Original researches

**Peculiarities of the Spatial Organization
of the Ecological Niche of *Vallonia pulchella* (Muller, 1774)
on the Pedozems of the Nikopol Manganese Ore Basin**

Received: 05 February 2020
Revised: 07 February 2020
Accepted: 10 February 2020

Bohdan Khmelnytskyi Melitopol State
Pedagogical University, Hetmanska Str., 20,
Melitopol, 72312, Ukraine

Tel.: +38-096-057-17-84
E-mail: avaumerova1994@gmail.com

Cite this article: Umerova, A. K. (2020).
Peculiarities of the spatial organization of
the ecological niche of *Vallonia pulchella*
(Muller, 1774) on the pedozems of the Nikopol
manganese ore basin. *Agrology*, 3(1), 39–45
doi: 10.32819/020006

A. K. Umerova

Bohdan Khmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University, Melitopol, Ukraine

Abstract. As a result of the experiment, the ecological niche of the micromollusc *Vallonia pulchella* on artificial soil-like structures was investigated, with use of the edaphic and phytoindication indices. The study was conducted in June 2019 at a research path within the Nikopol manganese ore basin (on pedozem). The experimental polygon consisted of 105 samples located within 7 transects (15 samples each). The distance between the rows in the polygon is 3 m. The average density of the investigation object is 1.18 specimens/m². It is shown that the spatial organization of the micromollusc is structured under the influence of edaphic and phytoindication indices. The edaphic and plant factors can be considered as determinants of the ecological space of *V. pulchella*, which is accomplished within the framework of the theory of ecological niche. It is established that the average soil hardness increases with depth down the profile. The influence of the hardness of deep soil layers on the distribution of molluscs, which occur mainly on the surface, can be considered as a result of indirect influence through the structure of vegetation. Micromolluscs give an advantage to the places with a dominance of aggregates, which belong to the category of agronomically valuable (size from 1–2 to 3–5 mm). Small (less than 0.25–0.5–1.0 mm) and large aggregates (more than 10 mm) negatively affect the number of *V. pulchella*. Phytoindication scales act as valuable indicators to describe the properties of the ecological niche of the investigated object. The micromolluscs *V. pulchella* give an advantage to the areas with high levels of carbonic salts, as well as with a low content of free nitrogen in the soil. The indicators of ombroclimate and thermal conditions contribute to the increase in the number of molluscs. Further research will be directed to study the impact of vegetation on the ecological niche of the micromollusc *Vallonia pulchella* (Muller, 1774) with application of geostatic analysis.

Keywords: vegetation; soil hardness; aggregate fractions; terrestrial molluscs; population dynamics; population.

**Особливості просторової організації екологічної ніші *Vallonia pulchella* (Muller, 1774)
на педоземах Нікопольського марганцеворудного басейну**

А. К. Умерова

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, м. Мелітополь, Україна

Анотація. У результаті експерименту була досліджена екологічна ніша мікромоллюска *Vallonia pulchella* на штучних ґрунто-подібних конструкціях, з використанням едафічних і фітоіндикаційних показників. Дослідження проведено в червні 2019 року на науково-дослідній ділянці в межах Нікопольського марганцеворудного басейну (на педоземах). Експериментальний полігон складався зі 105 проб, розташованих у межах 7 трансект (по 15 проб у кожній). Відстань між рядами в полігоні становить 3 м. Середня щільність досліджуваного об'єкта становить 1,18 екз./м². Показано, що просторова організація мікромоллюска структурована під впливом едафічних та фітоіндикаційних показників. Едафічні та рослинні чинники можуть розглядатися як детермінанти екологічного простору *V. pulchella*, що здійснюється в рамках теорії екологічної ніші. Встановлено, що середня твердість ґрунту зростає з глибиною вниз за профілем. Вплив твердості глибоких ґрунтових шарів на розподіл моллюсків, які зустрічаються переважно на поверхні, можна розглядати як результат опосередкованого впливу через структуру рослинності. Мікромоллюски віддають перевагу місцям з домінуванням агрегатів, які відносять до категорії агрономічно цінних (розміром від 1–2 до 3–5 мм). Дрібні (менше 0,25–0,5–1,0 мм) і великі агрегати (більше 10 мм) негативно впливають на чисельність *V. pulchella*. Фітоіндикаційні шкали виступають як цінні показники для опису властивостей екологічної ніші досліджуваного об'єкта. Мікромоллюск *V. pulchella* віддає перевагу територіям з підвищеним рівнем карбонатних солей, а також з незначним умістом вільного азоту в ґрунті. Показники омброклімату і терморегіму сприяють збільшенню чисельності моллюска. Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу рослинного покриву на екологічну нішу мікромоллюска *Vallonia pulchella* (Muller, 1774) з використанням геостатичного аналізу.

Ключові слова: рослинність; твердість ґрунту; агрегатні фракції; наземні моллюски; динаміка населення; популяція.

Вступ

Розподіл видів – динамічний процес, оскільки ареали популяцій змінюються у відповідь на зовнішні й внутрішні фактори (Soriano-Redondo et al., 2019). Загальні потреби виду в ресурсах і фізичних умовах визначають, де він може жити і наскільки численним він може бути в будь-якому місці свого ареалу (Pidwirny, 2006). Ці вимоги абстрактно називаються екологічною нішею. Екологічна ніша виникла у відповідь на спробу описати загальну роль видів в угрупованні і на теоретичному рівні спеціалізувати поняття “популяція”, “угруповання” та “екологічна система” (Pianka, 1981).

На початку ХХ ст. були спроби розробити методи для вивчення екологічних ніш тварин, як цілісної функціональної одиниці (Grinnell, 1917; Elton, 1927). J. Grinnell (1917) використовував поняття ніша для опису місць існування і звичок тварин, а С. Elton (1927) – для позначення функціональної ролі видів в угрупованні (Krebs, 1978; Giller, 1984). При цьому він вважав, що абіотичні компоненти природного середовища не залежні від поняття ніша. Пізніше G. E. Hutchinson (1957) запропонував більш формальну, кількісну концепцію, засновану на теорії множин. Він уявляв нішу як гіпероб’єм у багатовимірному просторі, де можна підтримувати стабільні популяції. Коли складні біоценотичні відносини, такі як хижацтво і конкуренція, включаються до розрахунку нішового простору, виходить “реалізована ніша”, на відміну від “фундаментальної”, яка ігнорує такі взаємодії (Kearney, Simpson, Raubenheimer, & Helmuth, 2010). Уже доведено, що концепція ніші поєднує екологічні вимоги виду з його функціональною роллю в місцевому угрупованні (Polechová & Storch, 2008). Таким чином, екологічна ніша може бути представлена інтегральними змінними, такими як осі маргінальності й спеціалізації. Це дозволяє їй бути нанесеною на графік у географічному просторі за допомогою відтворення індексу переваги місцеперебування (HSI) (Yorkina, Maslikova, Kunah, & Zhukov, 2018).

Вивчення просторового розподілу наземних моллюсків ґрунтовно досліджено (Myšák, Horsák, Svobodová, & Cernohorsky, 2013; Faly, Kolombar, Prokopenko, Pakhomov, & Brygadyrenko, 2017). Більшість досліджень спрямовані на порівнянні угруповань моллюсків у різних біотопах, які розрізняються за рослинним покривом, типом ґрунтів і рівнем вологості (Millar & Waite, 1999; Martin & Sommer, 2004; Müller, Strätz, & Hothorn, 2005; Weaver, Anderson, & Guralnick, 2006; Kunakh, Kramarenko, Zhukov, Zadorozhnaya, & Kramarenko, 2018). Ці закономірності можуть бути пов’язані з розподілом мікросередовища (Kralka, 1986; Hylander, Nilsson, Jonsson, & Gothner, 2005). Здебільшого на життєдіяльність моллюсків впливають едафічні фактори: циркулюючі органічні й мінеральні речовини, градієнт вологості (Čejka, & Hamerlík, 2009) і вміст кальцію (Hubricht, 1985), який виконує особливу роль для формування мушель і є основним фактором, що визначає чисельність видів (Valovirta, 1968; Hotopp, 2002). Крім того, вплив макроклімату (Nicolai & Ansart, 2017; Horsák et al., 2018) і наявність укриттів для зимування (Millar & Waite, 1999; Ansart, Vernon, & Daguzan, 2001) так само є важливими чинниками. Наземні моллюски мають велике значення для біотичних взаємодій, оскільки можуть забезпечити джерелом води багатьох хижаків, особливо в посушливих умовах (Shachak, Safriel, & Hunum, 1981), а також енергією та поживними речовинами, включаючи кальцій (Graveland & Gijzen, 1994).

Місце існування тварин характеризується наявністю на певній території ресурсів і умов, що дає змогу виживати, розмножуватись і заселяти ці території (Hall, Krausman, & Morrison, 1997). Дослідження вибору видами місць існування полягає у виявленні характеристик навколишнього середовища, які є придатними для нього (Calenge, 2006). Це, так званий, “екологічний стандарт” виду, потреба кожного виду в певному комплексі умов середовища (Zhukov, Zadorozhna, Maslikova, Andru-

sevych, & Lyadskaya, 2017). Вивчення просторового масштабу і підпорядкованості факторів, що впливають на моллюсків, вимагає особливої уваги (Bohan, Glen, Wiltshire, & Hughes, 2000; Myšák et al., 2013; Nekola, & Smith, 1999). Це в свою чергу формує мету дослідження – описати екологічну нішу мікромоллюска *Vallonia pulchella* на штучних ґрунтоподібних конструкціях – технозолах (педоземах) з точки зору едафічних властивостей та властивостей рослинного покриву.

Матеріал та методи

Роботи проводили в Науково-дослідному центрі Дніпровського державного аграрно-економічного університету у м. Покров. Експериментальний майданчик для вивчення оптимальних режимів рекультивації в аграрному виробництві був створений у 1968–1970 р. Клімат місцевості помірно-континентальний зі середньорічною максимальною декадною температурою 26,4 °C та мінімумом –8,2 °C; середньорічна кількість опадів приблизно 511 мм (середня за 20 років; дані Нікопольської метеостанції).

Проби зроблено на педоземах у червні 2019 року. Кожен експериментальний полігон включав 105 точок відбору проб, розташованих у межах 7 трансект (по 15 точок у кожній). Відстань між точками становила 3 м. Кожен зразок ґрунту був досліджений в лабораторії за допомогою 10-кратного бінокулярного мікроскопа MBS-9.

Вимірювання твердості ґрунтів здійснено в польових умовах за допомогою ручного пенетромтра Eijkelkamp на глибину до 50 см з інтервалом 5 см. Середня похибка результатів вимірювань приладу становить $\pm 8\%$. Вимірювання проводили конусом із розміром поперечного перерізу 1 см². У межах кожної клітини вимірювання твердості ґрунту здійснювали одноразово. Вимірювання електричної провідності ґрунту відбувалося за допомогою сенсора HI 76305 (Hanna Instruments, Woodsocket, R. I.), який працює спільно з портативним пристроєм HI 993310. Тестер оцінює загальну електропровідність ґрунту, тобто загальну провідність ґрунтового повітря, води і часток. Результати вимірювань пристроєм представлено в одиницях насичення ґрунтового розчину солями (г/л).

Агрегатний склад визначали за допомогою сухого просіювання (Vadunina & Korchagina, 1986). Фітоіндикаційні шкали наведено за Didukh (2011). До едафічної фітоіндикаційної шкали віднесено показники: гідроморф (Hd), змінності зволоження (fH), аерації (Ae), режиму кислотності (Rc), сольового режиму (Sl), змісту карбонатних солей (Ca), вмісту засвоєних форм азоту (Nt). До кліматичних шкал належать показники: терморегіму (Tm), омброрегіму (Om), кріорегіму (Cr) і континентальності клімату (Kn). Крім зазначених, виокремлено шкалу освітлення (Lc), що характеризується як мікрокліматична.

Статистичні розрахунки проведено за допомогою програми Microsoft Excel 2010. При цьому середню чисельність популяцій моллюсків встановлено з припущенням про розподіл випадкової величини за законом Пуассона та отримано за формулою

$$D = -\ln \frac{n_0}{n},$$

де D – оцінка середнього;

n_0 – число проб без присутності особин даного виду;

n – загальне число проб.

Результати

В експерименті було досліджено повітряно-сухий ґрунт вагою 10,5 кг; виявлено 124 екземпляри *Vallonia pulchella* (Muller, 1774). Так, середня щільність цього виду на педоземах протягом періоду дослідження становила 1,18 екз./м². Едафічні характеристики можуть розглядатися як детермінанти екологічного простору мікромоллюска *V. pulchella*.

Таблиця. Детермінанти екологічного простору мікромоллюска *Vallonia pulchella* ($n = 105$)

Параметри середовища, см	Середнє значення	Довірчий інтервал		CV, %
		95%	–95%	
Твердість ґрунту на глибині, МПа				
0–5	3,00	3,14	2,85	25,29
5–10	4,03	4,18	3,89	18,60
10–15	5,00	5,12	4,87	13,12
15–20	5,23	5,33	5,13	9,80
20–25	5,79	5,88	5,71	7,45
25–30	5,86	5,98	5,75	10,30
30–35	5,76	5,98	5,54	19,95
35–40	6,19	6,41	5,96	19,24
40–45	6,46	6,70	6,22	19,57
45–50	6,90	7,11	6,66	16,83
Глибина, з якої починається твердість ґрунту, см				
5 МПа	5,42	5,83	5,25	16,02
Структура ґрунту, фракції розміром, %				
>10	10,27	10,84	9,71	28,60
7–10	6,37	6,65	6,1	22,65
5–7	7,79	8,02	7,56	15,21
3–5	21,35	22,22	20,49	21,13
2–3	17,15	17,64	16,66	14,91
1–2	25,77	26,48	25,07	14,34
0,5–1,0	3,23	3,43	3,04	31,44
0,25–0,5	4,45	4,72	4,18	31,87
<0,25	3,31	3,16	2,89	23,20
Фітоіндикаційна оцінка за Дідухом, бал				
Hd	10,03	10,18	9,88	7,9
fH	7,27	7,43	7,11	11,58
Rc	7,72	7,78	7,65	4,54
Sl	7,21	7,32	7,11	7,45
Ca	10,32	10,4	10,24	3,9
Nt	4,39	4,47	4,31	9,5
Ae	4,91	4,95	4,86	4,9
Tm	10,09	10,17	10	4,5
Om	11,61	11,7	11,52	3,8
Kn	8,58	8,75	8,4	10,7
Cr	8,38	8,5	8,27	6,6
Lc	8,7	8,69	8,68	0,2

Для твердості ґрунту на досліджуваному полігоні характерно монотонне збільшення з глибиною. У верхньому ґрунтовому шарі твердість в середньому варіює у межах 3,00–4,03 МПа, в нижньому – 6,19–6,9 МПа (таблиця). Обраний граничний критерій в 5 МПа відображає ліміт проникаючої можливості кореневих систем рослин і зони активного пересування ґрунтових тварин (Medvedev, 2009). За нашими даними, такі високі значення зустрічаються на глибині від 10 см до 35 см. Можна також припустити, що саме в цьому шарі ґрунту сформовано прийнятні умови за критерієм твердості для зростання трав'янистих рослин. Встановлено, що локальний максимум для коефіцієнта варіації твердості ґрунту спостерігається на глибині 0–5 см, оскільки поверхневий шар ґрунту піддається дії більшої кількості факторів, які впливають на її нео-

днорідність (антропогенний вплив, життєдіяльність тварин і рослин, атмосферний тиск і т.п.). У шарі ґрунту 20–25 см зафіксовано локальний мінімум коефіцієнта варіації. Стабільне значення він набуває на рівні 30–45 см, коливаючись у межах 19,24–19,95%.

Агрегатні фракції діаметром 3–5 мм (21,13%) і 1–2 мм (25,77%) кількісно переважають у структурному складі педоземів. Ці самі фракції вважаються найціннішими, оскільки визначають стійкість ґрунтів до розмивання під дією води (Novickij, Donskih, & Chernov, 2009). Дещо поступаються, з огляду на відносну частку, фракції розміром 2–3 мм (17,15%), інші фракції (<0,25 мм; 0,25–0,5 мм; 0,5–1,0 мм та >10 мм) характеризуються участю в агрегатній структурі на рівні 5,32–7,83%. Аналіз агрегатних структур дозволяє отримати

інформацію про екологічні умови, які визначають специфіку екологічної ніші наземних молюсків на педоземах (Babchenko & Kovalenko, 2019).

Для мікромолоска *Vallonia pulchella* оптимальні умови в педоземах спостерігаються при домінуванні агрегатів розміром 1–2 мм та 3–5 мм. Найменша чисельність припадає на агрегатні фракції <0,25 мм та 0,5–1,0 мм. Отримані результати переконали, що мікромолоск негативно реагує на збільшення вмісту в педоземі дрібних агрегатних фракцій розміром до 1 мм. Це спричинено тим, що дрібні агрегати формують систему пір малих розмірів, що негативно впливає на підтримання життєдіяльності *V. pulchella*.

Аналіз фітоіндикаційних оцінок рослинності показав, що вологість (Hd) ґрунту досліджуваного локалітету сприятлива для субмезофітів (10,03 бала) (Didukh, 2011). За режимом контрастності (fH) едафотоп відповідає гемігідроконтрастному типу (7,27 бала), характерний для лісолугових і лугостепових екотопів з нерівномірним зволоженням кореневого шару ґрунту за помірного або незначного його просочення опадами і талими водами (Didukh, 2011). За факторами кислотності (Rc) встановлено, що досліджуваний вид відає перевагу як нейтральним, так і суббазофільним ґрунтам (7,72 бала), а його діапазон майже повністю відповідає умовам місцезнаходження. За сольовим режимом (Sl) на досліджуваному локалітеті домінують семіевтрофи (7,21 бал) – небагаті солями ґрунти з умістом гідрокарбонатів та зі слідами сульфат-іонів і хлоридів. Уміст карбонату в ґрунті досліджуваної ділянки (10,32 бали) створює найбільш сприятливі умови для карбонатofilів, підтверджує, що в ґрунті вміст CaO та MgO варіює в межах 5–10%. За вмістом засвоювання форм азоту (Nt) в угрупованні переважно представлені гемінітрофіли (4,39 балів) – свідчення, що рослини зростають в небагатих на мінеральний азот ґрунтах. За режимом аерації (Ae) ґрунту досліджуваний полігон відносять до категорії субаерофілів (4,91 бала) – значно аеровані ґрунти з умістом щелебно гірських порід. Середня оцінка терморезиму (Tm) становить 10,09 бала, тобто відповідає оптимуму для мезотермів. За шкалою омборезиму (Om), яка показує ступінь аридності (гумідності) кліматичних умов, мікроклімат даної ділянки можна оцінити як субаридофільний (11,61 бал). Континентальність клімату визначається впливом на нього великих площ моря і суші та кліматоутворювальних процесів (центри атмосферного тиску, характер циркуляції атмосфери, концентрації і розподілу вологи, кількості й періодичності опадів, амплітуди температур і т.п.) (Didukh, 2011). У межах даного біогеоценозу середнє значення режиму континентальності (Kn) дорівнює 8,58 балів, що відповідає геміконтинентальному типу. Кріорежим (Cr) є гемікріофітним. Режим освітлення (Lc) – геліофітний, характерний для відкритих місць існування.

Обговорення

Протягом декількох десятиліть дослідження рекультивованих земель є складовою частиною проблеми охорони та раціонального використання природних ресурсів (Chajkina & Ob'edkova, 2003). На рекультивованих територіях, при видобутку корисних копалин відкритим способом, процеси ґрунтоутворення характеризуються значною просторовою неоднорідністю (Zadorozhna, Kunah, & Zhukov, 2012). Вологість ґрунту відіграє важливу роль в процесах ґрунтоутворення, родючості ґрунтів і постачанні рослинам вологи (Petrov, 1983). Однак є припущення, що дані про вологість ґрунту, отримані через значну мінливість цього параметра, є обмеженими (Ondina, Hermida, Outeiro, & Mato, 2004). Щоб вирішити цю проблему потрібно застосовувати дані фітоіндикації, оскільки метод дозволяє оцінити аутоекологічні особливості молюсків та визначити структуру угруповань (Horsák, Hájek, Tichý, & Juříčková, 2007; Dvořáková & Horsák, 2012). Досить

високе видове різноманіття рослинного покриву дає можливість проаналізувати зміни умов навколишнього середовища з використанням методу фітоіндикації. Фітоіндикаційне оцінювання дає більш стійку характеристику екологічній ситуації в межах досліджуваного біогеоценозу. Локальні тренди, а також мозаїчний характер організації ґрунтового тіла визначають структуру рослинного покриву, що пояснює роль показників у структурі екологічних ніш молюсків (Yorkina et al., 2018; Zhukov, Kovalenko, Kramarenko, & Kramarenko, 2019).

Мікромолоск *Vallonia pulchella* є аборигенним і голандричним видом (Nekola, 2008). *V. pulchella* широко поширений в Європі та Америці (Gerber, 1996), впроваджений в Південній Африці (Herbert, 2010) та Ізраїлі (Roll, Dayan, Simberloff, & Mienis, 2009). Мікромолоск також був зафіксований на Мадагаскарі (Gerber 1996), в Індії (Mitra, Dey, & Ramakrishna, 2005), Китаї (Gerber, 1996) та Австралії (Burn & Thompson, 1998). Він зустрічається в найрізноманітніших середовищах проживання (Gerber, 1996), але рідко трапляється у високогір'ї (Kerney, 1999), зазвичай в трав'янистих місцях, лугах та вздовж узбіч і газонів (Hubricht, 1985). Проте в Європі намагається віддавати перевагу вологим місцям проживання, лугам, болотам, а також сухим дюнам (Kaerney & Cameron, 1979). В Україні мікромолоск зустрічається в помірно сухих і вологих місцевостях, на лугових угіддях (Gural-Sverlova & Gural, 2012). Того ж часу вид характеризується дуже високою географічною мінливістю щодо щільності населення. Наприклад, щільність населення *V. pulchella* в дубових лісах Білорусі становить 4–8 екз./м² (Zemoglyadchuk, 2005), на штучних насадженнях робінії в рекультивованих районах поблизу міста Жовті Води – 5,6 екз./м² (Kul'bachko et al., 2008), тоді як у лісах ясеня в Польщі він не перевищував у середньому 0,13 екз./м² (Koralewska-Batura & Błoszyk, 2007), а в заплавах лісах Словаччини – 0,07 екз./м² (Čejka & Hamerlík, 2009), на техносолях Дніпропетровської області – 1,84 екз./м² (Kunakh et al., 2018).

Показники фізичного стану ґрунту (агрегатна структура, усадка, температура) відіграють важливу роль для мікромолосків *Vallonia pulchella* (Yorkina et al., 2018). Найбільш важливими едафічними факторами, що впливають на молюсків, є вміст кальцію в ґрунті, pH і структура ґрунту (Ondina et al., 2004), а також уміст обмінних катіонів і алюмінію (Ondina, Mato, Hermida, & Outeiro, 1998). Твердість ґрунту безпосередньо впливає на формування структури рослинного покриву (Medvedev, 2009), на структуру тваринного населення, діючи на кількісний і якісний склад популяцій даної території (Zhukov & Andrushevich, 2013). Як відомо, з поглибленням у ґрунт умови для підтримання життєдіяльності погіршуються, що є одним із факторів зниження чисельності ґрунтових водоростей (Maltseva, 2005), ґрунтової мезофауни (Kulbachko, 2006), кількості коренів деревних і трав'янистих рослин (Ivanko, 2004). У формуванні екологічної ніші значимість твердості ґрунту на малих глибинах (0–10 см) розглядають як результат прямої дії цього фактора. Більшість ґрунтових тварин трапляється у верхньому шарі ґрунту, оскільки цей шар містить поживні речовини у формі органічних речовин (Ruiz et al., 2008). Визначено, що зі збільшенням твердості ґрунту відбувається зниження кількості доступного кисню в ґрунтовому повітрі для кореневої системи. Це призводить до поступового зниження фізіологічної активності рослин, що у свою чергу впливає на зональний розподіл молюска.

Просторова мінливість агрегатного складу – важливий індикатор якості ґрунтів та інтенсивності процесу рекультивувачії (Voloh & Uzbek, 2010). За рахунок агрегатоутворення в ґрунті одночасно можуть існувати організми з абсолютно протилежними вимогами до умов існування (Dmitriev, 1997; Zhukov et al., 2017). Розподіл мікромолоска в ґрунтовому профілі є нерівномірним і пояснюється варіабельністю характеристик середовища, спричиняючи структурну і функціональну строкатість (Demidov, Kobets, Gritsan, & Zhukov,

2013). Агрегати різних розмірів позначилися на чисельності *Vallonia pulchella*: макроагрегати, які мають велику пористість, важливі для проникнення води і повітря, для розвитку мікробів, дрібних тварин, коренів рослин. Саме це є необхідною умовою для забезпечення життєдіяльності молюсків, їхнього дихання, переміщення та отримання поживних речовин (Umerova, 2019). У такий спосіб ґрунтові агрегати різного розміру спричиняють стохастичну динаміку просторового розподілу *Vallonia pulchella*, що може відігравати важливу роль у підтримці широти ґрунтового біорізноманіття та його функціонування.

Фітоіндикаційні шкали є важливим інструментом для отримання інформації про властивості едафотопу (Zhukov, 2015). Ці шкали застосовуються для опису екологічних ніш ґрунтових тварин (Zhukov, Kunakh, & Balyuk, 2014; Kunakh, Zhukov, & Balyuk, 2014), для відбору проб і оцінки просторової організації угруповань ґрунтових тварин урбанізованих територій на різних ієрархічних рівнях (Balyuk, Kunakh, Zhukov, Zadorozhnaya, & Ganzha, 2014). Відповідно до отриманих результатів можна припустити, що за домінуючими екологічними групами ділянка, де мешкає мікромоллюск *Vallonia pulchella*, може бути зарахована до категорії багатих на карбонатні солі та збагачених ними, а також до небагатих на доступний нітроген гемінітрофільних ґрунтів. Саме це обумовлює варіативний характер розміщення досліджуваного об'єкта, оскільки за цих умов знижується трофічність ґрунту.

Висновки

У результаті комплексного розрахунково-експериментального дослідження встановлено, що чутливість мікромоллюска до факторів навколишнього середовища змінюється в просторі. Визначено, що моллюски *Vallonia pulchella* чутливі до структури ґрунтових агрегатів: найбільша їх кількість припадає на агрегатні фракції 1–2 мм та 3–5 мм, а найменша – на 0,5–1,0 мм. Отримані результати фітоіндикаційного оцінювання дозволяють стверджувати, що на дослідженій ділянці спостерігається варіабельність угруповання. Маргіальність екологічної ніші *V. pulchella* визначається чималим умістом карбонатних солей, високими показниками омброклімату і режиму термічності та непомітним умістом вільного азоту в гемінітрофільних ґрунтах. Чисельність мікромоллюска залежить від едафічних і фітоіндикаційних показників. Це дозволяє більш повноцінно вивчити екологічну нішу, включаючи не тільки положення виду в просторі, але і його функціональну роль в угрупованні, що й триватиме в наших подальших дослідженнях.

References

- Ansart, A., Vernon, P., & Daguzan, J. (2001). Photoperiod is the main cue that triggers supercooling ability in the land snail, *Helix aspersa* (Gastropoda: Helicidae). *Cryobiology*, 42, 266–273. doi: [10.1006/cryo.2001.2332](https://doi.org/10.1006/cryo.2001.2332)
- Babchenko, V., & Kovalenko, D. V. (2019). Comparative analysis of the terrestrial mollusks ecological niches features in different types of the tehnosols within Nikopol manganese ore basin. *Biological Resources and Nature Management*, 11(3–4), 70–83. doi: [10.31548/bio2019.03.008](https://doi.org/10.31548/bio2019.03.008)
- Balyuk, Y. A., Kunakh, O. N., Zhukov, A. V., Zadorozhnaya, G. A., & Ganzha, D. S. (2014). Adaptive strategy of sampling for estimation of spatial organization of soil animal communities of urban areas at various hierarchical levels. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnitskiy Melitopol State Pedagogical University*, 4(3), 8–33.
- Bohan, D. A., Glen, D. M., Wiltshire, C. W., & Hughes, L. (2000). Parametric intensity and the spatial arrangement of the terrestrial mollusc herbivores *Deroceras reticulatum* and *Arion intermedius*. *Journal of Animal Ecology*, 69(6), 1031–1046. doi: [10.1111/j.1365-2656.2000.00459.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2000.00459.x)
- Burn, R., & Thompson, T. E. (1998). Order Cephalaspidea. In: P. L. Beesley, G. J. B. Ross, & A. Wells (Eds.), *Mollusca: The Southern Synthesis. Part B. Fauna of Australia* (pp. 943–959). CSIRO Publishing, Melbourne.
- Calenge, C. (2006). The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling*, 197, 516–519.
- Čejka, T., & Hamerlik, L. (2009). Land snails as indicators of soil humidity in Danubian Woodland (SW Slovakia). *Polish Journal of Ecology*, 57, 741–747.
- Chajkina, G. M., & Ob'edkova, V. A. (2003). Reclamation of disturbed lands in the mining regions of the Urals. *Uro RAN, Ekaterinburg* (in Russian).
- Demidov, A. A., Kobets, A. S., Gritsan, Y. I., & Zhukov, A. V. (2013). Spatial agricultural ecology and soil recultivation. A.L. Svidler Press, Dnepropetrovsk. doi: [10.13140/RG.2.1.5175.5040](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5175.5040)
- Didukh, Y. P. (2011). The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. *Phytosociocentre*, Kyiv.
- Dmitriev, E. A. (1997). Ecological aspects of soil conditions. *Pochvovedenie*, 7, 831–839 (in Russian).
- Dvořáková, J., & Horsák, M. (2012). Variation of snail assemblages in hay meadows: Disentangling predictive power of abiotic environment and vegetation. *Malacologia*, 55, 151–162. doi: [10.4002/040.055.0110](https://doi.org/10.4002/040.055.0110)
- Elton, C. (1927). *Animal Ecology*. Sidgwick and Jackson, London.
- Faly, L. I., Kolombar, T. M., Prokopenko, E. V., Pakhomov, O. Y., & Brygadyrenko, V. V. (2017). Structure of litter macrofauna communities in poplar plantations in an urban ecosystem in Ukraine. *Biosystems Diversity*, 25(1), 29–38. doi: [10.15421/011705](https://doi.org/10.15421/011705)
- Gerber, J. (1996). Revision der Gattung *Vallonia* Risso, 1826 (Mollusca: Gastropoda: Valloniidae). *Schr. Malakozool. Haus. Nat. Cismar*, 8, 1–227.
- Giller, P. S. (1984). *Community Structure and the Niche*. London.
- Graveland, J., & Gijzen, T. V. (1994). Arthropods and seeds are not sufficient as calcium sources for shell formation and skeletal growth in passerines. *Ardea*, 82, 299–314. doi: [10.5253/arde.v82.p299](https://doi.org/10.5253/arde.v82.p299)
- Grinnell, J. (1917). The niche relationship of the California Thrasher. *The Auk: Ornithological Advances*, 34(4), 427–433. doi: [10.2307/4072271](https://doi.org/10.2307/4072271)
- Gural-Sverlova, N. V., & Gural, R. I. (2012). Guide to the terrestrial mollusks of Ukraine. *Lviv* (in Ukrainian).
- Hall, L., Krausman, P., & Morrison, M. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25, 173–182.
- Herbert, D. G. (2010). The introduced terrestrial Mollusca of South Africa. SANBI Biodiversity Series 15. South African National Biodiversity Institute, Pretoria.
- Horsák, M., Hájek, M., Tichý, L., & Juříčková, L. (2007). Plant indicator values as a tool for land mollusc autecology assessment. *Acta Oecologica*, 32, 161–171. doi: [10.1016/j.actao.2007.03.011](https://doi.org/10.1016/j.actao.2007.03.011)
- Horsák, M., Polášková, V., Zhai, M., Bojková, J., Syrovátka, V., Šorfová, V., Schenková, J., Polášek, M., Peterka, T., & Hájek, M. (2018). Spring-fen habitat islands in a warming climate: partitioning the effects of mesoclimate air and water temperature on aquatic and terrestrial biota. *Science of The Total Environment*, 634, 355–365. doi: [10.1016/j.scitotenv.2018.03.319](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.319)
- Hotopp, K. P. (2002). Land snails and soil calcium in central Appalachian Mountain Forests. *Sotheastern Naturalist*, 1, 27–44. doi: [10.1656/1528-7092\(2002\)001\[0027:LSASCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1656/1528-7092(2002)001[0027:LSASCI]2.0.CO;2)
- Hubricht, L. (1985). The distributions of the native land mollusks of the Eastern United States. *Fieldiana: Zoology New Ser. Field Museum of Natural History, Chicago*. doi: [10.5962/bhl.title.3329](https://doi.org/10.5962/bhl.title.3329)

- Hutchinson, G. E. (1957). Concluding remarks. Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology, 22, 415–427. doi: [10.1101/SQB.1957.022.01.039](https://doi.org/10.1101/SQB.1957.022.01.039)
- Hylander, K., Nilsson, C., Jonsson, B. G., & Gothner, T. (2005). Differences in habitat quality explain nestedness in a land snail metacommunity. *Oikos*, 108, 351–361. doi: [10.1111/j.0030-1299.2005.13400.x](https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13400.x)
- Ivanko, I. A. (2004). Influence of the type of light structure of forest cultural biogeocenosis on tensions root competition woody and herbaceous species. The Issues of Steppe Forest and Forest Land Reclamation 8, 120–128 (in Russian).
- Kearney, M. R., Simpson, S. J., Raubenheimer, D., & Helmuth, B. (2010). Modelling the ecological niche from functional traits. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1557), 3469–3483. doi: [10.1098/rstb.2010.0034](https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0034)
- Kerney, M. P. (1999). Atlas of the land and freshwater molluscs of Britain and Ireland. Harley Books, Colchester.
- Koralewska-Batura, E., & Błoszyk, J. (2007). Stability of malacocoenoses in an ash-elm forest based on two year observations. *Folia Malacologica*, 15(4), 175–180. doi: [10.12657/fol-mal.015.015](https://doi.org/10.12657/fol-mal.015.015)
- Kralka, R. A. (1986). Population characteristics of terrestrial gastropods in boreal forest habitats. *American Midland Naturalist*, 115, 156–164. doi: [10.2307/2425845](https://doi.org/10.2307/2425845)
- Krebs, C. J. (1978). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* (2nd ed.). Harper and Row, New York.
- Kulbachko, Y. L., (2006). Influence of spring floods on the vertical distribution of soil invertebrates in the riverbed floodplain of river Samara. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology*, 14(1), 96–100 (in Russian).
- Kunakh, O. N., Kramarenko, S. S., Zhukov, A. V., Zadorozhnaya, G. A., & Kramarenko, A. S. (2018). Intra-population spatial structure of the land snail *Vallonia pulchella* (Müller, 1774) (Gastropoda; Pulmonata; Valloniidae). *Ruthenica*, 28(3), 91–99.
- Kunakh, O. N., Zhukov, A. V., & Balyuk, Y. A. (2014). Ecomorphological aspect of spatial organization of mesopedobiont communities in urban soils. *Management and Protection of Ecosystems*, 10, 159–176.
- Mal'tseva, I. A. (2005). Soil algae gullies forest steppe zone of Ukraine. *Ecology and noospherology*, 16(3–4), 150–156 (in Ukrainian).
- Martin, K., & Sommer, M. (2004). Relationships between land snail assemblage patterns and soil properties in temperate-humid forest ecosystems. *Journal of Biogeography*, 31(4), 531–545. doi: [10.1046/j.1365-2699.2003.01005.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.01005.x)
- Medvedev, V. V. (2009). Soil penetration resistance. *Gorodskaya Tipografiya, Kharkov* (in Russian).
- Millar, A. J., & Waite, S. (1999). Mollusks in coppice woodland. *Journal of Conchology*, 36, 25–48.
- Mitra, S., Dey, A., & Ramakrishna (2005). *Pictorial handbook – Indian land snails*. Zoological Survey of India, Kolkata.
- Müller, J., Strätz, C., & Hothorn, T. (2005). Habitat factors for land snails in European beech forests with a special focus on coarse woody debris. *European Journal of Forest Research*, 124(3), 233–242. doi: [10.1007/s10342-005-0071-9](https://doi.org/10.1007/s10342-005-0071-9)
- Myšák, J., Horsák, M., Svobodová, E., & Cernohorsky, N. (2013). Small-scale distribution of terrestrial snails: Patterns of species richness and abundance related to area. *Journal of Molluscan Studies*, 79(2), 118–127. doi: [10.26496/bjz.2017.3](https://doi.org/10.26496/bjz.2017.3)
- Nekola, J. C. (2008). Land Snail Ecology and Biogeography of Eastern Maine. Unpublished report to the Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife. Bangor.
- Nekola, J. C., & Smith, T. M. (1999). Terrestrial gastropod richness patterns in Wisconsin carbonate cliff communities. *Malacologia*, 41(1), 253–269.
- Nicolai, A., & Ansart, A. (2017) Conservation at a slow pace: terrestrial gastropods facing fastchanging climate. *Conserv. Physiol.*, 5, cox007. doi: [10.1093/conphys/cox007](https://doi.org/10.1093/conphys/cox007)
- Novickij, M. V., Donskih, I. N., & Chernov, D. V. (2009). Laboratory and practical classes in soil science: a training manual. Prospekt Nauki, St. Petersburg (in Russian).
- Ondina, P., Hermida, J., Outeiro, A., & Mato, S. (2004). Relationships between terrestrial gastropod distribution and soil properties in Galicia (NW Spain). *Applied Soil Ecology*, 26(1), 1–9. doi: [10.1016/j.apsoil.2003.10.008](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2003.10.008)
- Ondina, P., Mato, S., Hermida, J., & Outeiro, A. (1998). Importance of soil exchangeable cations and aluminium content on land snail distribution. *Applied Soil Ecology*, 9(1–3), 229–232. doi: [10.1016/S0929-1393\(98\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00080-8)
- Petrov, E. G. (1983). Water regime and productivity of forest phytocenoses on soils of atmospheric moisture. *Nauka i tekhnika*, St. Petersburg (in Russian).
- Pianka, E. (1981) *Evolutionary Ecology*, Mir, Moscow (in Russian).
- Pidwirny, M. (2006). Concept of Ecological Niche. *Fundamentals of Physical Geography* (2nd ed.).
- Polechová, J., & Storch, D. (2008). Ecological niche. In: S. E. Jørgensen & B. D. Fath, (Eds.), *Encyclopedia of ecology* (pp. 1088–1097). Elsevier, Oxford.
- Roll, U., Dayan, T., Simberloff, D., & Mienis, H. K. (2009). Non-indigenous land and freshwater gastropods in Israel. *Biol. Invasions*, 11, 1963–1972. doi: [10.1007/s10530-008-9373-4](https://doi.org/10.1007/s10530-008-9373-4)
- Ruiz, J. R., Sui, X., Lobelo, F., Morrow, J. R., Jackson, A. W., Sjöstrom, M., & Blair, S. N. (2008). Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ*, 337(7661), 92–95. doi: [10.1136/bmj.a439](https://doi.org/10.1136/bmj.a439)
- Shachak, M., Safriel, U. N., & Hunum, R. (1981). An exceptional event of predation on desert snails by migratory thrushes in the Negev Desert, Israel. *Ecology*, 62, 1441–1449. doi: [10.2307/1941500](https://doi.org/10.2307/1941500)
- Soriano-Redondo, A., Jones-Todd, C. M., Bearhop, S., Hilton, G. M., Lock, L., Stanbury, A., ... Illian, J. B. (2019). Understanding species distribution in dynamic populations: a new approach using spatio-temporal point process models. *Ecography*, 42(6), 1092–1102. doi: [10.1111/ecog.03771](https://doi.org/10.1111/ecog.03771)
- Umerova, A. K. (2019). Analysis of the ecological niche of the *Vallonia pulchella* (Muller 1774) in turf-litogenic soils in gray-green clay (Nikopol Manganese ore basin). *Biological Resources and Nature Management*, 11(5–6). doi: [10.31548/bio2019.05.008](https://doi.org/10.31548/bio2019.05.008)
- Vadunina, A. F., & Korchagina, S. A. (1986). *Methods for research of physical properties of the soil*. Agropromizdat, Moscow (in Russian).
- Valovirta, I. (1968). Land molluscs in relation to acidity on hyperitehills in central Finland. *Ann Zool Fenn*, 5, 245–253.
- Voloh, P. V., & Uzbek, I. H. (2010). Modern soil genesis on reclaimed lithozems of the steppe zone of Ukraine. *Visnik Dnipropetrovsk'kogo derzhavnogo agrarnogo universitetu*, 1, 39–47 (in Ukrainian).
- Weaver, K. F., Anderson, T. & Guralnick, R. (2006). Combining phylogenetic and ecological niche modeling approaches to determine distribution and historical biogeography of Black Hills mountain snails (Oreohelcidae). *Diversity and Distributions*, 12(6), 756–766. doi: [10.1111/j.1472-4642.2006.00289.x](https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2006.00289.x)
- Yorkina, N., Maslikova, K., Kunah, O., & Zhukov, O. (2018). Analysis of the spatial organization of *Vallonia pulchella* (Muller, 1774) ecological niche in Technosols (Nikopol manganese ore basin, Ukraine). *Ecologica Montenegrina*, 17, 29–45. doi: [10.37828/em.2018.17.5](https://doi.org/10.37828/em.2018.17.5)
- Zadorozhna, G. O., Kunah, O. N., & Zhukov, O. V. (2012). The spatial organization of soddy-lithogenic soils on the red-brown clays. *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*, 1(12), 226–237.
- Zemoglyadchuk, K. V. (2005). Species composition of terrestrial mollusks of the Berezinsky state biospherereserve. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Biological Series*, 5(1), 87–90 (in Russian).

- Zhukov, A. V. (2015). Phytoindicator estimation of the multidimensional scaling of the plant community structure. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 1(1), 69–93 (in Russian).
- Zhukov, A. V., & Andrushevich, K. V. (2013). Influence of edaphic factors on the abundance of *Vallonia pulchella* mollusk population in sod-lithogenic soils on red-brown clays. *Zoocenosis–2013. Bioriznomanittya ta rol' tvarin v ekosystemah. VII Mizhnarodna naukova konferenciya*. DNU, Dnipropetrovsk.
- Zhukov, A. V., Kunakh, O. M., & Balyuk, Y. O. (2014). Spatial variation of ecomorphological structure of soil fauna of forest-park stand (the case of Dnepropetrovsk City park). *Bulletin of Lviv National University. Series Biology*. 65, 224–237
- Zhukov, O. V., Kovalenko, D. V., Kramarenko, S. S., & Kramarenko, A. S. (2019). Analysis of the spatial distribution of the ecological niche of the land snail *Brephulopsis cylindrica* (Stylomatophora, Enidae) in technosols. *Biosystems Diversity*, 27(1), 62–68. doi: [10.15421/011910](https://doi.org/10.15421/011910)
- Zhukov, O. V., Zadorozhna, G. O., Maslikova, K. P., Andrushevych, K. V., & Lyadskaya, I. V. (2017). *Tehnosols Ecology: monograph*. Zhurfond, Dnipro (in Ukrainian).