

РОЗПОДІЛ ГОЛИХ АМЕБ У ҐРУНТАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

М. Пацюк

Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. Пушкінська, 42, Житомир 10008, Україна
e-mail: kostivna@ukr.net

У результаті проведеного дослідження в ґрунтах степової зони України (Одеська, Миколаївська, Кіровоградська обл.) ідентифіковано 12 видів голих амеб, які за сучасною системою Еукаріот належать до трьох молекулярних кластерів Tubulinea Smirnov et al., 2005, Discosea Cavalier-Smith et al., 2004, Discoba Simpson in Hampl et al., 2009. Це види: *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (2), *Deuteramoeba mycophaga* Page, 1988, *Saccamoeba stagnicola* Page, 1974, *Vexillifera* sp., *Vannella* sp., *Ripella platypodia* Smirnov, Nasonova, Chao et Cavalier-Smith, 2007, *Cochliopodium* sp. (1), *Mayorella* sp., *Thecamoeba striata* (Penard, 1890) Schaeffer, 1926, *Stenamoeba stenopodia* (Page, 1969) Smirnov et al., 2007, *Acanthamoeba* sp. (1). У досліджуваних ґрунтах степу найпоширенішими виявились *Vahlkampfia* sp. (2), *S. stenopodia*, *Vahlkampfia* sp. (1), *Vexillifera* sp., *Cochliopodium* sp. (1); найменш поширеними – *R. platypodia*, *D. mycophaga*, *T. striata*, *Mayorella* sp. У результаті проведеного кластерного аналізу встановлено, що найбільшу частку спільних видів відзначено між Миколаївською та Кіровоградською обл. (0,71) й Одеською та Кіровоградською обл. (0,53); найменша – між Одеською та Миколаївською обл. (0,43). За результатами кластерного аналізу фауністичні комплекси ґрунтових видів амеб степового регіону України можна об'єднати у два кластери: в одному з них опинилися комплекси, характерні для Одеської обл., у другому – комплекси Миколаївської та Кіровоградської обл. За результатами непараметричного багатовимірного шкалювання встановлено, що видовий комплекс амеб ґрунтів Миколаївської та Кіровоградської обл. надає перевагу ґрунтам з підвищеною температурою і кислотністю (температура досліджуваних ґрунтів змінювалась у межах 17,3–18,2 °С, кислотність досліджуваних ґрунтів – від 7,0 до 7,2), порівняно з Одеською обл. (температура досліджуваних ґрунтів у середньому становила 16,5 °С, кислотність – 6,8). Що ж стосується вологості (яка змінювалась у межах 24,15–38,76 %), то цей фактор слабо впливає на видові комплекси амеб степового регіону України.

Ключові слова: голі амеби, ґрунт, степова зона, Україна

Голі амеби – поліфилетична група протистів, яка включає лобозних, гетеролобозних і філозних амеб. Ці найпростіші є постійними компонентами прісноводної, морської та ґрунтової фауни. Вони є хорошими біоіндикаторами в гідробіологічних, педологічних, токсикологічних дослідженнях, бо для них характерна швидка реакція на щонайменші впливи зовнішнього середовища [23, 24].

У літературі є матеріали зарубіжних дослідників щодо фауни та поширення голих амеб ґрунтів у різноманітних регіонах. Так, деякі види амеб відомі з данських лісових ґрунтів та з ґрунтів шведських соснових лісів [7], із ґрунтів Сухих долин Мак-Мердо (Антарктида) [6], з ґрунтів лук Південної Шотландії (Великобританія) [5], з мохів дубово-грабових лісів Малих Карпат Словаччини [9], з високогірних лугових ґрунтів Саурхопу (Шотландія) [22].

Вивчення амеб в Україні стосувалося лише прісноводної фауни [12–18]. Даних щодо поширення цих протистів у наземних біотопах практично немає [19, 20]. Нами вперше проведено дослідження поширення амеб у ґрунтах степової зони України.

Мета нашої роботи – з'ясувати видовий склад і особливості поширення голих амеб у ґрунтах степової зони України.

Матеріал і методи

Дослідження проводили упродовж 2019 року. Ґрунтові проби відбирали в околицях Миколаївської, Одеської та Кіровоградської обл. Усього відібрано й проаналізовано 32 проби. Матеріал відбирали відповідно до ДСТУ 17-4.4-02-84 «Охорона природи. Ґрунти. Методи відбору і підготовки проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного і протозоологічного дослідження» [2].

На досліджуваних ділянках були закладені ґрунтові зрізи для відбору проб на протозоологічний аналіз. Зразки відбирали з поверхневого шару ґрунту (до 5 см). На кожній ділянці було здійснено по три повтори, кожен із яких розглядали повторно. Сухий ґрунт відбирали у стерильні zip-lock пакети.

Кислотність ґрунту вимірювали лабораторним рН-метром 150–М. Кислотність досліджуваних ґрунтів змінювалась у межах від 6,8 до 7,2.

Температуру ґрунту вимірювали на глибині до 5 см за допомогою ґрунтового термометра. Збір матеріалу проводили переважно у теплий період року (травень–серпень 2019 р.). Температура досліджуваних ґрунтів змінювалась у межах 16,5–18,2 °С.

Вологість ґрунту визначали ваговим методом [1]. Вологість досліджуваних ґрунтів змінювалась у межах 24,15–38,76 %.

Для виявлення видового складу голих амеб 5 г досліджуваного ґрунту розміщували у закриті колбу на 150 мл, заливали довільною кількістю води та залишали на добу для розмокання ґрунтових часточок. Згодом суміш струшували упродовж 10 хв 5 мл відстояного розчину та рівномірно розподіляли в чашці Петрі з агар-агаром. Розмноження амеб і підтримання їх у культурах проводили згідно з методикою Пейджа [11] в лабораторних умовах за температури + 20 °С.

Ідентифікацію амеб здійснювали в 2 етапи – спочатку проводили визначення їхнього морфотипу за допомогою спеціальних праць [21, 23, 24], після цього (якщо дозволяли дані) використовували таксономічний визначник Пейджа [10, 11].

Оскільки сучасні методи не дають змоги отримати дані щодо чисельності амеб, то ми аналізували частоту трапляння амеб у ґрунтах степової зони України. Частоту трапляння видів визначали як відношення кількості проб, у яких ідентифіковано вид до загальної кількості проаналізованих проб.

Для порівняння фауністичних списків використано індекс Чекановського-Сьєренсена [8], побудову дендрограми та визначення її стабільності за допомогою Bootstrap-аналізу, а багатовимірний аналіз проводили з використанням програми PAST 1.18 [8].

Результати і їхнє обговорення

Поширення голих амеб значною мірою обумовлене особливостями ґрунту. Ґрунти степової зони України в локалітетах дослідження недостатньо зволожені, на вологість ґрунтів впливає висока температура повітря влітку та низька вологість повітря. Концентрація гумусу у ґрунтах степової зони України становить приблизно 3,40 % [3].

Усього у ґрунтах степової зони України (Одеська, Миколаївська, Кіровоградська обл.) нами виявлено 12 видів голих амеб. Це види: *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (2), *Deuteramoeba mycophaga* Page, 1988, *Saccamoeba stagnicola* Page, 1974, *Vexillifera* sp., *Vanella* sp., *Ripella platypodia* Smirnov, Nasonova, Chao et Cavalier-Smith, 2007, *Cochliopodium* sp. (1), *Mayorella* sp., *Thecamoeba striata* (Penard, 1890) Schaeffer, 1926, *Stenamoeba stenopodia* (Page, 1969) Smirnov et al., 2007, *Acanthamoeba* sp. (1) (табл. 1). Усі види за сучасною

системою Еукаріот належать до трьох кластерів Tubulinea Smirnov et al., 2005, Discosea Cavalier-Smith et al., 2004, Discoba Simpson in Hampl et al., 2009 [4]. Серед знайдених нами видів найпоширенішими виявились *Vahlkampfia* sp. (2) (частота трапляння 84 %), *S. stenopodia* (68,75 %), *Vahlkampfia* sp. (1) (62,5 %), *Vexillifera* sp. (59 %), *Cochliopodium* sp. (1) (53 %); найменш поширеними – *R. platypodia* (28 %), *D. mycophaga* (25 %), *T. striata* (12,5 %), *Mayorella* sp. (12,5 %); середнє положення за частотою трапляння займають *Vannella* sp. (46,9 %), *S. stagnicola* (37,5 %), *Acanthamoeba* sp. (1) (37,5 %).

Якщо ж розглядати частоту трапляння амеб у різних областях степової зони України, то у ґрунтах Миколаївської обл. (поблизу с. Братське та с. Снігурівка) найбільш поширеними виявились 7 видів амеб (*Vahlkampfia* sp. (2), *T. striata*, *Vannella* sp., *R. platypodia*, *S. stenopodia*, *Vexillifera* sp., *Cochliopodium* sp. (1)), найменш поширеними – вид *Mayorella* sp. (рис. 1).

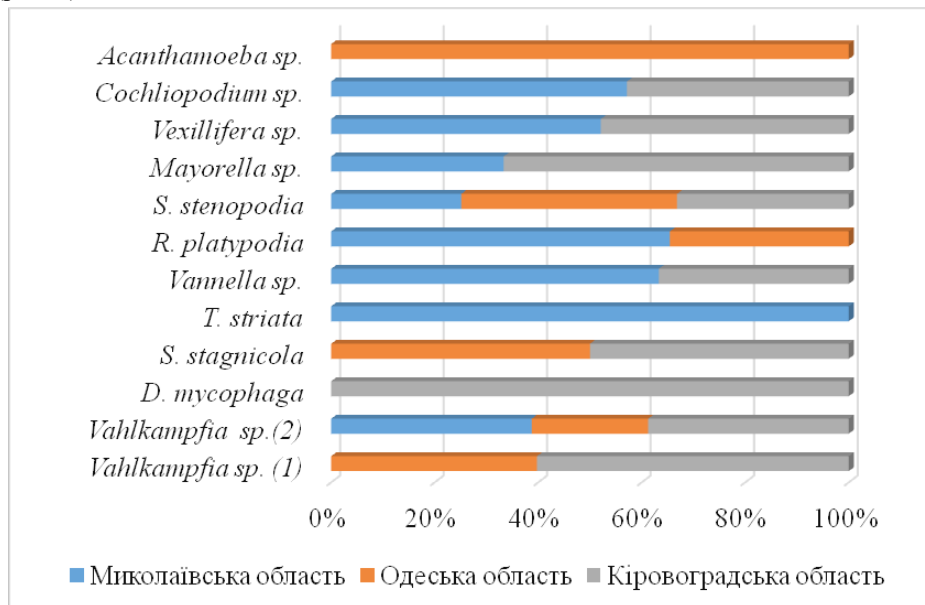


Рис. 1. Частота трапляння (%) голих амеб у ґрунтах степової зони України

У ґрунтах Одеської обл. (поблизу с. Іванівка, с. Миколаївка, с. Іллічевськ) за частотою трапляння найпоширенішими є амеби *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (2), *S. stagnicola*, *S. stenopodia*, *Acanthamoeba* sp. (1), найменш поширеним – *R. platypodia* (рис. 1).

У ґрунтах Кіровоградської обл. (поблизу с. Ульянівка, с. Ольшанка, с. Олександрівка) частота трапляння *Vahlkampfia* sp. (1) та *Vahlkampfia* sp. (2) становить 100 %, *Vexillifera* sp. – 92 %, *Cochliopodium* sp. (1) – 75 %, *S. stenopodia* – 66 %, *D. mycophaga* – 66,6 %, *Vannella* sp. – 58 %, *S. stagnicola* – 50 %, *Mayorellasp.* – 25 % (рис. 1).

Найбільше видове багатство ґрунтових амеб характерне для ґрунтів Кіровоградської обл. (9 видів), найменше – для ґрунтів Одеської обл. (6 видів), у ґрунтах Миколаївської обл. ідентифіковано 8 видів амеб. Серед знайдених видів амеб три види траплялися лише у ґрунтах однієї області: *T. striata* (Миколаївська обл.), *D. mycophaga* (Кіровоградська обл.), *Acanthamoeba* sp. (1) (Одеська обл.); *Vahlkampfia* sp. (2) та *S. stenopodia* відзначено у ґрунтах усіх досліджуваних областей степової зони України. Усі інші види амеб траплялися у ґрунтах двох областей степової зони України (див. таблицю).

Розподіл голих амеб у ґрунтах степової зони України

№ п/п	Таксон	Регіони дослідження		
		Одеська обл.	Миколаївська обл.	Кіровоградська обл.
1.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (1)	+	-	+
2.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (2)	+	+	+
3.	<i>Deuteramoeba mycophaga</i> Page, 1988	-	-	+
4.	<i>Saccamoeba stagnicola</i> Page, 1974	+	-	+
5.	<i>Thecamoeba striata</i> (Penard, 1890) Schaeffer, 1926	-	+	-
6.	<i>Vannella</i> sp.	-	+	+
7.	<i>Ripella platypodia</i> Smirnov, Nasonova, Chao et Cavalier-Smith, 2007	+	+	-
8.	<i>Stenamoeba stenopodia</i> (Page, 1969) Smirnov et al., 2007	+	+	+
9.	<i>Mayorella</i> sp.	-	+	+
10.	<i>Vexillifera</i> sp.	-	+	+
11.	<i>Cochliopodium</i> sp.	+	+	+
12.	<i>Acanthamoeba</i> sp.	+	-	-
Всього		6	8	9

Примітка: «+» – наявність виду, «-» – відсутність виду. Цифрами у дужках зазначено наявність таксонів одного роду, які не були ідентифіковані до рангу виду

Проведений кластерний аналіз із використанням індексів фауністичної подібності показав, що найбільшу частку спільних видів голих амеб спостерігали між ґрунтами Миколаївської та Кіровоградської обл. (0,71) (спільними видами є *Vahlkampfia* sp. (2), *Vannella* sp., *S. stenopodia*, *Mayorella* sp., *Vexillifera* sp., *Cochliopodium* sp.) й Одеської та Кіровоградської обл. (0,53) (це види: *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (2), *S. stagnicola*, *S. stenopodia*). Частка спільних видів між ґрунтами Одеської та Миколаївської обл. становить 43 % (*Vahlkampfia* sp. (2), *R. platypodia*, *S. stenopodia*). На наш погляд, це вказує на те, що фактори середовища, котрі обумовлюють фауністичну структуру видового складу амеб, мають подібні характеристики. Показник, котрий характеризує кількість спільних видів, обумовлений також рівнем вивченості голих амеб ґрунтів.

За видовим складом голих амеб можна поділити на дві групи: першу групу формує видовий комплекс амеб, характерний для ґрунтів Одеської обл., другу групу – комплекс ґрунтових видів амеб, характерний для Миколаївської та Кіровоградської обл. Надійність дендрограми підтверджують результати Boot-strap аналізу, вірогідність існування двох вище зазначених кластерів становить 100 та 76 % (рис. 2). Специфічність видового комплексу ґрунтів Одеської обл. визначає *Acanthamoeba* sp. (1), яка не траплялась у ґрунтах інших регіонів степової зони України. Видовий склад голих амеб ґрунтів Одеської обл. відрізняється від видового складу амеб ґрунтів Миколаївської та Кіровоградської обл., частка спільних видів не перевищувала 53 %.

На формування видового складу голих амеб у ґрунтах степової зони України впливають абіотичні фактори середовища (температура, вологість, рН), а також вміст гумусу, котрий за даними літератури в регіоні досліджень становить 3,40 % [3]. Так, на рис. 3 показано, що видовий комплекс амеб ґрунтів Кіровоградської та Миколаївської обл. формується за підвищеної температури (18,2 і 17,3 °С відповідно) та кислотності ґрунтів (7,2 і 7,0 відповідно). У цьому комплексі зареєстровано рідкісний і нечисленний вид *Mayorella* sp., який визначає його специфічність і, за нашими припущеннями, може використовуватись

як біологічний індикатор стану ґрунту. Проте цей аспект потребує подальших ретельних досліджень щодо екологічних характеристик вказаного таксону.

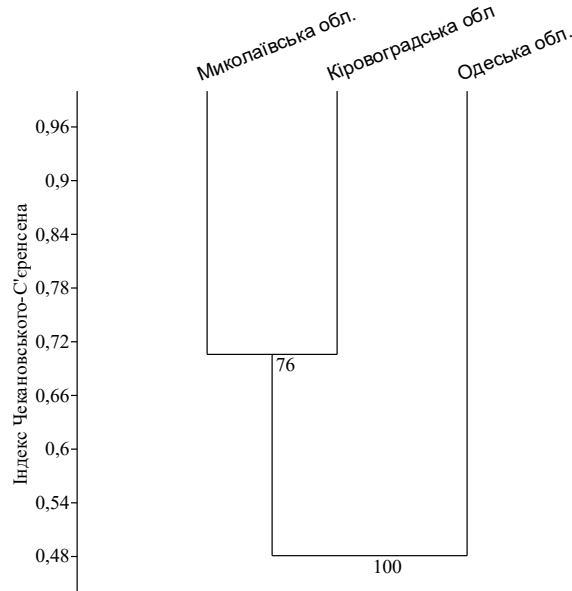


Рис. 2. Дендрограма подібності видового складу амеб степової зони України за індексом Чекановського-Сьєренсена (цифри у вузлах дендрограми – вірогідність у відсотках даних кластерів за результатами Bootstrap-аналізу)

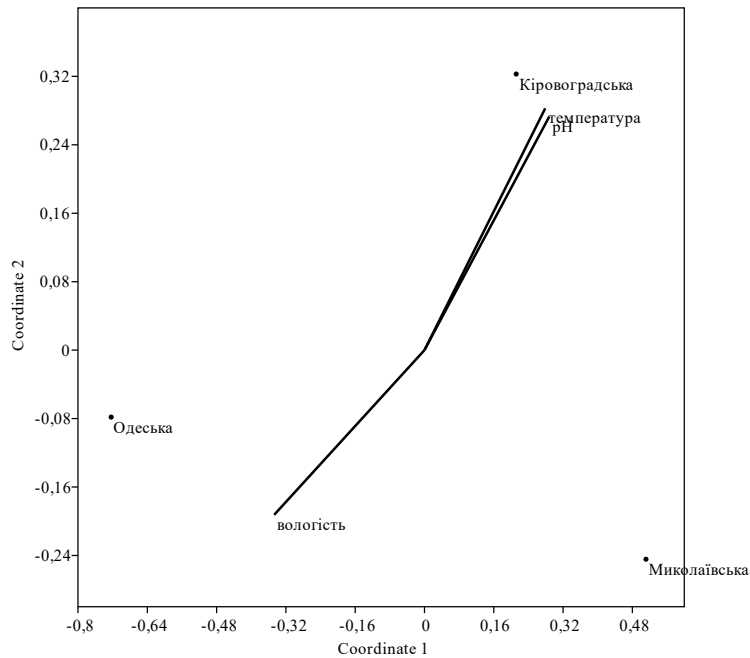


Рис. 3. Ординація видових комплексів амеб ґрунтів степової зони України за факторами середовища (результати непараметричного багатовимірного шкалювання, MDS)

Видовий склад голих амеб у ґрунтах Одеської обл. формується за низької температури (16,5 °С) та кислотності ґрунтів (6,8). Що ж стосується вологості, яка змінюється в межах від 24,15 до 38,76 %, то, за нашими даними, цей фактор слабо впливає на видові комплекси амеб Одеської, Кіровоградської та Миколаївської обл. Причиною цього може бути невелика кількість ідентифікованих нами видів і досліджуваних ґрунтів і, таким чином, мати випадковий характер.

Отже, у ґрунтах степової зони України (Одеська, Кіровоградська та Миколаївська обл.) нами ідентифіковано 12 видів голих амеб. Показники кислотності ґрунту, вологості й температури у регіоні досліджень становили відповідно 6,8–7,2; 24,15–38,76 %; 16,5–18,2 °С.

Найбільший видовий склад (9 видів) відзначено у ґрунтах Кіровоградської обл., найменший (6 видів) – у ґрунтах Одеської обл. У Миколаївській обл. зареєстровано 8 видів.

Більшість цих протистів знайдені у ґрунтах декількох регіонів досліджень, тому фауністичні списки ґрунтових амеб цих регіонів подібні між собою (індекс Чекановського-Сьєренсена варіює від 0,43 до 0,71).

Є види, які віддають перевагу ґрунтам певного регіону, що, ймовірно, залежить більшою мірою від температури та кислотності ґрунтів, меншою мірою – від вологості ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А.* Методы исследования физических свойств почв: учебники и учеб. пособия для студ. вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.: ил.
2. Охорона природи. ґрунти. Методи відбору і підготовки проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного і протозоологічного дослідження : ДСТУ 17-4.4-02-84. [Чинний від 1984.01.01]. М.: Госстандарт, 1984. 28 с.
3. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України за результатами 9 туру (2006–2010 роки) агрохімічного обстеження земель / за ред. І.П. Яцука. К., 2015. 102 с.
4. *Adl S. M., Simpson A. G. B., Lane C. E. et al.* The Revised Classification of Eukaryotes // *J. Eukaryot. Microbiol.* 2019. Vol. 59(5). P. 429–493.
5. *Brown S., Smirnov A. V.* Diversity of Gymnamoebae in Grassland Soil in Southern Scotland // *Protistology.* 2004. Vol. 3 (3). P. 191–195.
6. *Brown T. J., Cursons R. T. M., Keys E. A.* Notes Amoebae from Antarctic Soil and Water // *Appl. Environ. Microbiol.* 1982. Vol. 44 (2). P. 491–493.
7. *Clarholm M., Bonkowski M., Griffiths B. S.* Protozoa and other Protista in Soil // In: *Modern Soil Microbiology.* Editors: van Elsas J. D., Trevors J. T., Wellington E. M. H. Amsterdam: Marcel Dekker. 2007. P. 147–175.
8. *Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D.* PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Paleontol. Electronica.* 2001. Vol. 4. Iss. 1. Art. 4. P. 1–9.
9. *Mrva M.* Diversity of Active Gymnamoebae (Rhizopoda, Gymnamoebia) in Mosses of the Malé Karpaty Mts (Slovakia) // *Ekologia Bratislava.* 2005. Vol. 24. P. 51–58.
10. *Page F. C.* A New Key to Freshwater and Soil Gymnamoebae // *Freshwater Biological Association, Ambleside, Cumbria, UK.* 1988. 122 p.
11. *Page F. C., Siemensma F. J.* Nackte Rhizopoda und Heliozoa (Protozoen fauna Band 2) // Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag. 1991. P. 3–170.
12. *Patcyuk M. K., Dovgal I. V.* Biotopic distribution of naked amoebae (Protista) in Ukrainian Polissya area // *Vestnik Zoologii.* 2012. Vol. 46 (4). P. 355–360.

13. Patsyuk M. K. Morphotypes in Naked Amoebas (Protista): Distribution in Water Bodies of Zhytomyr and Volyn Polissia (Ukraine) and Possible Ecological Significance // *Vestnik Zoologii*. 2014. Vol. 48 (6). P. 547–552.
14. Patsyuk M. K. Species of naked amoebae (Protista) new for the fauna of Ukraine // *Vestnik Zoologii*. 2015. Vol. 5 (49). P. 387–392.
15. Patsyuk M. K. New Finds of Naked Amoebae (Protista) in Water Reservoirs of Ukraine // *Vestnik Zoologii*. 2016. Vol. 50 (4). P. 291–300.
16. Patsyuk M. Parasitic amoebae found in water bodies of Ukraine // *Experimental Parasitology*. 2017. Vol. 183. P. 81–84.
17. Patsyuk M. K. Peculiarities of the Spatial Distribution of Naked Amoebas in Sandy Bottom Sediments of a Small River // *Hydrobiological Journal*. 2018. Vol. 54 (5). P. 102–111.
18. Patsyuk M. K., Onyshchuk I. P. Diversity and Distribution of Naked Amoebae in Water Bodies of Sumy Region (Ukraine) // *Vestnik Zoologii*. 2019. Vol. 53(3). P. 177–186.
19. Patsyuk M. Changed species composition of naked amoebae in soils of forest-and-steppe zone of Ukraine // *Acta Biologica*. 2019. Vol. 26. P. 57–64.
20. Patsyuk M. Diversity of Naked Amoebae in Soils of Forest Areas of Zhytomyr Region (Ukraine) // *Zootaxa*. 2020. Vol. 4743 (2). P. 257–265.
21. Smirnov A., Goodkov A. An illustrated list of basic morphotypes of Gymnamoebae (Rhizopoda, Lobosea) // *Protistology*. 1999. Vol. 1. P. 20–29.
22. Smirnov A., Brown S. First isolation of a cyst-forming *Vannella* species, from soil – *Vannella persistens* n. sp. (Gymnamoebia, Vannellidae) // *Protistology*. 2000. Vol. 1 (3). P. 120–123.
23. Smirnov A. Amoebas, Lobose // *Encyclopedia of Microbiology*. M. Schaechter (ed.). Oxford: Elsevier. 2008. P. 558–577.
24. Smirnov A., Chao E., Nassonova E., Cavalier-Smit T. A Revised Classification of Naked Lobose Amoebae (Amoebozoa: Lobosa) // *Protistology*. 2011. Vol. 162. P. 545–570.

Стаття надійшла до редакції 16.03.20

доопрацьована 12.07.20

прийнята до друку 16.07.20

DISTRIBUTION OF NAKED AMOEBAE IN THE SOILS OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

M. Patsyuk

*Zhytomyr Ivan Franko State University
40, Velyka Berdychivska St., Zhytomyr 10008, Ukraine
e-mail: kostivna@ukr.net*

As a result of the study, in the steppe zone of Ukraine (Odessa, Mykolaiv, Kirovohrad region), 12 species of naked amoebas were identified, which according to the modern Eukaryot system belong to three molecular clusters Tubulinea Smirnov et al., 2005, Discosea Cavalier-Smith, 2004., Discoba Simpson and Hampl et al., 2009. This species *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (2), *Deuteroamoeba mycophaga* Page, 1988, *Saccamoeba stagnicola* Page, 1974, *Vexillifera* sp., *Vannella* sp. *Ripellaplatypodia* Smirnov, Nassonova, Chao et Cavalier-Smith, 2007, *Cochliopodium* sp. (1), *Mayorella* sp., *Thecamoeba striata* Penard, 1890, *Stenamoeba stenopodia* (Page, 1969) Smirnov et al., 2007, *Acanthamoeba* sp. (1). In the studied steppe soils, the most common were *Vahlkampfia* sp. (2), *S. stenopodia*,

Vahlkampfia sp. (1), *Vexillifera* sp., *Cochliopodium* sp. (1); the least common – *R. platypodia*, *D. mycophaga*, *T. striata*, *Mayorella* sp. As a result of the cluster analysis, it was found that the largest share of common species is observed between Mykolaiv and Kirovograd regions (0.71) and Odessa and Kirovograd regions (0.53); the smallest is between the Odessa and Mykolaiv regions (0.43). According to the results of cluster analysis, the faunistic complexes of soil species of amoebae of the steppe region of Ukraine are united into two clusters: one of them being complexes characteristic of the Odessa region, and the other complexes of the Mykolaiv and Kirovograd regions. According to the results of nonparametric multidimensional scaling, it is established that the species complex of soil amoebae in the Kirovograd and Mykolaiv regions is determined by the increased soil temperature and acidity, compared to the Odessa region. As for moisture, this factor has little effect on the species complexes amoebae steppe region of Ukraine.

Keywords: naked amoebae, soil, steppe zone, Ukraine