



Розділ III. Зоологія

УДК 593:121

DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.25.1-13>

Розподіл голих аміб у ґрунтах України

М. К. Пацюк

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, Україна

Адреса для листування: kostivna@ukr.net

Отримано: 23.01.25; прийнято до друку: 15.05.25; опубліковано: 30.06.25

Резюме. У ґрунтах існування організмів залежить від вологості, температури, кислотності та типів ґрунтів. Голі амєби більш адаптивні до мешкання в тонкій водній плівці, яка оточує ґрунтові часточки. Ці протисти утворюють стадії спокою (цисти), що дозволяє їм переживати несприятливі умови середовища. Поширення голих амєб в наземних біотопах у регіональному масштабі раніше не вивчалось. У ґрунтах України ідентифіковано 23 види голих амєб: *Rhizamoeba* sp. (1), *Polychaos dubium*, *Deuteramoeba mycophaga*, *Saccamoeba stagnicola*, *Saccamoeba* sp. (1), *Thecamoeba striata*, *Thecamoeba terricola*, *Thecamoeba similis*, *Stenamoeba stenopodia*, *Mayorella cantabrigiensis*, *Mayorella vespertilioides*, *Mayorella viridis*, *Mayorella* sp. (1), *Korotnevella stella*, *Vexillifera bacillipedes*, *Ripella platypodia*, *Vannella lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Cochliopodium actinophorum*, *Vahlkampfia* sp. (2), *Vahlkampfia avara*, *Willertia magna*. За частотою трапляння виділені такі групи голих амєб: малопоширені (9 видів), найпоширеніші (11 видів) й ті, які займають середнє положення за частотою трапляння (3 види). Виділені екологічні групи видів голих амєб по відношенню до температури, кислотності та вологості ґрунтів: термофільні (15 видів), психрофільні (2 види), мезофільні (6 видів); нейтрофіли (22 види), ацидофіли (1 вид); гігрофільні (15 видів), мезофільні (8 видів). Голі амєби в ґрунтах України утворюють два видові комплекси: перший комплекс характерний для Львівської області, другий – для Одеської, Київської, Хмельницької, Вінницької, Рівненської, Сумської, Харківської, Житомирської, Кіровоградської та Миколаївської областей. Індекс фауністичної подібності *Ics* відносно високий між усіма регіонами України (від 43 до 97 %), окрім Львівської області. Індекс фауністичної подібності *Ics* між Львівською областю та іншими областями України становить від 0,14 до 0,38.

Ключові слова: голі амєби, ґрунти, екологічні групи, фактори середовища, Україна.

Distribution of naked amoeba in the soils of Ukraine

М. К. Patsyuk

Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

Correspondence: kostivna@ukr.net

Abstract. In soils, the existence of organisms depends on humidity, temperature, acidity, and soil types. Naked amoebae are more adaptable to living in the thin water film that surrounds soil particles. These protists form resting stages (cysts), which allows them to survive adverse environmental conditions. The distribution of naked amoebae in terrestrial biotopes on a regional scale has not previously been studied. 23 species of naked amoebae were identified in Ukrainian soils: *Rhizamoeba* sp. (1), *Polychaos dubium*, *Deuteramoeba mycophaga*, *Saccamoeba stagnicola*, *Saccamoeba* sp. (1), *Thecamoeba striata*, *Thecamoeba terricola*, *Thecamoeba similis*, *Stenamoeba stenopodia*, *Mayorella cantabrigiensis*, *Mayorella vespertilioides*, *Mayorella viridis*, *Mayorella* sp. (1), *Korotnevella stella*, *Vexillifera bacillipedes*, *Ripella platypodia*, *Vannella lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Cochliopodium actinophorum*, *Vahlkampfia* sp. (2), *Vahlkampfia avara*, *Willertia magna*. The following groups of naked amoebae are distinguished by their frequency of occurrence: rare (9 species), most common (11 species), and those that occupy an average position in terms of frequency of occurrence (3 species). Ecological groups of naked amoebae are distinguished in relation to temperature, acidity and soil moisture: thermophilic (15 species), psychrophilic (2 species),

mesophilic (6 species); neutrophils (22 species), acidophiles (1 species); hygrophilic (15 species), mesophilic (8 species). Naked amoebae in the soils of Ukraine form two species complexes: the first complex is characteristic of the Lviv region, the second – for the Odessa, Kyiv, Khmelnytskyi, Vinnytsia, Rivne, Sumy, Kharkiv, Zhytomyr, Kirovohrad and Mykolaiv regions. The faunal similarity index *Ics* is relatively high between all regions of Ukraine (from 43 to 97%), except for Lviv region. The faunal similarity index *Ics* between Lviv region and other regions of Ukraine ranges from 0.14 to 0.38.

Key words: naked amoebae, soils, ecological groups, environmental factors, Ukraine.

ВСТУП

У ґрунтах існування організмів залежить від вологості, температури, кислотності та типів ґрунтів [8]. Твариноподібні організми в ґрунті мешкають у водних плівках, які оточують ґрунтові часточки, а також капілярною й гравітаційною водою та залежать від умов у цих мікроекологіях [6, 7, 9, 14, 29]. Голі амеби більш адаптивні до мешкання в тонкій водній плівці [11, 12], ніж інші протисти (наприклад, інфузорії, черепашкові амеби, гетеротрофні джугутиконосці). Вони утворюють стадії спокою (цисти), що дозволяє їм переживати несприятливі умови середовища. Серед голих амеб, які мешкають у ґрунті на стадії цисти, або в активному стані, наявні види патогенні для тварин і людини [16, 19]. Існує невелика кількість робіт, яка присвячена екології голих амеб [4, 17, 18], в таких роботах зазначаються списки таксонів, які знайдені в окремих біотопах [13, 17, 18], або результати метагеномного аналізу без ідентифікації видів [10, 30]. Видовий склад і розподіл ґрунтових протистів є невивченим, не дивлячись на те, що вони утворюють початкові ланки трофічних ланцюгів й є чутливими до екосистемних змін. Нами впродовж 2009–2021 рр. досліджені види голих амеб фауни водноґрунтової України. Всього ідентифіковано 44 прісноводні та 12 морських видів і встановлені екологічні групи цих протистів до абіотичних факторів водноґрунтового середовища [22–24]. Такі дослідження показують, що у межах одного роду є види, які віднесені до різних екологічних груп; крім того, у межах роду відмічаються як прісноводні, так і морські види [21, 22–25]. Фактори абіотичного середовища лімітують присутність або відсутність голих амеб у тому чи іншому регіоні на видовому й родовому рівні. Голі амеби в наземних біотопах у регіональному масштабі не вивчалися. Нами проаналізовані склад видів та морфотипів голих амеб у різних ґрунтах України, визначені їх частота трапляння, а також з'ясовані фактори середовища, які впливають на розподіл цих протистів у ґрунтах України [24]. У зв'язку з нестачею даних щодо складу видів голих амеб у наземних біотопах, єдиним способом отримати фауністичні дані для аналізу їх розподілу в природних біотопах, залишається вивчення проб із віддалених місцезнаходжень й порівняння їх із вже відомими видами, які виділені в складі регіональних фаун. У зв'язку із цим *метою* нашої роботи є визначити видовий склад голих амеб у ґрунтах України та виділити екологічні групи цих протистів по відношенню до факторів абіотичного середовища.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Проби відібрані з ґрунтів різних регіонів України впродовж 2016–2021 рр., а саме: Вінницької (чорноземи опідзолені), Житомирської (дерново-піщані, сірі опідзолені, темно-сірі опідзолені, ясно-сірі опідзолені, чорноземи опідзолені), Кіровоградської (чорноземи регровані, темно-сірі опідзолені, чорноземи глибокі малогумусні), Київської (чорноземи опідзолені, сірі опідзолені), Львівської (сірі опідзолені оглеєні, темно-сірі опідзолені оглеєні), Миколаївської (чорноземи звичайні середньогумусні, чорноземи південні малогумусні), Одеської (чорноземи звичайні малогумусні, чорноземи звичайні середньогумусні, чорноземи південні малогумусні), Рівненської (чорноземно-лучні), Сумської (сірі опідзолені, темно-сірі опідзолені), Харківської (сірі опідзолені, темно-сірі опідзолені) та Хмельницької (темно-сірі опідзолені, чорноземи глибокі малогумусні) областей. Проби збирали в весняно-літні сезони та відбирали з поверхневого шару ґрунту (до 2 см) в стерильні zip-lock пакети. 5 г досліджуваного ґрунту розмішували в закритій колбі на 150 мл, заливали розчином Прескота-Джеймса [26] та залишали на 2–3 години для розмокання ґрунтових часточок. Згодом суміш струшували впродовж 10 хв. і залишали на 30 хв. для відстоювання.

Розмножували голих амеб на непоживному агар-агарі за методикою Ф. Пейджа [21]. Ідентифікацію видів здійснювали за допомогою світлового мікроскопу Axio Imager M1 (Центр колективного користування науковими приладами «Animalia» Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена) із застосуванням диференційного інтерференційного контрасту.

Температуру ґрунтів визначали за допомогою ґрунтового термометра; актуальну кислотність ґрунтів – за загальноприйнятою методикою [1, 2]; величину рН – за допомогою лабораторного рН-метра 150-М.

Вологість ґрунтів визначали ваговим методом [1, 2]. Вологість ґрунту розраховували за формулою:

$$A = \frac{a \cdot 100}{b},$$

де *A* – польова вологість (у %); *a* – вага вологи, що випарилась (у г); *b* – вага сухого ґрунту (у г).

Розрахунки проводили за допомогою пакетів програм MS Excel (Microsoft Excel, 2002), Statistica 10.0, Past 3.11 [15]. Використовували кластерний аналіз, непараметричне багатовимірне шкалювання (n-MDS) [20].

Для порівняння фауністичних списків використано індекс Чекановського-Серенсена (*Ics*) [27]:

$$Ics = c \cdot ((a + b) - c)^{-1},$$

де: a – число видів у першому списку; b – число видів, у другому списку; c – загальна кількість видів у 2-х списках.

Сучасні дослідження не дозволяють отримати дані щодо чисельності голих амеб, тому ми визначали частоту трапляння видів (R). R визначали, як

частку проб, в яких знайдений вид від загального кількості досліджених проб [5]. Амеби вважалися найбільш поширеними, якщо частота трапляння видів складала 50 % і більше, від 30 до 50 % – займали середнє положення за частотою трапляння, менше 30 % – найменш поширені види [28].

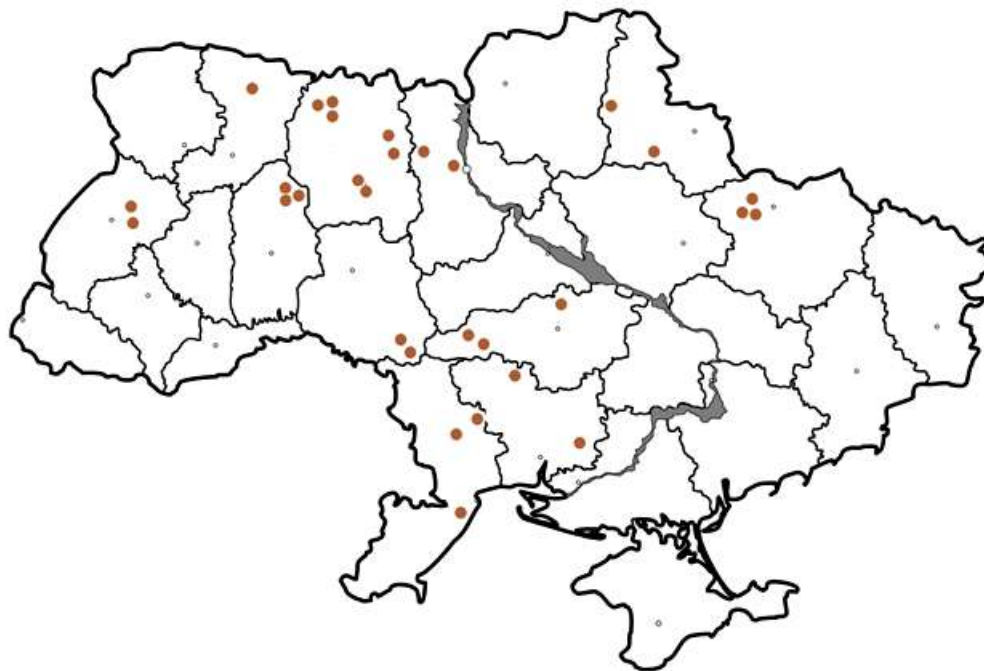


Рис. 1. Пункти збору матеріалу

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Усього в ґрунтах України нами зареєстровано 23 види голих амеб: *Rhizamoeba* sp. (1), *Polychaas dubium* Schaeffer, 1917, *Deuteroamoeba mycophaga* Pussard, Alabouvette et Pons, 1980, *Saccamoeba stagnicola* Page, 1974, *Saccamoeba* sp. (1), *Thecamoeba striata* Penard, 1890, *Thecamoeba terricola* Greeff, 1866, *Thecamoeba similis* Greeff, 1891, *Stenamoeba stenopodia* Page, 1969, *Mayorella cantabrigiensis* Page, 1983, *Mayorella vespertilioides* Page, 1983, *Mayorella viridis* Leidy, 1874, *Mayorella* sp. (1), *Korotnevella stella* Schaeffer, 1926, *Vexillifera bacillipedes* Page, 1969, *Ripella platypodia* Glaeser, 1912, *Vannella lata* Page, 1988, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Cochliopodium actinophorum* Auerbach, 1856, *Vahlkampfia* sp. (2), *Vahlkampfia avara* Page, 1967, *Willaertia magna* De Jonckheere, Dive, Pussard & Vickerman, 1984. За сучасною системою Еукаріот усі досліджені протисти належать до груп Амобозоа (Tubulinea, Discosea) та Discoba (Heterolobosea) [3]. У раніше опублікованій праці щодо складу ґрунтових видів голих амеб й їх морфотипів у різнотипних ґрунтах України представлений список із 28 видів [24]. Ми виключили 5 видів амеб (оскільки для достовірної їх ідентифікації необхідне секвенування ДНК), натомість ідентифікація видів із залученням методів молекулярної генетики підтверджена для *T. striata*,

T. similis, *M. vespertilioides*, *V. bacillipedes*, *Acanthamoeba* sp., *C. actinophorum*, *V. avara*, *W. magna*.

Проаналізувавши частоту трапляння голих амеб у ґрунтах різних регіонів України, ми виділили наступні групи:

1) перша група – малопоширені види (*Rhizamoeba* sp. (1), *P. dubium*, *Saccamoeba* sp. (1), *T. terricola*, *T. similis*, *M. vespertilioides*, *M. viridis*, *Mayorella* sp. (1), *K. stella*);

2) друга група – види, які за частотою трапляння займають середнє положення (*D. mycophaga*, *V. lata*, *W. magna*);

3) третя група – найпоширеніші види (*S. stagnicola*, *T. striata*, *S. stenopodia*, *V. bacillipedes*, *M. cantabrigiensis*, *R. platypodia*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *C. actinophorum*, *Vahlkampfia* sp. (2), *V. avara*).

Ми встановили значення факторів середовища при яких реєструвалися види голих амеб у ґрунтах України (табл. 1), на основі чого ці протисти віднесені до екологічних груп.

15 видів голих амеб у ґрунтах України витримують підвищену температуру і відносяться до термофільних видів. Це такі види: *Rhizamoeba* sp. (1), *S. stagnicola*, *D. mycophaga*, *T. striata*, *S. stenopodia*, *M. cantabrigiensis*, *Mayorella* sp. (1), *V. bacillipedes*, *R. platypodia*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *C. actinophorum*, *V. avara*, *Vahlkampfia* sp. (2), *W. magna*.

P. dubium та *M. viridis* мешкають за порівняно низької температури ґрунтів (від +6,50 °C до +7,00 °C та від +6,50 °C до +6,90 °C відповідно) й їх можна вважати психрофільними видами. *Saccamoebea* sp. (1), *T. similis*, *M. vespertilioides*, *T. terricola*, *K. stella*, *V. lata* трапляються в ґрунтах при середніх температурах і є мезофільними видами.

Серед усіх ідентифікованих нами голих амеб 96 % (22 види) надають перевагу нейтральним ґрунтам (нейтрофіли) – *Rhizamoebea* sp. (1), *P. dubium*, *Saccamoebea* sp. (1), *D. mycophaga*, *S. stagnicola*, *T. striata*, *T. terricola*, *T. similis*, *S. stenopodia*, *M. cantabrigiensis*, *M. vespertilioides*, *M. viridis*, *Mayorella* sp. (1), *V. bacillipedes*, *R. platypodia*,

dia, *V. lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoebea* sp., *C. actinophorum*, *V. avara*, *Vahlkampfia* sp. (2), *W. magna*.

K. stella є мешканцем ґрунтів підвищеної кислотності (ацидофільний вид).

Щодо вологості ґрунтів, то гігрофільними можна вважати види *Rhizamoebea* sp. (1), *P. dubium*, *S. stagnicola*, *T. striata*, *S. stenopodia*, *M. cantabrigiensis*, *M. viridis*, *Mayorella* sp. (1), *V. bacillipedes*, *R. platypodia*, *Vannella* sp., *Acanthamoebea* sp., *C. actinophorum*, *V. avara*, *Vahlkampfia* sp. (2); мезофільними – *Saccamoebea* sp. (1), *D. mycophaga*, *T. terricola*, *T. similis*, *M. vespertilioides*, *K. stella*, *V. lata*, *W. magna*.

Таблиця 1

Діапазони значень факторів середовища при яких реєструвалися голі амеби в ґрунтах України

№ п/п	Види амеб	температура, °C	кислотність (pH)	вологість, %
1.	<i>Rhizamoebea</i> sp. (1)	6,50-19,70	6,90-7,08	42,12-92,13
2.	<i>Polychaos dubium</i>	6,50-7,00	7,04-7,06	75,50-95,20
3.	<i>Deuteramoebea mycophaga</i>	9,30-19,70	5,10-7,05	21,80-76,85
4.	<i>Saccamoebea stagnicola</i>	6,50-19,70	5,10-7,20	21,45-95,20
5.	<i>Saccamoebea</i> sp. (1)	14,50-15,20	7,18-7,30	59,80-68,90
6.	<i>Thecamoebea striata</i>	6,50-19,70	5,10-7,30	19,45-92,13
7.	<i>Thecamoebea terricola</i>	14,50-15,20	7,01-7,25	58,34-65,85
8.	<i>Thecamoebea similis</i>	14,50-15,20	7,18-7,25	59,80-65,85
9.	<i>Stenamoebea stenopodia</i>	6,50-19,70	5,10-7,20	20,65-95,20
10.	<i>Mayorella cantabrigiensis</i>	6,50-19,70	5,10-7,08	21,80-92,13
11.	<i>Mayorella vespertilioides</i>	14,50-15,20	7,18-7,25	59,80-65,85
12.	<i>Mayorella viridis</i>	6,50-6,90	7,00-7,08	74,40-92,13
13.	<i>Mayorella</i> sp. (1)	14,50-19,70	6,23-7,05	19,45-68,32
14.	<i>Korotnevelia stella</i>	14,50-15,50	6,23-6,84	63,35-68,32
15.	<i>Vexillifera bacillipedes</i>	6,50-19,70	5,10-7,20	19,45-92,13
16.	<i>Ripella platypodia</i>	6,50-19,70	5,10-7,08	19,45-92,13
17.	<i>Vannella lata</i>	14,50-16,13	6,23-7,30	59,80-76,85
18.	<i>Vannella</i> sp.	6,50-19,70	5,10-7,08	19,45-92,13
19.	<i>Acanthamoebea</i> sp.	6,50-19,70	5,10-7,08	21,45-95,20
20.	<i>Cochliopodium actinophorum</i>	6,50-19,70	5,10-7,30	19,45-92,13
21.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (2)	6,50-19,70	5,10-7,30	19,45-92,13
22.	<i>Vahlkampfia avara</i>	6,50-19,70	5,10-7,20	21,80-92,13
23.	<i>Willaertia magna</i>	14,50-19,70	6,23-7,05	48,85-68,23

У наших дослідженнях проаналізовано зміни в складі та структурі ґрунтової фауни України. За видовою структурою склад амеб у ґрунтах різних регіонів України сильно відрізняється. Специфіку комплексів голих амеб підтверджують результати кластерного аналізу, які наведені на рис. 2.

Оригінальність першого комплексу визначають амеби Львівської області, другого – Одеської, Київської, Вінницької, Рівненської, Сумської, Харківської, Житомирської, Хмельницької, Кіровоградської та Миколаївської областей. Вірогідність існування першого кластеру становить 100 %, другого – 89 %. Перший комплекс голих амеб, характерний для лісової зони України, утворений 8 видами амеб, що становить 35 % від усіх знайдених амеб у ґрунтах України – *Saccamoebea* sp. (1), *T. striata*, *T. terricola*, *T. similis*, *M. vespertilioides*, *V. lata*, *C. actinophorum*, *Vahlkampfia* sp. (2). Крім того,

такі амеби, як *Saccamoebea* sp. (1), *M. vespertilioides* характерні лише для ґрунтів Львівської області й за частотою трапляння є малопоширеними видами, які й визначають специфіку цього комплексу амеб. *T. terricola*, *T. similis* та *V. lata* є спільними видами із Лісостеповою зоною України (Київською, Хмельницькою та Житомирською областями), яка формує другий комплекс амеб. Крім того, *T. terricola* та *T. similis* є рідкісними й для інших досліджених регіонів України. Всі інші види голих амеб, які увійшли в перший комплекс (*T. striata*, *C. actinophorum*, *Vahlkampfia* sp. (2)), характерні для ґрунтів лісової, лісостепової та степової зон України, які формують другий комплекс амеб. Видовий склад голих амеб у цьому комплексі визначається порівняно невисокою температурою (від +14,50 °C до +15,20 °C), нейтральною кислотністю (від 7,18 до 7,30) та вологістю ґрунтів, яка становила від 59,80 до 68,90 %.

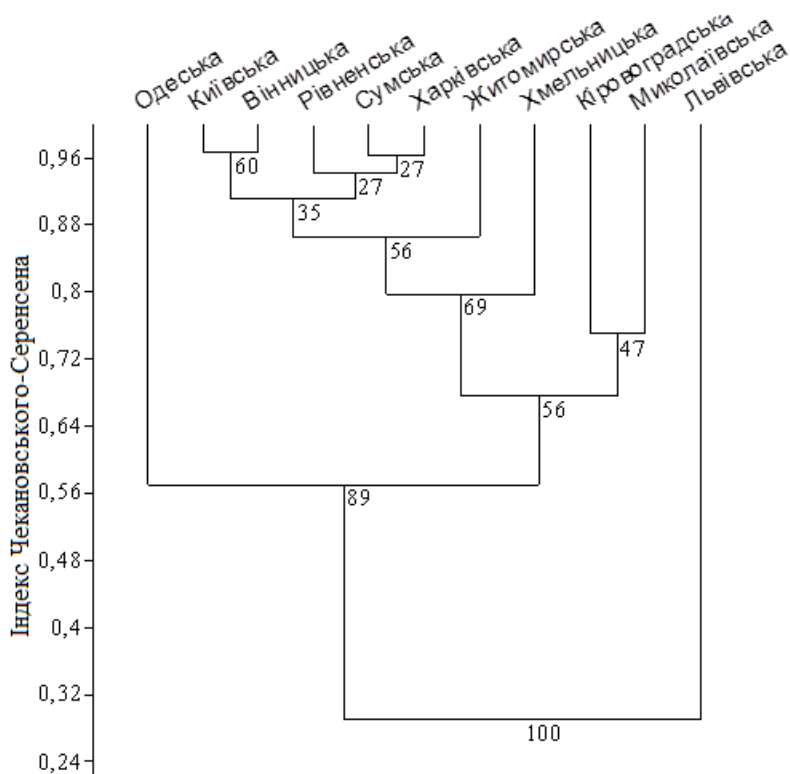


Рис. 2. Розподіл видів голих амеб у ґрунтах різних регіонів України (за індексом Чекановського-Серенсена).
У вузлах дендрограми результати Bootstrap-аналізу

Другий комплекс представлений 21 видом голих амеб (91 % від усіх ідентифікованих видів у ґрунтах України): *Rhizamoeba* sp. (1), *P. dubium*, *D. mycophaga*, *S. stagnicola*, *T. striata*, *T. terricola*, *T. similis*, *S. stenopodia*, *M. cantabrigiensis*, *M. viridis*, *Mayorella* sp. (1), *K. stella*, *V. bacillipedes*, *R. platypodia*, *V. lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *C. actinophorum*, *V. avara*, *Vahlkampfia* sp. (2), *W. magna*. Специфіку цього комплексу визначають види *Rhizamoeba* sp. (1), *P. dubium*, *M. viridis* (характерні для лісостепу України), *K. stella* (характерний для лісової зони України), які за частотою трапляння є малопоширеними видами. Інші амеби, які входять у цей комплекс, траплялися в різних регіонах, які належать до різних природних зон України і за частотою трапляння займають різне положення. Склад амеб цього комплексу визначається подібними значеннями температури (від +6,50 до 19,70 °C), кислотності (від 5,10 до 7,20) та вологості (від 19,45 до 95,20 %) досліджуваних ґрунтів.

Слід зазначити, що в другий комплекс входить найбільша кількість видів голих амеб. *Rhizamoeba* sp. (1) є спільним видом для ґрунтів Вінницької, Київської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *P. dubium* траплялася лише в ґрунтах Хмельницької області; *D. mycophaga* спільний вид для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Київської, Рівненської, Сумської, Харківської областей; *S. stagnicola* – для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Одеської, Рівненської, Сумської, Харківської, Хмельницької областей; *T.*

striata – для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Київської, Миколаївської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *T. terricola* траплялася в ґрунтах Київської області; *T. similis* – в ґрунтах Хмельницької області; *S. stenopodia* спільний вид для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Миколаївської, Одеської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *M. cantabrigiensis* – для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Київської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *M. viridis* траплялася лише в ґрунтах Хмельницької області; *Mayorella* sp. (1) є спільним видом для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Миколаївської, Харківської областей; *K. stella* траплялася лише в ґрунтах Житомирської області; *V. bacillipedes* є спільним видом для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Миколаївської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *R. platypodia* – Вінницької, Житомирської, Київської, Миколаївської, Одеської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *V. lata* траплялася в ґрунтах Житомирської області; *Vannella* sp. спільний вид для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Миколаївської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *Acanthamoeba* sp. – для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Київської, Одеської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *C. actinophorum* – для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Миколаївської, Рівненської, Сумської,

Харківської та Хмельницької областей; *Vahlkampfia* sp. (2) – для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Миколаївської, Одеської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *V. avara* – для ґрунтів Вінницької, Житомирської, Кіровоградської, Київської, Одеської, Рівненської, Сумської, Харківської та Хмельницької областей; *W. magna* – для ґрунтів Вінницької, Житомирської та Київської областей.

15 видів голих амєб (65 % від усього списку ідентифікованих ґрунтових видів) відсутні в списку видів регіонів України першого комплексу голих амєб (*Rhizamoeba* sp. (1), *P. dubium*, *D. mycophaga*, *S. stagnicola*, *S. stenopodia*, *M. cantabrigiensis*, *M. viridis*, *Mayorella* sp. (1), *K. stella*, *V. bacillipedes*,

R. platypodia, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *V. avara*, *W. magna*).

Ми порівняли видові списки голих амєб різних регіонів України за допомогою індексу Чекановського-Серенсена (табл. 2).

Видові списки голих амєб між усіма дослідженими регіонами України подібні між собою, індекс фауністичної подібності *Ics* порівняно високий (0,43-0,97), окрім Львівської області. Індекс фауністичної подібності *Ics* між Львівською областю та усіма іншими областями України найнижчий (від 0,14 до 0,38). Відмінність в складі амєб у ґрунтах України визначається перекомбінацією широкопоширених видів та випадковим розподілом рідкісних видів.

Таблиця 2

Індекс фауністичної подібності (Чекановського-Серенсена) між видовими списками голих амєб із ґрунтів різних регіонів України (за власними даними)

	Вінницька	Житомирська	Кіровоградська	Київська	Львівська	Миколаївська	Одеська	Рівненська	Сумська	Харківська	Хмельницька
Вінницька	1	0,90	0,70	0,97	0,26	0,70	0,57	0,89	0,93	0,97	0,80
Житомирська		1	0,67	0,86	0,33	0,67	0,55	0,86	0,83	0,87	0,71
Кіровоградська			1	0,67	0,25	0,75	0,57	0,70	0,67	0,73	0,61
Київська				1	0,33	0,67	0,55	0,86	0,90	0,93	0,77
Львівська					1	0,38	0,14	0,30	0,29	0,27	0,35
Миколаївська						1	0,43	0,70	0,67	0,72	0,61
Одеська							1	0,67	0,63	0,60	0,57
Рівненська								1	0,96	0,92	0,81
Сумська									1	0,96	0,86
Харківська										1	0,83
Хмельницька											1

За результатами непараметричного багатовимірного шкалювання, які наведені на рис. 3, на формування списків амєб Кіровоградської та Миколаївської областей (які входять до степової зони України) в більшій мірі впливає кислотність та температура ґрунтів. У цій групі опинилося 10 видів голих амєб, що становить 43,5 % від усього списку амєб: *S. stagnicola*, *T. striata*, *S. stenopodia*, *Mayorella* sp. (1), *V. bacillipedes*, *R. platypodia*, *Vannella* sp., *C. actinophorum*, *V. avara*, *Vahlkampfia* sp. (2). Слід зазначити, що ці амєби траплялися в ґрунтах більшості регіонів України. На формування списків амєб Львівської, Вінницької, Житомирської, Київської, Рівненської, Сумської, Харківської, Одеської та Хмельницької областей, які входять до лісової, лісостепової та степової зон України, впливає вологість ґрунтів. У цьому комплексі опинилися всі 23 види голих амєб, серед

яких є рідкісні і малочисельні види, а саме: *Rhizamoeba* sp. (1), *P. dubium*, *Saccamoeba* sp. (1), *T. terricola*, *T. similis*, *M. vespertilioides*, *M. viridis*, *Mayorella* sp. (1), *K. stella*.

Отже, у наших дослідженнях підтвердилась роль температури та вологості ґрунтів як головних факторів у поширенні голих амєб у ґрунтах України.

ВИСНОВКИ

Отже, у ґрунтах України нами ідентифіковано 23 види голих амєб. Виділені екологічні групи видів голих амєб по відношенню до температури (термофільні – 15 видів, психрофільні – 2 види, мезофільні – 6 видів), кислотності (нейтрофіли – 22 види, ацидофіли – 1 вид) та вологості (гігрофільні – 15 видів, мезофільні – 8 видів) ґрунтів.

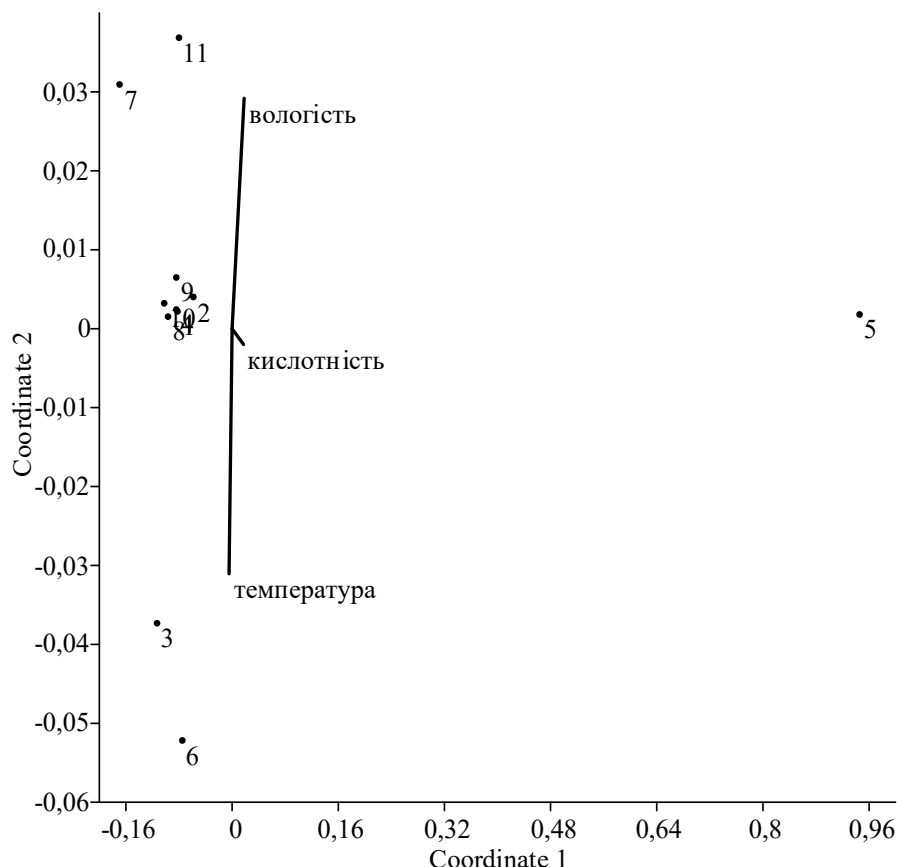


Рис. 3. Ординація видових списків ґрунтових голих аміб різних регіонів України (результати непараметричного багатовимірного шкалювання) (1 – Вінницька, 2 – Житомирська, 3 – Кіровоградська, 4 – Київська, 5 – Львівська, 6 – Миколаївська, 7 – Одеська, 8 – Рівненська, 9 – Сумська, 10 – Харківська, 11 – Хмельницька області)

За результатами кластерного аналізу види голих аміб у ґрунтах України формують два кластери: перший видовий комплекс голих аміб Львівської області, другий – Одеської, Київської, Хмельницької, Вінницької, Рівненської, Сумської, Харківської, Житомирської, Кіровоградської та

Миколаївської областей. Найнижчий індекс фауністичної подібності (*Ics*) спостерігається між Львівською та усіма іншими регіонами України (0,14–0,38). На формування складу видів голих аміб у ґрунтах України впливає температура, кислотність та вологість ґрунтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей. ДСТУ Б В.2.1. – 17:2009. К. Мінергосбуд України, 2010, 32.
2. Кирильчук, А. А., Бонішко, О. С. *Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум: навч. посібник*. Львів, ЛНУ ім. Івана Франка, 2011, 354.
3. Adl, S. M., Simpson, A. G. B., Lane, C. E., Lukes, J., Schoch, C. L. et al. *Revisions to the classification, nomenclature, and diversity of eukaryotes*. Journal of Eukaryotic Microbiology, 2019, 66, p 4-119. <https://doi.org/10.1111/jeu.12691>
4. Anderson, O. R. *A seasonal study of the carbon content for planktonic naked amoebae in the Hudson Estuary and in a productive freshwater pond with comparative data for ciliates*. Journal of Eukaryotic Microbiology, 2007, 54 (4), p 388-391. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2007.00276.x>
5. Barnes, R. S. K. *What if any thing, is a brackish-water fauna?* Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1989, 80, p 235-240.
6. Basu, P., Ghosh, M., Chaudhury, A., Bhattacharya, A. *Free-living Aerobic soil Amoebae (Protozoa: Gymnamoebia) of West Bengal, India*. Zoological Survey of India, 1990, p 1-100.

7. Caron, D. A., Worden, A. Z., Countway, P. D., Demir-Hilton, E. *Protists are microbes too: a perspective*. The ISME Journal, 2008, 3, p 4-12. <https://doi.org/10.1038/ismej.2008.101>
8. Charlier, D. *Histoire naturelle des protozoaires thecamoebiens*. Les Naturalistes Belges, 1976, 48, p 484-576.
9. Decaens, T. *Macroecological patterns in soil communities*. Global Ecology and Biogeography, 2010, 19, p 287-302.
10. Delafont, V., Perrin, Y., Bouchon, D., Moulin, L., Hechard, Y. *Targeted metagenomics of microbial diversity in free-living amoebae and water samples*. Methods in Molecular Biology, 2019, 1921, p 421-428. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9048-1_26
11. Ekelund, F., Ronn, R. *Notes on protozoa in agricultural soil, with emphasis on heterotrophic flagellates and naked amoebae and their ecology*. FEMS Microbiology Reviews, 1994, 15, p 321-353.
12. Ekelund, F., Patterson, D. J. *Some heterotrophic flagellates from a cultivated garden Soil in Australia*. Arch Protistenkd, 1997, 148, p 461-478.
13. Foissner, W. *Protist diversity and distribution: some basic considerations*. Biodiversity and Conservation, 2008, 17, p 235-242.

14. Geisen, S., Mitchell, E. A. D., Lara, E., Völcker, E., Krashevskaya, V. *Soil protist life matters!* Soil Organisms, 2020, 92 (3), p 189-196. <https://doi.org/10.25674/so92iss3pp189>
15. Hammer, O., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. *PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis*. Palaeontologia Electronica, 2001, 4, p 1-9.
16. Kaushalm, V., Chhinam, D. K., Kumar, R., Pannu, H. S., Dhooria, H. P. S., Chhina, R. S. *Acanthamoeba encephalitis*. Indian Journal Medical Microbiology, 2008, 26 (2), p 182-184.
17. Kiss, A. K., Acs, E., Kiss, K. T., Török, T. K. *Structure and seasonal dynamics of the protozoan community (heterotrophic flagellates, ciliates, amoeboid protozoa) in the plankton of a large river (River Danube, Hungary)*. European Journal of Protistology, 2009, 45, p 121-138. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2008.08.002>
18. Kyle, D. E., Noblet, G. P. *Seasonal distribution of thermotolerant free-living amoebae. SS. Lake Issaqueena*. The Journal of Protozoology, 1987, 34 (1), p 10-15.
19. Laing, S. Y., Ji, D. R., Hsia, K. T., Hung, C.-C., Sheng, W.-H., Hsu, B.-M., Chen, J.-S., Wu, M.-H., Lai, C.-H., Ji, D.-D. *Isolation and identification of Acanthamoeba species related to amoebic encephalitis and nonpathogenic free-living amoebae species from the rice field*. Journal of Applied Microbiology, 2010, 109 (4), p 1422-1429. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04779.x>
20. Legendre, P., Legendre, L. *Numerical Ecology*. Amsterdam: Elsevier Science BV, 1998, 853.
21. Page, F. C. *A New Key to Freshwater and Soil Gymnamoebae*. Freshwater Biological Association, Ambleside, Cumbria, UK, 1988, 122.
22. Patsyuk, M. K. *Peculiarities of the spatial distribution of naked amoebae in sandy bottom sediments of a small river*. Hydrobiological Journal, 2008, 54(5), p 102-111. <https://doi.org/10.1615/Hydrobiol.v54.i5.100>
23. Patsyuk, M. K., Onyshchuk, I. P. *Diversity and distribution of naked amoebae in water bodies of Sumy region (Ukraine)*. Vestnik Zoologii, 2019, 53(3), 177-186. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2019-0018>
24. Patsyuk, M. *Species and morphotypes complexes of naked amoebae in several types of soils of Ukraine*. Biologia, 2022a, 77, p 2173-2181. <https://doi.org/10.1007/s11756-022-01106-7>
25. Patsyuk, M. *New finds of naked amoebae in the Black Sea (Ukraine)*. Arxius de Miscellania Zoologica, 2022, 20, p 13-25. <https://doi.org/10.32800/amz.2022.20.0013>
26. Prescott, D., James, T. *Culturing of A. proteus on Tetrachymena*. Experimental Cell Research, 1955, 8, p 256-358.
27. Ramette, A. *Multivariate analyses in microbial ecology*. FEMS Microbiology Ecology, 2007, 62(2), p 142-160. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2007.00375.x>
28. Raunkiaer, C. *Formations Undersogelse og Formations Statistik*. Investigations and statistics of plant formations, 1934, 201-282.
29. Rodriguez-Zaragoza, S. *Ecology of free-living amoebae*. Critical Reviews in Microbiology, 1994, 20(3), 225-241.
30. Tekle, Y. I., Grant, J., Anderson, O. R., Nerad, T. A. *Phylogenetic placement of diverse amoebae inferred from multigene analyses and assessment of clade stability within 'Amoebozoa' upon removal of varying rate classes of SSU-rDNA*. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2008, 47, p 339-352. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.11.015>