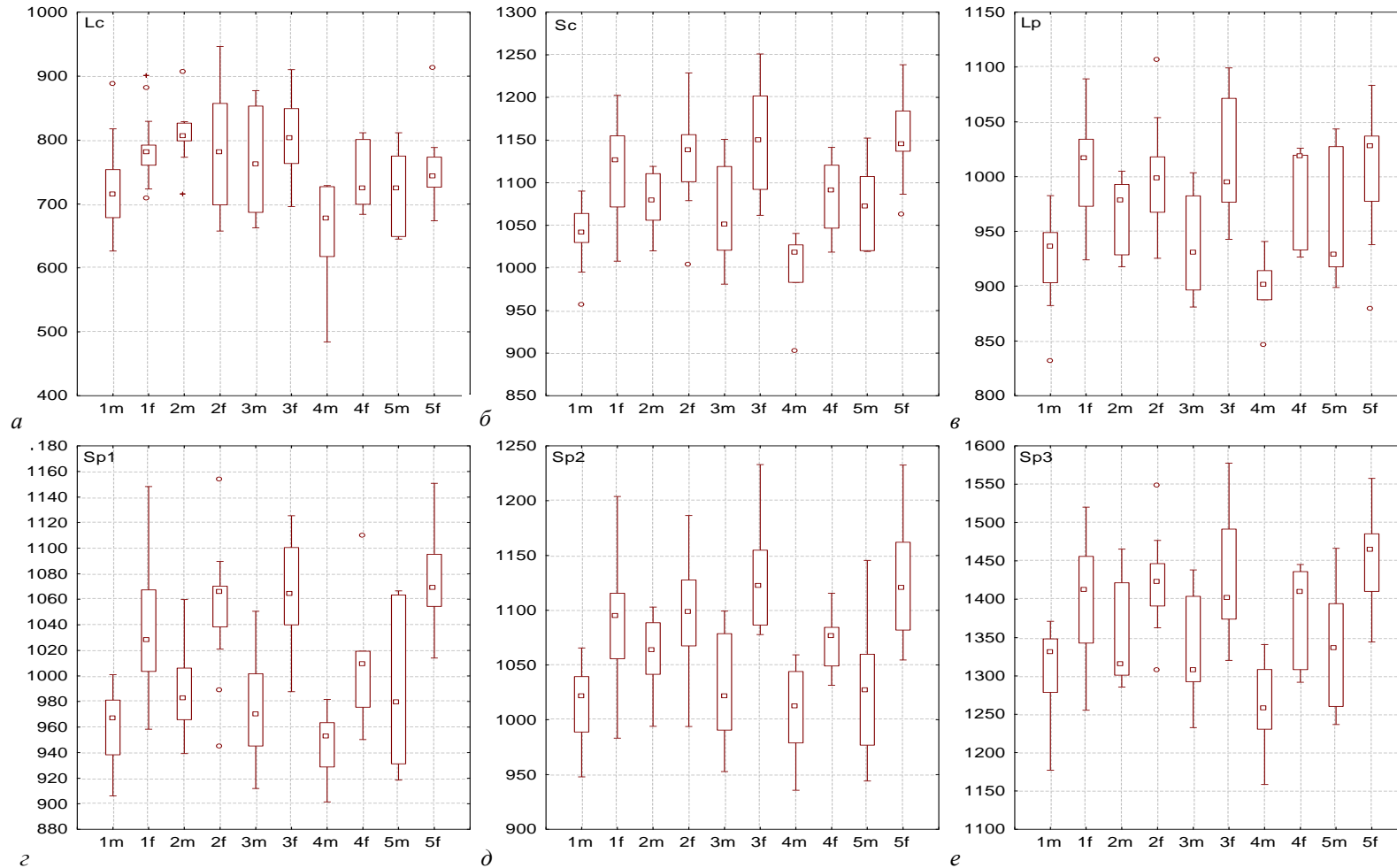


Рис. Б.1. Мінливість морфометричних характеристик голови та передньоспинки *B. varium*: назви характеристик див. табл. 6.2; по осі абсцис 1–5 – номер пробної ділянки, f – самки, m – самці; по осі ординат – значення характеристики в мм, рівняння Box–Whisker: прямокутник описує діапазон між першим та третім кватертилями, квадрат усередині прямокутника – медіана, прямі лінії – діапазон коливань, кола та зірочки – викиди

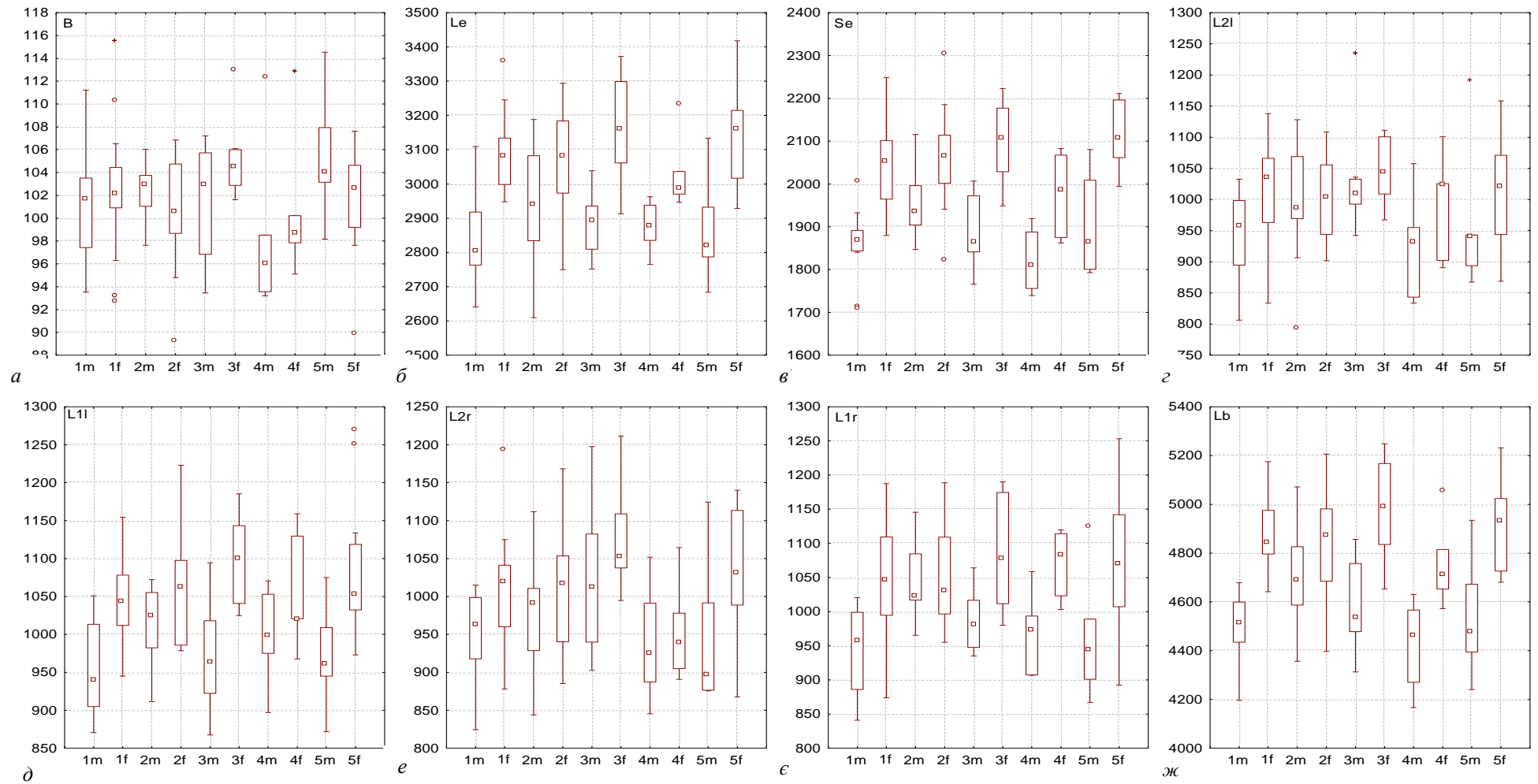


Рис. Б.2. Мінливість задніх кутів передньоспинки та морфометричних характеристик надкрил *B. varium*: назви характеристик та опис графіків див. табл. 6.2, рис. Б.1

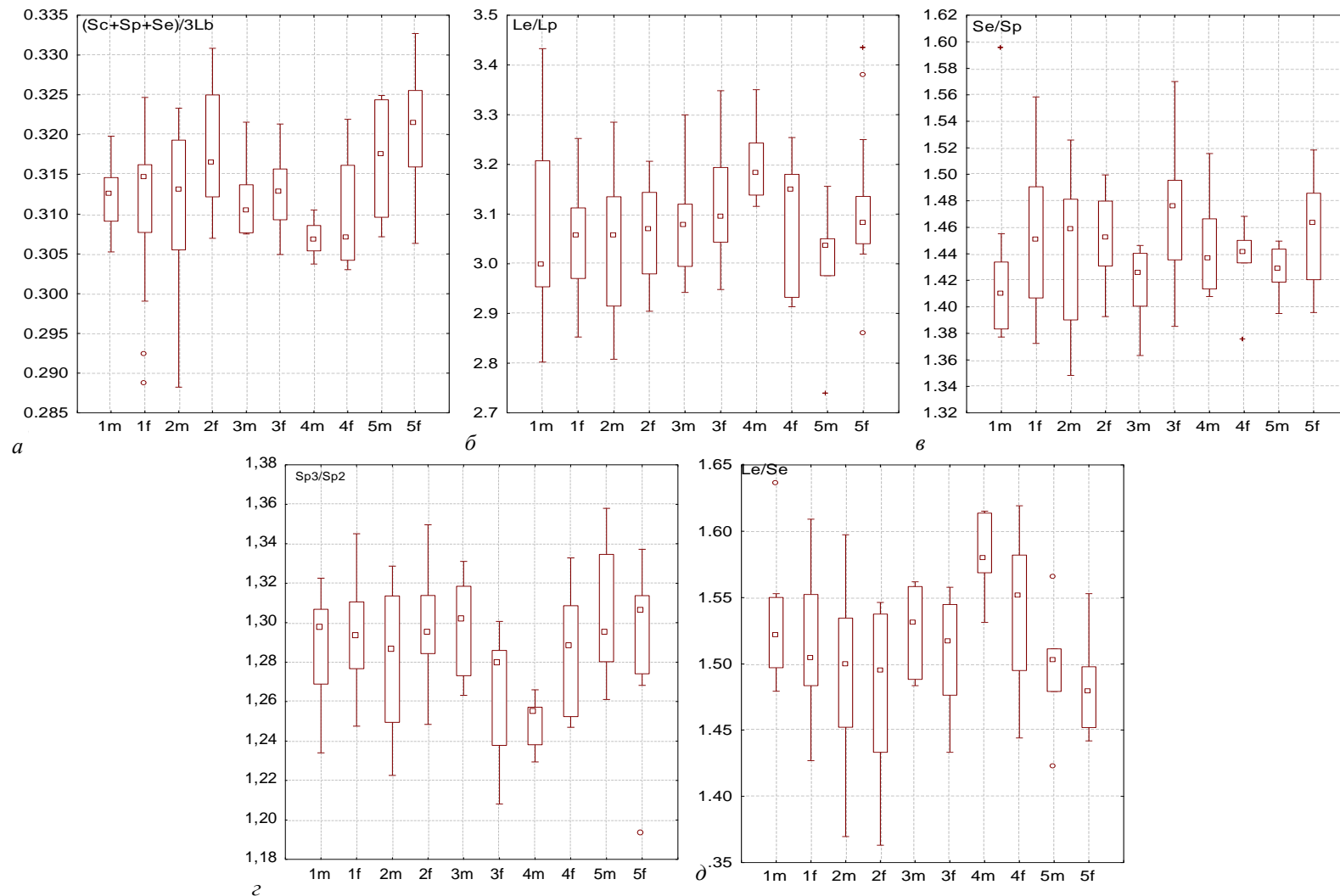


Рис. Б.3. Мінливість морфометричних індексів тіла *B. varium*: назви характеристик та опис графіків див. табл. 6.3, рис. Б.1; по осі ординат – абсолютне значення індексу

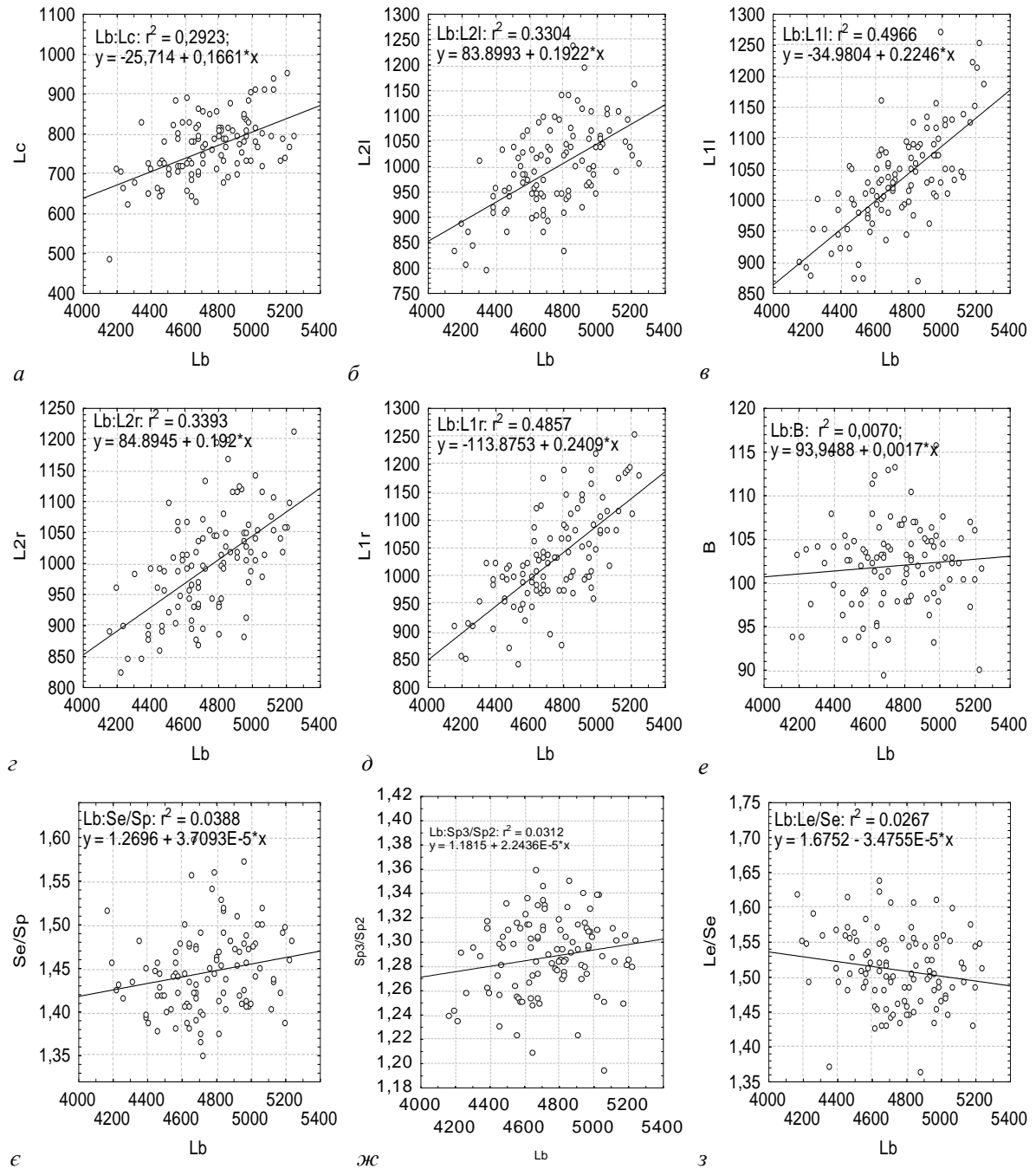


Рис. Б.4. Діаграма розсіювання морфометричних характеристик та індексів самців і самок *B. varium* залежно від довжини їх тіла: назви характеристик див. у табл. 6.2, 6.3; по осях абсис і ординат – значення характеристик

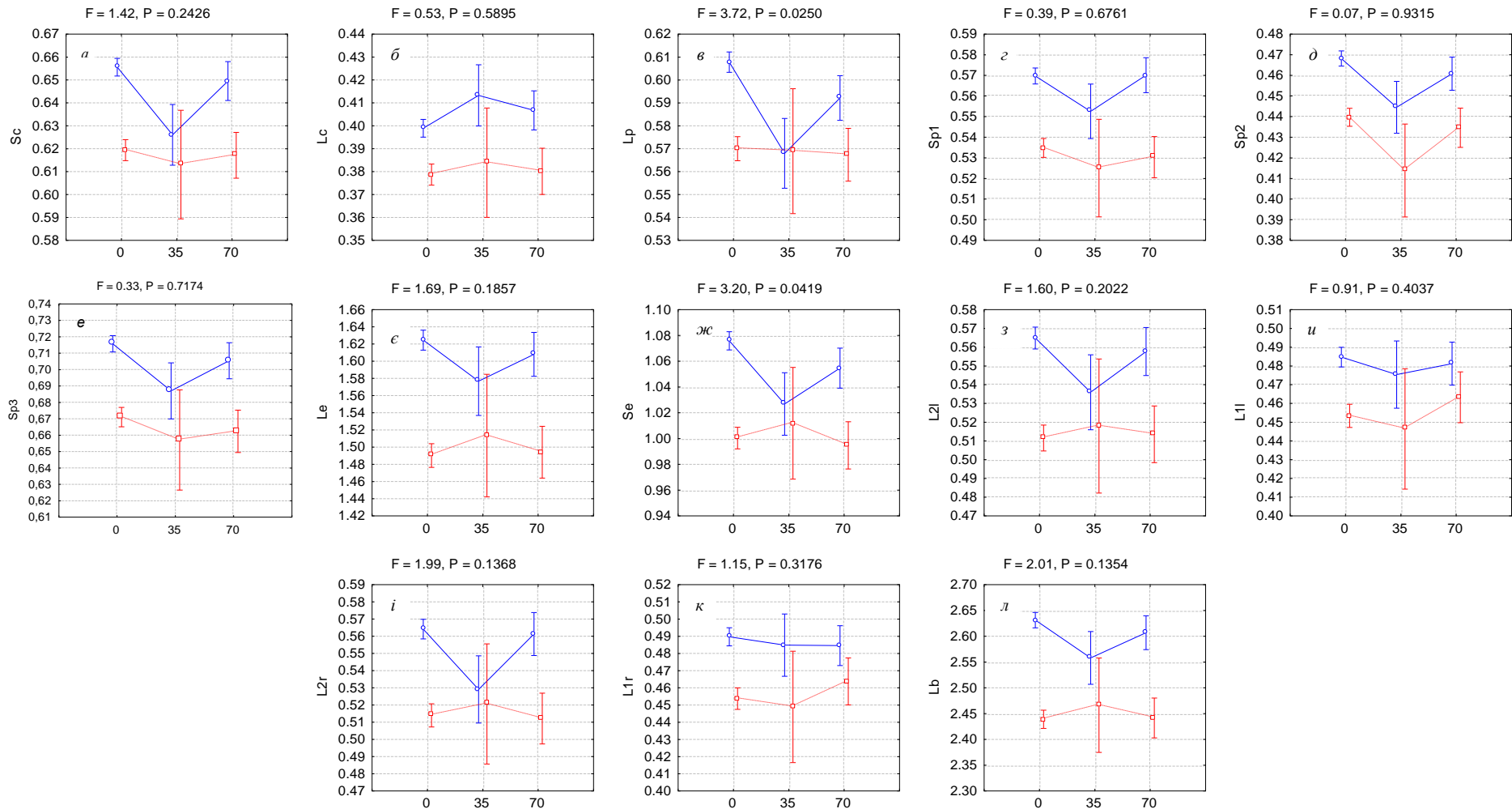


Рис. Б.5. Мінливість морфометричних характеристик *V. minimum* у навколводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від покриття трав'янистих рослин: по осі абсцис – 0 – травостій відсутній, 35 – середнє покриття травостою 35 %, 70 – середнє покриття травостою 70 %; назви характеристик див. табл. 8.2

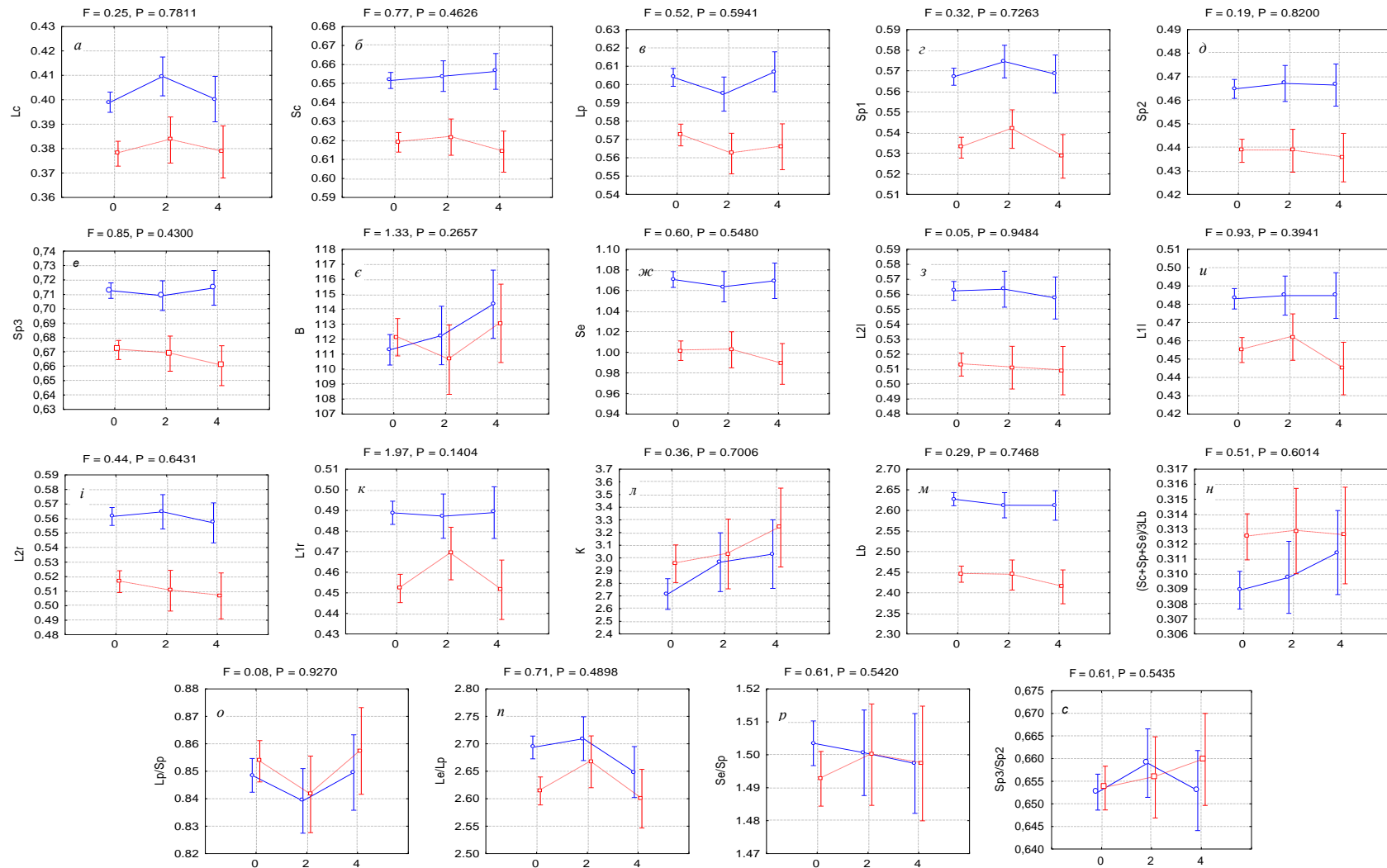


Рис. Б.6. Мінливість морфометричних характеристик *V. minimum* у навколдовних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від товщини підстилки: по осі абсцис 0 – підстилка відсутня, 2 – товщина підстилки 2 см, 4 – товщина підстилки 4 см; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3



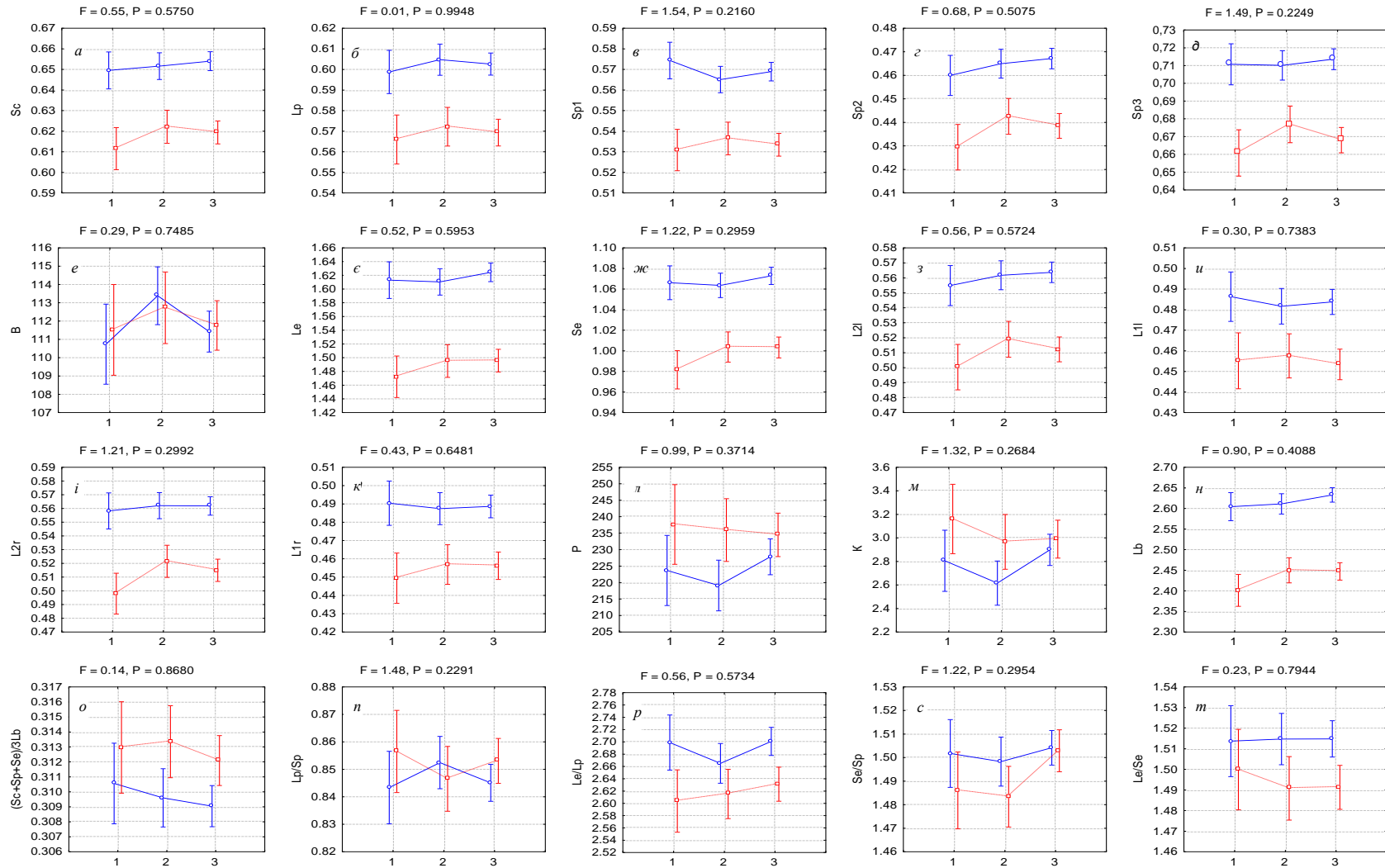


Рис. Б.7. Мінливість морфометричних характеристик *V. minimum* у навколдовних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від гранулометричного складу ґрунту: по осі абсцисс 1 – пісок, 2 – супісок, 3 – суглинок; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3

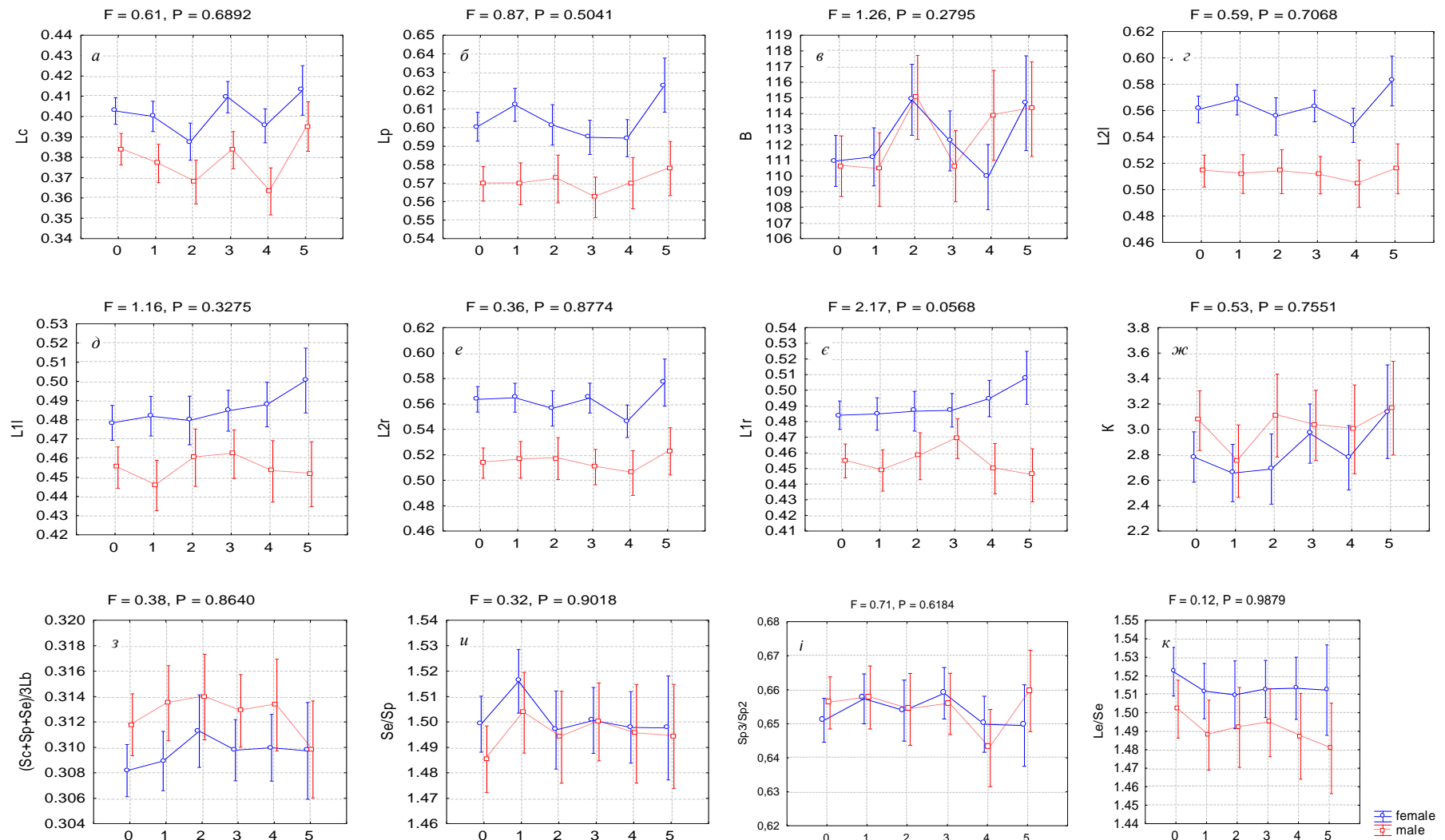


Рис. Б.8. Мінливість морфометричних характеристик *V. minutum* у навколдовних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від мінералізації ґрунтового розчину: по осі абсцис 0 – 0,0–1,0 г/л, 1 – 1,0–2,0 г/л, 2 – 2,0–3,0 г/л, 3 – 3,0–4,0 г/л, 4 – 4,0–5,0 г/л, 5 – >5,0 г/л; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3

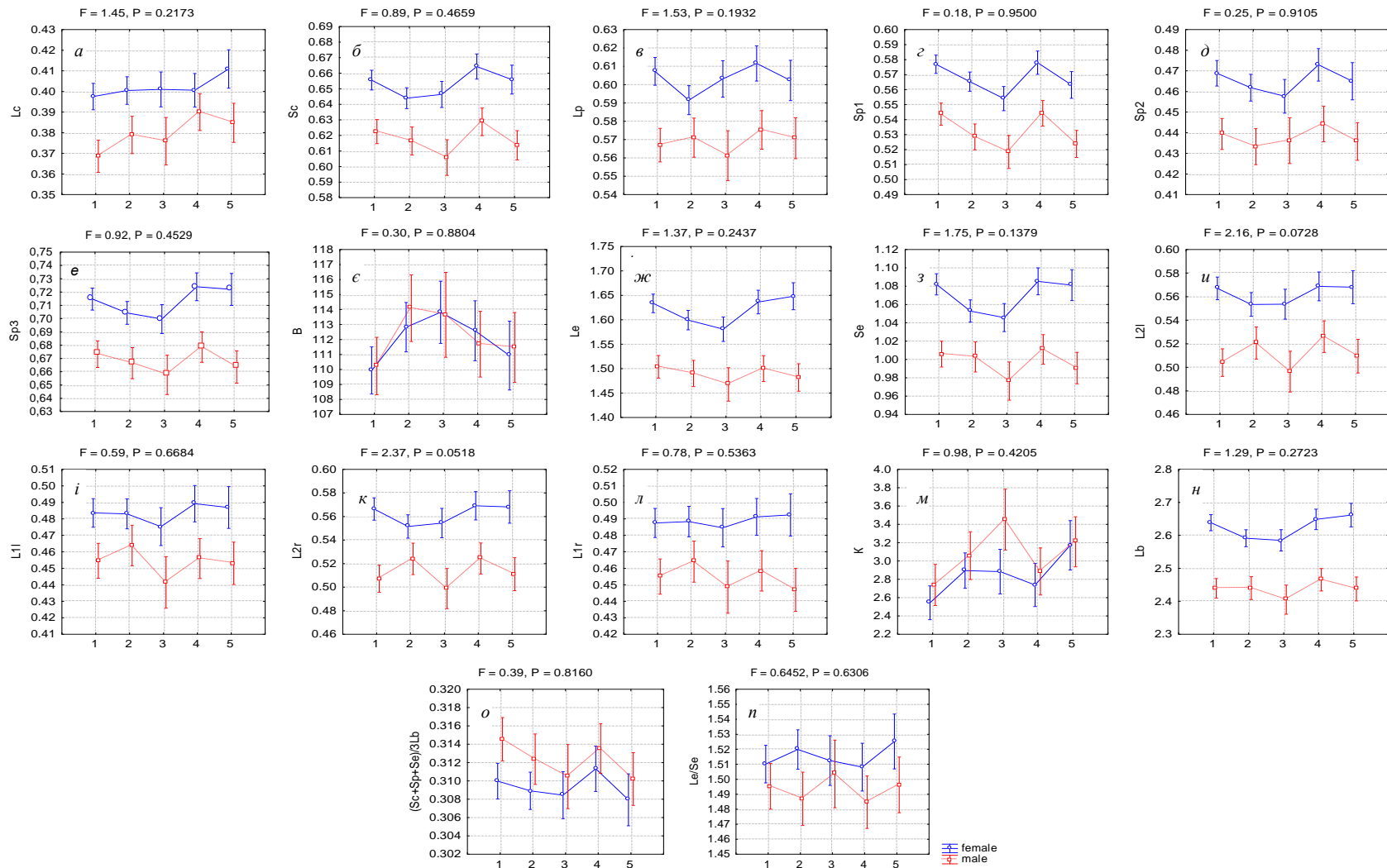


Рис. Б.9. Мінливість морфометричних характеристик *V. minutum* у навколводних екосистемах Присамар'я Дніпровського залежно від рН ґрунтового розчину: по осі абсцис 1 – рН < 7,8, 2 – рН = 7,8–8,0, 3 – рН = 8,0–8,2, 4 – рН = 8,2–8,4, 5 – рН = 8,4–8,6; назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3

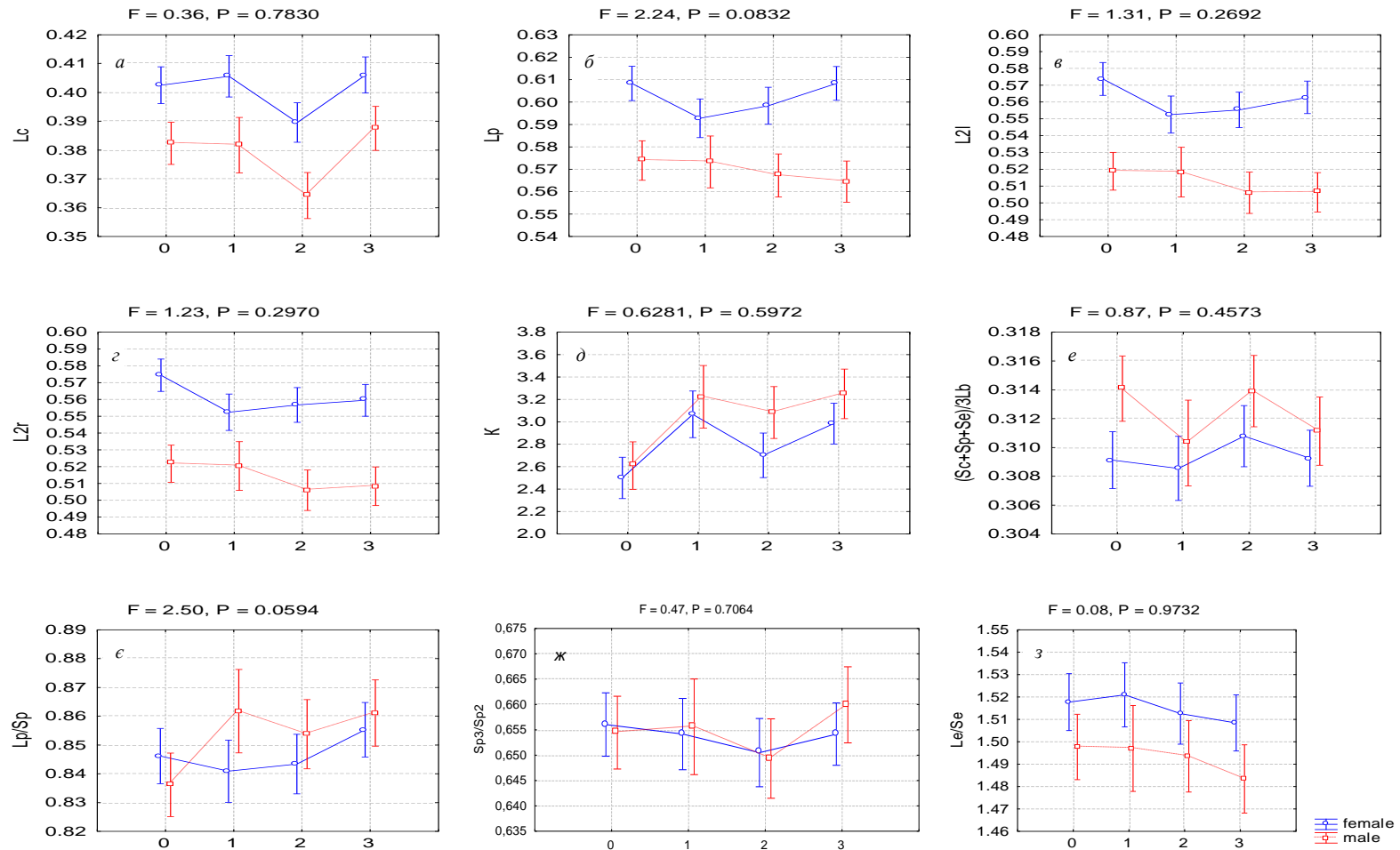


Рис. Б.10. Мінливість морфометричних характеристик *V. minimum* залежно від рекреаційної навантаження: по осі абсцис 0 – відсутнє (людські сліди та побутове сміття відсутні), 1 – слабке (людські сліди та побутове сміття зустрічаються рідко), 2 – середнє (людські сліди та побутове сміття займають 10–30 % площі ділянки), 3 – сильне (людські сліди та побутове сміття складають більше 30 % площі ділянки); назви характеристик див. табл. 8.2, 8.3

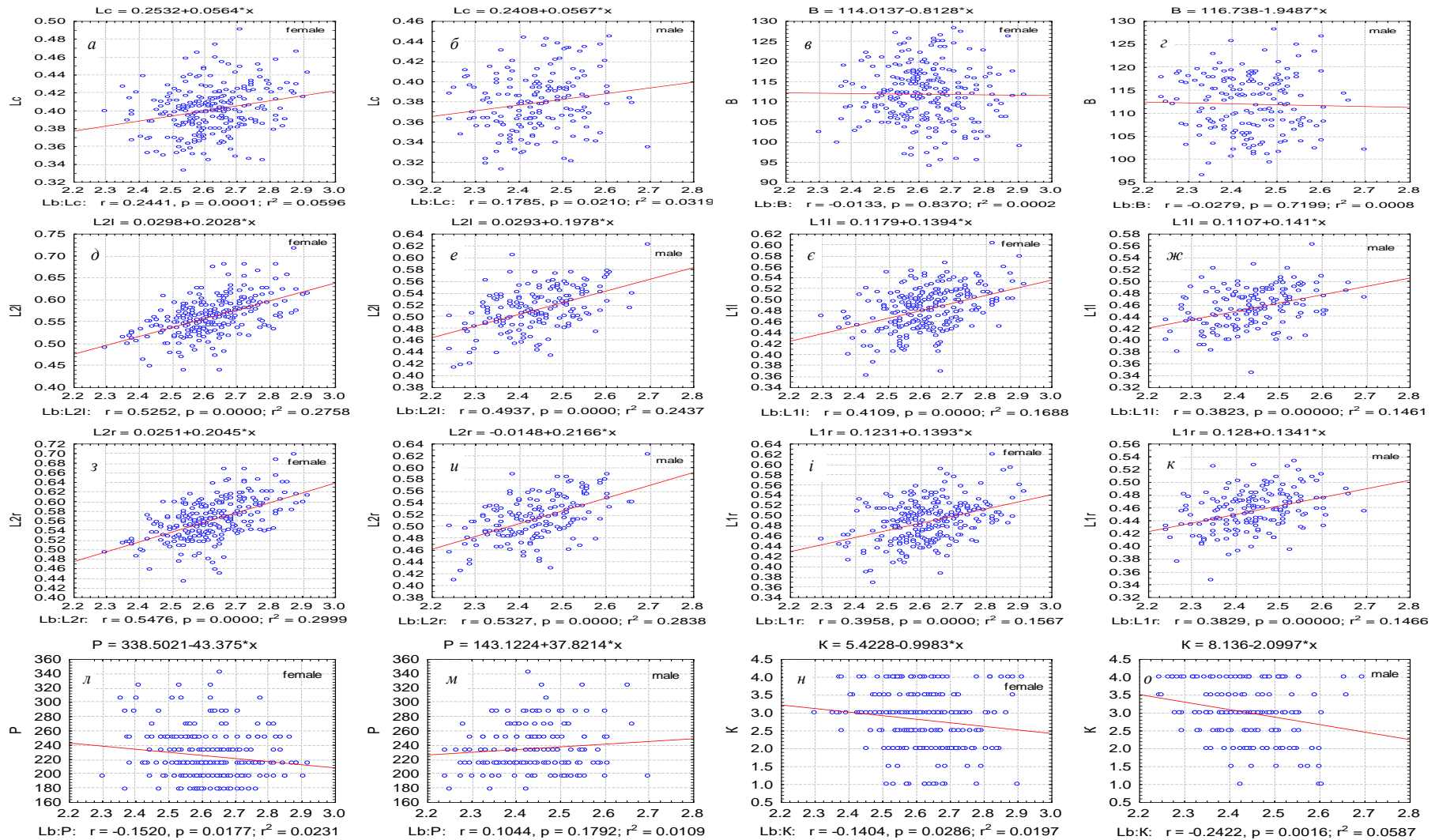


Рис. Б.11. Діаграма розсіювання лінійних характеристик (Lc, B, L2l, L1rl, L2r, L1r, P, K) самців і самок *B. minimum* залежно від довжини їх тіла: назви характеристик див. табл. 8.2

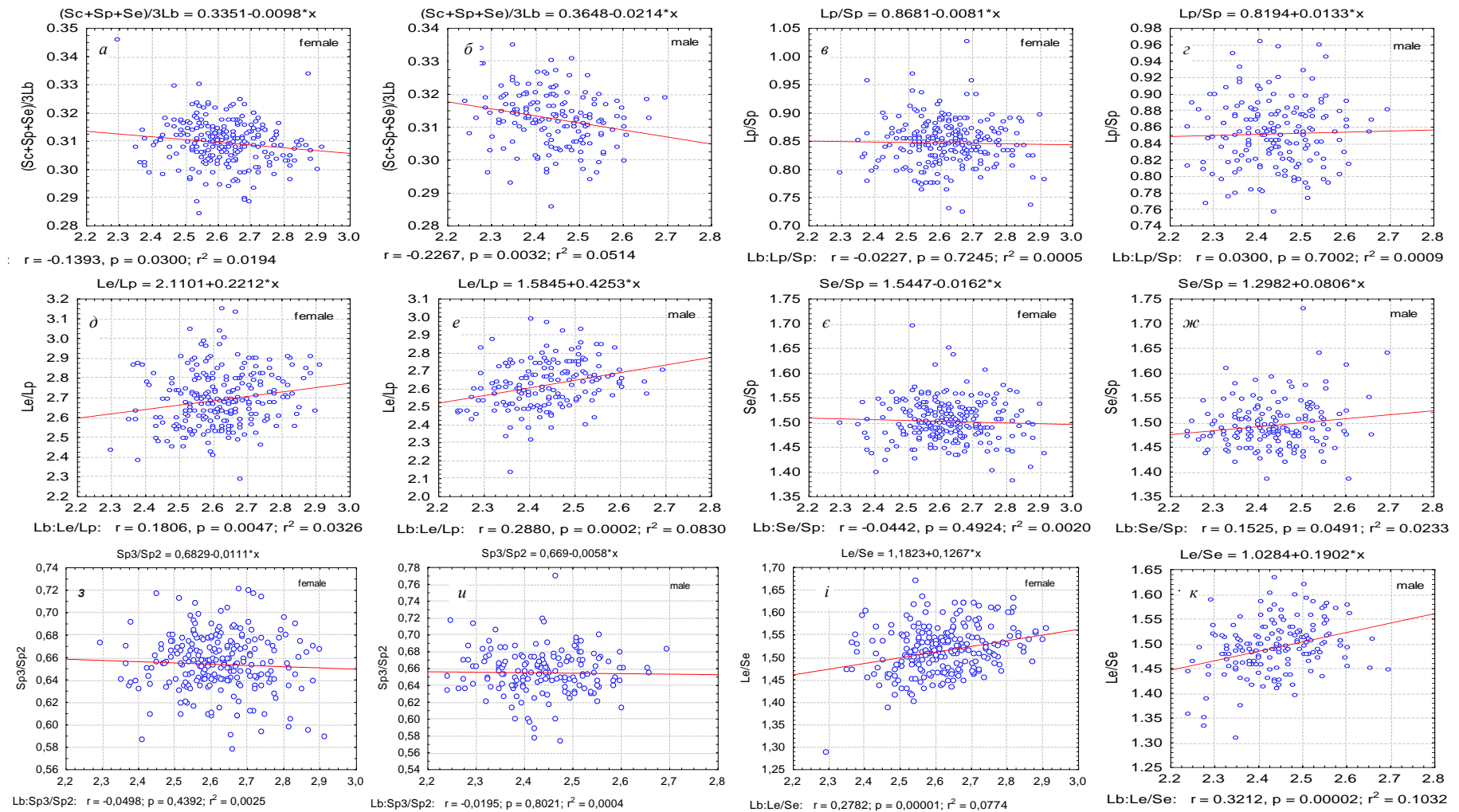


Рис. Б.12. Діаграма розсіювання морфометричних індексів самців і самок *B. minimum* залежно від довжини їх тіла

((Sc+Sp+Se)/3Lb, Lp/Sp, Le/Lp, Se/Sp, Sp3/Sp2, Le/Se): назви характеристик див. табл. 8.3

## ДОДАТОК В – СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ

**Список публікацій здобувача, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації****У виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних**

1. **Komlyk, V., & Brygadyrenko V.** (2020). Morphological variability of *Bembidion varium* (Coleoptera, Carabidae) in gradient of soil salinity. *Folia Oecologica*, 47(1), 23–33. doi:10.2478/foecol-2020-0004 (**Scopus**) (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).
2. **Komlyk, V. O., & Brygadyrenko, V. V.** (2019). Morphological variability of *Bembidion minimum* (Coleoptera, Carabidae) populations under the influence of natural and anthropogenic factors. *Biosystems Diversity*, 27(3), 250–269. doi:10.15421/011935 (**Web of Science, Scopus**) (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).
3. **Komlyk, V. O., & Brygadyrenko, V. V.** (2019). Morphological variability of *Bembidion aspericolle* (Coleoptera, Carabidae) populations in conditions of anthropogenic impact. *Biosystems Diversity*, 27(1), 21–25. doi:10.15421/011903 (**Web of Science, Scopus**) (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).
4. **Brygadyrenko, V. V., & Slynko, V. O.** (2015). Morphological variability of *Bembidion articulatum* (Coleoptera, Carabidae) populations: Linear dimensions depend on sex, while morphological indices depend on ecosystems. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 10(1), 163–187. (**Index Copernicus**) (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).

### Публікації у наукових фахових виданнях України

5. Слинко, В. О., Бригадиренко, В. В. (2012). Особливості структури угруповань турунів (Coleoptera: Carabidae) навколоводних екосистем Присамар'я. *Вісті Харківського ентомологічного товариства*, 20(1). 26–38. (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та часткова обробка фактичного матеріалу, написання статті).
6. Слинко, В. О., Бригадиренко, В. В. (2009). Екоморфічна структура карабідофауни навколоводних амфіценозів Дніпропетровської області. *Екологія та ноосферологія*, 20(4), 110–116. (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та обробка фактичного матеріалу, написання статті).
7. Слинко, В. О. (2008). Розмірно-вагова структура карабідофауни навколоводних амфіценозів Присамар'я Дніпровського. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*, 16(2), 158–164. doi:10.15421/010864
8. Бригадиренко, В. В., Слинко, В. О. (2005). Система трофоконсортивних зв'язків підстилкових безхребетних заплавних дібров степової зони України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія*, 257, 42–50. (особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та обробка фактичного матеріалу, написання статті).

### Публікації в інших наукових виданнях

9. Пучков, О. В., Слинко, В. О. (2011). *Bembidion eriprium* (Marsham, 1802) – Бембідіон чепраковий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 68). Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101
10. Пучков, О. В., Слинко, В. О. (2011). *Bembidion aspericolle* (Germar, 1872) – Бембідіон шорсткий. В О. Є. Пахомов (Ред.), *Червона книга Дніпропетровської області (тваринний світ)* (с. 69). Дніпропетровськ: Новий друк. doi:10.15421/511101



11. Слинко, В. О. (2009). Екологічна характеристика турунів роду *Vembidion* навколоводних амфіценозів Присамаря Дніпровського. *Екологія. Біологічні науки. Збірник наукових праць, 1*, 47–52.
12. Слинко, В. А., Бригадиренко, В. В., Пахомов, А. Е. (2008). Морфологическая изменчивость *Vembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) в условиях антропогенного воздействия. *Известия НАН Азербайджана (биологические науки)*, 63(5–6), 208–214.

#### Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

13. Комлик, В. О., Бригадиренко, В. В. (2016). Статеві мінливості *Vembidion articulatum* (Coleoptera, Carabidae). *Проблеми сучасної ентомології: Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції*. (С. 44). Київ.
14. Слинко, В. О., Бригадиренко, В. В., Пучков, О. В. (2013). Рідкісні та зникаючі види турунів (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Дніпропетровської області. *XIII з'їзд Українського ентомологічного товариства: Тези доповідей*. (С. 158–159). Київ.
15. Слинко, В. О. (2013). Морфологічна мінливість *Vembidion rivulare euxinum* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних біотопів заплави р. Самара. *Zoocenosis – 2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції*. (С. 166). Дніпропетровськ: Адверта.
16. Слинко, В. О. (2013). Морфологічна мінливість *Vembidion quadrimaculatum* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних біотопів заплави р. Самара. *Zoocenosis – 2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції*. (С. 167). Дніпропетровськ: Адверта.
17. Слинко, В. О. (2013). Комплекс турунів (Coleoptera, Carabidae) солонцово-солончакової тераси р. Самара (Дніпропетровська область). *Zoocenosis – 2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах:*

Матеріали VII Міжнародної наукової конференції. (С. 168–169).  
Дніпропетровськ: Адверта.

18. Бордюг, А. А., Гринь, Т. С., **Слинько, В. А.** (2013). Комплекс жувелиц гігрофільних біотопів Присамар'я Дніпровського (Дніпропетровська область, Україна). *Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: Збірка доповідей XII Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів.* (С. 54–55). Донецьк: Друк-Інфо.
19. **Слинько, В. О.**, Пахомов, О. Є. (2011). Роль природно-заповідних територій у збереженні різноманіття навколоводних видів турунів (на прикладі басейну р. Самара). *Zoocenosis – 2011. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції.* (С. 214–215). Дніпропетровськ: ДНУ.
20. **Слинько, В. О.** (2011). Гігропреферендум *Bembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) у лабораторних умовах. *Zoocenosis – 2011. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції.* (С. 213–214). Дніпропетровськ: ДНУ.
21. **Слинько, В. А.** (2011). Изучение термопреферендума *Bembidion varium* (Oliv.) (Carabidae, Coleoptera) в лабораторных условиях. *Современные проблемы биологии и экологии: Материалы докладов Международной научно-практической конференции.* (С. 195–196). Махачкала: ДГПУ.
22. **Слинько, В. О.** (2010). Гігрофільні види турунів роду *Bembidion* (Coleoptera, Carabidae) Присамар'я Дніпровського. *Сучасні проблеми ентомології: Тези доповідей ентомологічної наукової конференції.* (С. 172–173). Київ: Колоб'іг.
23. **Слинько, В. А.** (2010). Внутрипопуляционная изменчивость *Bembidion varium* (Oliv.) (Carabidae, Coleoptera) в условиях антропогенного воздействия. *Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества: Материалы III Международной научно-*

практической конференции «Актуальные вопросы энтомологии». (С. 13–16). Ставрополь: Агрус.

24. **Слинько, В. О.** (2009). Життєві форми турунів (Carabidae, Coleoptera) гігрофільних біотопів Дніпропетровської області. *Zoocenosis – 2009. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали V Міжнародної наукової конференції.* (С. 227–228). Дніпропетровськ: Ліра.
25. **Слинько, В. О.** (2009). Морфологічна мінливість *Bembidion varium* (Carabidae, Coleoptera) під впливом антропогенних чинників. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії: Матеріали I Міжнародної конференції.* (С. 74–75). Запоріжжя: Полиграфцентр Янина.
26. **Слинько, В. О.,** Бригадиренко, В. В. (2008). Туруни роду *Bembidion* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних біотопів Дніпропетровської області. *Охорона та раціональне використання природних ресурсів Українських Карпат: Тези доповідей регіональної науково-практичної конференції.* (С. 98–99). Ужгород.

**Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації**

27. Пахомов, О. Є., Рева, О. А., **Слинько, В. О.** (2012). *Методичні вказівки з педагогічної практики для студентів факультету біології, екології та медицини.* Дніпропетровськ: Оксамит-текст.

## ДОДАТОК Г – АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, кандидат технічних наук, доцент

Д. М. Свинарченко



“ 03 ” 2020 р.

## АКТ

## впровадження результатів науково-дослідної роботи

Результати дисертаційної роботи асистента кафедри зоології та екології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара В. О. Комлик на тему «Екологічні особливості турунів роду *Bembidion* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія», впроваджено в навчальний процес на кафедрі зоології та екології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара під час викладання дисциплін: «Ентомологія», «Ентомофауна України». Представлені автором дисертаційної роботи матеріали дозволили доповнити зміст дисциплін зоологічного спрямування та підвищити рівень знань студентів.

Зав. кафедрою зоології та екології,  
доктор біологічних наук, професор

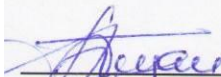
О. С. Пахомов

Декан біолого-екологічного факультету,  
доктор біологічних наук, професор

О. В. Севериновська

**ПОГОДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи  
Дніпровського державного аграрно-  
економічного університету

 Грицан Ю.І.  
«25» 03 2020 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший проректор – проректор з  
навчальної роботи Дніпровського  
державного аграрно-економічного  
університету

 Онопрієнко Д.М.  
«25» 03 2020 р.

**АКТ**

**про впровадження результатів наукових досліджень, викладених в  
інформаційному листі, у навчальний процес**


Цим актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему «Екологічні особливості турунів роду *Bembidion* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія, виконана **Комлик Вікторією Олексіївною**, впроваджено у навчальний процес під час викладання дисциплін: «Екологія у ветеринарній медицині» ОС «Магістр» за спеціальністю 211 «Ветеринарна медицина», «Санітарна екологія» ОС «Магістр» за спеціальністю 212 «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза» на кафедрі паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Завідувач кафедри паразитології  
та ветеринарно-санітарної експертизи,  
кандидат ветеринарних наук, доцент



Н. М. Зажарська

Декан факультету ветеринарної медицини,  
кандидат ветеринарних наук, доцент



І. А. Бібен



ДЕРЖАВНЕ АГЕНСТВО ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ  
 ДНІПРОПЕТРОВСЬКЕ ОБЛАСНЕ УПРАВЛІННЯ  
 ЛІСОВОГО ТА МИСЛИВСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
**ПРИРОДНИЙ ЗАПОВІДНИК «ДНІПРОВСЬКО-ОРІЛЬСЬКИЙ»**  
 ЄДРПОУ 02040038  
 52030, Дніпропетровська обл. Дніпровський р-н,  
 територія Обухівської селищної ради, комплекс будівель та споруд №1  
 Тел-факс (056)735-12-77, e-mail: dopz@ukr.net

Від 01.07.2020 № 99

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

у виробництво результатів дисертаційної роботи асистента кафедри зоології та екології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара В. О. Комлик на тему «Екологічні особливості турунів роду *Bembidion* (Coleoptera, Carabidae) навколоводних екосистем Присамар'я Дніпровського»

Результати науково-дослідної роботи асистента кафедри зоології та екології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара В. О. Комлик впроваджено під час моніторингових досліджень стану ентомофауни на території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський». Під час досліджень В. О. Комлик проведено детальний опис ентомофауни навколоводних екосистем, виявлено види турунів (Coleoptera, Carabidae), які занесені до Червоної книги Дніпропетровської області, запропоновано систему заходів щодо охорони зникаючих видів ентомокомплексу на території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

Матеріали кандидатської дисертації В. О. Комлик використано для підготовки матеріалів Літопису природи та оптимізації охоронного режиму природного заповідника «Дніпровсько-Орільський».

Директор природного заповідника  
 «Дніпровсько-Орільський»



Яловий П.О.

Вик. заступник директора  
 з наукової роботи, канд.біол.наук  
 Трифанова М. В., тел.80675655315