

Maria MARKO-WORŁOWSKA¹ i Anna CHRZAN¹

WPŁYW ANTROPOPRESJI NA PEDOFAUNĘ ŁĄKI I LASU W PARKU KRAJOBRAZOWYM W KRAKOWIE ZAKRZÓWKU

IMPACT OF ANTHROPOPRESSURE ON MEADOW AND FOREST PEDOFAUNA IN LANDSCAPE PARK IN KRAKOW-ZAKRZOWEK

Abstrakt: Konsekwencją akumulacji metali ciężkich w glebie (występujących w warunkach naturalnych w ilościach śladowych) jest dezaktywacja biologiczna środowiska, przejawiająca się między innymi ograniczeniem procesów rozkładu substancji organicznych poprzez zmniejszenie zagęszczenia, różnorodności i aktywności mikroorganizmów oraz pedofauny. W celu oceny wpływu zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi określono wybrane parametry fizykochemiczne i biologiczne gleby łąki i zagajnika w parku krajobrazowym. Stwierdzono, że gleby badanych siedlisk wykazywały odczyn lekko alkaliczny, natomiast stężenie Cd, Pb i Zn było wyższe w glebie lasu sosnowego, ale tylko w przypadku kadmu w obydwu siedliskach przekraczało normę. W glebie łąki stwierdzono znacznie większe zagęszczenie i różnorodność badanych grup pedofauny. W 1 m² gleby łąkowej stwierdzono 4928, zaś w glebie leśnej 3264 osobniki. Najbardziej zróżnicowane na łące były larwy *Diptera*, bowiem w ich obrębie wyodrębniono przedstawicieli 10 rodzin. W glebie lasu odnotowano przedstawicieli 4 rodzin larw *Diptera*.

Słowa kluczowe: pedofauna, zagęszczenie, różnorodność, metale ciężkie, larwy *Diptera*

Zwierzęta glebowe dzięki ich rozlicznym powiązaniom mają duże znaczenie w procesach glebotwórczych, mineralizacji, ale również humifikacji martwej materii organicznej. W wyniku aktywnego poszukiwania przez nie pokarmu formy przetrwalnikowe i wegetatywne bakterii i grzybów są rozprzestrzeniane głównie jako niestrawione resztki pokarmu tych zwierząt. W ten sposób mikroorganizmy mają możliwość zasiedlania nowych skupisk materii organicznej. Rozdrabnianie i mieszanie przez bezkręgowce glebowe dopływającej do gleby materii organicznej ma również ogromne znaczenie dla jej udostępniania mikroorganizmom [1]. Poprzez swoją aktywność ruchową pedofauna (głównie mezo- i makrofauna) wpływa także na agregatową strukturę gleby, na rozmiary porów i kanalików, decydując o możliwości wchłaniania, utrzymywania i magazynowania wody przez glebę. W związku z tym wielu autorów określa ją mianem „inżynierów gleby”. Uważa się, że materia dopływająca do gleby przechodzi przynajmniej raz przez przewód pokarmowy tych zwierząt i że ich odchody tworzą praktycznie całą warstwę próchnicy glebowej [2].

Mezo- i makrofauna glebowa w niektórych ekosystemach stanowi ok. 7,5% biomasy całej fauny, a jej liczebność w 1 m² gleb łąkowych wg Blaira i współprac. [3] dochodzi do 54 000 osobników. W przeciętnej glebie różnych ekosystemów lądowych stwierdzono ok. 150 *Lumbricidae* w 1 m² gleby, zaś zagęszczenie pozostałej makrofauny (większość larw *Coleoptera* i innych *Insecta*, w tym też imagines *Formicidae*, a także *Aranea*) może dochodzić do kilkuset na m². Natomiast zagęszczenie mezofauny, tj. *Collembola*, *Acarina* oraz drobnych larw *Diptera*, dochodzi do kilkudziesięciu tysięcy [2, 3]. Dzięki temu, że podobne zespoły bezkręgowców występują w wielu rodzajach gleb bardzo licznie oraz przez to, że granice zespołów mogą być łatwo i jasno zdefiniowane, pedofauna jest często

¹Zakład Ekologii, Badań Łowieckich i Ekoturystyki, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny, ul. Podbrzezie 3, 31-054 Kraków, tel. 12 662 67 05, email: mmw@ap.krakow.pl, chrzan@ap.krakow.pl

stosowana w badaniach nad wpływem zanieczyszczeń na gleby [4, 5]. Różnorodna działalność ludzka wpływa na jakość ekosystemów, m.in. powodując, że w obrębie pedofauny mogą następować duże zmiany w zagęszczeniu, ilości biomasy lub różnorodności gatunkowej i genetycznej. Wielu badaczy pokazuje drastyczne obniżenie liczebności i różnorodności gatunkowej w obrębie pedofauny w efekcie stosowania pestycydów oraz skażenia gleby metalami ciężkimi [5, 6]. Wykazano, iż szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia są skąposzczety i larwy większości owadów, dlatego że wilgotna powierzchnia ich ciała pozwala na dyfuzję zanieczyszczeń rozpuszczonych w roztworze glebowym do wnętrza ich tkanek.

Konsekwencją akumulacji metali ciężkich w glebie (występujących w warunkach naturalnych w ilościach śladowych) jest dezaktywacja biologiczna środowiska, przejawiająca się między innymi ograniczeniem procesów rozkładu substancji organicznych poprzez zmniejszenie zagęszczenia, różnorodności i aktywności mikroorganizmów oraz pedofauny. W związku z tym ważna jest ocena zmian zagęszczenia, biomasy i zróżnicowania tych zwierząt, które zachodzą w wyniku różnorodnej działalności człowieka.

Materiał i metodyka

Do oceny wpływu antropopresji na podsystem glebowy zbadano wybrane parametry fizykochemiczne, tj. wilgotność gleby i jej odczyn, oraz biologiczne, tj. zagęszczenie, różnorodność mezo- i makrofauny, zagęszczenie i biomasę oraz zróżnicowanie w obrębie larw *Diptera* występujących w glebie łąki i zagajnika w parku krajobrazowym. Wybrano 2 typy siedlisk na terenie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego:

1. Łąka w Krakowie Zakrzówku
2. Zagajnik sosnowy - ok. 40-letni usytuowany obok łąki, bliżej ok. kilkadziesiąt metrów niż łąka od traktu komunikacyjnego.

Na badanych stanowiskach pobierano jesienią 2008 r. serie próbek za pomocą ramy Morissa o wymiarach 25 cm x 25cm. Wbijano ją w głąb profilu glebowego do głębokości ok.10 cm. Każda seria składała się z 16 prób o łącznej powierzchni 1 m². Bezkąrowce wyplaszano metodą dynamiczną w zmodyfikowanym aparacie Tullgrena. Po oznaczeniu wyekstrahowanej mezo- i makrofauny szczegółowej analizie poddano jej zróżnicowanie i zagęszczenie. Zbadano wilgotność, temperaturę oraz pH gleby, a także oznaczono zawartość ołowiu, kadmu, cynku i miedzi za pomocą absorpcyjnego spektrofotometru atomowego (AAS firmy Cole-Parmer, BUCK 200A).

Wyniki i ich omówienie

Analiza odczynu wykazała, iż badane gleby miały lekko alkaliczny odczyn, bowiem wartość pH mieściła się w zakresie od 7,38 do 7,78 (tab. 1). W tym przypadku odczyn nie mógł być czynnikiem wpływającym na szczególne zwiększenie się ruchliwości metali w badanych gruntach, ponieważ tylko małe pH gleby zwiększa przyswajalność metali ciężkich (zwłaszcza Pb i Cd) przez organizmy glebowe [7, 8].

Wilgotność gleby łąkowej była średnio ok. 8% większa niż gleby zagajnika, zatem w tym przypadku może ona być elementem wpływającym na różnice w zagęszczeniu, różnorodności badanej pedofauny (tab. 1).

Ogólna charakterystyka gleby i pedofauny

Tabela 1

General characteristics of soil and pedofauna

Table 1

Parametry		Zagajnik	Łąka
Zagęszczenie pedofauny [liczba os./m ²]		3264	4928
Różnorodność pedofauny (liczba grup systematycznych)		17	19
Różnorodność larw <i>Diptera</i> (liczba rodzin)		4	11
Biomasa larw <i>Diptera</i> [mg s.m./m ²]		14,77	398,33
pH gleby	wartość średnia	7,65	7,57
	zakres	(7,56÷7,74)	(7,36÷7,78)
Wilgotność gleby [%]	wartość średnia	20,95	28,55
	zakres	(20,2÷21,7)	(25,2÷31,9)

Odnotowano także różnice w zawartości Cd, Pb, Zn i Cu. W glebie zagajnika ogólna ilość kadmu, ołowiu i cynku była większa niż w glebie łąki, natomiast miedzi było więcej w glebie zagajnika (tab. 2). Z badań wynika, że tylko ilość kadmu w obydwu siedliskach przekraczała normę ustaloną dla gleb, czyli 1 mg/kg. Jednak w przypadku łąki ilość Cd była nieco mniej niż dwa razy większa od normy, zaś w zagajniku było go prawie dwa i pół razy więcej (tab. 2).

Zawartość metali ciężkich w glebie badanych stanowisk [mg/kg]

Tabela 2

Content of heavy metals in soil of areas analysed [mg/kg]

Table 2

	Pb	Zn	Cu	Cd
Zagajnik	59,628	72,469	10,847	2,317
Łąka	51,705	65,721	13,055	1,904

Kadm i ołów należą do pierwiastków bardzo silnie wpływających na środowisko, także na właściwości gleb, rośliny oraz zdrowie ludzi i zwierząt, a duże zanieczyszczenie gleby kadmem i ołowiem prowadzi do zmian właściwości gleby, w tym właściwości biologicznych [7, 8]. Uzyskane wyniki dotyczące fauny wskazują na ten wpływ. Analizowane siedliska oprócz różnic w zagęszczeniu, różnorodności mezo- i makrofauny wykazują również różnice w obrębie larw *Diptera* (tabela 3 i 4).

Zawartość analizowanych metali w badanych siedliskach korelowała z liczebnością i różnorodnością badanej fauny. W glebie łąki stwierdzono większą koncentrację Cd, Pb i Zn w porównaniu z zagajnikiem, i to właśnie w 1 m² gleby łąki odnotowano największe (4928 osobników) zagęszczenie badanych zwierząt. Także tu zaobserwowano największe zróżnicowanie mezo- i makrofauny (tab. 3). Szczególnie wyraźnie widać to na przykładzie larw *Diptera*, które poddano szczegółowym badaniom dotyczącym zróżnicowania pod względem liczebności różnych rodzin w ich obrębie, a także ich zagęszczenia i biomasy. Stwierdzono, że w glebie łąki występuje dużo większe ich zróżnicowanie, zagęszczenie i dużo większa biomasa larw w porównaniu z zagajnikiem (tab. 4).

Zagęszczenie [l. os./m²] i wskaźnik dominacji [%] pedofauny

Tabela 3

Density [sp. no./ m²] and indicator of domination [%] of pedofauna

Table 3

Grupa systematyczna	Zagajnik		Łąka	
	[l. os./m ²]	[%]	[l. os./m ²]	[%]
<i>Lumbricidae</i>	8	0,25	16	0,32
<i>Symphyla</i>	24	0,74		
<i>Lithobius sp.</i>	56	1,72	48	0,97
<i>Geophilus sp.</i>	48	1,47	24	0,49
<i>Julus sp.</i>	16	0,49		
<i>Coleoptera imagines</i>				
<i>Staphylinidae</i>	8	0,25	40	0,81
<i>Carabidae</i>			8	0,16
<i>Ptilidae</i>	40	1,22		
<i>Coleoptera larvae</i>	72	2,21	40	0,81
<i>Thysanoptera</i>	56	1,72	8	0,16
<i>Gastropoda</i>			8	0,16
<i>Isopoda</i>	16	0,49	8	0,16
<i>Diptera imagines</i>	16	0,49	16	0,32
<i>Diptera larvae</i>	32	0,98	200	4,06
<i>Formicidae</i>	32	0,98	56	1,14
<i>Collembola</i>	1200	36,76	1920	38,96
<i>Pseudoscorpionidae</i>	16	0,49		
<i>Protura</i>	24	0,74	16	0,32
<i>Aranea</i>			8	0,16
<i>Acarina</i>	1552	47,55	2456	49,84
<i>Lepidoptera imagines</i>			8	0,16
<i>Lepidoptera larvae.</i>			32	0,65
<i>Dermoptera</i>			16	0,32
<i>Homoptera larvae.</i>	48	1,47		
Łącznie	3264		4928	

Zagęszczenie i biomasa larw *Diptera*

Tabela 4

Density and biomass of *Diptera* larvae

Table 4

Nazwa rodziny	Zagajnik		Łąka	
	[l. os./m ²]	[mg s.m./m ²]	[l. os./m ²]	[mg s.m./m ²]
<i>Cecidomyiidae</i>	8	2,11	32	10,56
<i>Chironomidae</i>			16	7,39
<i>Limoniidae</i>			16	17,39
<i>Syrphidae</i>			8	4,22
<i>Dolichopodidae</i>	8	4,22	16	9,5
<i>Ceratopogonidae</i>	8	4,22	40	17,95
<i>Phryneidae</i>			8	6,34
<i>Stratiomyiidae</i>			8	89,76
<i>Tipulidae</i>			16	40,92
<i>Lonchaeidae</i>	8	4,22	40	194,3
Suma	32	14,77	200	398,33

Także wskaźnik dominacji wskazuje na większy udział tych larw w zespole pedofauny łąki (tab. 3)

Głównymi źródłami punktowych, a także obszarowych zanieczyszczeń gleb metalami ciężkimi są przede wszystkim pyły emitowane przez huty metali nieżelaznych, spalanie węgla, a także zanieczyszczenia motoryzacyjne. Ilość zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy mechaniczne poza natężeniem ruchu uzależniona jest głównie od oddalenia od drogi i ukształtowania terenu. Zagrożenie rośnie wraz z natężeniem ruchu i ogranicza się na ogół do szerokości około 150 m po obu stronach jezdni [7]. W przypadku prezentowanych badań obok przemysłu, spalania węgla, duży wpływ ma motoryzacja. Jest to prawdopodobnie jedna z przyczyn większej koncentracji kadmu, ołowiu i cynku w glebie zagajnika, bowiem jest on położony niżej niż łąka oraz bliżej od ruchliwej ulicy Tynieckiej.

Literatura

- [1] Wolters V.: *Invertebrates control of soil organic matter stability*. Biol. Fertil. Soils. 2000, **31**, 1-19.
- [2] Wojewoda D., Kajak A. i Szanser M.: *Rola mezo- i makrofauny w funkcjonowaniu gleby*. Kosmos, 2002, **1**(254), 105-114.
- [3] Blair J.M., Tood T.C. i Callahan M.A.: *Responses of grassland soil of invertebrates to natural and anthropogenic disturbances*. [w:] *Invertebrates as Webmasters in Ecosystems*. D.C. Coleman, P.F. Hendrix (red.). CABI Publishing, Walingford, New York 2000, 255-269.
- [4] Rusek J.: *Soil invertebrate species diversity in natural and disturbed environments*. [w:] *Invertebrates as Webmasters in Ecosystems*. D.C. Coleman, P.F. Hendrix (red.). CABI Publishing, Walingford, New York 2000, 233-252.
- [5] Chrzan A. i Marko-Worłowska M.: *Wpływ metali ciężkich zanieczyszczających glebę na zagęszczenie i różnorodność fauny glebowej*. Proc. ECOpole, 2008, **2**(2), 429-431.
- [6] Gillet S. i Ponge J.F.: *Changes in species assemblages and diets of Collembola along a gradient of metal pollution*. Appl. Soil Ecol., 2003, **22**, 127-138.
- [7] Dziadek K. i Waclawek W.: *Metale w środowisku. Cz. I. Metale ciężkie (Zn, Cu, Ni, Pb, Cd) w środowisku glebowym*. Chem. Dydakt. Ekol. Metrol., 2005, **10**(1-2), 33-44.
- [8] Wyszowska J. i Wyszowski M.: *Effect of cadmium and magnesium on microbiological activity in soil*. Polish J. Environ., 2002, **5**(11), 585-591.

IMPACT OF ANTHROPOPRESSURE ON MEADOW AND FOREST PEDOFAUNA IN LANDSCAPE PARK IN KRAKOW-ZAKRZOWEK

Department of Ecology, Wildlife Research and Ecotourism, Institute of Biology
Pedagogical University of Krakow

Abstract: The consequence of accumulation of heavy metals (that can be detected in trace content in natural conditions) in soil is biological deactivation of environment manifesting in limitation of processes of organic substances decomposition by decreasing density, diversity and activity of the microorganisms and pedofauna. In order to evaluate the impact of pollution of environment by heavy metals a few chosen physiochemical parameters of meadow and grove soil in Landscape Park were detected. It was noted that soil of researched areas had slightly alkaline reaction, whereas concentration of Cd, Pb and Zn was higher in pine forest soil, however only concentration of Cd in both areas was above the norm. In the soil of the meadow considerably higher density and diversity of groups of pedofauna analyzed was detected. In 1 m² of meadow soil 4928 specimen were noted, while 3264 in forest soil. In the meadow *Diptera* larvae was the most diverse group, since within its order 10 families were isolated. In forest soil specimen of 4 *Diptera* larvae families were noted.

Keywords: pedofauna, density, diversity, heavy metal, *Diptera* larvae