

WPŁYW DŹDŻOWNIC NA ZMIANY ILOŚCIOWE BAKTERII I GRZYBÓW W GLEBIE O ZRÓŻNICOWANYM POZIOMIE WILGOTNOŚCI

Andrzej Ignacy Wyczółkowski, Małgorzata Dąbek-Szreniawska, Jarosław Piekarcz

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: mdsz@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. Aktywność życiowa mikro i mezofauny oraz mikroorganizmów jest jednym z czynników mających wpływ na właściwości fizyczne i chemiczne gleby. Badania przedstawione w pracy są kontynuacją obserwacji wpływu wilgotności i zawartości substancji organicznej podłoża glebowego na oddziaływanie dżdżownic na liczebność drobnoustrojów w ich środowisku życia w warunkach hodowli laboratoryjnej. Doświadczenie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w wazonach o pojemności około 3 dm³ z glebą płową wytworzoną z lessu o dwóch poziomach wilgotności z dodatkiem wysuszonych i rozdrobnionych zielonych części łubinu. Do cylindrów wprowadzono po 3 dżdżownice z gatunku *Aporrectodea rosea*. Inkubację prowadzono 15 tygodni. Porównywano liczebność bakterii i grzybów w glebie i koprolitach dżdżownic. Wprowadzenie do gleby substancji organicznej w postaci resztek roślinnych zwiększało (przez krótki czas) liczebność bakterii i grzybów przy obecności dżdżownic.

Słowa kluczowe: mikroorganizmy, *Aporrectodea rosea*, koprolity, gleba, wilgotność

WSTĘP

Obecność i aktywność heterotroficznych organizmów glebowych, determinowana zawartością substancji odżywczej, pośrednio wskazuje na poziom żyzności gleby. Również o nim mówi ilość gatunków towarzyszących zarówno organizmów glebowych, jak i roślinnych. Spośród wszystkich żyjących w glebie bezkręgowców najwcześniej prowadzono badania nad dżdżownicami z rodziny *Lumbricidae* [5]. Dżdżownice odgrywają znaczną rolę w kształtowaniu struktury agregatowej gleb w wyniku mieszania składników mineralnych i organicznych gleb a także tworząc makropory glebowe i koprolity. Występują w różnego rodzaju siedliskach lądowych, niektóre gatunki związane są też z pobrzeżem zbiorników i cieków wodnych oraz terenami okresowo zalewanymi. Jako pokarm

wykorzystują one bakterie, glony, grzyby wraz z ich zarodnikami zawarte w próchnicy i szczątkach organicznych gleby [4]. Taki kontakt z otoczeniem predysponuje je do grona doskonałych bioindykatorów środowiska glebowego. Spełniają wszystkie kryteria stawiane żywym organizmom w testach biologicznych: są łatwo dostępne, obficie występują, szybko się rozmnażają i są bardzo wrażliwe na zmiany warunków środowiska [14].

Podjęte badania są kontynuacją obserwacji wpływu wilgotności i zawartości substancji organicznej podłoża glebowego na oddziaływanie dżdżownic na skład grup drobnoustrojów w ich środowisku życia w warunkach hodowli laboratoryjnej. Wpływ temperatury i wilgotności na poszczególne gatunki dżdżownic w warunkach naturalnych i hodowli laboratoryjnej jest stosunkowo dobrze poznany, natomiast poznanie oddziaływań pomiędzy dżdżownicami a mikroorganizmami w zróżnicowanych warunkach wilgotności środowiska glebowego wymaga dalszych badań.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w cylindrach o pojemności 3 dm³ z gleba płąwą wytworzoną z lessu o dwóch poziomach wilgotności 17% wagowych i 23% wagowych, z dodatkiem wysuszonych i rozdrobnionych zielonych części łubinu w ilości odpowiadającej 0,05g N na 100g gleby. Do cylindrów wprowadzono po 3 dżdżownice z gatunku *Aporrectodea rosea*. Inkubację prowadzono 15 tygodni. Przygotowanie podłoża i warunki hodowli dżdżownic opisano w pracy Piekarz, Lipiec [11]. Analizy mikrobiologiczne prowadzono po 2, 5 i 15 tygodniach inkubacji gleby. Liczebność mikroorganizmów określono w koprolitach, glebie przylegającej do ścianki pora (do 2 mm wokół pora), glebie oddalonej od ścianki pora wytworzonego przez dżdżownice > 20 mm i glebie kontrolnej (bez dżdżownic). Porównywano liczebność bakterii i grzybów. W tym celu stosowano ogólnie przyjęto metodykę. Liczebność bakterii oznaczano na agarze asparagino-mannitolowym Thortona [3]. Liczebność grzybów określano na pożywce Martina dekstrozowo-peptonowej z różem bengalskim [9]. Liczebność badanych grup drobnoustrojów przedstawiono jako średnią z czterech powtórzeń w jednostkach tworzących kolonie jtk (ang. CFU) w przeliczeniu na jeden kg suchej masy gleby lub koprolitów.

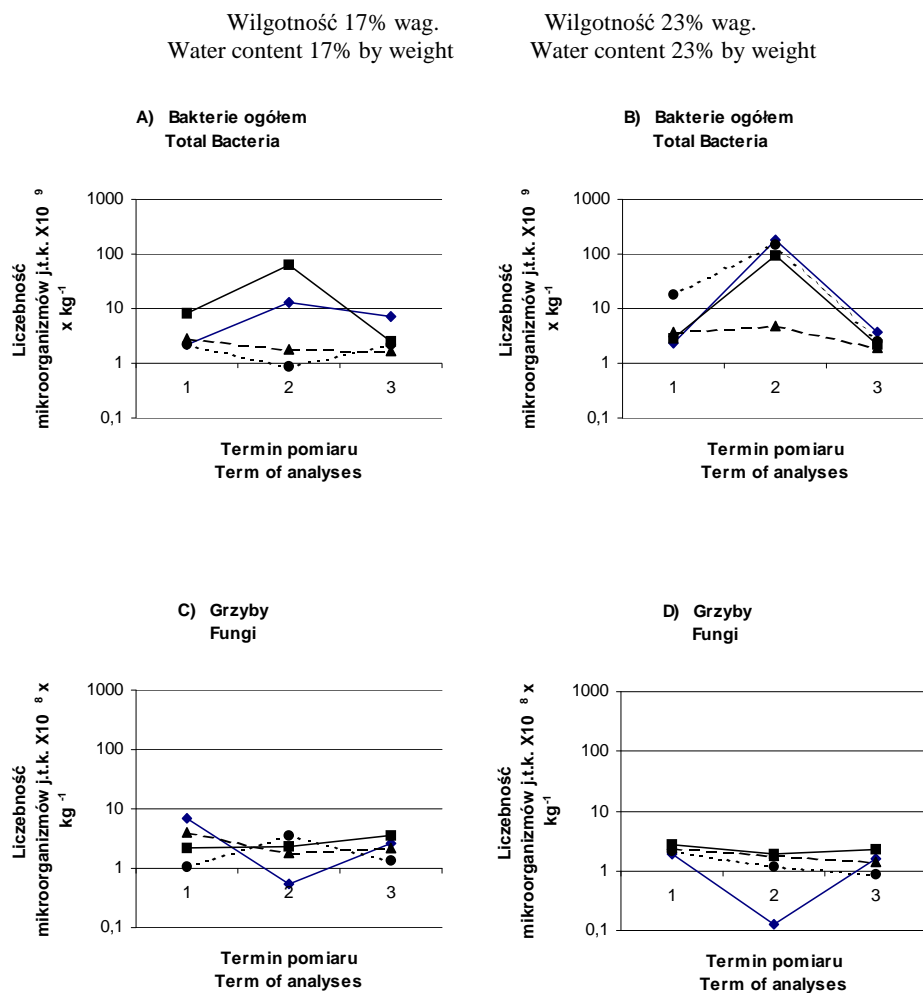
WYNIKI I DYSKUSJA

Obserwacje wpływu zróżnicowanej wilgotności na liczebność bakterii i grzybów w glebie i w koprolitach dżdżownic przedstawiono na rysunku 1 A, B, C, D. Przy wyższej wilgotności (23% wagowych) liczebność bakterii była wyraźnie wyższa zarówno w glebie jak i w koprolitach w porównaniu z wilgotnością 17% wagowych (rys. 1AB). Wyraźny wzrost liczebności bakterii w 5 tygodniu inku-

bacji zarówno w koprolitach jak i w glebie przylegającej do ścianki poru (do 2 mm), a także w glebie kontrolnej (bez dżdżownic) o wilgotności 23% w/w wskazują na powstanie warunków dogodnych dla namnożenia się bakterii (rys. 1A,B). Natomiast w glebie oddalonej od ścianki poru >20 mm nie stwierdzono takiej zależności (rys. 1B). Zwiększona liczebność bakterii w obiekcie z glebą kontrolną (bez dżdżownic) może być związana z niedotlenieniem całej objętości gleby i namnażaniem się bakterii anaerobowych. Natomiast w przypadku gleby w odległości >20 mm od ścianki pora brak wzrostu liczebności w tym terminie może być wynikiem konkurencji pomiędzy bakteriami aerobowymi (stymulowanymi dostępem tlenu z porów wytworzonych przez dżdżownice) a anaerobowymi. Liczebność grzybów w analizowanych wilgotnościach utrzymywała się na zbliżonym poziomie przez cały czas trwania doświadczenia. W koprolitach przy wyższej wilgotności liczebność grzybów była niższa (rys. 1C,D) w analizowanych podłożach i utrzymywała się na niskim poziomie przez cały czas trwania doświadczenia. Zaobserwowano również, że grzyby najliczniej występowały po 2 tygodniach od założenia doświadczenia. W glebie kontrolnej przy niższym nawilżeniu, w warunkach dostatecznego natlenienia i przy braku konkurencji o pokarm (gleba bez dżdżownic) liczebność grzybów wzrosła do 5 tygodnia. Po tym okresie liczebność ich obniżyła się do wartości początkowej. W koprolitach przy wyższej wilgotności gleby (23%) obserwowano obniżenie się liczebności grzybów w czasie doświadczenia, co może być spowodowane słabym natlenieniem. Wyraźne obniżenie liczebności grzybów w koprolitach dżdżownic po upływie 5 tygodni, przy obu badanych wilgotnościach można tłumaczyć trawieniem w przewodzie pokarmowym dżdżownic strzępek wegetatywnych grzybów jak również części zarodników.

Edwards i in. [2] wykazali korzystną rolę korytarzy i porów tworzonych przez dżdżownice w ochronie roztworów glebowych przed wymywaniem podczas intensywnych opadów. Zjawisko to obserwowano nawet do 45 cm poniżej powierzchni gleby. Podobne obserwacje przytoczył Smettem [13], który poparł swe doświadczenia szeroką analizą statystyczną. W naszych badaniach może mieć również miejsce zjawisko zatrzymywania substancji pokarmowych zarówno w koprolitach jak i w glebie przylegającej do ścianki poru (do 2 mm) w korytarzach wytworzonych przez dżdżownice, co łączyć się mogło w rezultacie z powstaniem warunków dogodnych dla namnożenia się bakterii.

Zarówno w przedstawionych w naszej pracy badaniach jak i prowadzonych przez Wyczółkowskiego i in. [16] obserwowano stymulujący wpływ wprowadzonych do gleby resztek roślinnych na liczebność grzybów w początkowym okresie (do dwóch tygodni) doświadczenia. Natomiast w późniejszych okresach liczebność grzybów utrzymywała się na stałym poziomie.



Rys. 1. Zmiany liczebności drobnoustrojów w czasie trwania doświadczenia. Terminy 1, 2, 3 odpowiadają 2, 5 i 15 tygodniom inkubacji

Fig. 1. Number of micro-organisms during experiment. Term of analyses: 1, 2, 3 means 2, 5 and 15 weeks of measurement during incubation time

- ■ – gleba ze ścianek porów <2 mm od powierzchni – soil from pore walls within <2 mm from surface
- ▲ – gleba pobrana w odległości ≥ 20 mm od ścianek pora – soil from the pore wall within ≥ 20 mm,
- ● – gleba kontrolna: gleba z dodatkiem substancji organicznej bez dżdżownic – control soil: soil with organic matter addition without earthworms
- ◆ – koprolity – earthworms casts

Aktywność życiowa mikro i mezofauny oraz mikroorganizmów jest jednym z czynników mających wpływ na właściwości fizyczne i chemiczne gleby [15]. Dżdżownice pobierając z glebą i trawiąc znajdującą się w niej martwą i żywą substancję organiczną powodują, że masa pokarmowa przechodząca przez ich przewód pokarmowy nabiera nowych właściwości chemicznych [10, 12].

Makulec i in. [7] podjęli próbę oceny roli *Lumbricus rubellus*, jednego z pospolitszych gatunków epigeicznych, w przemianach materii organicznej i niektórych makroskładników oraz w kształtowaniu mikroflory gleb łąkowych. Badano znaczenie *L. rubellus* w tworzeniu zasobów humusu glebowego i pierwiastków wymiennych w glebach łąk przemiennych. Zauważono, że w glebach torfowych *L. rubellus* pełni wyraźnie regulacyjną funkcję w stosunku do bakterii. Na stanowiskach o wysokiej liczebności bakterii w glebie, w koprolitach średnia ich liczba malała o 1/2-1/3, natomiast w glebach o małej liczbie komórek bakteryjnych wystąpił niewielki wzrost albo koprolity nie różniły się od gleby. Prawie na wszystkich stanowiskach koprolity *L. rubellus* były mniej licznie zasiedlane przez promieniowce. Grzyby natomiast intensywnie przerastały drobne grudki koprolitów, co zwiększa ich trwałość i odporność na działanie czynników fizycznych. Badania te potwierdzają wyniki otrzymane w naszej pracy.

Podobne wyniki uzyskali Chmielewski i Makulec [1], którzy porównywali liczebność mikroflory i aktywność dwóch enzymów w koprolitach dżdżownic i w glebach hydrogenicznych. Autorzy stwierdzili, że w koprolitach było 2 do 6-krotnie więcej grzybów w porównaniu z glebą murszową. Obserwowano również większy rozwój mikroflory celulolitycznej i wyższą aktywność ureazy. Na wszystkich łąkach stwierdzono niższą (od 10 do 76%) liczebność promieniowców w koprolitach niż w glebie.

Makulec [6] i Makulec i Kusińska [8] badali udział dżdżownic w powstawaniu próchnicy i jej składników. Autorzy zauważyli, że stosunek kwasów huminowych (C_{HA}) : kwasów fulwowych (C_{FA}) w koprolitach dżdżownic maleje, a względny udział kwasów fulwowych – najmłodszej frakcji humusu rośnie wraz z wiekiem łąk. Wskazuje to na znaczącą rolę tych zwierząt w odnawianiu zasobów humusu glebowego w toku sukcesji łąk przemiennych. Również analizowane pierwiastki wymienne wykazują wyższą zawartość w koprolitach w porównaniu do gleby. Szczególne miejsce zajmuje fosfor, którego udział wzrósł 4-8-krotnie. Także ilość wymiennego K, Mg i Ca w koprolitach była wyższa w porównaniu do gleby i wzrastała w miarę starzenia się łąk.

Wzrastające zainteresowanie naukowców warunkami wpływającymi na występowanie dżdżownic w glebach znajduje swoje uzasadnienie w licznych doniesieniach o ich ważnej roli w kształtowaniu prawidłowej struktury i zwiększaniu żyzności gleb. Badania przedstawione w niniejszej pracy potwierdzają rolę dżdżownic jako bioindykatorów środowiska glebowego.

WNIOSKI

1. Zaobserwowano wpływ wilgotności na liczebność badanych drobno-ustrojów. Przy wyższej wilgotności (23% wagowych) liczebność bakterii była wyraźnie wyższa zarówno w glebie jak i w koproliwach w porównaniu z wilgotnością 17%.

2. Wprowadzenie do gleby substancji organicznej w postaci resztek roślinnych zwiększało (przez krótki czas) liczebność bakterii i grzybów przy obecności dżdżownic.

PIŚMIENNICTWO

1. **Chmielewski K., Makulec G.:** Microflora and enzymatic activity of earthworm (*Lumbricidae*) casts in hydrogenous soil. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 406, 135-138, 1993.
2. **Edwards W.M., Shipitalo M.J., Traina S.J., Edwards C.A., Owens L.B.:** Role of *Lumbricus Terrestris* (L.) burrows on quality of infiltrating water. *Soil Biol. Biochem.*, 24, 1555-1561, 1992.
3. **Fred E.B., Waksman S.A.:** Laboratory Manual of General Microbiology. McGraw-Hill Book Company, New York, London, 1928.
4. **Kasprzak K.:** Stan badań nad dżdżownicami (*Oligochaeta: Lumbricidae*) Polski. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, Sesja Naukowa, 41, Ekologiczne i Gospodarcze Znaczenie Dżdżownic, Rzeszów, 25-49, 1994.
5. **Kasprzak K., Ryl B.:** Wpływ gospodarki rolnej na występowanie skąposzczetów (*Oligochaeta*) w glebach pól uprawnych. *Wiadomości Ekologiczne*, 24, 333-366, 1978.
6. **Makulec G.:** Wpływ wieloletniego odwodnienia gleb torfowych na zespoły dżdżownic (*Oligochaeta: Lumbricidae*). *Pol. Ecol. Stud.*, 17, 203-219, 1991.
7. **Makulec G., Chmielewski K., Kusińska A.:** Znaczenie *Lumbricus rubellus* w transformacji materii organicznej i kształtowaniu składu i liczebności mikroflory gleb łąkowych. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, sesja naukowa nr 41, Ekologiczne i Gospodarcze Znaczenie Dżdżownic, Rzeszów, 51-60, 1994.
8. **Makulec G., Kusińska A.:** The role of earthworms (*Lumbricidae*) in transformations of organic matter and in the nutrient cycling in the soils of ley meadows and permanent meadows. *Ekol. Pol.*, 45, 825-837, 1997.
9. **Parkinson D.:** Filamentous fungi. [w] R.W. Weaver et al. (red.) *Methods of soil analysis. Part 2.* Soil Sci. Soc. Am. Inc., Madison, 329-350, 1994.
10. **Paul E.A., Clark F.E.:** Mikrobiologia i Biochemia Gleb. Wyd. UMCS, Lublin, 400, 2000.
11. **Piekarz J., Lipiec J.:** Selected physical properties and microbial activity of earthworm casts and non ingested soil aggregates. *Int. Agrophysics*, 15, 181-184, 2001.
12. **Satchell J.E.:** Dżdżownice. [w] A. Burges, F. Raw (red.) *Biologia gleby.* PWRiL, Warszawa, 258-319, 1971.
13. **Smettem K.R.J.:** The relation of earthworms to soil hydraulic properties. *Soil Biol Biochem.*, 1539-1543, 1992.
14. **Songin H., Szychowska L., Hury G.:** Wpływ warunków agroekologicznych na występowanie dżdżownic w glebie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 492, 341-346, 2003.
15. **Tiunov A.V., Scheu St.:** Microbial biomass, biovolume and respiration in *Lumbricus terrestris* L. cast material of different age. *Soil Biol. Biochem.*, 32, 265-275, 2000.
16. **Wyczółkowski A., Dąbek-Szreniawska M., Piekarz J., Lipiec J.:** Wstępne badania mikroflory gleby i koproliwów dżdżownic. *Roczn. Glebozn.*, 54, 83-87, 2003.

THE INFLUENCE OF EARTHWORMS ON THE NUMBER OF BACTERIA AND FUNGI UNDER DIFFERENT SOIL WATER CONTENT

Andrzej Ignacy Wyczółkowski, Małgorzata Dąbek-Szreniawska, Jarosław Piekarz

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Science, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: mdsz@demeter.ipan.lublin.pl

Abstract. One of the factors that change the physical and chemical properties of soil is the activity of micro and mesofauna, including the earthworms. The important influence of earthworms on aggregate and organic matter stabilization is often emphasized in literature. Earthworms are animals that swallow the soil and digest the residues of organic matter. Bacteria and algae cells, fungi mycellium cause that the chyme that goes through their alimentary system requires new properties. Hence, their excreta (casts) constitute a great environment for micro-organisms. The soil treated by earthworms is characterized by better aggregate structure, and has improved air-circulation thanks to the created micro and macro-pores. The aim of the research was to compare the number of bacteria and fungi in the soil treated by earthworms in the laboratory conditions under different soil water content. On the basis of the obtained data, evident differences in the number of bacteria and fungi, dependent on humidity in the soil treated by earthworms in laboratory conditions, were observed. The number of bacteria and fungi were calculated in soil, in casts and in burrows created by earthworms. The obtained data confirm the higher number of fungi in casts comparing to the soil. Incubation of samples at humidity of 23% by weight revealed a higher number of bacteria both in casts and in soil compared to humidity 17% by weight.

Key words: micro-organisms in soil and earthworm (*Aporrectodea rosea*) casts