

Wpłynęło 10.11.2016 r.
Zrecenzowano 01.03.2017 r.
Zaakceptowano 17.03.2017 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

WPŁYW SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH NA WYSTĘPOWANIE MEZOFAUNY GLEBOWEJ

Krzysztof FRĄCZEK¹⁾ BCEF, Dariusz ROPEK²⁾ ADEF

¹⁾ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Katedra Mikrobiologii

²⁾ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Katedra Ochrony Środowiska Rolniczego

Streszczenie

Celem badań było poznanie wpływu składowiska odpadów komunalnych na występowanie mezofauny (*Acari*, *Colembola*) w środowisku glebowym na terenie składowiska i w jego najbliższym otoczeniu. Badania przeprowadzono na terenie składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie w latach 2010–2011. Próbkę gleby pobierano z czterech stanowisk zlokalizowanych na terenie składowiska i w jego sąsiedztwie w okresie wiosny, lata oraz jesieni. Izolację mezofauny z gleby przeprowadzono za pomocą aparatu Tullgrena. Wyniki przeprowadzonych analiz wykazały, że na terenie bezpośrednio przylegającym do czynnego sektora składowiska liczebność mezofauny glebowej była najmniejsza. Wykazano istotną ujemną korelację między zawartością kadmu, niklu, cynku, miedzi, chromu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), takich jak: naftalen, fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(a)perylene, a liczebnością skoczogonków w glebie. Występujące w glebie nikiel, miedź i chrom miały istotny wpływ na występowanie roztoczy glebowych na terenie składowiska. Wykazano, że liczebność mezofauny glebowej była większa w glebie o odczynie lekko kwaśnym niż zasadowym.

Słowa kluczowe: roztocza, składowisko odpadów komunalnych, skoczogonki, zanieczyszczenia chemiczne

WSTĘP

Składowiska odpadów komunalnych i związane z nimi zagrożenia są istotnym problemem w ochronie środowiska. Nowoczesne metody utylizacji umożliwiają

Do cytowania For citation: Frączek D., Ropek D. 2017. Wpływ składowiska odpadów komunalnych na występowanie mezofauny glebowej. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 17. Z. 2 (58) s. 83–91.

ograniczenie ilości składowanych odpadów, jednak w Polsce zastosowanie alternatywnych do składowania metod utylizacji odpadów wciąż jest mocno ograniczone. Na składowiska w dalszym ciągu trafiają znaczne ilości odpadów komunalnych. Podczas użytkowania składowisk komunalnych emitowane są zanieczyszczenia, które mogą niekorzystnie oddziaływać na otaczające je środowisko [FRĄCZEK i in. 2015]. Do niebezpiecznych dla środowiska zanieczyszczeń, które mogą pochodzić ze składowisk, należą metale ciężkie i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Składowiska obejmują swym zasięgiem zwykle dość rozległy teren, który może ulegać znaczącej przemianie. Emitowane zanieczyszczenia mogą wpływać szczególnie niekorzystnie na środowisko glebowe [DOMSKA, WARECHOWSKA 2009; FRĄCZEK i in. 2014]. Gleba jest jednym z najbardziej narażonych elementów środowiska na zanieczyszczenia pochodzące ze składowisk odpadów komunalnych. Środowisko glebowe jest często zanieczyszczane przez odcieki oraz aerozol bakteryjny i grzybowy. Zanieczyszczenie gleby może powodować zaburzenie równowagi ekologicznej, co uwidacznia się m.in. zmianami w składzie gatunkowym mikro- i makroorganizmów [CEBRON i in. 2011; ZHANG i in. 2016].

W glebie występuje wiele organizmów żywych, wśród których można wyróżnić mikro-, mezo- i makrofaunę. Mezofauna glebowa to organizmy, których wielkość ciała mieści się w granicach od 0,2 do 2,0 mm. Do tej grupy zaliczane są nicienie, wazonkowce, skoczogonki, roztocza i inne stawonogi [STORK, EGGLETON 1992]. Mezofauna glebowa odgrywa istotną rolę w rozkładzie martwej materii organicznej. Zalicza się tu również organizmy, które mogą powodować szkody w uprawach, jednak większość tych organizmów jest nieszkodliwa dla roślin i zwierząt i odżywia się mikroorganizmami lub saprofagicznie [AUGUSTYNIUK-KRAM 2012; BEDANO i in. 2011; TWARDOWSKI 2010]. Ze względu na powszechność występowania i stosunkowo dobre poznanie tej grupy organizmów glebowych mezofauna jest wykorzystywana w celach bioindykacyjnych stanu środowiska [FILSER i in. 2014; JASIŃSKI i in. 2016; SANTORUFO i in. 2012]. Ocena stanu środowiska z wykorzystaniem organizmów żywych daje często znacznie pełniejszy obraz zmian zachodzących pod wpływem różnych czynników chemicznych i fizycznych, w tym nawożenia, pożarów czy zanieczyszczeń metalami ciężkimi i pestycydami [CHELINHO i in. 2014; CHRZAN, MARKO-WORŁOWSKA 2008; DEVIGNE i in. 2016; GRUSS i in. 2013; OLEJNICZAK i in. 2011; ROLBIECKI i in. 2009; RUSIN, GOSPODAREK 2016; YORKINA 2016; ZALLER i in. 2016], niż zastosowanie metod technicznych.

Celem niniejszych badań było poznanie wpływu składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie na występowanie wybranych grup stawonogów zaliczanych do mezofauny (*Acari*, *Colembola*) w środowisku glebowym na terenie składowiska i w jego najbliższym otoczeniu.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono na terenie składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie (dzielnica Krzyż) w latach 2010–2011. Na podstawie analizy budowy składowiska odpadów oraz jego lokalizacji i ukształtowania terenu wyznaczono stanowiska badawcze – punkty odłowu mezofauny glebowej: G1 – na terenie składowiska odpadów w sąsiedztwie sektora czynnego; G2 – powyżej sektora czynnego w odległości ok. 250 m od jego granic – w kierunku północnym; G3 – na terenie składowiska poniżej zrehabilitowanych sektorów – w kierunku południowo-wschodnim; G4 – poza terenem składowiska w odległości ok. 250 m od jego granic, za rowem wodnym, w kierunku południowym. Wszystkie stanowiska porośnięte były roślinnością trawiastą, okresowo wykaszaną. Przeprowadzono analizę gleby pod względem występowania mezofauny, uwzględniając w niniejszych badaniach roztocza i skoczogonki (*Acari*, *Colembola*). Próbkę gleby pobierano z czterech miejsc na jednym stanowisku (jedna próbka: wierzchnia warstwa gleby 10×10×10 cm). Próbkę gleby umieszczono w workach, a następnie w przenośnych torbach termoizolacyjnych i przewożono do laboratorium celem przeprowadzenia dalszych analiz. Glebę wstępnie przesiano sito o średnicy oczek 5 mm w celu oddzielenia większych osobników. Następnie przesianą glebę wykorzystano do izolacji mezofauny. Izolacja przeprowadzona została za pomocą zmodyfikowanego aparatu Tullgrena. Wyizolowane stawonogi oznaczono wg POMORSKIEGO i SKARŻYŃSKIEGO [1996] oraz BOCZKA i BŁASZAKA [2005]. Badania przeprowadzono trzykrotnie: wiosną, latem i jesienią w dwóch kolejnych latach badań. Analizowano również glebę pod względem jej właściwości i zanieczyszczenia szkodliwymi związkami chemicznymi – m.in. metalami ciężkimi i wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA), takimi jak: naftalen, fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(a)perylene. Metody i szczegółowe wyniki tej analizy przedstawiono w pracy FRĄCZKA i in. [2014]. Gleba na terenie składowiska i w jego sąsiedztwie zaliczana jest do gleb średnich i ciężkich.

W analizach statystycznych wykorzystano program Statistica 12 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Dane poddano analizie wariancji (ANOVA), a istotność różnic między średnimi zweryfikowano testem Tukeya ($\alpha = 0,05$). Określono współczynnik r korelacji Pearsona dla pierwiastków w glebie i liczby mezofauny, przyjmując za istotne statystycznie wartości, gdy $p < 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Stwierdzono, że w glebie na terenie składowiska odpadów komunalnych oraz w jego sąsiedztwie występują zróżnicowane liczebnie zgrupowania przedstawicieli mezofauny należącej do rzędu skoczogonki i roztocze (tab. 1). Średnia liczebność

roztoczy glebowych na terenie składowiska wynosiła od 62,5 do 160,0 osobników na $0,1 \text{ m}^2$ w zależności od pory i roku badań. Natomiast średnia liczebność skoczogonków na terenie składowiska wyniosła od 52,3 do 132,5 osobników $0,1 \text{ m}^2$. W glebie z terenów sąsiadujących z składowiskiem odpadów komunalnych średnia liczebność roztoczy glebowych i skoczogonków wyniosła odpowiednio: 77,5–177,5 oraz 95,0–207,5 osobników na $0,1 \text{ m}^2$. Występowanie mezofauny glebowej zależy od wielu czynników, między innymi od rodzaju i właściwości gleby, obecności materii organicznej i obecności zanieczyszczeń [CHRZAN i in. 2009; ROLBIECKI i in. 2009; RUSIN, GOSPODAREK 2016; ZALLER i in. 2016]. W przypadku roztoczy glebowych stwierdzono istotny wpływ pory roku i lokalizacji miejsc ich odłowu na liczbę odłowionych osobników (test Tukeya, $p < 0,05$). Nie zaobserwowano natomiast istotnych różnic w liczbie odławianych roztoczy w poszczególnych latach. Istotnie więcej roztoczy niż na pozostałych stanowiskach odłowiono w glebie na stanowisku G4 znajdującym się poza terenem składowiska w odległości ok. 250 m od jego granic. Biorąc pod uwagę porę roku, w której prowadzono obserwacje, stwierdzono, że roztocza najliczniej wystąpiły w okresie lata (test Tukeya, $p < 0,05$).

Liczebność populacji skoczogonków zależała od lokalizacji stanowisk badawczych i pory roku (test Tukeya, $p < 0,05$), w której prowadzono odłow. Nie zaobserwowano natomiast istotnych różnic w liczebności populacji skoczogonków pomiędzy obydwoma latami. Istotnie więcej skoczogonków niż na pozostałych stanowiskach odłowiono w glebie na stanowisku G4 znajdującym się poza terenem składowiska w odległości ok. 250 m od jego granic. Natomiast najmniej liczna populacja skoczogonków została zaobserwowana na stanowisku G1 – znajdującym się na terenie składowiska odpadów w sąsiedztwie sektora czynnego. Biorąc pod uwagę porę roku, w której prowadzono obserwacje, stwierdzono, że skoczogonki najliczniej wystąpiły w okresie lata (test Tukeya, $p < 0,05$).

Ocenę wpływu zawartości wybranych pierwiastków i zanieczyszczeń w glebie (WWA, Hg, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni), którą szczegółowo omówiono w pracy FRĄCZKA i in. [2014], oraz odczynu gleby na występowanie mezofauny glebowej na terenie składowiska odpadów dokonano na podstawie współczynnika korelacji Pearsona. Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej stwierdzono istotną korelację między obecnością niektórych pierwiastków i zanieczyszczeń w glebie a liczebnością mezofauny w glebie na terenie składowiska odpadów komunalnych. W wyniku analiz można stwierdzić, że Cd, Ni, Zn, Cu, Cr oraz WWA obecne w glebie wpływały w sposób istotny na liczebność skoczogonków (współczynniki korelacji odpowiednio, gdy $p < 0,05$: $R = -0,59$; $R = -0,63$; $R = -0,55$; $R = -0,67$; $R = -0,66$; $R = -0,59$). We wszystkich przypadkach stwierdzono ujemną korelację wskazującą na niekorzystny wpływ tych pierwiastków i WWA na występowanie skoczogonków. Także RUSIN i GOSPODAREK [2016] wykazały dużą wrażliwość zgrupowań skoczogonków na zanieczyszczenia gleby substancjami ropopochodnymi.

Tabela 1. Występowanie mezofauny glebowej na terenie składowiska odpadów komunalnych w Tarnowie**Table 1.** The occurrence of soil mesofauna in the vicinity of municipal waste landfill in Tarnów

Obiekt Site	Rok Year	Pora roku Season	Średnia liczba osobników na 0,1 m ² i odchylenie standardowe (±) Mean number of individuals per 0,1 m ² and standard deviation (±)		
			<i>Acari</i>	<i>Colembola</i>	razem total
G1	2010	wiosna spring	132,5±23,6	62,5±5,0	195,0±19,1
		lato summer	110,0±36,5	80,0±24,5	190,0±60,6
		jesień autumn	87,5±17,1	52,5±26,3	140,0±23,1
	2011	wiosna spring	90,0±18,3	77,5±47,9	167,5±34,0
		lato summer	110,0±37,4	65,0±50,7	175,0±85,8
		jesień autumn	62,5±27,5	67,5±37,7	130,0±46,9
G2	2010	wiosna spring	130,0±58,9	105,0±33,2	235,0±88,1
		lato summer	165,0±53,2	132,5±55,6	297,5±103,1
		jesień autumn	122,5±45,7	102,5±41,9	225,0±85,8
	2011	wiosna spring	107,5±55,6	92,5±25,0	200,0±73,9
		lato summer	145,0±38,7	155,0±55,7	300,0±94,2
		jesień autumn	92,5±26,3	87,5±33,0	180,0±54,2
G3	2010	wiosna spring	97,5±22,2	100,0±46,9	197,5±45,7
		lato summer	155,0±28,9	117,5±20,6	272,5±35,9
		jesień autumn	85,0±52,0	70,0±16,3	155,0±64,5
	2011	wiosna spring	112,5±22,2	95,0±17,3	207,5±35,9
		lato summer	135,0±19,1	122,5±26,3	257,5±35,0
		jesień autumn	70,0±11,5	85,0±28,9	155,0±40,4
G4	2010	wiosna spring	120,0±29,4	137,5±22,2	257,5±49,2
		lato summer	160,0±47,6	162,5±15,0	322,5±59,1
		jesień autumn	142,5±78,0	147,5±40,3	290,0±113,7
	2011	wiosna spring	140,0±65,8	95,0±31,1	235,0±88,1
		lato summer	177,5±41,9	207,5±72,7	385,0±88,9
		jesień autumn	77,5±20,6	102,5±31,0	180,0±43,2
Wyniki uśrednione Average results					
G1			98,8 a	67,5 a	166,3 a
G2			127,1 ab	112,5 bc	239,6 bc
G3			109,2 ab	98,3 b	207,5 ab
G4			136,3 b	142,1 d	278,3 c
	2010		125,6 a	105,8 a	231,5 a
	2011		110,0 a	104,4 a	214,4 a
		wiosna spring	116,3 a	95,6 a	211,9 a
		lato summer	144,7 b	130,3 b	275,0 b
		jesień autumn	92,5 a	89,4 a	181,9 a

Objaśnienia: średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($p < 0,05$).

Explanations: means marked by the same letter are not statistically different ($p < 0,05$).

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Z kolei na występowanie roztoczy glebowych na terenie składowiska istotny wpływ miały następujące obecne w glebie pierwiastki: nikiel (Ni), miedź (Cu) i chrom (Cr) (współczynniki korelacji odpowiednio, gdy $p < 0,05$: $R = -0,46$; $R = -0,45$; $R = -0,47$; $R = -0,67$; $R = -0,66$; $R = -0,59$). W próbach glebowych o zwiększonej zawartości tych pierwiastków stwierdzono mniejszą liczebność roztoczy glebowych. Podobne rezultaty uzyskali CHRZAN i in. [2009], którzy wykazali, że duża zawartość Cd, Pb, Ni i Zn powodowała zmniejszenie zagęszczenia mezofauny w glebie.

Na terenie składowiska pH gleby w analizowanych punktach było znacznie większe (pH 8,12–8,28) niż na stanowiskach zlokalizowanych poza jego terenem (pH 5,05–5,66). Zarówno roztocza, jak i skoczogonki występowały liczniej w glebie o mniejszym pH, a ich liczebność zmniejszała się wraz z alkalizacją podłoża (współczynniki korelacji odpowiednio, gdy $p < 0,05$: $R = -0,43$; $R = -0,55$). Mała wartość pH zwykle sprzyja dostępności metali ciężkich dla organizmów żywych [FIJAŁKOWSKI i in. 2012]. Wskazywałoby to na większe narażanie organizmów glebowych na zanieczyszczenia metalami ciężkimi na stanowiskach o kwaśnym odczynie gleby. Natomiast ARDESTANI i VAN GESTEL [2014] podają, że pH i wapno nie miało wpływu na akumulację miedzi przez gatunek skoczogonka *Folsomia candida*. Ponadto reakcja poszczególnych gatunków zaliczanych do mezofauny na wzrost/zmniejszenie się pH gleby może się znacznie różnić. Przeprowadzone badania wskazują, że na terenie składowiska odpadów komunalnych działają czynniki limitujące liczebność mezofauny glebowej, do których należy zaliczyć przede wszystkim zanieczyszczenia metalami ciężkimi i WWA.

WNIOSKI

1. Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują, że składowisko odpadów komunalnych może oddziaływać na liczebność mezofauny glebowej. Liczebność roztoczy glebowych i skoczogonków była istotnie mniejsza na terenie składowiska odpadów niż na terenach sąsiadujących ze składowiskiem.

2. Analiza statystyczna wykazała istotną ujemną korelację między zawartością kadmu, niklu, cynku, miedzi, chromu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), takich jak: naftalen, fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(a)perylene, a liczebnością skoczogonków.

3. Na występowanie roztoczy glebowych na terenie składowiska istotny wpływ miały obecne w glebie pierwiastki: Ni, Cu i Cr.

4. Mezofauna glebowa była liczniejsza na stanowiskach, w których gleba miała mniejszą wartość pH.

Praca finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010–2012 jako projekt badawczy N N305 227237.

BIBLIOGRAFIA

- ARDESTANI M.M., VAN GESTEL C.A.M. 2014. The effect of pH and calcium on copper availability to the springtail *Folsomia candida* in simplified soil solutions. *Pedobiologia*. Vol. 57. Iss. 1 s. 53–55.
- AUGUSTYNIUK-KRAM A. 2012. Rolnictwo ekologiczne a właściwości gleby i jej różnorodność biologiczna [Organic farming and soil quality and biodiversity]. *Studia Ecologiae et Bioethicae UKSW*. Nr 10(1) s. 45–63.
- BEDANO J.C., DOMINGUEZ A., AROLFO R. 2011. Assessment of soil biological degradation using mesofauna. *Soil and Tillage Research*. Vol. 117 s. 55–60.
- BOCZEK J., BŁASZAK Cz. 2005. Roztocze (*Acari*) – znaczenie w życiu i gospodarce człowieka [Mites (*Acari*) importance in human life and economy]. Warszawa. Wydaw. SGGW ss. 267.
- CEBRON A., CORTET J., CRIQUET S., BIAZ A., CALVERT V., CAUPERT C., PERNIN C., LEYVAL C. 2011. Biological functioning of PAH-polluted and thermal desorption-treated soils assessed by fauna and microbial bioindicators. *Research in Microbiology*. Vol. 162 s. 896–907.
- CHELINHO S., DOMENE X., ANDRÉS P., NATAL-DA-LUZ T., NORTEA C., RUFINOC C., LOPES I., CACHADA A., ESPÍNDOLAF E., RIBEIROA R., DUARTEE A.C., SOUSA J.P. 2014. Soil microarthropod community testing: A new approach to increase the ecological relevance of effect data for pesticide risk assessment. *Applied Soil Ecology*. Vol. 83 s. 200–209.
- CHRZAN A., MARKO-WORŁOWSKA M. 2008. Wpływ metali ciężkich zanieczyszczających glebę na zagęszczenie i różnorodność fauny glebowej [Influence of the heavy metals polluting the soil on the density and diversity of the soil fauna]. *Proceedings of ECOpole*. Nr 2(2) s. 429–431.
- CHRZAN A., MARKO-WORŁOWSKA M., ŁACIAK T. 2009. Metale ciężkie w glebie i organizmach bezkręgowców glebowych [Heavy metals in the soil and in the organisms of the invertebrates inhabiting the soil]. *Proceedings of ECOpole*. Nr 3(1) s. 59–62.
- DEVIGNE C., MOUCHON P., VANHEE B. 2016. Impact of soil compaction on soil biodiversity – does it matter in urban context? *Urban Ecosystems*. Vol. 19 s.1163–1178.
- DOMSKA D., WARECHOWSKA M. 2009. The effect of the municipal waste landfill on the heavy metals content in soil. *Contemporary Problems of Management and Environmental Protection* Vol. 4 s. 95–105.
- FIAŁKOWSKI K., KACPRZAK M., GROBELAK A., PLACEK A. 2012. The influence of selected soil parameters on the mobility of heavy metals in soils. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*. Nr 14(1) s. 81–92.
- FILSER J., WIEGMANN S., SCHRÖDER B. 2014. Collembola in ecotoxicology – Any news or just boring routine? *Applied Soil Ecology*. Vol. 83 s. 193–199.
- FRĄCZEK K., LENART-BOROŃ A., ROPEK D. 2015. Zanieczyszczenia chemiczne i mikrobiologiczne ziaren pszenicy w pobliżu składowiska komunalnego [Chemical and microbiological contaminations of wheat seeds in the vicinity of municipal landfill site]. *Proceedings of ECOpole*. Nr 9(1) s. 217–222.
- FRĄCZEK K., ROPEK D., LENART-BOROŃ A. 2014. Assessment of microbiological and chemical properties in a municipal landfill area. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*. Vol. 49. No. 5 s. 593–599.
- GRUSS I., HUREJ M., TWARDOWSKI J. 2013. Wpływ rośliny uprawnej na zróżnicowanie mezofauny glebowej. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*. Vol. 53(4) s. 668–673.
- JASIŃSKI M., TWARDOWSKI J., TENDZIAGOLSKA E. 2016. The occurrence of soil mesofauna in organic crops. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 61(3) s. 193–199.
- OLEJNICZAK I., RUSSEL S., PRĘDECKA A. 2011. Wpływ doświadczalnych pożarów na zespoły mezofauny (*Collembola* i *Acarina*) dwóch typów łąk [The impact of experimental fires on mesofauna

- communities (*Collembola* and *Acarina*) of two kinds of meadows]. *Studia Ecologiae et Bioethicae* UKSW. Nr 9(3) s. 85–96.
- POMORSKI R.J., SKARŻYŃSKI D. 1996. Skoczogonki (*Collembola*) pól uprawnych, ziemi doniczkowej, szklarni i pieczarkarni – klucz do oznaczania. W: Diagnostyka szkodników roślin i ich wrogów naturalnych [Springtails (*Collembola*) of cultivated fields, potted soil, greenhouses and mushrooms – key to identification. In: Diagnosis of plant pests and their natural enemies]. T. 2. Red. J. Boczek. Warszawa. Wydaw. SGGW s. 53–102.
- ROLBIECKI S., KLIMEK A., ROLBIECKI R., KUSS M. Wstępne badania nad wpływem wybranych zabiegów ulepszających na wzrost jednorocznych siewek sosny zwyczajnej oraz występowanie roztoczy (*Acari*) glebowych w szkółce leśnej w warunkach nawodnień [Preliminary study on the influence of chosen revitalization measures on the growth parameters of one-year old scots pine seedlings as well as on the occurrence of soil mites (*Acari*) in the forest nursery under irrigation]. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 5 s. 155–166.
- RUSIN M., GOSPODAREK J. 2016. The occurrence of springtails (*Collembola*) and spiders (*Araneae*) as an effectiveness indicator of bioremediation of soil contaminated by petroleum derived substances. *International Journal of Environmental Research*. Vol. 10. Iss. 3 s.449–458.
- SANTORUFO L., VAN GESTEL C.A.M., ROCCO A., MAISTO G. 2012. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. *Environmental Pollution*. Vol. 161 s. 57–63.
- STORK N.E., EGGLETON P. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*. Vol. 7. Iss. 1–2 s. 38–47.
- TWARDOWSKI J. 2010. Wpływ uproszczeń w uprawie roli pod pszenicę ozimą na zgrupowania stazonogów epigeicznych i glebowych [The effect of reduced tillage systems in winter wheat crop on the assemblages of epigeal and soil arthropods]. Wrocław. Wydaw. UWP. ISBN 978-83-7717-032-8 ss. 141.
- YORKINA N.V. 2016. Impact of technogenic pollution of urban environment on vitality indicators of urban biota (mollusk fauna, soil mesofauna, epiphytic lichens). *Moscow University Biological Sciences Bulletin*. Vol. 71. Iss. 3 s. 177–183.
- ZALLER J.G., KÖNIG N., TIEFENBACHER A., MURAOKA Y., QUERNER P., RATZENBÖCK A., BONKOWSKI M., KOLLER R. 2016. Pesticide seed dressings can affect the activity of various soil organisms and reduce decomposition of plant material. *BioMed Central Ecology*. Vol. 16. Iss. 37 s. 1–11.
- ZHANG CH., NIE S., LIANG J., ZENG G., WU H., HUA S., LIU J., YUAN Y., XIAO H., DENG L., XIANG H. 2016. Effects of heavy metals and soil physicochemical properties on wetland soil microbial biomass and bacterial community structure. *Science of the Total Environment*. Vol. 557–558 s. 785–790.

Krzysztof FRĄCZEK, Dariusz ROPEK

THE EFFECT OF MUNICIPAL LANDFILL SITE ON THE OCCURRENCE OF SOIL MESOFAUNA

Key words: chemical pollutants, mites, municipal landfill site, springtails

S u m m a r y

The aim of the work was to investigate the effect of municipal landfill in Tarnów on the occurrence of mesofauna (*Acari*, *Colembola*) in soil in the landfill site and in its immediate surroundings. The study was conducted at the municipal landfill in Tarnów in 2010–2011. Soil samples were collected in spring, summer and autumn at four sites located in the area of the landfill and in its vicinity. The soil mesofauna was isolated in the Tullgren apparatus. Conducted analyses revealed that the low-

est number of soil mesofauna was in soil from plots located near the active landfill sector. There was a significant negative correlation between the content of cadmium, nickel, zinc, copper, chromium and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) such as: naphthalene, phenanthrene, anthracene, fluoranthene, chrysene, benzo(a)anthracene, benzo(a)fluoranthene, benzo(a)perylene, benzo(a)pyrene, and with the springtails number in the soil. Presence of elements Ni, Cu and Cr in soil had a significant effect on the occurrence of soil mites in the landfill. It has been shown that soil mezofauna was more numerous in the slightly acidic than alkaline soil.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. Dariusz Ropek, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Ochrony Środowiska Rolniczego, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków; tel. + 48 12 662-44-02, e-mail: rropek@cyf-kr.edu.pl