



УДК 574.4:591.9(253)+592:591.55

Вплив потужності підстилки на структуру підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони України

В.В. Бригадиренко

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпропетровськ, Україна

Підстилка в лісовій екосистемі одночасно виступає і як трофічний субстрат, і як середовище існування мезофауни. У підстилці степових лісів інтегрується більшість типів консортивних зв'язків лісової екосистеми, а отже, її потужність не може не відігравати істотної ролі у функціонуванні екосистеми. Вплив потужності підстилки на підстилкову мезофауну досі проаналізований лише для окремих типів лісових екосистем степової зони. Безхребетних збирали ґрунтовими пастками за стандартною методикою в широколистяних лісах Миколаївської, Запорізької, Дніпропетровської, Донецької та Харківської областей, розташованих на різних частинах геоморфологічного профілю, у різних умовах зволоження, мінералізації, механічного складу ґрунту, зімкненості крон дерев і трав'янистих рослин. Сумарна чисельність мезофауни зростає (переважно за рахунок сапрофагів) за товщини підстилки понад 40 мм порівняно з лісовими екосистемами із фрагментарною та середньопотужною підстилкою. Кількість видів підстилкової мезофауни теж збільшується (переважно за рахунок зоофагів) у середньому з 11–23 до 38 видів за зростання потужності підстилки понад 40 мм. Індекси різноманіття Шеннона та Пілоу не мають певної тенденції змін у градієнті потужності підстилки. Оптимальна структура домінування зареєстрована на ділянках із максимальною потужністю лісової підстилки. Частка великих за розмірами тіла видів достовірно не змінюється у градієнті потужності підстилки. Якісний склад фауни у варіантах із потужною підстилкою достовірно змінюється, у першу чергу, за рахунок зростання кількості видів *Sarabidae*. Таким чином, структура мезофауни у градієнті потужності підстилки степових широколистяних лісів у цілому залишається досить стабільною. Зменшення чисельності окремих таксономічних груп найчастіше компенсується зростанням чисельності інших таксонів подібної розмірної групи чи трофічної спеціалізації.

Ключові слова: різноманіття; трофічна структура; розмірна структура; структура домінування; лісові екосистеми

Influence of litter thickness on the structure of litter macrofauna of deciduous forests of Ukraine's steppe zone

V.V. Brygadyrenko

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

The litter in a forest ecosystem acts as a trophic substrate, and at the same time it is the environment for litter invertebrates. But despite this fact, there has been very little research conducted on the influence of litter thickness on the structure of litter macrofauna. The litter of steppe forests contains most types of integrated communities of forest ecosystems. This means that its thickness cannot avoid playing a significant role in the functioning of the ecosystem. Following to the standard methodologies, invertebrates were collected using pit-fall traps in deciduous forests of Nikolaev, Zaporizhzhya, Dnipropetrovsk, Donetsk and Kharkiv oblasts, which are characterized by different types of geomorphological profile, different moisture conditions, soil salinity, tree crown and herbaceous vegetation density, soil texture and other factors. The total number of macrofauna increases in conditions where litter thickness exceeds 40 mm in comparison with forest ecosystems with fragmented and average capacity litter. The number of litter macrofauna species also increases from 11–23 to 38 species on average when litter thickness increases to more than 40 mm. The Shannon and Pielou diversity indexes show no definite tendencies to change in relation to changing degrees of litter thickness. At sites of greater thickness of the litter layer, the corresponding increase in the absolute number of litter mesofauna invertebrates is mostly due to saprophages, and the increase the number of species – due to zoophages. The optimum structure of domination was observed at sites with maximum thickness of litter. The proportion of large species shows no

statistically significant change in relation to variations in litter thickness. The qualitative compound of the fauna at sites with thick litter changes mainly due to an increase in the number of Carabidae species.

Keywords: diversity; trophic structure; dimensional structure; structure of domination; forest ecosystems

Вступ

Підстилка в лісовій екосистемі одночасно виступає і як трофічний субстрат, і як середовище існування мезофауни. У підстилці інтегрується більшість типів консортивних зв'язків лісової екосистеми, а отже її потужність не може не відігравати істотної ролі у функціонуванні екосистеми (Kunah et al., 2014). На жаль досліджень, присвячених аналізу впливу потужності підстилки на різні характеристики підстилкової мезофауни, мало (Brygadyrenko and Solovjov, 2007; Brygadyrenko and Komarov, 2008; Kulbachko et al., 2011; Moroz et al., 2011; Faly and Brygadyrenko, 2014; Zhukov, 2015a, 2015b). У попередніх статтях автора за стандартною методикою проаналізовано зміни структури підстилкової мезофауни за впливу зімкненості крон дерев, покриття трав'янистого ярусу, механічного складу ґрунту (Brygadyrenko, 2004, 2014a, 2014b, 2015a, 2015b, 2016). Вплив потужності підстилки для широколистяних лісів степової зони на мезофауну досі проаналізований лише для окремих типів лісових насаджень.

Мета цієї статті – оцінити вплив потужності підстилки на основні характеристики, трофічну, розмірну та таксономічну структуру підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони України.

Матеріал і методи досліджень

Безхребетних збирали за стандартною методикою, описаною у попередніх публікаціях автора (Brygadyrenko, 2014a, 2014b, 2015a). Обстежено 339 пробних ділянок природних широколистяних лісів на території Миколаївської, Запорізької, Дніпропетровської, Донецької та Харківської областей; їх розподіл за місцеперебуваннями наведений у статті Brygadyrenko (2015b). Досліджені ліси розрізняються (Belgard, 1950, 1971; Grytsan, 2000; Tsvetkova et al., 2016) положенням на геоморфологічному профілі (заплавна, аренна, солонцево-солончакова та надзаплавні тераси малих річок і Дніпра), умовами зволоження (від гігрофільного до мезоксерофільного), мінералізацією ґрунтового профілю (від низького до високого), зімкненістю крон дерев (від близько 20% до майже 100%) і трав'янистих рослин (від повної відсутності трав'яного ярусу до майже 100% покриття ґрунту рослинами), механічного складу ґрунту (від легких піщаних до важких глинистих ґрунтів). Обстежені лісові екосистеми представлені всіма градаціями з градієнтів зазначених екологічних факторів. Підстилка утворена різними деревними породами, насамперед дубом звичайним, ясенем ланцетолистим, липою серцелистою, робінією псевдоакацією, осикою звичайною. Детальнішу характеристику флори наведено у статті Brygadyrenko (2015b), характеристику видів рослин – у працях Belgard (1950, 1971), Mosyakin and Fedoronchuk (1999), Tarasov (2005), Ostapko et al. (2010)). Через швидше розкладання мікроорганізмами та безхребетними тваринами чагарникові та

трав'янисті рештки у складі підстилки представлені менше, ніж фрагменти листя та гілок дерев.

Результати досліджень проаналізовано стандартними методами варіаційної статистики. На діаграмах для кожної характеристики показано медіану (маленький квадрат у центрі прямокутника), перший і третій квартилі (верхня та нижня межі прямокутника), 95% вірогідний інтервал (вертикальні лінії над і під прямокутником), викиди (показані зірочками або маленькими окружностями). У тексті статті для різних характеристик мезофауни наведено медіану певних характеристик. Достовірність відмінності оцінено із застосуванням однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Відмінності між вибірками вважали достовірними за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Основні характеристики. Сумарна чисельність мезофауни достовірно зростає за умов товщини підстилки понад 40 мм (162 екз./100 пастко-діб) порівняно з лісовими екосистемами із фрагментарною та середньопотужною підстилкою (18–86 екз./100 пастко-діб, рис. 1а). Кількість видів підстилкової мезофауни теж достовірно збільшується з 11–23 до 38 видів за умов зростання потужності підстилки до понад 40 мм (рис. 1б). Індeksi різноманіття Шеннона та Пілоу (рис. 1в, г) не мають певної тенденції змін у градієнті потужності підстилки.

Трофічна структура. Відносна чисельність фітофагів і зоофагів достовірно не змінюється залежно від потужності підстилки (рис. 2а, в). Натомість відносна чисельність сапрофагів має тенденцію до збільшення з 18–29% за потужності підстилки менше 20 мм до 68% за потужності понад 40 мм (рис. 2б), а поліфагів, навпаки, до зменшення з 44–62% за потужності менше 20 мм до 12% за потужності понад 40 мм (рис. 2г). Тобто при збільшенні потужності підстилкового шару нарощування чисельності підстилкової мезофауни спостерігається переважно за рахунок сапрофагів, що власне і споживають рослинні рештки, серед яких переміщуються.

У градієнті потужності підстилки спостерігається достовірне зростання кількості видів усіх чотирьох проаналізованих трофічних груп (рис. 3). При цьому найсуттєвіше при збільшенні потужності підстилки з 0–20 до понад 40 мм у широколистяних лісах степової зони зростає кількість видів зоофагів: із 4–5 до понад 16 видів (рис. 3в). В аналогічних умовах кількість видів фітофагів збільшується з 1 до 5, сапрофагів – з 1 до 8, поліфагів – з 4 до 8 (рис. 3а, б, г).

Структура домінування. Оптимальна структура домінування з максимальною кількістю рідкісних видів (27) зареєстрована на ділянках із найпотужнішою лісовою підстилкою (понад 40 мм, рис. 4д). Висока кількість рідкісних видів (8), як і низька частка масових (рис. 4в) спостерігаються також за умов середньої потужності підстилки (20–29 мм). Найбільше відхиляється від еталонної структура домінування підстилкової мезофауни на ділянках зі слабо розвиненим підстилковим шаром,

потужністю менше 20 мм (рис. 4а, б): у цих екосистемах медіана кількість рідкісних видів (менше 1,5% за чисельністю) не перевищує 3, кількість середніх за чисельністю видів також низька.

Розмірна структура. Частка найменшої розмірної групи (менше 4 мм довжини тіла) у варіантах із потужністю підстилки понад 20 мм не перевищує 9% (рис. 5в, з, д), у той час, як у варіантах із тонким шаром органічних залишків на поверхні ґрунту частка цієї розмірної групи в мезофауні перебуває на рівні 14–37% (рис. 5а, б). Максимальна висота піка для розмірної групи 4–7 мм (61–67%) реєструється на ділянках із потужним шаром підстилки (понад 30 мм, рис. 5з, д). Частка великих за розмірами видів (понад 20 мм довжини тіла) за їх відносною чисельністю достовірно не змінюється у градієнті потужності

підстилки. Максимальний відсоток середніх розмірних класів (8–11 та 12–15 мм довжини тіла) зареєстрований в умовах середньої потужності підстилки (рис. 5в).

Якісний склад розмірної структури мезофауни (рис. 6) менше змінюється у градієнті потужності підстилки, ніж співвідношення розмірних груп підстилкових безхребетних за їх чисельністю (рис. 5). Максимальна кількість видів для розмірних груп менше 4 та 4–7 мм довжиною тіла зареєстрована у широколистяних лісах степової зони із потужним шаром підстилки – понад 40 мм (7 та 14 видів відповідно, рис. 6д). В інших варіантах медіана кількості видів для цих розмірних груп не перевищує 3 та 10 видів відповідно (рис. 6а, б, в, з). Кількість видів інших розмірних класів підстилкової мезофауни у градієнті потужності підстилки достовірно не відрізняється.

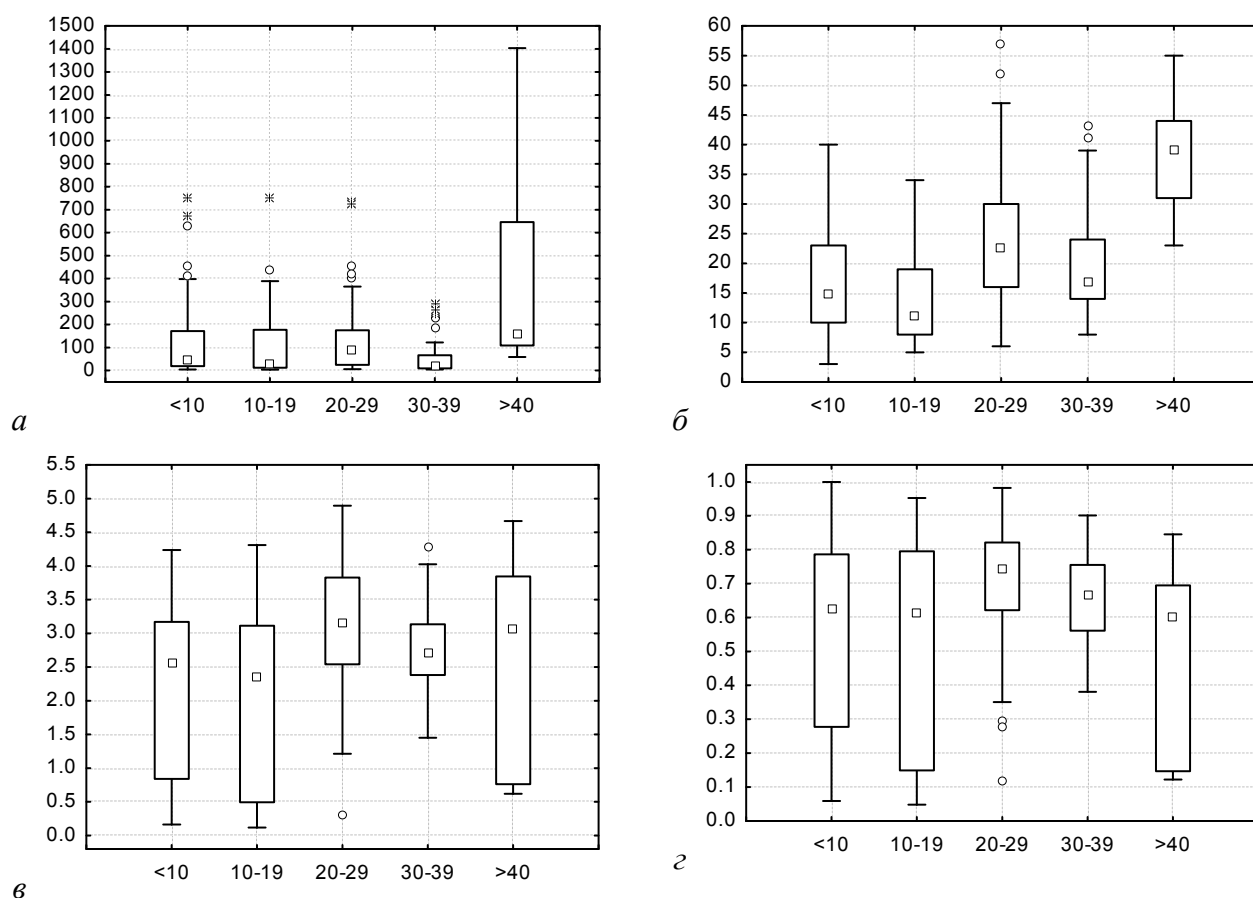


Рис. 1. Основні характеристики підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони залежно від товщини підстилки: а – сумарна чисельність (екз./100 пастко-діб), б – кількість видів, в – індекс Шеннона (біт), з – індекс Пілоу (біт); по осі абсцис – потужність підстилки (мм), по осі ординат – значення характеристик

Таксономічна структура. Якісний склад таксономічної структури у варіантах із потужною підстилкою достовірно змінюється у першу чергу за рахунок зростання кількості видів *Sarabidae* (із 3–4 видів за потужності до 40 мм до 9 видів у варіантах із потужністю підстилки понад 40 мм, рис. 7д). Зростання потужності підстилки зумовлює також поступове збільшення кількості видів *Lycosidae* та *Formicidae* (рис. 7в, з, д). Набагато помітніші зміни таксономічної структури відмічаються за відносною чисельністю (рис. 8). Відносна чисельність *Isopoda* максимуму (53% мезофауни, рис. 8д) досягає у широколистяних лісах із надпотужною (понад 40 мм) підсти-

кою. Домінує ця група також в умовах потужної підстилки (30–39 мм) – 34% (рис. 8з). За умов потужності підстилки менше 30 мм (рис. 8а, б, в) медіана відносної чисельності цієї таксономічної групи перебуває у межах 7–12%. Відносна чисельність *Formicidae* максимальна за умов фрагментарної та тонкої підстилки (до 20 мм, рис. 8а, б) – медіана дорівнює 27–42%. У широколистяних лісах із потужнішим підстилковим горизонтом (понад 20 мм, рис. 8в, з, д) медіана відносної чисельності цієї родини зменшується до 6–12% від сумарної чисельності мезофауни. Відносна чисельність інших домінантних родин і рядів у градієнті потужності підстилки залишається без достовірних змін.

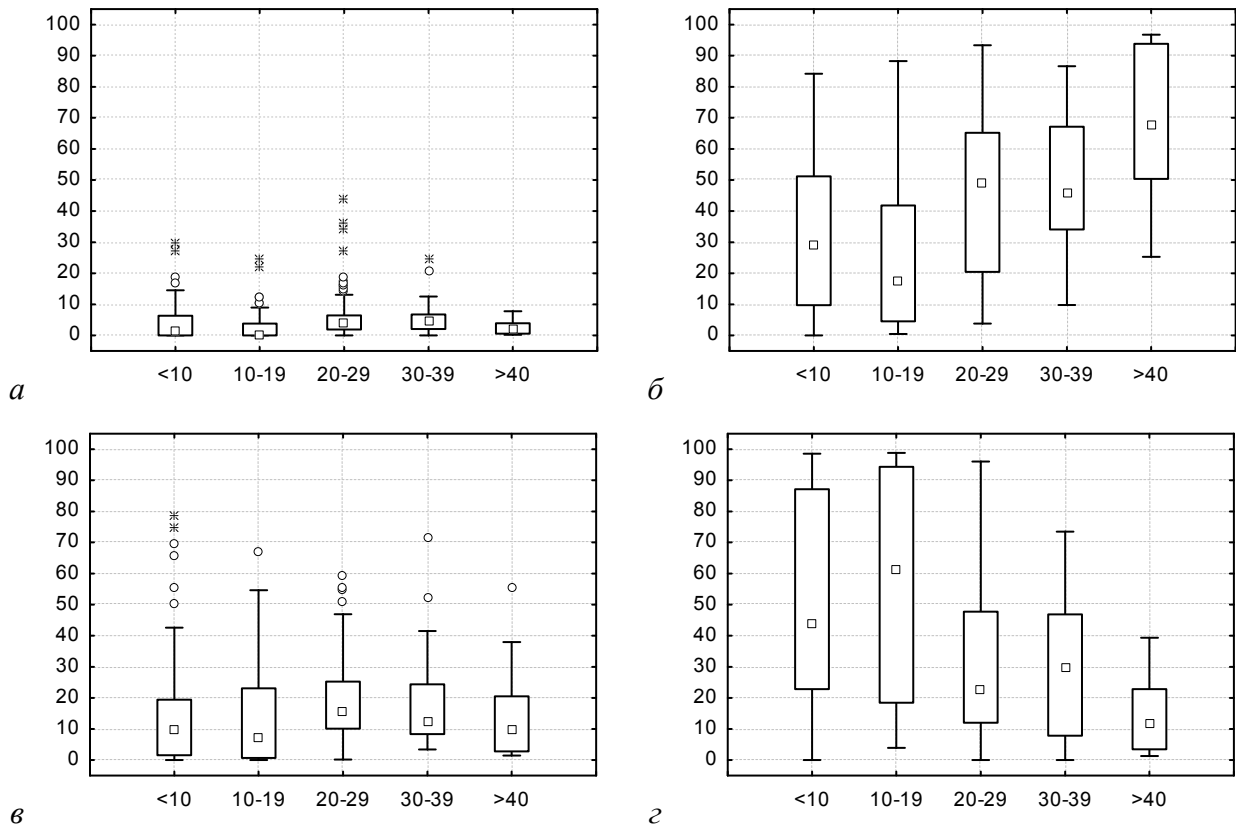


Рис. 2. Трофічна структура (за чисельністю) підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони залежно від товщини підстилки: а – фітофаги, б – сапрофаги, в – зоофаги, г – поліфаги; по осі абсцис – потужність підстилки (мм), по осі ординат – частка трофічної групи в герпетобії (%)

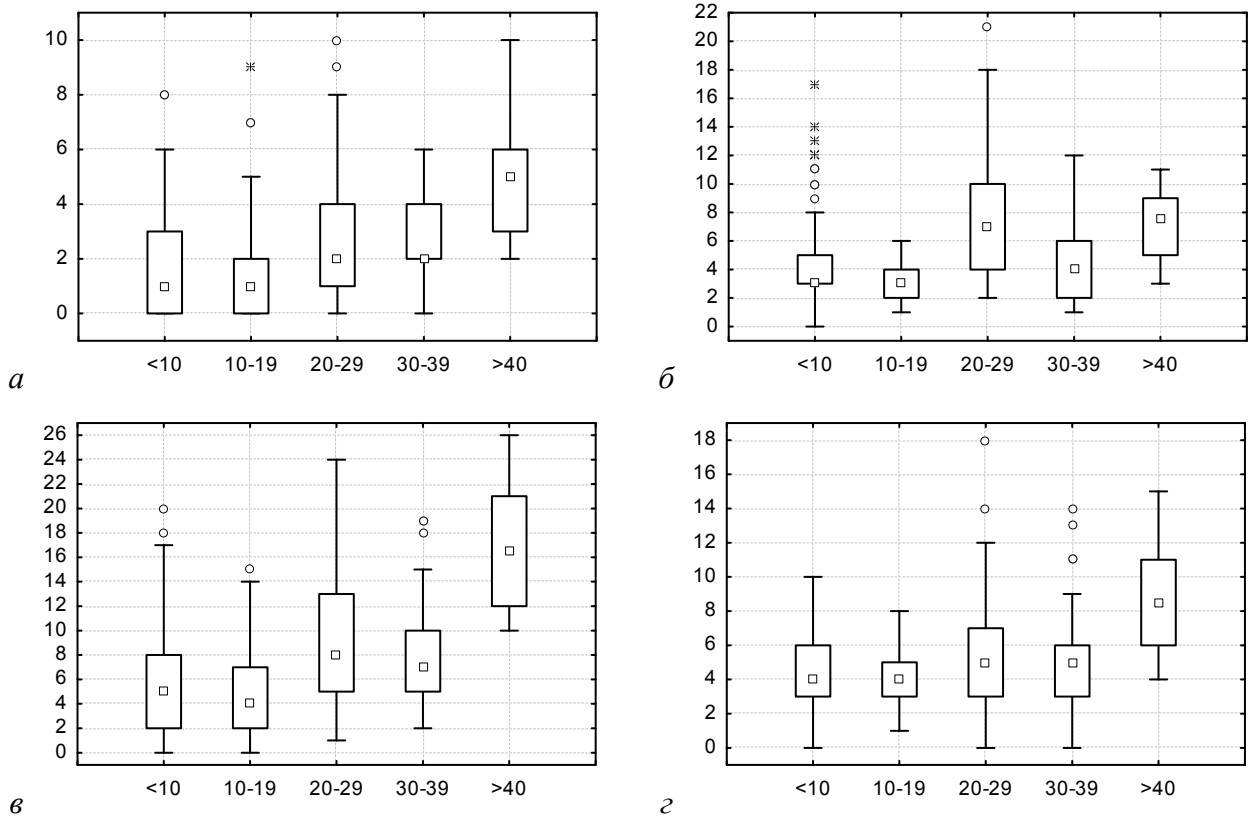
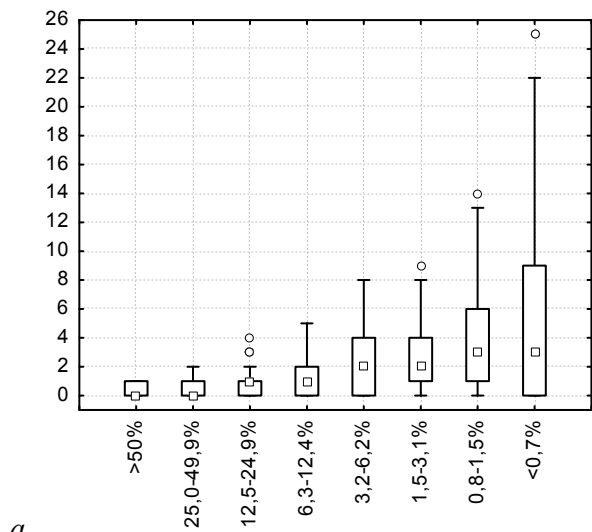
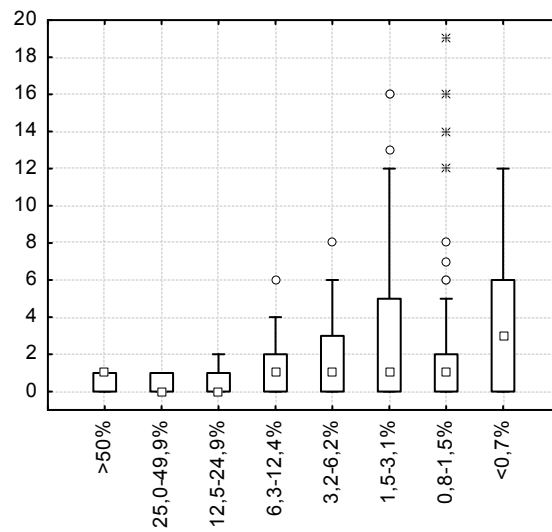


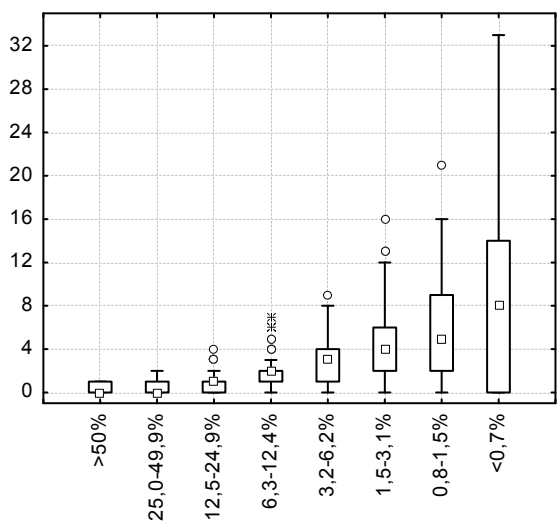
Рис. 3. Трофічна структура (за кількістю видів) підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони залежно від товщини підстилки: а – фітофаги, б – сапрофаги, в – зоофаги, г – поліфаги; по осі абсцис – потужність підстилки (мм), по осі ординат – кількість видів в угрупованні



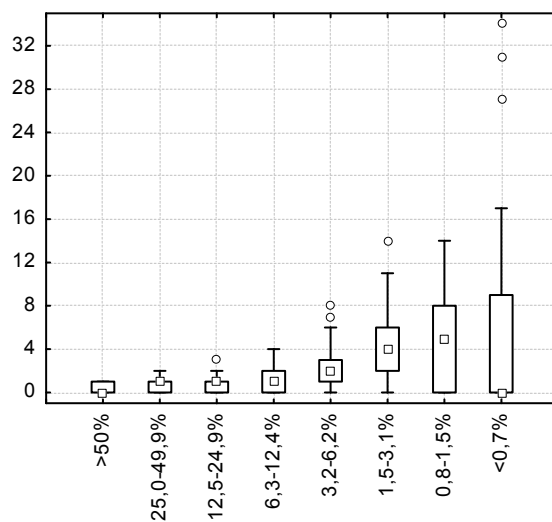
a



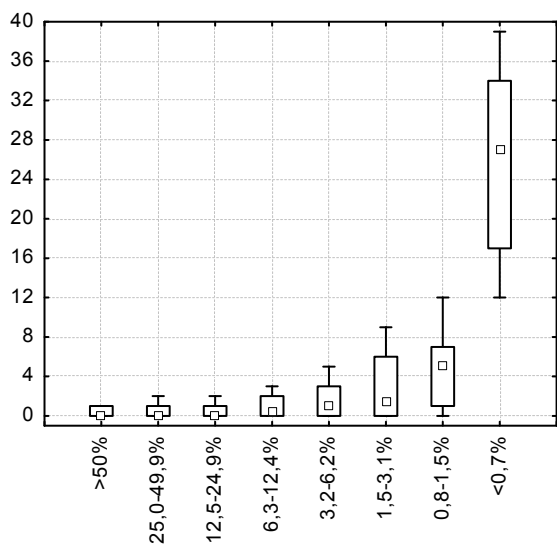
б



в



г

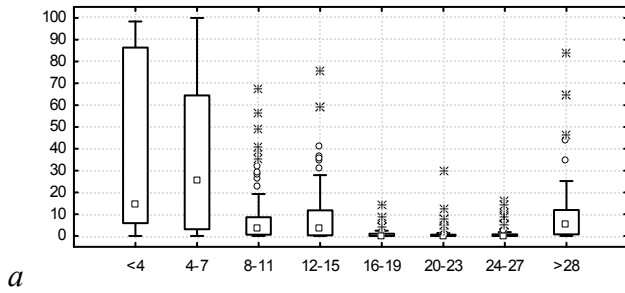


д

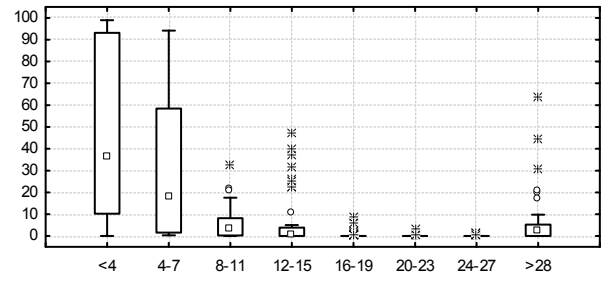
Рис. 4. Структура домінування підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони залежно від товщини підстилки: а – товщина підстилки менше 10 мм, б – 10–19, в – 20–29, г – 30–39, д – понад 40 мм; по осі абсцис – частка виду в угрупованні (%), по осі ординат – кількість видів в угрупованні

Таким чином, чисельність безхребетних тварин та кількість їх видів зазнають істотних змін лише в окремих випадках. Подібна картина спостерігається і для інших досліджених нами градієнтів (Brygadyrenko, 2015b). Структура домінуючих таксонів досить усталена, вона доповнюється небагатьма видами, які переважають у більшості лісових насаджень і хвойних лісів степової зони

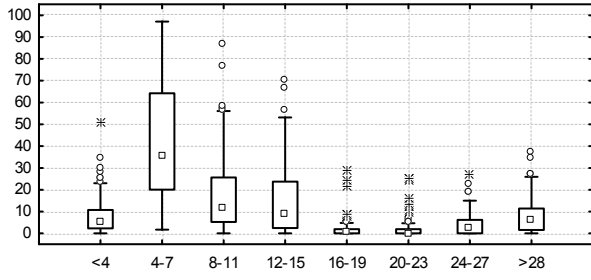
України (Brygadyrenko, 2014a, 2014b, 2016). Виявлені закономірності зміни таксономічної, трофічної, розмірної структури та структури домінування безхребетних тварин допоможуть оптимізувати угруповання безхребетних тварин в антропогенно трансформованих лісах і лісових насадженнях степової зони, допоможуть обмежувати спа- лахи чисельності шкідливих для лісу видів фітофагів.



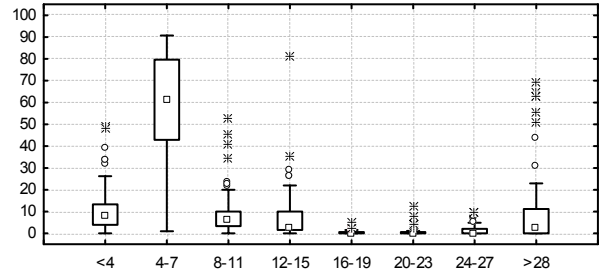
a



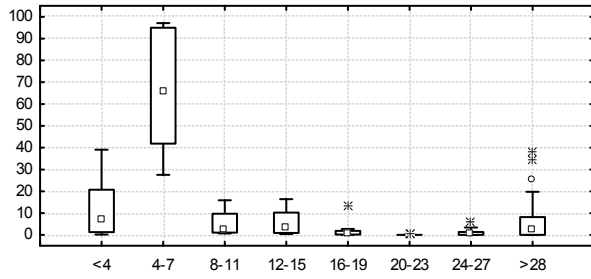
б



в

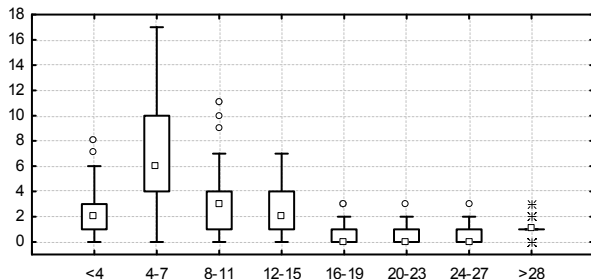


г

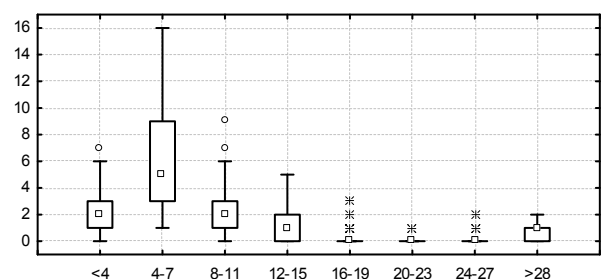


д

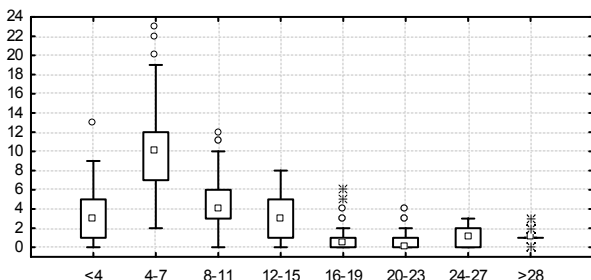
Рис. 5. Розмірна структура підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони залежно від товщини підстилки: *a* – товщина підстилки менше 10 мм, *б* – 10–19, *в* – 20–29, *г* – 30–39, *д* – понад 40 мм; по осі абсцис – довжина тіла особин (мм), по осі ординат – частка особин даної розмірної групи в угрупованні (%)



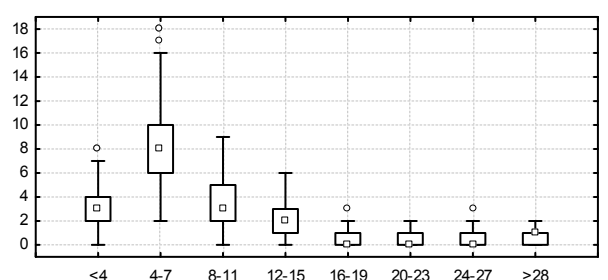
a



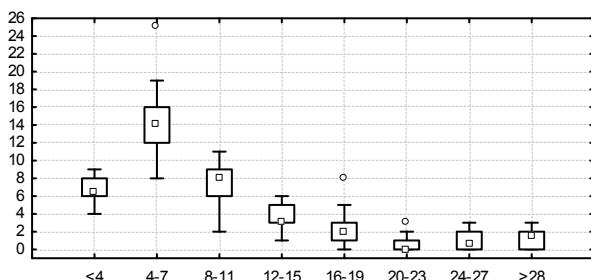
б



в

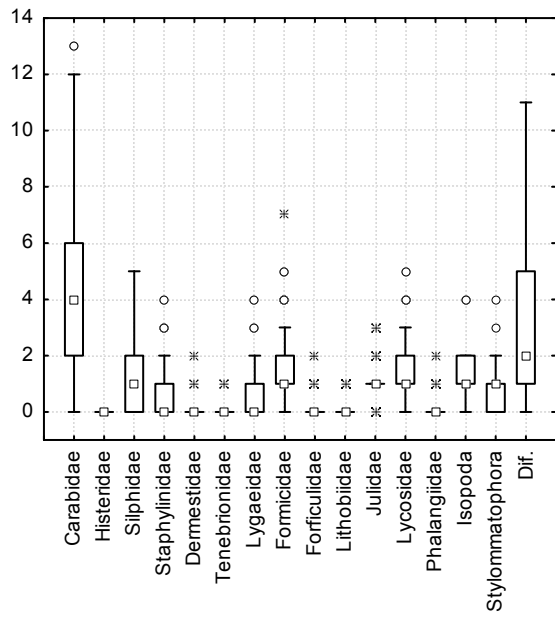


г

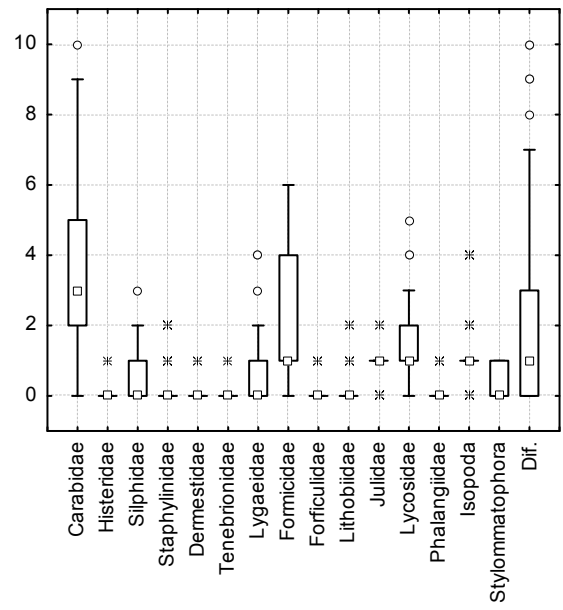


д

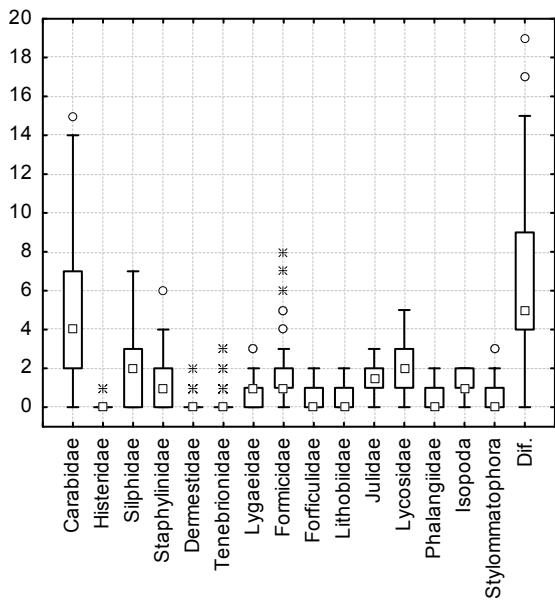
Рис. 6. Розмірна структура підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони залежно від товщини підстилки: *a* – товщина підстилки менше 10 мм, *б* – 10–19, *в* – 20–29, *г* – 30–39, *д* – понад 40 мм; по осі абсцис – довжина тіла особин (мм), по осі ординат – кількість видів даної розмірної групи в угрупованні



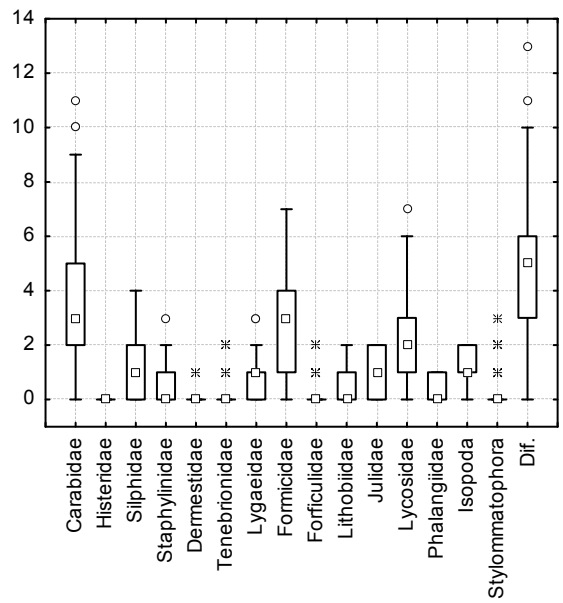
a



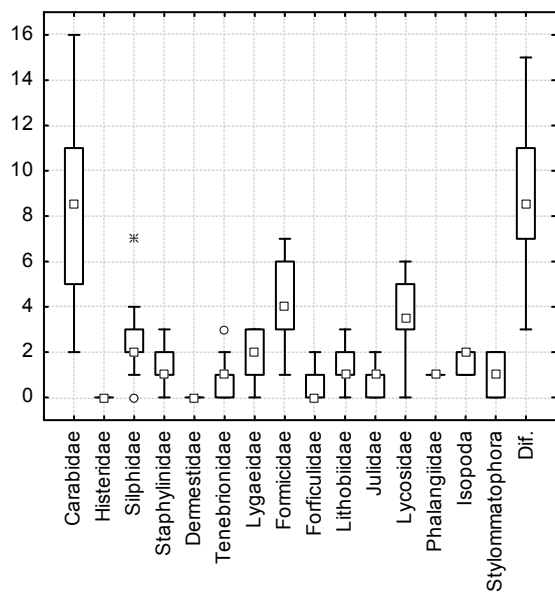
б



в

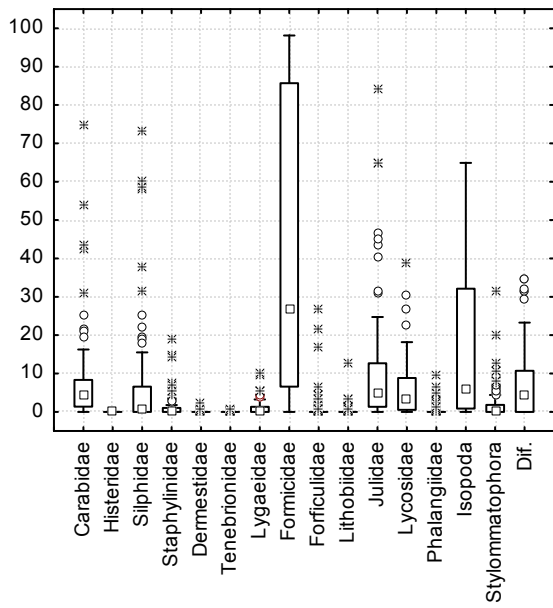


г

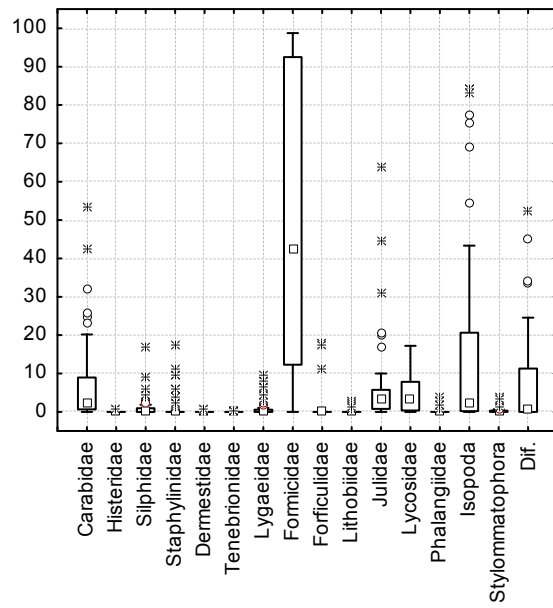


д

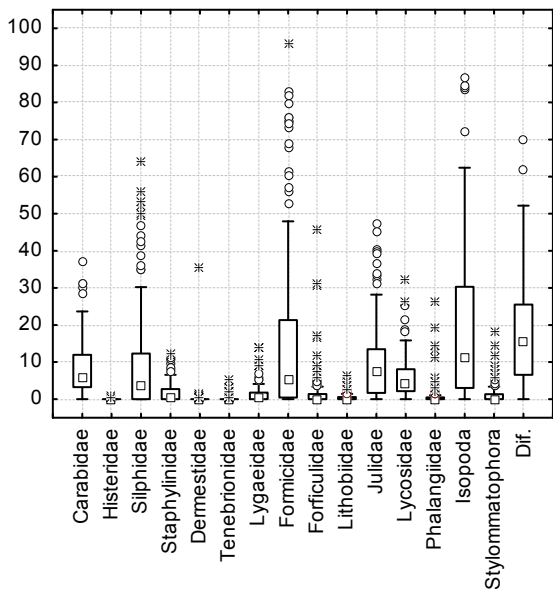
Рис. 7. Таксономічна структура підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони залежно від товщини підстилки:
 а – товщина підстилки менше 10 мм,
 б – 10–19, в – 20–29, г – 30–39, д – понад 40 мм;
 по осі абсцис – домінантні таксономічні групи,
 по осі ординат – кількість видів даної групи в угрупованні; Dif. – види інших таксономічних груп



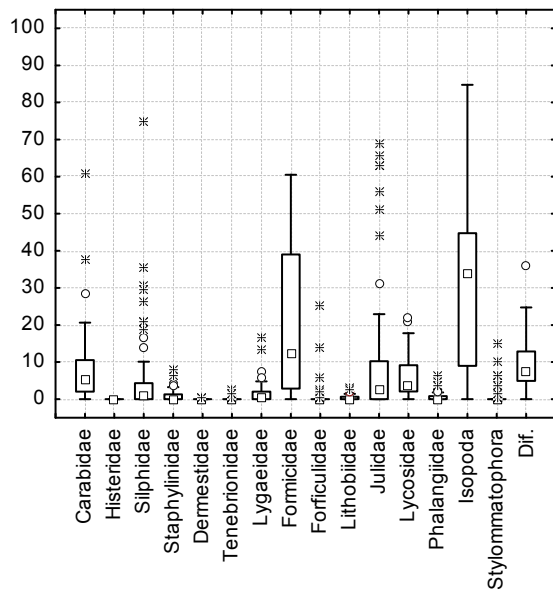
a



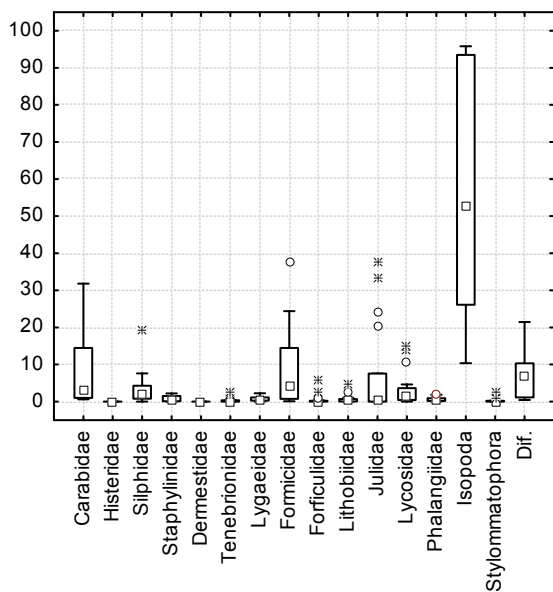
б



в



г



д

Рис. 8. Таксономічна структура підстилкової мезофауни широколистяних лісів степової зони залежно від товщини підстилки:
 а – товщина підстилки менше 10 мм, б – 10–19, в – 20–29, г – 30–39, д – понад 40 мм; по осі абсцис – домінантні таксономічні групи, по осі ординат – частка даної групи в угрупованні за чисельністю (%); Dif. – види інших таксономічних груп

Висновки

Структуру підстилкової мезофауни у градієнті потужності підстилки степових широколистяних лісів можна вважати досить стабільною. Зменшення чисельності певних таксонів може компенсуватися за рахунок зростання чисельності інших видів подібного розміру або трофічної спеціалізації. За товщини підстилки понад 40 мм порівняно з лісовими екосистемами із фрагментарною та середньопотужною підстилкою сумарна чисельність мезофауни зростає переважно за рахунок сапрофагів. За цих самих умов кількість видів збільшується переважно за рахунок зоофагів. Індекси різноманіття Шеннона та Пілоу достовірно не змінюються у градієнті потужності підстилки. Оптимальна структура домінування мезофауни у широколистяних лісах спостерігається на ділянках із максимальною потужністю підстилки. Частка великих за розмірами тіла видів достовірно не змінюється у градієнті потужності підстилки. Якісний склад фауни у варіантах із потужною підстилкою достовірно змінюється за рахунок зростання кількості видів турунів.

Бібліографічні посилання

- Brygadyrenko, V.V., 2004. Vozdejstvie uslovij sredy na sostav zhivotnogo naselenija podstilki i fitocnoz lesnyh ekosistem stepnoj zony Ukrainy [The influence of environmental conditions on the litter animals and phytocoenosis in the forest ecosystems of the Steppe zone of Ukraine]. *Forestry and Agroforestry* 106, 77–83 (in Ukrainian).
- Brygadyrenko, V.V., 2014a. Influence of soil moisture on litter invertebrate community structure of pine forests of the steppe zone of Ukraine. *Folia Oecol.* 41(1), 8–16.
- Brygadyrenko, V.V., 2014b. Influence of moisture conditions on the structure of litter invertebrate communities in shelterbelt and plantation forests in Southern Ukraine. *Journal of Bio-Science* 22, 77–88.
- Brygadyrenko, V.V., 2015a. Community structure of litter invertebrates of forest belt ecosystems in the Ukrainian steppe zone. *Int. J. Environ. Res.* 9(4), 1183–1192.
- Brygadyrenko, V.V., 2015b. Vplyv umov zvolozhennja ta mineralizacij g'runtovogo rozchynu na strukturu pidstylkovoї mezofauny shyrokolistjanyh lisiv stepovoї zony Ukraїny [Influence of moisture conditions and mineralization of soil solution on structure of litter macrofauna of the deciduous forests of Ukraine steppe zone]. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* 23(1), 50–65 (in Ukrainian).
- Brygadyrenko, V.V., 2016. Effect of canopy density on litter invertebrate community structure in pine forests. *Ekológia (Bratislava)* 35(1), 90–102.
- Brygadyrenko, V.V., Komarov, O.S., 2008. Trofichna struktura pidstylkovoї mezofauny: Rozpodil biomasy za trofichnymi rivniamy [Trophic structure of litter mesofauna: Biomass differentiation between trophic levels]. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* 16(2), 12–23 (in Ukrainian).
- Brygadyrenko, V.V., Solovjov, S.V., 2007. Vplyv pervynnogo g'runtoutvorennja u zaplavnyh lisah Dniprovs'ko-Oril's'kogo pryrodnoho zapovidnyka na strukturu gerpetobiju [Effect of initial soil in floodplain forests of the Dnieper-Oril's'ke Nature Reserve on the litter invertebrates communities structure]. *Pynannia Biodivacii ta Ecologii* 12(1), 34–45 (in Ukrainian).
- Faly, L.I., Brygadyrenko, V.V., 2014. Patterns in the horizontal structure of litter invertebrate communities in windbreak plantations in the steppe zone of the Ukraine. *J. Plant Prot. Res.* 54(4), 414–420.
- Grytsan, Y.I., 2000. Ekologichni osnovy peretvoryuyuchogo vplyvu lisovoy roslynosti na stepove seredovysche [Ecological bases transformative impact of forest vegetation on steppe environment]. Dnipropetrovsk Univ. Press, Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Kulbachko, Y., Loza, I., Pakhomov, O., Didur, O., 2011. The zoological remediation of technogen faulted soil in the industrial region of the Ukraine Steppe zone. In: Behnassi, M. et al. (eds.), *Sustainable agricultural development*. Springer Science + Business Media, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 115–123.
- Kunah, O.N., Tryfanova, M.V., Ganzha, D.S., 2014. Zoo- i fitoindikatsiya roli avtotrofnoj i geterotrofnoj konsortsij v organizatsii biogeotsenoza [Zooindication and phytoindication of autotrophic and heterotrophic consortia of biogeocoenoses organization]. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University* 4(2), 115–141 (in Russian).
- Moroz, K.O., Brygadyrenko, V.V., Pakhomov, A.Y., 2011. Formirovanije fauny napochvennykh bespozvonochnykh peschanoj terrasy r. Orel' v uslovijakh pirogennoj sukcesii [Litter invertebrates fauna formation of the sandy terrace of Orel' river in condition of post-fire succession]. *Proc. of the Azerbaijan Soc. of Zool.* 3, 423–435 (in Russian).
- Tsvetkova, N.M., Pakhomov, O.Y., Serdyuk, S.M., Yakyba, M.S., 2016. Biologichne riznomanittja Ukraїny. Dnipropetrovs'ka oblast'. Grunty. Metaly u gruntah [Biological diversity of Ukraine. The Dnipropetrovsk region. Soils. Metals in the soils]. Lira, Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Zhukov, A.V., 2015a. Fitoindikatsionnoe otsenivanie izmerenij, poluchennykh pri mnogomernom shkalirovanii struktury rastitel'nogo soobshhestva [Phytoindicator estimation of the multidimensional scaling of the plant community structure]. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University* 5(1), 69–93 (in Russian).
- Zhukov, A.V., 2015b. GIS-podkhod dlya otsenki vliyanija obychnykh i sdvoennykh koles na tverdosť pochvy [Influence of usual and dual wheels on soil penetration resistance: The GIS-approach]. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University* 5(3), 73–100 (in Russian).
- Tarasov, V.V., 2005. Flora Dnipropetrovs'koi' ta Zaporiz'koi' oblastej. Sudynni roslyny. Biologo-ekologichna harakterystyka vydiv [Flora of Dnipropetrovsk and Zaporizhzhya regions. Vascular plants. Biological and ecological characteristics of the species]. Dnipropetrovsk Univ. Press, Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Belgard, A.L., 1971. Stepnoe lesovedenye [Steppe forestry]. Forest Industry, Moscow (in Russian).
- Belgard, A.L., 1950. Lesnaja rastitel'nost' jugo-vostoka USSR [Forest vegetation of south-eastern part of Ukraine]. KGU im. Shevchenko Press, Kyiv (in Russian).
- Ostapko, V.M., Bojko, A.V., Mosjakin, S.L., 2010. Sosudistye rastenija Jugo-Vostoka Ukraїny [Vascular plants of south-eastern part of Ukraine]. Noulidzh, Donetsk (in Russian).
- Mosyakin, S.L., Fedoronchuk, M.M., 1999. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv.

Надійшла до редколегії 28.02.2016