

Бедункова О. О., д.б.н., професор, Ціпан Ю. Р., аспірант
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua;
y.r.tsipan@nuwm.edu.ua)

ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ ҐРУНТОВОЇ МЕЗОФАУНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІСОВОГО ҐРУНТУ

Тварини ґрунту беруть участь у більшості ключових екосистемних процесів і функцій. При цьому антропогенне втручання в екосистему призводить до зменшення або збільшення чисельності виду або частоти їх зустрічі, що надалі призводить до перебудови структури біоценозів.

Метою нашого дослідження було визначення біомаси та кількості ґрунтової мезофауни суборів південно-східної частини Волинського Полісся на ділянках лісу з різним рівнем антропогенного навантаження. Ґрунтово-зоологічні дослідження проводились методом ручного перебирання зразків ґрунту і подальшого визначення розмірів біомаси і середньої кількості ґрунтової мезофауни. Температура ґрунту була визначена на місці проведення досліджень. Вологість ґрунту визначалася після доставки відібраних зразків у лабораторію. Всі визначення були виконані в трикратному повторенні і підлягали статистичній обробці. Роботи проводилися на ділянках лісу, що мають один тип ґрунту, розріджений деревостан, переважно соснових порід і листяної деревини природного походження: ділянка № 1 розташована біля траси, де обладнано ділянку для пікніків; ділянка № 2 знаходиться в межах лісу, що не потерпає від антропогенного навантаження; ділянка № 3 – ділянка лісу в перші місяці після пожежі середньої інтенсивної; ділянка № 4 – після суцільної вирубки лісу. Період досліджень – червень 2021 року.

Крім того, ми помітили, що значення біомаси і чисельності ґрунтової мезофауни, хоча і відрізнялись на ділянках лісу різними видами антропогенного навантаження, але не мали прямого відношення до наявності або відсутності факторів антропогенного пресу. Зокрема, найвищі значення біомаси ґрунтових тварин були характерні для рекреаційної зони ($3,78 \pm 0,41$ г/м²) і площі в межах

лісу без антропогенного навантаження ($2,25 \pm 0,71$ г/м²). Аналіз впливу температури і вологості ґрунту на розподіл безхребетних свідчить про відсутність прямої залежності між окремо взятими чинниками гідротермального режиму. Однак спільна дія цих факторів має очевидний вплив як на розмір біомаси ($r=0,81$; $p=0,009$), так і на кількість тварин ($r=0,91$; $p=0,0004$).

Ключові слова: ґрунт; мезофауна; гідротермічний режим; біомаса; чисельність.

Вступ. Ґрунтова мезофауна бере участь у більшості ключових екосистемних процесах та функціях. Ці організми впливають на генезис, фізичні та хімічні властивості ґрунту, темпи кругообігу речовин, родючість ґрунту. Результатом життєдіяльності ґрунтової мезофауни є прискорення гуміфікації та мінералізації рослинних решток, підвищення пористості ґрунту, його проникність для повітря та вологи. Організми ґрунту здатні поглиблювати гумусовий горизонт, у результаті переміщення часток детриту, чим забезпечують водотривку структуру ґрунту. Одночасно, антропогенне втручання в екосистеми призводить до зменшення або збільшення числа видів або частоти їх зустрічі, що в подальшому призводить до перебудови структури біоценозу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість сучасних досліджень, спрямованих на вивчення ґрунтової макро-, мезо- та мікрофауни свідчать про значну діагностичну цінність ґрунтових організмів. Це пов'язано з тим, що ґрунтові тваринні організми приурочені до конкретного біотопу, що робить їх такими ж важливими індикаторами умов досліджуваних ділянок, як і рослинний покрив [1].

Аналіз просторової та часової мінливості ґрунтової фауни дозволяє відстежити особливості формування угруповань безхребетних у відповідь на дію екзогенних факторів як природного так і антропогенного походження [2–4]. Однак, тут важливо враховувати, що будь-які прояви мінливості ґрунтової фауни можуть бути пов'язані з просторовою неоднорідністю, або з сезонними чи річними змінами [5].

Наприклад, на просторовий розподіл угруповань ґрунтових безхребетних впливають абіотичні та біотичні фактори як надземні так і підземні, включаючи рослинні угруповання, властивості самого ґрунту та інші фактори [6–8]. Часова динаміка, яка значною мірою залежить від кліматичних факторів, у першу чергу позначається на видовому складі ґрунтових безхребетних [9; 10].

Мета, завдання та методики проведення досліджень. Метою наших досліджень було визначення біомаси та чисельності ґрунтової мезофауни суборів південно-східної частини Волинського Полісся на ділянках лісу з різним рівнем антропогенного навантаження.

Ґрунтово-зоологічні дослідження проводили методом ручного розбирання ґрунтових зразків [1] з прикопками 50x50x10 см у трикратній повторності на кожній із досліджуваних ділянок. Визначення ваги зібраних представників ґрунтової мезофауни проводили безпосередньо на місці за допомогою прецизійної лабораторної ваги моделі ТВЕ-2,1-0,01-а, II класу точності згідно з ДСТУ EN 45501. Оцінку біомаси проводили шляхом перерахунку в г/м², чисельність представників виражали в екз/м². Температуру ґрунту на місці відбору зразків визначали за допомогою цифрового термометру TP-101 (в-во Китай); вологість ґрунту – за допомогою термостатно-вагового методу [11] після доставки ґрунту в лабораторію. Повторність вимірювання кожного показника була трикратною. Статистичну обробку отриманих значень виконували за допомогою програмного забезпечення Statistica 8.0.

Роботи проводили на ділянках лісу у межах суборів південно-східної частини Волинського Полісся. Ділянка №1 (50°54'24.6"N 26°29'45.5"E) розташована поблизу автомобільної траси, де наявні обладнані зони для пікніків, помітні зміни лісової підстилки, несанкціоновані звалища сміття та залишки від розведення багаття. Ділянка №2 (50°47'53.0"N 27°03'58.4"E) знаходиться в межах лісництва, яка не зазнає впливу антропогенного навантаження. Ділянка №3 (50°50'44.4"N 26°56'30.0"E) – лісова територія в перші місяці після пожежі середньої інтенсивності. Ділянка №4 (50°48'05.1"N 27°05'21.4"E) – після суцільної рубки лісу. Всі досліджувані ділянки мають дерново-середньопідзолистий поверхнево-оглеєний суглинковий тип ґрунту із розріджений деревостаном, переважно соснових порід та листяного підліску природного походження, тип лісорослинних умов В2 – свіжі субори. Період досліджень – червень 2021 р.

Виклад основного матеріалу дослідження. Обстеження ділянки №1, виявило, що середня біомаса ґрунтової мезофауни становила величину 3,78±0,41 г/м². Обстеження ділянки №2 середню біомаси ґрунтової мезофауни виявило на рівні 2,25±0,71 г/м². На ділянці №3 біомаса досліджуваних безхребетних становила 0,22±0,06 г/м², а на ділянці №4 була у середньому 1,22±0,28 г/м². Відповідно, загальна чисельність представників ґрунтової мезофауни на досліджуваних

лісових ділянках становила: $30,0 \pm 2,65$ на ділянці №1; $17,0 \pm 2,16$ на ділянці №2; $7,3 \pm 1,78$ на ділянці №3 та $4,3 \pm 1,11$ екз/м² на ділянці № 4 (рис. 1).

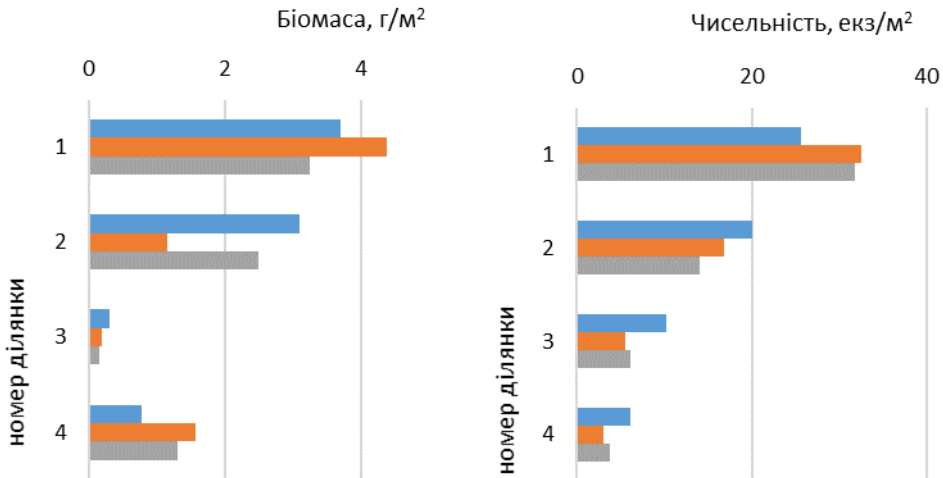


Рис. 1. Просторовий розподіл біомаси та чисельності ґрунтової мезофауни на досліджуваних ділянках суборів

Вимірювання фізичних показників ґрунту виявило, що найвищі значення вологості в досліджуваному шарі мали ділянки №2 (15%) та №1 (13%). Вологість ґрунту виявилась помітно нижчою на ділянці після лісової пожежі (11%), а на ділянці лісу після суцільної рубки вона становила 12%. При цьому, показники температури ґрунту, відповідно на ділянках №№ 1–4 були наступними: $14,13 \pm 0,16$; $12,17 \pm 0,08$; $15,27 \pm 0,17$ та $14,23 \pm 0,11$ °С.

Залежність між величинами біомаси та чисельності ґрунтової мезофауни та гідротермічними показниками лісового ґрунту на досліджуваних ділянках найбільш наглядно ілюструється поліноміальною кривою (рис. 2, рис. 3).

Лінійна залежність між біомасою тварин (x) та температурою ґрунту (y) описувалась рівнянням $y = 14,564 - 0,3288x$, а між біомасою (x) та вологістю (y) рівнянням $y = 11,6438 + 0,5924x$. Як у поліноміальних, так і у лінійних рівняннях, кореляційні коефіцієнти представлених залежностей характеризували середню тісноту зв'язку без підтвердження статистичної ймовірності: $r = -0,4108$ ($p = 0,1846$) та $r = 0,5649$ ($p = 0,0556$) відповідно.

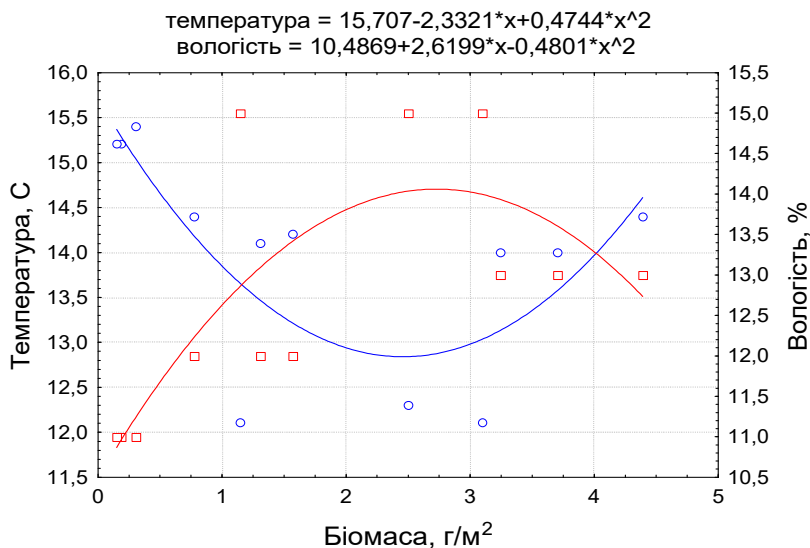


Рис. 2. Взаємозалежність між біомасою ґрунтової мезофауни та гідротермічними показниками лісового ґрунту

Лінійна залежність між чисельністю ґрунтової мезофауни (x) та температурою ґрунту (y) описувалась рівнянням $y = 14,4181 - 0,0319x$, а між чисельністю тварин (x) та вологістю ґрунту (y) рівнянням $y = 11,7204 + 0,0702x$. В обох випадках, залежність чисельності тварин та температури ґрунту мала слабку кореляцію без статистичної ймовірності: $r = -0,2909$; $p = 0,3589$, а залежність чисельності та вологості – середню кореляцію без статистично підтвердженої ймовірності: $r = 0,4885$; $p = 0,1071$.

Проте, побудова багатофакторної регресійної залежності дозволила встановити присутність статистично значимого впливу сумісної дії гідротермічних характеристик ґрунту на біомасу та чисельність ґрунтової мезофауни. Так, отримані регресійні рівняння, що відображують формування величини біомаси (B , г/м²) і чисельності ($Ч$, екз/м²) ґрунтової мезофауни під дією температури (T , °C) та вологості (V , %) ґрунту мали вигляд:

$$B = -75,033 + 2,890 \cdot T + 2,395 \cdot V \quad (r=0,81; F=8,31; p=0,009); \quad (1)$$

$$B = -708,833 + 3,190 \cdot T + 5,586 \cdot V \quad (r=0,91; F=20,97; p=0,0004), \quad (2)$$

де r – загальний коефіцієнт кореляції регресійного рівняння; F – статистичний критерій Фішера; p – довірчий рівень статистичної ймовір-

ності.

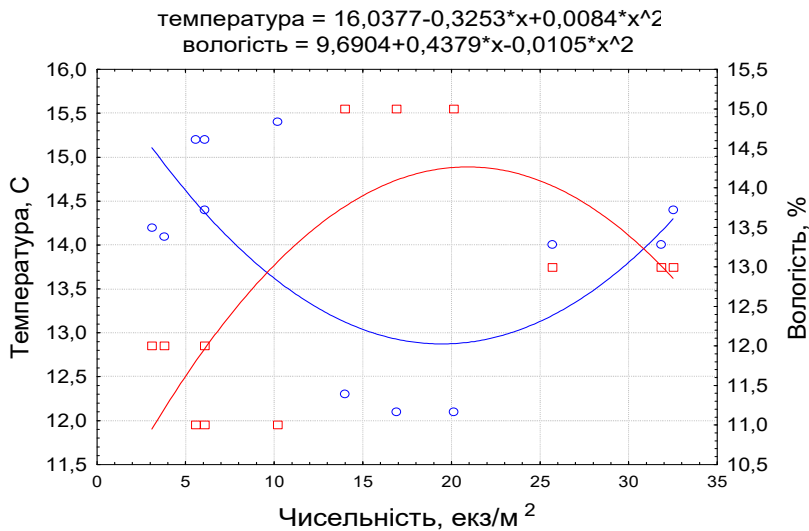


Рис. 3. Взаємозалежність між чисельністю ґрунтової мезофауни та гідротермічними показниками лісового ґрунту

Отримані рівняння доводять, що біомаса і чисельність ґрунтових безхребетних є результатом складної взаємодії комплексної дії абіотичних факторів середовища, зокрема температури та вологості ґрунту, які формують гідротермічний режим біотопів існування тварин. Крім того, нами було помічено, що величини біомаси та чисельності ґрунтової мезофауни хоча і відрізняються на ділянках лісу з різним видом антропогенного навантаження, проте не мають безпосереднього відношення до наявності або відсутності факторів антропогенного пресу. Зокрема, найвищі значення біомаси ґрунтових тварин були характерні для рекреаційної ділянки ($3,78 \pm 0,41$ г/м²) та ділянки в межах лісництва ($2,25 \pm 0,71$ г/м²), позбавленої антропогенного навантаження. Припускаємо, що в межах першої ділянки порівняно високі значення досліджуваного показника пов'язані з присутністю в ґрунті більшої кількості органічних речовин, які потрапляють у нього внаслідок наявності тут харчових залишків та іншого сміття. Одночасно, чисельність виявлених представників ґрунтової мезофауни на ділянці №1 ($30,0 \pm 2,65$ екз/м²) була майже вдвічі вищою за їх кількість у межах другої ділянки ($17,0 \pm 2,16$ екз/м²). Біомаса та чисельність тварин на ділянках після лісової пожежі та суцільної рубки були вкрай низькими, відповідно $0,22 \pm 0,06$ г/м² при $7,3 \pm 1,78$ екз/м² та $1,22 \pm 0,28$ г/м² при $4,3 \pm 1,11$ екз/м².

Висновки. Отримані результати визначення біомаси ґрунтової мезофауни на ділянках лісу з різним рівнем антропогенного навантаження демонструють їх помітну просторову мінливість. Аналіз впливу температури та вологості ґрунту на розподіл безхребетних свідчить про відсутність прямої залежності між окремо взятими факторами гідротермічного режиму. Однак, сумісна дія цих факторів має очевидний вплив як на величину біомаси ($r=0,81$; $p=0,009$) так і на чисельність тварин ($r=0,91$; $p=0,0004$). Для більш точного розуміння кількісних та якісних змін ґрунтово-зоологічних комплексів лісових біогеоценозів, вважаємо за доцільне продовжити відстеження впливу природних та антропогенних факторів на просторову мінливість мезофауни в умовах суборів південно-східної частини Волинського Полісся, впродовж різних сезонів року.

1. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. М. : Наука, 1965. 281 с. 2. Пахомов О. С., Кунах О. М. Функціональне різноманіття ґрунтової мезофауни заплавних степових лісів в умовах штучного забруднення середовища : монографія. Д. : Вид-во ДНУ, 2005. 204 с. 3. Симочко В. В., Симочко Л. Ю. Екологічний стан мікробного ценозу ґрунту в примагістральних біогеоценозах. *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Біологія*. 2009. Вип. 26. С. 148–153. 4. Симочко В. В., Симочко Л. Ю. Мезофауна ґрунту антропогенно трансформованих біогеоценозів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Біологія*. 2010. Вип. 29. С. 87–92. 5. Wu P., Wang C. Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: The significance for soil fauna diversity monitoring. *Geoderma*. 2019. Vol. 337, 2019. P. 266–272. 6. Киричок Л. Г., Ильенко Н. Н., Бескровная Е. В. Структура угруповань мезофауни в захисно-декоративних насадженнях на териконах вугільних шахт Донбасу. *Вестник зоологии*. 2006. № 5. Т. 40. С. 437–443. 7. Ammer S., Weber K., Abs C., Ammer C., Prietzel J. Factors influencing the distribution and abundance of earthworm communities in pure and converted Scots pine stands. *Appl. Soil Ecol*. 2006. Vol. 33(1). P. 10–21. 8. Маслікова К. П. Екоморфічна структура угруповань ґрунтової мезофауни техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну. *Biosystems Diversity*. 2018. Vol. 26(2). P. 85–91. 9. Kardol P., Reynolds W. N., Norby R. J., Classen A. T. Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. *Appl. Soil Ecol*. 2011. Vol. 47 (1). P. 37–44. 10. Кунах О. М. Просторова екологія ґрунтових тварин степового Придніпров'я : дисертація ... д-ра біолог. наук : 03.00.16 / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України. Дніпро, 2018. 584 с. URL: https://www.dnu.dp.ua/docs/ndc/dissertations/D08.051.04/dissertation_5b23e462db36e.pdf (дата звернення 29.04.2022). 11. Практикум з ґрунтознавства / Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Крохін С. В. та ін. Вінниця : Нова книга, 2008. 448 с.

REFERENCES:

1. Gilyarov M. S. Zoologicheskii metod diagnostiki pochv. M. : Nauka, 1965. 281 s.
2. Pakhomov O. S., Kunakh O. M. Funktsionalne riznomanittia gruntovoi mezofauny zaplavnykh stepovykh lisiv v umovakh shtuchnoho zabrudnennia seredovyscha : monohrafiia. D. : Vyd-vo DNU, 2005. 204 c.
3. Symochko V. V., Symochko L. Yu. Ekolohichni stan mikrobnoho tsenozu igruntv v pry-mahistralnykh bioheotsenozakh. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Ser. Biolohiia*. 2009. Vyp. 26. S. 148–153.
4. Symochko V. V., Symochko L. Yu. Mezofauna igruntv antropohenno transformovanykh bioheotsenoziv. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Ser. Biolohiia*. 2010. Vyp. 29. S. 87–92.
5. Wu P., Wang C. Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: The significance for soil fauna diversity monitoring. *Geoderma*. 2019. Vol. 337, 2019. P. 266–272.
6. Kyrychok L. H., Ylenko N. N., Beskrovnaia E. V. Struktura uhrupovan mezofauny v zakhysno-dekoratyvnykh nasadzhenniakh na terykonakh vuhilnykh shakht Donbasu. *Vestnik zoologii*. 2006. № 5. T. 40. S. 437–443.
7. Ammer S., Weber K., Abs C., Ammer C., Prietzel J. Factors influencing the distribution and abundance of earthworm communities in pure and converted Scots pine stands. *Appl. Soil Ecol.* 2006. Vol. 33(1). P. 10–21.
8. Maslikova K. P. Ekomorfichna struktura uhrupovan gruntovoi mezofauny tekhnozemiv Nikopol'skoho marhantsevorudnoho baseinu. *Biosystems Diversity*. 2018. Vol. 26(2). P. 85–91.
9. Kardol P., Reynolds W. N., Norby R. J., Classen A. T. Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. *Appl. Soil Ecol.* 2011. Vol. 47 (1). P. 37–44.
10. Kunakh O. M. Prostorova ekolohii igruntovykh tvaryn stepovoho Prydniprov'ia : dysertatsiia ... d-ra bioloh. nauk : 03.00.16 / Dniprovskiy natsionalnyi univer-sytet imeni Olesia Honchara Ministerstva osvity i nauky Ukrainy. Dnipro, 2018. 584 s. URL: https://www.dnu.dp.ua/docs/ndc/dissertations/D08.051.04/dissertation_5b23e462db36e.pdf (data zvernennia 29.04.2022).
11. Praktykum z hruntovnavstva / Tykhonenko D. H., Dehtiarov V. V., Krokhin S. V. ta in. Vinnytsia : Nova knyha, 2008. 448 s.

**Biedunkova O. O., Doctor of Biological Sciences, Professor,
Tsipan Yu. R., Post-graduate Student** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

SPATIAL VARIABILITY OF SOIL MESOFAUNA DEPENDING ON THE HYDROTHERMAL PROPERTIES OF THE SOIL

Animals of soil participate in most key ecosystem processes and functions. At the same time, anthropogenic interference in the ecosys-

tem leads to a decrease or increase in the number of species or frequency of their meeting, which further leads to the restructuring of the biocenosis structure.

The purpose of our research was to determine biomass and quantity of soil mesofauna of sub-regions of the south-eastern part of Volyn Polissya on sections of the forest with different levels of anthropogenic loading. Soil-zoological studies carried out by the method of manual dissolving of soil samples and further determination of the size of biomass and the average number of soil mesofauna. The soil temperature was determined at the site of the research. Soil moisture was determined after delivery of selected samples in the laboratory. All the definitions were performed in three-fold repetition and were subject to statistical processing. The works were carried out on plots of wood, which have one type of soil, cut wood, mainly pine breeds and leaf-wood of natural origin: Site №1 is located near the highway, where the area for picnics is equipped; site №2 is within the limits of the forest, which is not affected by anthropogenic loading; site №3 is the forest area in the first months after the medium intensity fire; site №4 is after the solid felling of forest. Research period – June 2021.

In addition, we have noticed that the values of biomass and the number of soils mesofauna, although they differ on sections of the forest with different types of anthropogenic loading, but have no direct relation to the presence or absence of factors of anthropogenic press. In particular, the highest values of biomass of soil animals were characteristic for recreational area ($3,78 \pm 0,41 \text{ g/m}^2$) and area within the forest ($2,25 \pm 0,71 \text{ g/m}^2$), without anthropogenic loading. The analysis of the influence of temperature and moisture of soil on distribution of invertebrates testifies to absence of direct dependence between separately taken factors of hydrothermal regime. However, the joint action of these factors has an obvious influence both on the size of biomass ($r=0,81$; $p=0,009$) and on the number of animals ($r=0,91$; $p=0,0004$).

Keywords: soil; mesofauna; hydrothermal regime; biomass; number.