

## VERMIKOMPOSTO ĮTAKOS SUNKIŪJŲ METALŲ BIOAKUMULIACIJAI PIEVINĖJE MIGLĖJE (*POA PRATENSIS*) TYRIMŲ ANALIZĖ

Domas LAURINAITIS<sup>1</sup>, Aušra ZIGMONTIENĖ<sup>2</sup>

*Vilniaus Gedimino Technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

*El. paštas: <sup>1</sup>domas.laurinaitis@stud.vgtu.lt; <sup>2</sup>ausra.zigmontiene@vgtu.lt*

**Santrauka.** Intensyvesnis žemės ūkio kultūrų auginimas, tręšiant mineralinėmis trąšomis, aplinkos tarša nualina dirvožemį: sumažėja dirvožemio derlingumas, didėja sunkiųjų metalų koncentracijos. Ypač pavojingas bendras, sinergetinis sunkiųjų metalų poveikis. Vermikompostas optimizuoja dirvožemio pH, granulimetrinę sudėtį, organinės medžiagos kiekį – rodiklius, nuo kurių labiausiai priklauso sunkiųjų metalų migracija dirvožemyje ir iš jo į augalus. Straipsnyje nagrinėjama vermikomposto įtaka sunkiųjų metalų bioakumuliacijai pievinėje miglėje. Atlikus eksperimentinį tyrimą nustatyta, kad geriausiai sunkiuosius metalus „surakino“ dirvožemio-vermikomposto substratas, paruoštas santykiu 1:2. Tame mišinyje užaugintoje biomasėje kadmio (Cd) koncentracijos buvo mažiausios, o skirtumas tarp SM kiekio nustatyto šaknyse ir ūgliuose didžiausias. Požeminėje augalo dalyje koncentracija lygi 11,10 mg/kg, o antžeminėje – 1,05 mg/kg. Švino (Pb) ir vario (Cu) atvejais situacija yra analogiška. Tai optimalus mišinio ruošimo santykis.

**Reikšminiai žodžiai:** sunkieji metalai, vermikompostas, pH, granulimetrinė sudėtis, organinė medžiaga, bioakumuliacija.

### Įvadas

Dirvožemis – sudėtinga, nuolat kintanti, gyva polidispersinė sistema. Dėl natūraliai gamtoje vykstančių procesų (ugnikalnių išsiveržimai, gaisrai ir kt.) ir dėl antropogeninės veiklos, tręšiant laukus, nusėdant pramonės, energetikos ir autotransporto emisijų teršalams, labai padidėjo dirvožemio tarša sunkiaisiais metalais (toliau – SM) (Taraškevičius, Radzevičius 1998). Didesni SM kiekiai neigiamai veikia fizikines, chemines ir biologines dirvožemio savybes, mažina dirvožemio biologinį aktyvumą. Sunkiųjų metalų perteklius gali sukelti ne tik endeminius susirgimus, susijusius su konkrečiu elementu, bet ir veikti biologinius organizmų augimo ir vystymosi sutrikimus, silpninti imunitetą, pažeisti reproduktyvias funkcijas. Ypač pavojingas bendras, sinergetinis sunkiųjų metalų poveikis, kai žala realizuojama atskiroms SM koncentracijoms neviršijant didžiausių leistinų koncentracijų. Dėl dirvožemio buferinių ypatumų, jo savybių, sudėties, tarša, skirtingai nei oro ir vandens, gali būti ilgą laiką nepastebėta (Mažvila 1998, 2001).

Nualinti, sunkiaisiais metalais užteršti dirvožemiai tampa ir nuodingi, ir mažiau produktyvūs. Jų savybėms pagerinti naudojamas mineralines trąšas, sudėtyje turinčias įvairių sunkiųjų metalų, būtų galima keisti organinėmis trąšomis ar medžiagomis, padedančiomis atkurti dirvožemio produktyvumą (Morera *et al.* 2001).

Viena iš tokių medžiagų – vermikompostas.

Vermikompostas – sliėkų perdirbtos žaliosios ir kitos bioskaidžios atliekos, kurios gerina dirvožemio savybes, didina dirvožemio derlingumą (daržovių – nuo 10,9 iki 38,9 %) ir taip pat prisideda prie sunkiųjų metalų koncentracijos mažinimo bei sveikesnės produkcijos auginimo (Sargsyan 2013; Aalok *et al.* 2008; Chaudhary *et al.* 2004).

Organinės medžiagos (toliau – OM) kiekis dirvožemyje turi didelę įtaką sunkiųjų metalų adsorbicijai ir migracijai jame. Tai sąlygoja ir mažesnę SM bioakumuliaciją augaluose, šiuo atveju bulvėse. Sunkieji metalai (Cu, Zn, Pb, Cd) adsorbuojasi organinėje medžiagoje, su kuria SM sudaro stabilias formas, taip jiems trukdant toliau judėti (Kabata-Pendias 2001). Tyrimo rezultatai parodė, kad Pb, Zn, Cu ir Cd kiekis bulvėse priklausė nuo OM šaltinio rūšies bei įterpiamo kiekio. Kompostas, vermikompostas ir durpės padidino Pb ir Cu kiekį bulvių šaknyse, stiebuose ir lapuose. Tačiau organinė medžiaga ženkliai sumažino Pb ir Cu koncentracijas bulvių žievelėse ir šakniagumbiuose (Angelova 2010; Camobrecó *et al.* 1996).

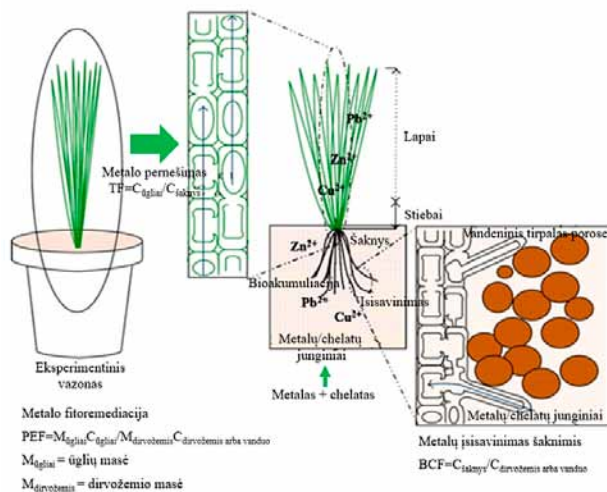
Daugelis autorių nustatė, kad dirvožemyje esančio kadmio koncentracija mažėja, esant dideliame bendrosios organinės anglies bei organinių trąšų kiekiui (Aydinalp, Marinova 2003; Alloway 1990). Šis efektas paaiškinamas didele katijonų mainų talpa ir OM gebėjimu suformuoti

chelatų kompleksus su Cd. Haghiri (1974) pastebėjo, kad kadmio kiekis augaluose sumažėjo dėl didesnės katijonų mainų talpos dirvožemyje.

Komposto ir vermikomposto taikymas sumažina agresyvių fulvorūgščių, kurios tirpina dirvos mineralus ir rūgština dirvą, neigiamą poveikį dirvožemiui. Dirvožemio savybėms atkurti naudojamas kompostas ir vermikompostas daugeliu atvejų sumažino sunkiųjų metalų kiekius dirvožemyje. Tai rodo perspektyvią SM imobilizaciją, taikant organines (humines) medžiagas (McGrath *et al.* 2001; Singh, Oste 2001).

## Metodika

Eksperimentas atliktas, remiantis tyrimu, atliktu Venesueloje, kur buvo tiriama švino (Pb) imobilizacija panaudojant vermikompostą, bei pastarojo įtaką baltajai pupelėi (*Phaseolus vulgaris*) (Carrasquero-Durán *et al.* 2006). 1 pav. pateikta eksperimentinio tyrimo principinė schema.



1 pav. Eksperimentinio tyrimo principinė schema (Chen *et al.* 2012)

Fig. 1. The principal scheme of the experimental research (Chen *et al.* 2012)

Dirvožemio mišiniams naudotas viršutinis dirvos sluoksnis (juodžemis iš Trakų Vokės apylinkių) ir vermikompostas, raudonųjų Kalifornijos sliekų (*Eisenia fetida*) pagamintas iš buitinių nuotekų dumblo. Buvo paruošti septyni skirtingi mišiniai (2 pav.):

- dirvožemis, neįterpiant SM (kontrolė) (6 pav. 1 nr.),
- dirvožemis, įterpiant SM (6 pav. 2 nr.),
- dirvožemio-vermikoposto mišinys (2:1) su SM (6 pav. 3 nr.),
- dirvožemio-vermikoposto mišinys (1:1) su SM (6 pav. 4 nr.),
- dirvožemio-vermikoposto mišinys (1:2) su SM (6 pav. 5 nr.),
- vermikompostas be SM (6 pav. 6 nr.),
- vermikompostas su SM (6 pav. 7 nr.).



2 pav. Eksperimentui paruošti septyni skirtingi dirvožemio vermikomoposto mišiniai

Fig. 2. The seven different soil vermikompost mixtures are prepared for the experiment

Prieš sėjant pievinę miglę (*Poa pratensis*) į paruoštus substratus, nustatyti pradiniai jos augimo terpės rodikliai: drėgnis, pH, granulimetrinė sudėtis, bendrosios anglies kiekis, sunkiųjų metalų (Pb, Cd, Cu) koncentracijos.

Dirvožemyje natūralios SM koncentracijos nedidelės, todėl buvo paruoštas specialus trijų SM tirpalas (1 lentelė).

1 lentelė. Sunkiųjų metalų (Pb, Cd, Cu) junginių tirpalų koncentracijos

Table 1. The solutions concentrations of heavy metals (Pb, Cd, Cu) compounds

Metalo tirpalas	Koncentracija, g/l	Molinė masė, g/mol	Molinė koncentracija, mol/l
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,2	331,21	0,0006
Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,2	236,42	0,0008
Cu <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0,2	313,23	0,0006

Tris skirtingų metalų tirpalus po 0,5 l supylus į vieną bendrą 1,5 l talpos indą ir sumaišius buvo gautas tirpalas, kuris vėliau buvo naudotas pievinei miglei laistyti vegetaciniu laikotarpiu. Šiuo tirpalu dirvožemio ir vermikomposto substratai pirmas tris savaites, kas 7 dienas, laistyti po 75 ml. Išdygus pievinei miglei, laistoma vandeniu. Prieš kiekvieną laistymą SM tirpalu, imami dirvožemio mėginiai norint nustatyti SM koncentracijų kitimą juose pievinės miglės augimo metu.

Eksperimentas truko 111 dienų. Jo pabaigoje, nuėmus derlių, pievinę miglę nuplauta distiliuotu vandeniu, kad būtų pašalintos visos augimo terpės liekanos. Augalai išdžiovinti džiovintuvu spintoje, esant 105±2 °C temperatūrai. Sausoji masė atskirta į požeminę (šaknys) ir antžeminę (ūgliai) augalo dalis.

Nustatyti galutiniai augimo terpės rodikliai: drėgnis, pH, granulimetrinė sudėtis, bendrosios anglies kiekis, sunkiųjų metalų koncentracija. Bioakumuliacijos proceso

analizei nustatytos ir SM koncentracijos pievinės miglės šaknyse ir ūgliuose (Baltrenaitė 2007).

Drėgnis nustatytas svoriniu metodu (svarstyklės KERN 770).

pH įvertintas pH-metru „Multical 538 WTW“ su stiklo elektrodu.

Granulimetrinė sudėtis nustatyta naudojant mechaninį kratytuvą (Retsch AS 200) ir sijojant pro 1,0–4,0 mm dydžio sietus.

Bendrosios anglies kiekis nustatytas bendrosios anglies analizatoriumi Shimadzu TOC-V.

Prieš nustatant SM koncentracijas, mėginiai buvo mineralizuojami su koncentruotų azoto ir druskos rūgščių tirpalų mišiniu. Sunkiųjų metalų koncentracijos mėginiuose nustatytos atominės absorbcijos spektrometru *Buck Scientific* 210 VGP. 2 lentelėje pateiktos pagrindinės sąlygos SM nustatyti atomine absorbcine spektroskopija.

2 lentelė. Pagrindinės sąlygos SM nustatyti atomine absorbcine spektroskopija

Table 2. The main conditions of heavy metals determination by atomic absorption spectroscopy

Cheminis elementas (metalas)	Bangos ilgis, nm	Liepsnos tipas	Fono korekcija
Švinas (Pb)	283,2	Oksiduojanti oro/acetileno	Deuteris
Kadmis (Cd)	228,8	Oksiduojanti oro/acetileno	Deuteris
Varis (Cu)	324,8	Oksiduojanti oro/acetileno	Deuteris

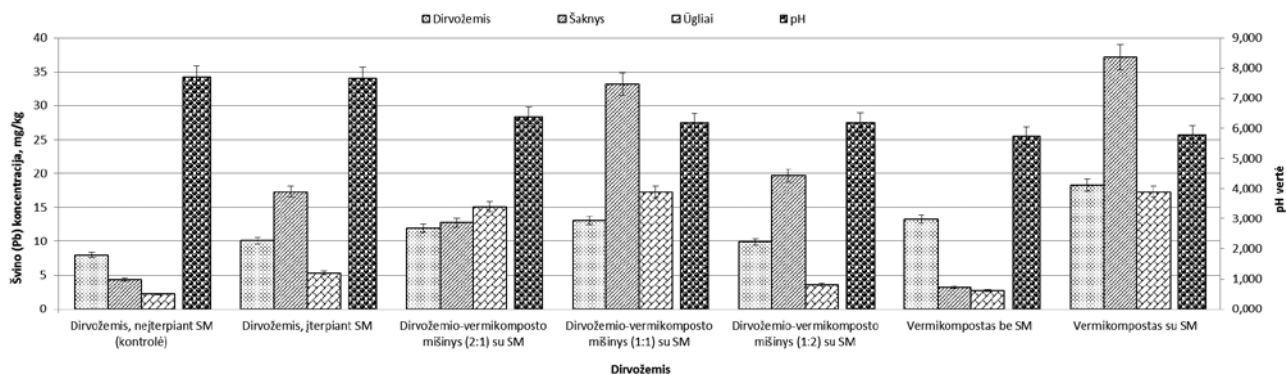
## Rezultatai ir jų analizė

Atlikus sunkiųjų metalų kaupimosi iš dirvožemio, vermikomposto ir mišinių į pievinę miglę analizę, gauti rezultatai pateikti 3–5 pav. Analizuojant gautus rezultatus, įvertintas sunkiųjų metalų (Pb, Cd, Cu) koncentracijų pasiskirstymas dirvožemių mišiniuose bei pievinės miglės požeminėje ir antžeminėje dalyse.

Tyrimo rezultatai parodė, kad švinas (Pb) labiausiai linkęs kauptis pievinės miglės šaknyse. Požeminėje augalo dalyje didžiausios jo koncentracijos nustatytos dirvožemio ir vermikomposto mišinyje (1:1) bei vermikomposte – atitinkamai 33,19 mg/kg ir 37,18 mg/kg. Mažiausia švino koncentracija aptikta ūgliuose, augusiuose dirvožemio ir vermikomposto mišinyje (1:2) – 3,65 mg/kg. Dirvožemyje didžiausia likusi švino koncentracija nustatyta vermikomposte su SM – 18,31 mg/kg. Kaip matyti iš 3 pav., didėjant mišinyje vermikomposto kiekiui, sunkiųjų metalų koncentracija dirvožemyje didėja, o akumuliacija į augalą mažėja. Tai galimai yra susiję su tuo, kad vermikompostas sugeba savyje „užrakinti“ sunkiuosius metalus ir sulaiko jų tolesnę migraciją iš dirvožemio į augalą. Vertinant nustatytas auginimo terpės pH reikšmes, išryškėja tendencija, kad kuo žemesnė pH vertė, tuo sunkiųjų metalų aktyvumas silpnai rūgštinėje arba rūgščioje terpėje didesnis. Tai paaiškina faktą, kodėl SM koncentracijos didėja ne vien tik dirvožemyje, bet ir pievinės miglės požeminėse ir antžeminėse dalyse (SM aktyviau migruoja ir kaupiasi augale). Tačiau atlikus koreliaciją tarp SM ir bendrosios anglies, nustatyta, kad dirvožemyje likusiai Pb koncentracijai didžiausią įtaką turi organinės medžiagos kiekis.

Švinas, kadmis, varis ir cinkas adsorbuojami ant organinės medžiagos dalelių, taip sukuriant stabilias sunkiųjų metalų formas bei skatinant jų kaupimąsi organiniuose dirvožemio horizontuose (Kabata-Pendias 2001).

Didėjant organinės medžiagos kiekiui, švino koncentracija dirvožemyje taip pat didėja: nuo 10,11 mg/kg dirvožemyje, įterpiant SM, iki 18,31 mg/kg vermikomposte su SM. Tai puikiai švino „surišimo“ ir pašalinimo iš tolesnių migracijos procesų augimo terpėje rezultatas. Tačiau didesniai Pb kiekiui, susikaupusiam augalo biomaseje, įtakos turi ir žemesnė dirvožemio pH vertė. Kai pH rodiklis yra intervale tarp 5–3, sunkiųjų metalų mobiliųjų formų susidaro žymiai daugiau (metalų katijonų koncentracija didžiausia). Laisvi SM katijonai su dirvožemio tirpalu patenka į augalų šakninę sistemą, o iš jos migruoja į ūglius (Clemente *et al.* 2005).



3 pav. Švino (Pb) koncentracijų pasiskirstymas dirvožemyje bei pievinės miglės šaknyse ir ūgliuose

Fig. 3. Distribution of lead (Pb) concentrations in soil and in common meadow-grass between roots and shoots

Kadmio (Cd) išskirtinai kaupėsi pievinės miglės požeminėje dalyje – šaknyse. Didžiausia Cd koncentracija augalo šaknyse nustatyta dirvožemio ir vermikomposto mišinyje (2:1) bei vermikomposte, kur jos buvo atitinkamai lygios 21,94 mg/kg ir 21,54 mg/kg. Mažiausia kadmio koncentracija – dirvožemio ir vermikomposto mišinyje (1:2) lygi 1,05 mg/kg. Kaip ir švino atveju, ypač šaknyse, pastebima sunkiųjų metalų kaupimosi tendencija, taigi kadmio silpnai rūgštinėje terpėje migruoja ir augale kaupiasi aktyviau. Iš kitos pusės, analogiškai švinui, kadmio koncentracija dirvožemyje taip pat didėjo didėjant organinės medžiagos kiekiui mišinyje. Palyginimui dirvožemyje su papildomai įterpiamais SM, kadmio koncentracija buvo lygi 2,87 mg/kg, o vermikompose su SM 1,6 karto didesnė – 4,58 mg/kg. Tai galima paaiškinti tuo, kad organinė medžiaga geba suformuoti chelatų kompleksus su kadmio. Pievinėje miglėje, didėjant vermikomposto kiekiui, Cd koncentracija palaipsniui mažėja ir pati žemiausia yra dirvožemio ir vermikomposto mišinyje bei nuo kitų mišinių skiriasi net iki 2,4 karto.

Dirvožemio ir vermikomposto substrate (1:2) nustatytos mažiausios visų trijų sunkiųjų metalų (Pb, Cd, Cu) koncentracijos, susikaupusios augalo antžeminėje dalyje (ūgliuose) – toje augalo dalyje, kuri ir turi būti labiausiai apsaugota nuo per didelės SM koncentracijos. Dirvožemyje likusios SM koncentracijos – vienos didžiausių, tad galima daryti prielaidą, kad šis dirvožemio ir vermikomposto mišinio santykis pats racionaliausias stabdant SM patekimą į augalus ir kaupimąsi juose.

Angelova (2010), atlikusi tyrimus su bulvėmis, nustatė, kad į dirvožemį papildomai pridedant organinės medžiagos (kompostas, vermikompostas, durpės) mažiausios sunkiųjų metalų koncentracijos nustatytos šakniagumbiuose bei luobelėse, o didžiausios – stiebuose ir lapuose. Ši tendencija pasitvirtino ir atliekant tyrimus su

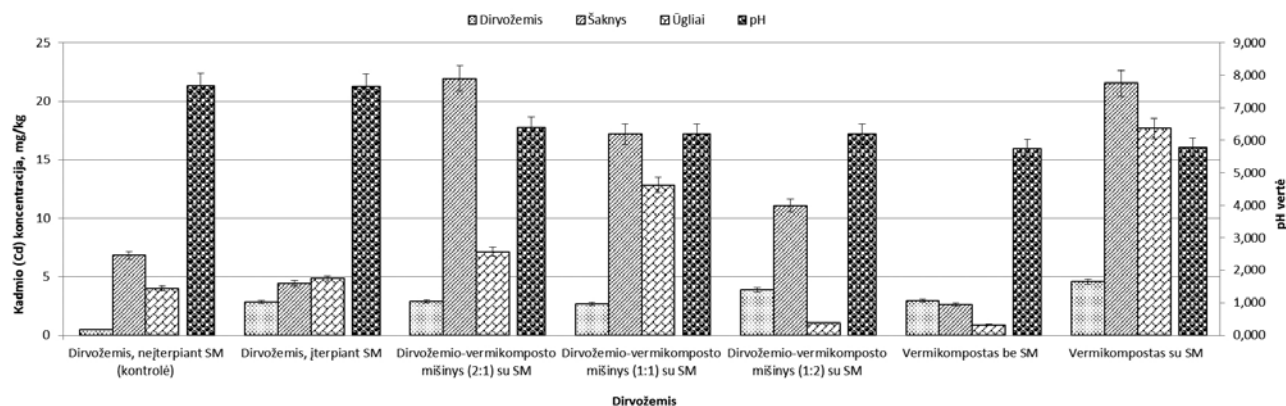
pievine migle. Visuose dirvožemio ir vermikomposto mišiniuose užaugintos pievinės miglės ūgliuose SM koncentracijos mažesnės nei šaknyse, ir ypač dideli koncentracijų skirtumai tarp šaknų ir ūglių pastebimi dirvožemio ir vermikomposto mišinyje (1:2). Taigi, vermikomposto kiekiui didėjant, SM koncentracija didėja dirvožemyje, mažėja augalo šaknyse bei stabdoma tolesnė SM migracija į augalą (jo antžeminę dalį).

Vario (Cu) atveju situacija kitokia – didžiausios SM koncentracijos nustatytos auginimo terpėse. Esant optimaliam vermikomposto kiekiui (santykis 1:2), Cu koncentracija dirvožemyje pasiekia didžiausias vertes, augalo dalyse (šaknis ir ūgliai) – mažiausias. Įvertinus bendrosios anglies kitimą, akivaizdu, jog varis dirvožemyje yra puikiai imobilizuojamas naudojant organinę medžiagą – kuo didesnis bendrosios anglies kiekis, tuo vario koncentracija dirvožemyje didesnė, o vermikomposte su SM – didžiausia ir lygi 151,46 mg/kg.

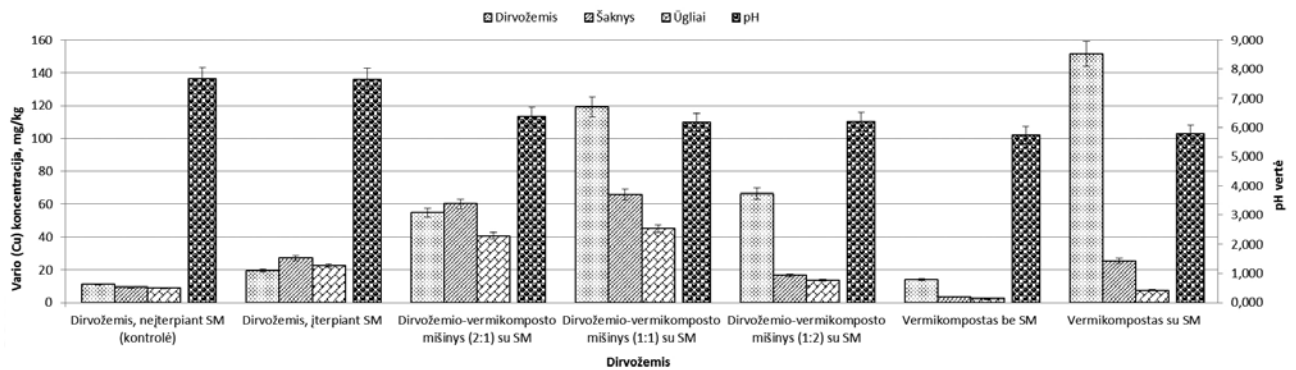
Atlikus bendrosios organinės anglies tyrimus dirvožemio ir vermikomposto mišiniuose, nustatyta kad kuo daugiau organinės medžiagos, tuo sunkieji metalai labiau linkę sudaryti nejudrias arba mažai judrias chemines formas. Taigi, didinant vermikomposto kiekį, galima nualintus dirvožemius atkurti, juos papildant organine anglimi (Brazauskienė *et al.* 2008).

Pastebėta, kad didžiausią įtaką SM migracijai daro dirvožemio rūgštingumas – šarmingumas, įvertinamas pH dydžiu, dirvožemio granulimetrinė sudėtis, molio ir organinės medžiagos (humuso) kiekiai bei geležies mangano oksidai (Rieuwerts *et al.* 1998).

Vadinasi, optimizuojant minėtuosius augimo terpės rodiklius, galima nualintus bei SM užterštus dirvožemius atkurti ir paversti vėl tinkamais naudoti žemės ūkiui ar kitai veiklai, susijusiai su produkcijos auginimu.



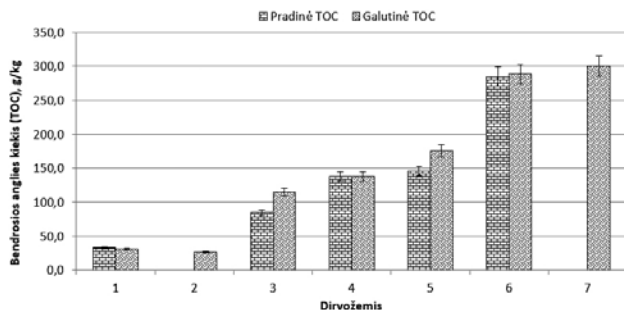
4 pav. Kadmio (Cd) koncentracijų pasiskirstymas dirvožemyje bei pievinės miglės šaknyse ir ūgliuose  
 Fig. 4. Distribution of cadmium (Cd) concentrations in soil and in common meadow-grass between roots and shoots



5 pav. Vario (Cu) koncentracijų pasiskirstymas dirvožemyje bei pievinės miglės šaknyse ir ūgliuose

Fig. 5. Distribution of copper (Cu) concentrations in soil and in common meadow-grass between roots and shoots

Remiantis 6 pav., akivaizdu, kad anglies kiekis (organinė augimo terpės medžiaga) dirvožemyje tendencingai didėja ir didžiausia vertė fiksuota gryname vermikomposte – 300,2 g/kg.



6 pav. Bendrosios organinės anglies kiekis eksperimento pradžioje ir pabaigoje

Fig. 6. The content of total organic carbon at the beginning and at the end of the experiment

## Išvados

1. Atlikus tyrimą nustatyta, kad švinas (Pb), kadmio (Cd) ir varis (Cu) labiau linkę kauptis pievinės miglės šaknyse nei ūgliuose. Tačiau atsižvelgiant į tai, ar SM linkę likti dirvožemyje, ar migruoti ir kauptis augale, nustatyta, kad varis išskirtinai kaupiasi auginimo terpeje, o švinas ir kadmio geriau akumuliuojamas pievinėje miglėje.
2. Mažiausi SM kiekiai (kadmio atveju) nustatyti mėginyje, kuriame buvo viena dalis dirvožemio ir dvi dalys vermikomposto (santykis 1:2): šaknyse – 11,10 mg/kg, o ūgliuose – 1,05 mg/kg. Švino ir vario atvejais situacija analogiška. Įvertinus tyrimų rezultatus nustatyta, kad tai optimalus mišinio paruošimo santykis, kai padidinamas organinės anglies kiekis, o kartu sumažinama sunkiųjų metalų pernaša į biomasę.
3. Nustatyta, kad didėjant organinės medžiagos kiekiui,

didėja sunkiųjų metalų imobilizavimas dirvožemyje. Geriausiai tuo pasižymėjo varis (Cu) – 7,8 karto, lyginant vermikompostą su SM ir dirvožemį su SM.

4. Švino (Pb) ir kadmio (Cd) kiekiui dirvožemyje įtakos turėjo ir žemesnis pH, kuris buvo lygus 5,785, o tai netoli 3–5 intervalo, kai būtent šie metalai geriausiai imobilizuojami.
5. Tyrimų metu nustatyta, kad geriausiai sunkiuosius metalus dirvožemyje sulaikė mėginys su grynu vermikompostu – 1,8 karto švino atveju, 1,6 karto kadmio atveju ir net 7,8 karto vario atveju, bet dėl per didelio azoto kiekio (netinkamas C:N santykis) pievinės miglės produktyvumas šiame mėginyje buvo pats mažiausias. Tad optimaliausias substrato ruošimo santykis – 1:2.

## Literatūra

- Aalok, A.; Tripathi, A. K.; Soni, P. 2008. Vermicomposting: a better option for organic solid waste management, *Journal of Human Ecology* 24(1): 59–64.
- Aydinalp, C.; Marinova, S. 2003. Distribution and forms of heavy metals in some agricultural soils, *Polish Journal of Environmental Studies* 12(5): 629–633.
- Alloway, B. J. 1990. Soil processes and the behaviour of metals, in *Heavy metals in soils*.
- Angelova, V. 2010. Soil solutions for a changing world, in *19th World Congress of Soil Science*, 1–6 August 2010, Brisbane, Australia.
- Baltrėnaitė, E. 2007. *Sunkiųjų metalų pernašos iš dirvožemio į medį tyrimai ir įvertinimas*: daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius. 154 p.
- Brazauskienė, D. M.; Paulauskas, V.; Sabienė, N. 2008. Speciation of Zn, Cu and Pb in the soil depending on soil texture and fertilization with sewage sludge compost, *Journal of Soils and Sediments* 8(3): 184–192. <http://dx.doi.org/10.1007/s11368-008-0004-6>
- Camobreco, J. V., et al. 1996. Movement of heavy metals through undisturbed and homogenized soil columns, *Soil Science* 161: 740–750. <http://dx.doi.org/10.1097/00010694-199611000-00003>

- Carrasquero-Durán, A.; Flores, I.; Perozo, C.; Pernalet, Z. 2006. Immobilization of lead by a vermicompost and its effect on white bean (*Vigna Sinensis* var. *Apure*) uptake, *International Journal of Environmental Science and Technology* 3(3): 203–212. <http://dx.doi.org/10.1007/bf03325927>
- Chaudhary, D. R.; Bhandary, S. C.; Shukla, L. M. 2004. Role of vermicompost in sustainable agriculture – a review, *Agriculture Review* 25(1): 29–39.
- Chen, K. F.; Yeh, T. Y.; Lin, C. F. 2012. Phytoextraction of Cu, Zn, and Pb enhanced by chelators with vetiver (vetiveria zizanioides): hydroponic and pot experiments, *Journal of International Scholarly Research Notices* 159(5): 2012–2024.
- Clemente, R.; Walker, D. J.; Bernal, M. P. 2005. Uptake of heavy metals and As by Brassica Juncea grown in a contamination soil in Arnalcollar (Spain): The effect of soil amendments, *Environmental Pollution* 136: 46–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2005.02.019>
- Haghiri, F. 1974. Plant uptake of cadmium as influenced by cation exchange capacity, organic matter, zinc and soil temperatures, *Journal of Environmental Quality* 3: 180–183. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq1974.00472425000300020021x>
- Kabata-Pendias, A. 2001. *Trace elements in soils and plants*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press LLC.
- McGrath, S. P., et al. 2001. Plant and rhizosphere process involved in phytoremediation of metal-contaminated soils, *Plant and Soil* 232(1/2): 207–214. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010358708525>
- Mažvila, J. 2001. *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose*: monografija. Kaunas: Petro ofsetas. 195 p.
- Mažvila, J. 1998. *Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita*: monografija. Kaunas: Kitos spalvos. 343 p.
- Morera, M. T.; Echeverria, J.; Garrido, J. 2001. Bioavailability of heavy metals in soils amended with sewage sludge, *Canadian Journal of Soil Science* 2(3): 433–439.
- Rieuwerts, J. S., et al. 1998. Factors influencing metal bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals, *Chemical Speciation & Bioavailability* 10: 61–75. <http://dx.doi.org/10.3184/095422998782775835>
- Sargsyan, G. Zh. 2013. *Report on performance of experiments on biohumus received from organic waste and biohumus based organic fertilizer: organomix*. Ministry of Agriculture of the Republic of Armenia. 8 p.
- Singh, B. R.; Oste, L. 2001. *In situ* immobilization of metals in contaminated or naturally metal-rich soils, *Environmental Reviews* 9: 81–97. <http://dx.doi.org/10.1139/a01-002>
- Taraškevičius, R.; Radzevičius, A. 1998. *Sunkiųjų metalų žemėlapiai-miestų savivaldybėse*, 10–21.

**RESEARCH ANALYSIS OF VERMICOMPOST INFLUENCE ON BIOACCUMULATION OF HEAVY METALS IN COMMON MEADOW-GRASS (*POA PRATENSIS*)**

**D. Laurinaitis, A. Zigmontienė**

**Abstract**

The more intensive growth of agricultural crops adding mineral fertilizers, environmental pollution make the soil degraded: reduce the fertility of soil, increase the concentration of heavy metals. Especially dangerous is a common, synergistic effect of heavy metals. Vermicompost optimizes pH, texture and organic material content – the soil indicators, which are the major contributors to migration of heavy metals in the soil and to the plants from it. In the article there is an investigation of vermicompost influence on bioaccumulation of heavy metals in common meadow-grass. After experimental research it is determined that immobilization of heavy metals was the best in soil-vermicompost substrate, prepared in a ratio 1:2. The cadmium (Cd) concentrations were lowest and the difference of HM content determined between roots and shoots was the most in biomass grown up in that mixture. In the underground part of plant the concentration equal to 11.10 mg/kg and in the part of above ground – 1.05 mg/kg. The situation of lead (Pb) and copper (Cu) is analogous. This is the optimal ratio of mixture preparation.

**Keywords:** heavy metals, vermicompost, pH, texture, organic material, bioaccumulation.