

УДК 581.524

О. С. Комаров, В. В. Бригадиренко

Дніпропетровський національний університет

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ПІДСТИЛКОВОЇ МЕЗОФАУНИ ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

На основі досліджень підстилкової мезофауни 48 обстежених лісових біогеоценозів охарактеризовано закономірності формування угруповань безхребетних на рівні видів і родин. Проаналізовано ступінь подібності пробних ділянок за таксономічною структурою герпетобію. Виявлено чинники, які впливають на формування підстилкової мезофауни лісових біогеоценозів Полтавської області.

O. S. Komarov, V. V. Brygadyrenko

Dnipropetrovsk National University

ANALYSIS OF LITTER MESOFAUNA OF POLTAVA REGION FOREST ECOSYSTEMS

On the basis of research of litter mesofauna of 48 forest biogeocenoses the regularities of invertebrate communities formation on the species and families levels are determined. The degree of similarity of test plots are analysed by taxonomic structure of the communities. The factors of the litter invertebrate communities formation in forest ecosystems of the Poltava region are revealed.

Вступ

Підстилка – постійне або тимчасове середовище перебування різноманітних груп безхребетних. Тваринне населення бере участь у деструкційних процесах, впливає на біологічний кругообіг підстилкового біогеоценозу шляхом опосередкованого стимулювання активності актиноміцетів, грибів, бактерій тощо. Підстилкова мезофауна прискорює проходження екосистемою певних етапів багаторічної динаміки, на кожному з яких змінюється структура герпетобію. Дослідження особливостей формування герпетобію має практичне та загальноекологічне значення.

Зв'язки у герпетобії між популяціями підстилкових безхребетних у межах ґрунтово-зоологічних досліджень вивчають із застосуванням багатомірних статистичних методів аналізу [10; 12; 15–20]. Ці методи дозволяють наочно виявити структуру даних, охарактеризувати фактори, під впливом яких формуються багатовидові комплекси організмів. Наприклад, тип субстрату, ступінь антропогенного порушення екосистеми, ґрунтову вологість і структуру рослинних угруповань виділяють як основні чинники формування комплексів турунів на території Шотландії [21].

Полтавська область розташована у центральній частині Лівобережної України. Більшу частину області (до 70 %) займають чорноземи типові та звичайні мало- та середньогумусні. На півдні області розвинені чорноземи солонцюваті та лучно-чорноземні глибокосолонцюваті ґрунти в комплексі із солонцями; на півночі значні площі мають сірі лісові та торфоболотні ґрунти. Область розташована у Східно-

Європейській лісостеповій геоботанічній провінції. Природна степова рослинність майже не збереглася. Ліси та чагарники разом із лісосмугами займають близько 7,5 % території, головним чином уздовж берегів річок, на піскових дюнах і балках [13].

Для визначення пробних ділянок ми застосували типології природних і штучних лісів степової зони, оскільки регіон розташований на межі лісової (де застосовується типологія П. С. Погребняка [14]) та степової зон (в умовах якої використовується типологія О. Л. Бельгарда [1]). О. Л. Бельгард при створенні типології природних і штучних лісів степової зони як фактори для ординації типів лісу використовував заплавність (тривалість zalивання ґрунту під час весняних повеней), режимне зволоження (середнє багаторічне значення зволоження, що не залежить від погодних умов періоду досліджень) і трофність едафотопу (концентрацію мінеральних елементів живлення у ґрунтовому розчині, що пов'язана з механічним складом ґрунту). В умовах степової зони ордината трофності має своє продовження у вигляді галофільних дібров [1]. Ці типи лісу не відображені у типології П. С. Погребняка, тому для визначення особливостей умов існування підстилкових безхребетних у Полтавській області ми застосували типологію О. Л. Бельгарда [1].

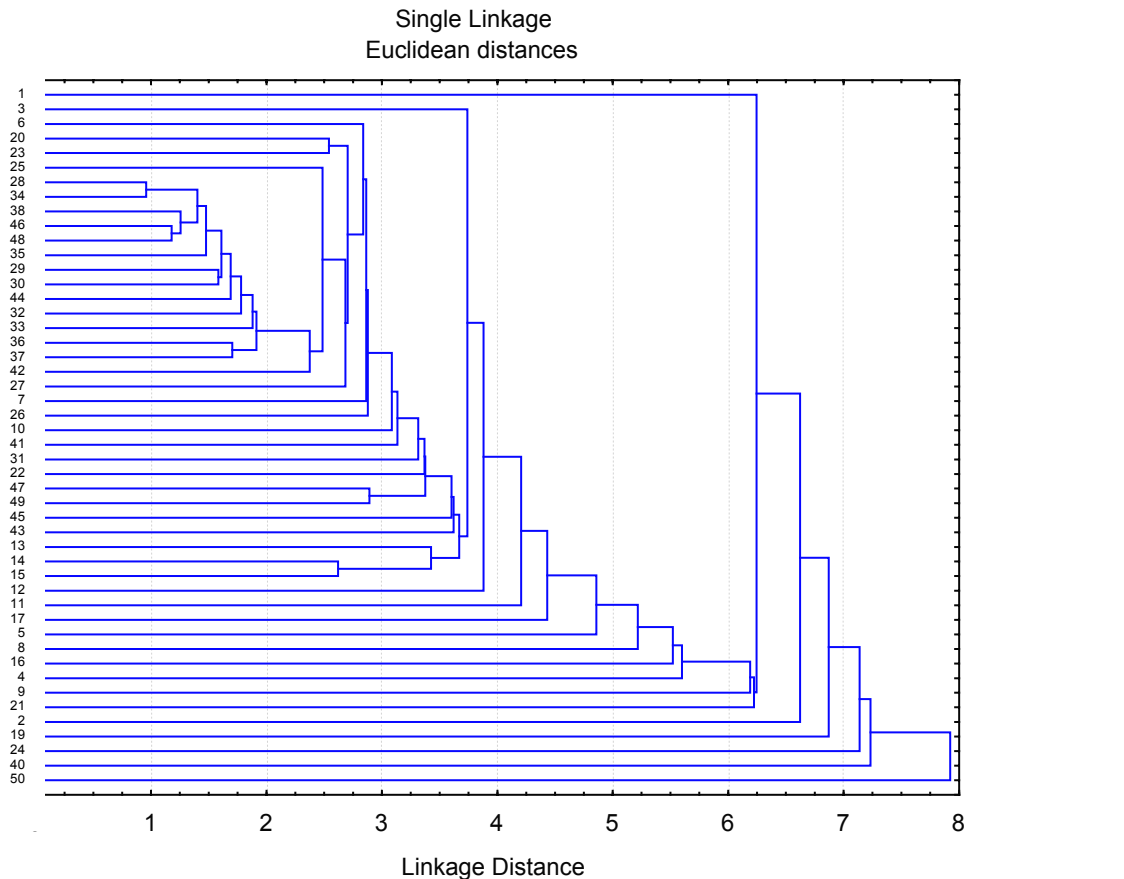
Мета цієї роботи – визначити фактори, що найбільшою мірою впливають на таксономічну структуру підстилкової мезофауни лісостепової зони (на прикладі Полтавської області), виділити комплекси безхребетних, які однаково реагують на зміни умов середовища існування в лісових біогеоценозах лісостепової зони.

Матеріал і методи досліджень

Основою роботи послужили результати обстеження 48 варіантів природних і штучних лісів Полтавської області (Кременчуцький та Козельщанський райони). Кількісний облік підстилкових безхребетних у зазначених біотопах проводився протягом сезону 2006 року із використанням пасток Барбера (поліпропіленові одноразові стаканчики об'ємом 200 мл із 20 % розчином *NaCl*) [9]. Вибірку тварин проводили залежно від погодних умов через 6–7 діб. На кожній пробній ділянці функціонувало не менше 10 пасток протягом 2–3 місяців. Усі таксони підстилкового біогеогоризонту визначено до рівня родини, а домінантні групи – до виду. В обстежених біогеоценозах виявлено 536 видів, що належать до 17 рядів. Отримані дані проаналізовані методами факторного аналізу із застосуванням пакета програм Statistica 6.0 [5–8; 11].

Результати та їх обговорення

Будь-яке багатовидове угруповання має домінантні, субдомінантні та нечисленні види, функціональна роль яких визначається у тому числі їх біомасою. Нормалізація даних, проведена при їх первинній обробці [2–4; 10], дозволяє нівелювати різницю між видами (родинами) за чисельністю. Таким чином усі зареєстровані таксони мають однакове інформаційне навантаження при оціненні стану лісового біогеоценозу або визначенні його положення за типологією. Результати кластеризації заплавних і аренних лісових біогеоценозів Полтавської області за складом герпетобію на основі порівняння поширення 48 домінантних видів безхребетних (які становлять 85,3 % загальної чисельності) свідчать про відсутність виражених розбіжностей між угрупованнями тварин окремих пробних ділянок (рис. 1). Відсутні чітко відокремлені кластери, утворені угрупованнями безхребетних декількох пробних ділянок. Подібність фаун за домінантними видами змінюється поступово, без різких змін. Таким чином, кластерний аналіз мезофауни на видовому рівні не дозволяє провести ординацію угруповань, класифікувати їх за типологією лісових біогеоценозів.



**Рис. 1. Результати кластеризації заплавної і аренних лісових біогеоценозів
Полтавської області за складом герпетобіої на основі порівняння поширення
48 домінантних видів безхребетних тварин:**

1 – Dac_2 мезофільна штучна пахлено-ясенєва діброва; 2 – C_3 мезогірофільний вербо-осокірник з ожиною; 3 – $BC_{2,3}$ гіромезофільний осокірник з осокою; 4 – De_3 мезогірофільний вербняк з ожиною; 5 – $C_{2,3}$ осичник із гіромезофільним різнотрав'ям; 6 – AV_1 мезоксерофільний мертвопокривний бір; 7 – $V_{2,3}$ гіромезофільний бір із куничником очеретяним; 8 – $V_{1,2}$ осичник із ксеромезофільним різнотрав'ям; 9 – C_5 ультрагірофільний тритичинковий лозняк із болотним великотрав'ям; 10 – $V_{1,2}$ ксеромезофільний бір із куничником наземним; 11 – Dac_2 мезофільна штучна липо-ясенєва діброва; 12 – Dn_3 мезогірофільна в'язо-ясенєва діброва із широколистяним; 13 – De_3 мезогірофільний в'язодубняк з ожиною; 14 – $E_{1,2}$ ксеромезофільний берестовий дубняк із хвилівником; 15 – $De_{1,2}$ ксеромезофільний в'язодубняк із хвилівником; 16 – $AV_{1,2}$ ксеромезофільний шелокожник із куничником наземним; 17 – $E_{2,3}$ гіромезофільний берестовий дубняк із дібровним різнотрав'ям; 19 – BC_2 мезофільний осокірник із стоколосом безостим; 20 – AV_2 мезофільний бір із зеленими мохами; 21 – C_4 гірофільний тритичинковий лозняк із сирим великотрав'ям; 22 – De_4 гірофільний вербняк із сирим великотрав'ям; 23 – $AV_{n,1}$ ксерофільний бір із лишайником; 24 – De_3 мезогірофільний білотопольник з ожиною; 25 – $E_{1,2}$ ксеромезофільна бересто-ясенєва діброва з гряттицею; 26 – $AV_{1,2}$ ксеромезофільний березняк із куничником наземним; 27 – $Dn_{2,3}$ гіромезофільна в'язова діброва з осокою; 28 – $Dn_{2,3}$ гіромезофільна в'язова діброва з ожиною; 29 – Dn_3 мезогірофільна в'язова діброва з розхідником; 30 – $Dac_{2,3}$ гіромезофільна липо-ясенєва діброва з широколистяним; 31 – Dn_3 мезогірофільна в'язо-ясенєва діброва з кропивою; 32 – Dc_3 мезогірофільна осикова діброва з конвалією; 33 – Dn_3 мезогірофільна в'язо-ясенєва діброва з яглицею; 34 – E_3 мезогірофільна в'язо-чорнокленова діброва з розхідником; 35 – V_1 мезоксерофільний дубо-сосняк із мезоксерофільним різнотрав'ям; 36 – V_2 мезофільний дубо-сосняк із папороттю; 37 – AV_4 гірофільний бір зі сфагнумом; 38 – $V_{1,2}$ ксеромезофільна діброва з конвалією; 40 – $Dc_{2,3}$ гіромезофільна липова діброва з широколистяним; 41 – $Dc_{2,3}$ гіромезофільна липо-пахленова діброва з широколистяним; 42 – Dac_3 мезогірофільна липо-ясенєва діброва з широколистяним; 43 – Dac_3 мезогірофільна липова діброва з яглицею; 44 – Dn_4 гірофільний вербняк із сирим великотрав'ям; 45 – Dac_3 мезогірофільна липо-ясенєва діброва з широколистяним; 46 – Dn_5 ультрагірофільний вільшаник із болотним великотрав'ям; 47 – $Fe_{1,2}$ ксеромезофільний терник із свіжуватим різнотрав'ям; 48 – Dn_3 мезофільна бересто-ясенєва діброва з розхідником; 49 – $Dn_{2,3}$ гіромезофільна пахлено-ясенєва діброва з широколистяним; 50 – Dn_4 гірофільний вільшаник із сирим великотрав'ям.

На відміну від видового рівня, використання інформації про таксономічну структуру мезофауни на рівні родин дозволяє структурувати пробні ділянки на певні кластери (рис. 2). Кластер I включає біогеоценози, у яких домінують рослини роду *Salix* (мезогірофільний вербо-осокірник з ожиною, ультрагірофільний тритичинковий лозняк із болотним великотрав'ям, гірофільний тритичинковий лозняк із сирим великотрав'ям). На цих пробних ділянках домінують *Silphidae*, *Porcellionidae*, *Byrrhidae*, *Chrysomelidae*, *Lygaeidae* та відсутні такі домінантні групи як *Julidae*, *Geophilidae*, майже на третину нижча чисельність *Formicidae*. Імовірно це пов'язано з мінливим водним режимом і тривалим затопленням значної частини цих біогеоценозів.

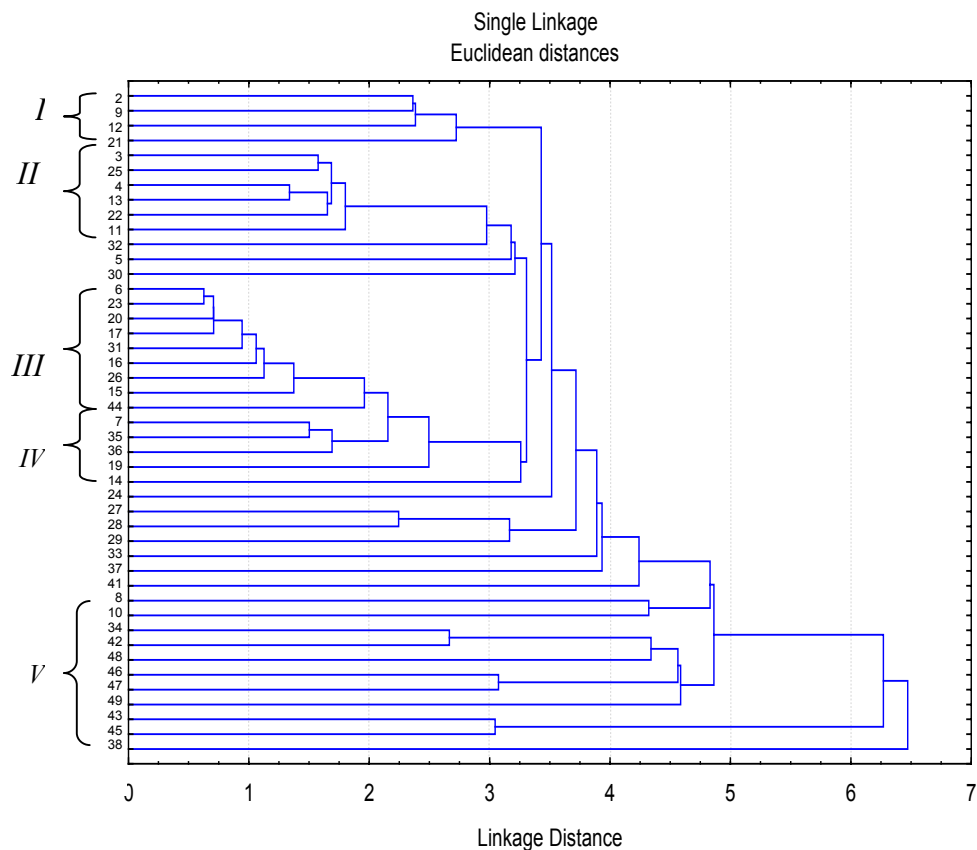


Рис. 2. Результати кластеризації заплавних і аренних лісових біогеоценозів Полтавської області за складом герпетобію на рівні родин: назви пробних ділянок відповідають наведеним на рис. 1.

Кластер II включає різні типи лісів (гіромезофільний осокірник з осокою, ксеромезофільна бересто-ясенєва діброва з грястицею, мезогірофільний вербняк з ожиною, мезогірофільний в'язо-дубняк з ожиною, гірофільний вербняк із сирим великотрав'ям). Але в усіх із них чисельність *Cicadellidae*, *Porcellionidae* та *Formicidae* значно зростає, удвічі збільшується кількість *Curculionidae* та *Lycosidae*, а *Julidae*, *Geophilidae*, *Carabidae* і *Staphylinidae* перебуває на низькому рівні.

Кластер III об'єднує типи лісу з помірним і недостатнім зволоженням (мезоксерофільний мертвопокровний бір, ксерофільний бір із лишайником, мезофільний бір із зеленими мохами, гіромезофільний берестовий дубняк із дібровним різнотрав'ям, мезогірофільна в'язо-ясенєва діброва з кропивою, ксеромезофільний шелюжник із ку-

ничником наземним, ксеромезофільний березняк із куничником наземним, ксеромезофільний в'язодубняк із хвилівником). Перші три з наведених лісових біогеоценозів розташовані в аренних місцелісцевуваннях, решта – у заплавах. Усі пробні ділянки, що входять до цього кластера, об'єднує велика чисельність *Formicidae* та *Lycosidae* та відсутність *Tipulidae*. Значно скорочується присутність *Porcellionidae*, *Gamasidae*, *Cyd-nidae* та залишається незмінною чисельність турунів.

Кластер IV об'єднує сухі чи помірно зволожені аренні ділянки (гігромезофільний бір із куничником очеретяним, мезоксерофільний дубо-сосняк із мезоксерофільним різнотрав'ям, мезофільний дубо-сосняк із папороттю), на яких домінують *Tenebrionidae* та *Curculionidae*.

Досить низькою подібністю між собою за таксономічним складом мезофауни характеризуються пробні ділянки, включені до кластера V (мезогігрофільна в'язо-чорнокленова діброва з розхідником, мезогігрофільна липо-ясенева діброва з широко-трав'ям, мезофільна бересто-ясенева діброва з розхідником, ультрагігрофільний вільшаник із болотним великотрав'ям, ксеромезофільний терник із свіжуватим різнотрав'ям, гігромезофільна паклено-ясенева діброва з широкотрав'ям). Ці пробні ділянки визначаються низькою чисельністю *Formicidae*, *Lycosidae*, *Curculionidae*, *Staphylinidae*, *Silphidae* та домінуванням *Geophilidae*, *Julidae*, *Cyd-nidae* та *Polydesmidae*.

Таким чином, використання підстилкових безхребетних тварин для зоологічної індикації умов існування в лісових біогеоценозах лісостепової зони свідчить про високий ступінь екологічної пластичності тваринних об'єктів, їх зв'язок як з абіотичними умовами існування та типологічною належністю певного типу лісу, так і з трофічними відносинами всередині герпетобію (які часто визначають склад мезофауни на рівні родин).

Для ілюстрації останнього можна використовувати аналіз усіх груп безхребетних тварин, але це не дозволяє виявити найголовніші трофічні та конкурентні зв'язки усередині герпетобію. Як вихідні дані для кластерного аналізу доцільно використовувати лише домінуючі за чисельністю групи тварин. Тому ми виділили 23 домінуючих родини з 93, поширених на обстежених пробних ділянках. Безхребетні тварини на рівні родин слабко пов'язані між собою (рис. 3). Окремий кластер об'єднує хижих *Formicidae* та *Lycosidae* та рослиноїдних *Curculionidae* (стійких до вживання в їжу першими двома групами). До іншого кластера увійшли фітофаги та сапрофаги (*Porcellionidae*, *Cicadellidae*, *Lygaeidae*, *Chrysomelidae*, *Byrrhidae*), поширені переважно на ділянках із недостатнім зволоженням, розвиненим трав'яним ярусом, легким механічним складом ґрунту. Кластер, що об'єднує подібних за способом живлення *Carabidae* та *Staphylinidae*, утворюється завдяки дуже слабким (майже повністю відсутнім) трофічним відносинам між цими групами та їх антагоністичним зв'язкам з іншими групами підстилкових зоофагів і пантофагів. Найщільнішими зв'язками у лісах лісостепової зони характеризуються сапрофаги *Julidae* та *Pyrrhocoridae*. Остання група споживає переважно групи комах та інших безхребетних тварин.

Найслабкіші зв'язки з іншими групами безхребетних тварин у *Tenebrionidae*. Це достатньо хітинізовані ксерофільні тварини, поширені переважно в аренних типах лісу. Привертає увагу відсутність окремого кластера, що об'єднує безхребетних, характерних для дібровних умов існування. Цікаво, що дві родини ряду *Isopoda* (*Porcellionidae* та *Armadillidae*) входять до різних кластерів. Імовірно це пов'язано зі здатністю *Porcellionidae* жити у посушливіших умовах порівняно з *Armadillidae*.

Таким чином, дендрограма кластерного аналізу герпетобію на рівні родин ілюструє розподіл безхребетних за пробними ділянками, їх прями трофічні зв'язки та конкурентні взаємовідносини, опосередковані спільними джерелами живлення.

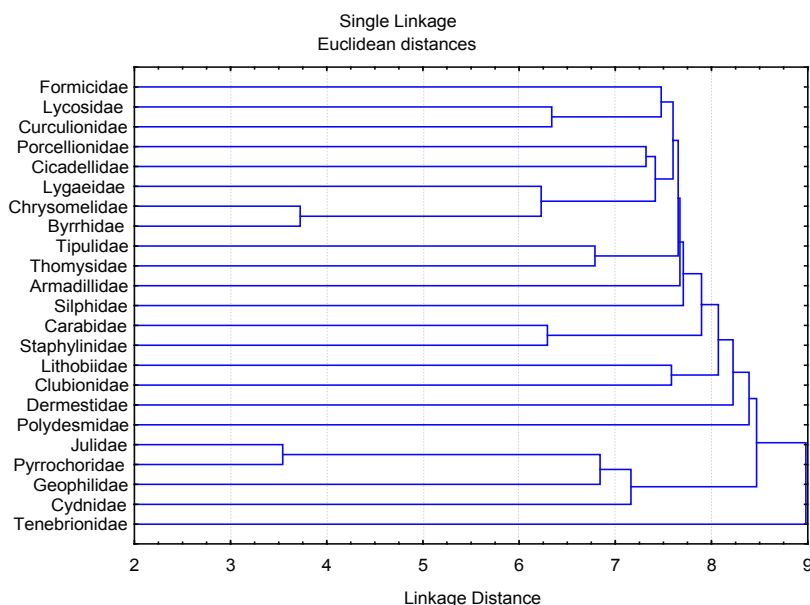


Рис. 3. Результати кластеризації домінантних родин безхребетних тварин за їх поширенням на 48 заплavnих і аренних лісових біогеоценозах Полтавської області.

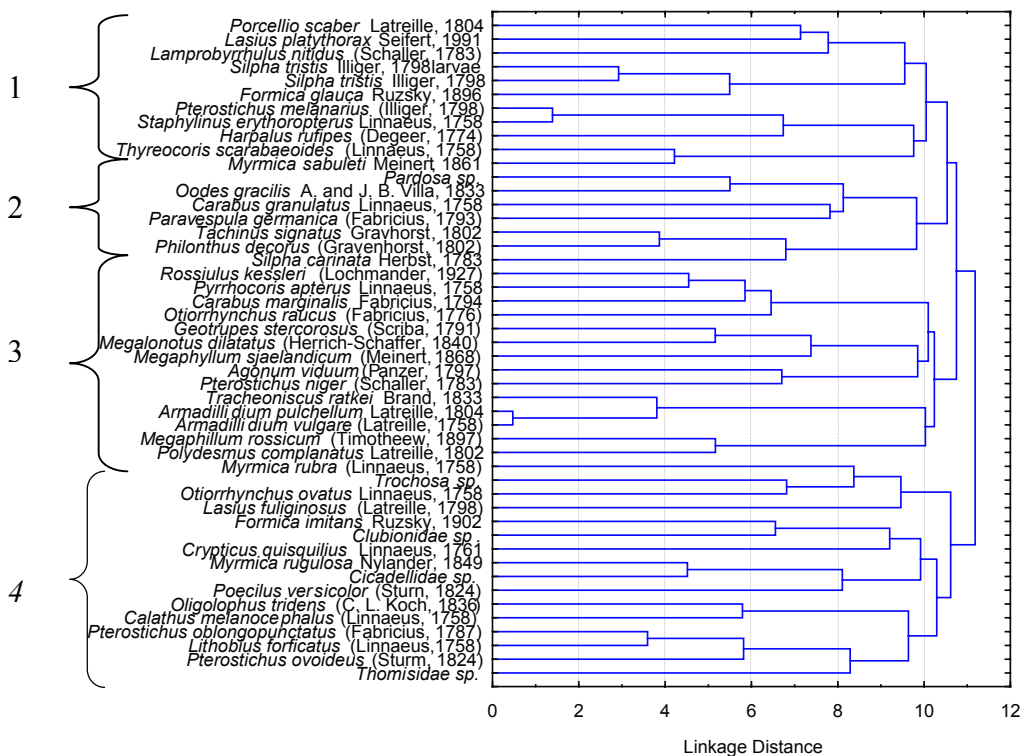


Рис. 4. Результати кластеризації домінантних видів безхребетних тварин за їх поширенням на 48 заплavnих і аренних лісових біогеоценозах Полтавської області.

Кластерний аналіз можливо проводити як на рівні родин, так і на рівні видів. В останньому випадку екологічна ніша в діапазоні певних екологічних чинників значно вузча [4]. За поширенням на певних пробних ділянках домінантні види об'єднані у

кластери (рис. 4). До першого кластера увійшли комахи, що мешкають переважно в антропогенно трансформованих біогеоценозах (*Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798), *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), *Staphylinus erythropterus* Linnaeus, 1758, *Porcellio scaber* Latreille, 1804, *Lasius platythorax* Seifert, 1991 тощо). Слід звернути увагу на об'єднання імаго та личинок *Silpha tristis* Illiger, 1798, що підтверджує відсутність розбіжностей у поширенні різних стадій розвитку цього виду та правомірність проведеного кластерного аналізу.

У другому кластері згруповані види тварин, широко розповсюджені у дібровних лісових угрупованнях з оптимальним і надмірним зволоженням ґрунту. Це *Pardosa sp.*, *Carabus granulatus* Linnaeus, 1758, *C. marginalis* Fabricius, 1794, *Tachinus signatus* Gravenhorst, 1802, *Philonthus decorus* (Gravenhorst, 1802), *Silpha carinata* Herbst, 1783.

Третій кластер об'єднує *Pyrrhocoris apterus* Linnaeus, 1758, *Agonum viduum* (Panzer, 1797), *Rossiulus kessleri* (Lochmander, 1927), *Megalonotus dilatatus* (Herrich-Schäffer, 1840), *Geotrupes stercorosus* (Scriba, 1791) та інші види.

До четвертого кластера віднесено тварин, переважна кількість яких, за результатами наших досліджень, часто зустрічається в аренних типах лісових біогеоценозів [9]: мурашки (*Formica imitans* Ruzsky 1902, *Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798), *Myrmica rugulosa* Nylander, 1846), павуки (з родин *Thomysidae* та *Chubionidae*) і туруни (*Calathus melanocephalus* (Linnaeus, 1758), *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824), *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787), *P. ovoideus* (Sturm, 1824)). Також треба звернути увагу на присутність у цьому кластері рядів *Opiliones* та *Lithobiidae*.

Висновки

Результати кластеризації заплавлених і аренних лісових біогеоценозів Полтавської області за поширенням 48 домінантних видів безхребетних свідчать про відсутність виражених розбіжностей між угрупованнями тварин окремих пробних ділянок. Аналіз підстилкової мезофауни на рівні родин свідчить про високий ступінь пластичності тваринних об'єктів, їх зв'язок як з абіотичними умовами існування та типологічною належністю певного типу лісу, так і з трофічними відносинами всередині герпетобіо (які часто визначають їх склад).

Бібліографічні посилання

1. **Бельгард А. Л.** Лесная растительность юго-востока УССР. – К.: КГУ, 1950. – 264 с.
2. **Бригадиренко В. В.** Воздействие условий среды на состав животного населения подстилки и фитоценоз лесных экосистем степной зоны Украины // Лісівництво і агролісомеліорація. – Вип. 106. – Харків: УкрНДІЛГ, 2004. – С. 77–83.
3. **Бригадиренко В. В.** Закономерности распределения подстилочных беспозвоночных степных экосистем центрального степного Приднепровья // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2004. – Вип. 12, т. 1. – С. 13–18.
4. **Бригадиренко В. В.** Экологические аспекты взаимодействия муравьев (Hymenoptera, Formicidae) с подстилочными беспозвоночными в условиях степных лесов // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Д.: ДНУ, 2005. – Вип. 9 (34). – С. 181–192.
5. **Дюран Б.** Кластерный анализ / Б. Дюран, П. Оделл. – М.: Статистика, 1977. – 128 с.
6. **Жамбю М.** Иерархический кластер-анализ и соответствия. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 342 с.
7. **Иберла К.** Факторный анализ. – М.: Статистика, 1980. – 367 с.
8. **Ким Д.-О.** Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Д.-О. Ким, Ч. У. Мюллер, У. Р. Клекка. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

9. **Комаров О. С.** Особливості формування фауни підстилкових безхребетних аренних лісів ріки Дніпро в умовах Полтавської області / О. С. Комаров, В. В. Бригадиренко // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, № 1-2. – С. 59–68.
10. **Коросов А. В.** Экологические приложения компонентного анализа. – Петрозаводск: Петрозавод. гос. ун-т, 1996. – 152 с.
11. **Лоули Д. И.** Факторный анализ как статистический метод / Д. И. Лоули, А. Э. Максвелл. – М.: Мир, 1967. – 144 с.
12. **Мендель И. Д.** Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
13. **Никифоров В. В.** Экологическая сеть Среднего Придніпров'я: современное состояние и пути ее оптимизации. – Д.: ДГУ, 2003. – 187 с.
14. **Погребняк П. С.** Основы лесной типологии. – К.: Изд-во АН СССР, 1954. – 456 с.
15. **Carabid beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*) as indicators of hydrological site conditions in floodplain grasslands / M. Gerisch, A. Schanowski, W. Figura et al. // International Review of Hydrobiology. – 2006. – Vol. 91, N 4. – P. 326–340.**
16. **Deichsel R.** Species change in an urban setting – ground and rove beetles (*Coleoptera: Carabidae* and *Staphylinidae*) in Berlin // Urban Ecosystems. – 2006. – Vol. 9, N 3. – P. 161–178.
17. **Derunkov A. V.** *Staphylinidae (Coleoptera)* of the Pripjat river floodplain, National park “Pripjatsky”, Belarus // Acta Lituonica. – 2004. – Vol. 14, N 4. – P. 14–22.
18. **Halme E.** Carabid beetles in fragments of coniferous forest / E. Halme, J. Niemela // Ann. Zool. Fennici. – 1993. – Vol. 30. – P. 17–30.
19. **Lobo J. M.** Variation in dung beetle (*Coleoptera: Scarabaeoidea*) assemblages with altitude in the Bulgarian Rhodopes Mountains: a comparison / J. M. Lobo, E. Chehlarov, B. Gueorguiev // Eur. J. Entomol. – 2007. – Vol. 104. – P. 489–495.
20. **McCune B.** Multivariate analysis of ecological data / B. McCune, M. J. Mefford. – MjM Software, 1999. – 237 p.
21. **The relationship** between the classification of scottish ground beetle assemblages (*Coleoptera, Carabidae*) and the National Vegetation Classification of British plant communities / S. Blake, D. I. McCracken, M. D. Eyre et al. // Ecography. – 2003. – Vol. 26, N 5. – P. 602–616.

Надійшла до редколегії 25.08.2007