

NUOTEKŲ DUMBLO KOMPOSTU TRĘŠTŲ DIRVOŽEMIŲ FIZIKINĖ-CHEMINĖ CHARAKTERISTIKA

Milda Radžiūtė¹, Audronė Matusevičiūtė²

Gamtos tyrimų centro Ekologijos institutas

El. paštas: ¹mildaradziute@yahoo.com; ²audrone@ekoi.lt

Santrauka. Nuotekų dumblas yra ypač svarbus organinių atliekų srautas, susidarantis vandenvals įmonėse, todėl labai aktualus tampa jo panaudojimo klausimas. Pats pigiausias ir plačiausiai taikomas nuotekų dumblo utilizavimo būdas – naudojimas tręšti. Daugelis Europos šalių dalį dumblo, skirtą žemės ūkiui, kompostuoja. Tik jeigu sunkiųjų metalų kiekiai, esantys komposte, nėra per dideli sanitariniu požiūriu, dumblu ar jo kompostu galima tręšti viršutinius dirvos sluoksnius. Tyrimai atlikti esant skirtingoms komposto normoms Vilniaus nuotekų dumblo tręštuose dirbamų laukų dirvožemiuose, kuriuose auginami žilvičiai (*Salix viminalis*). Dirvožemiai tirti pirmaisiais ir antraisiais metais po patręšimo nuotekų dumblo kompostu. Gauti duomenys rodo, kad nuotekų dumblo kompostas yra kokybiška organinė trąša, turinti nedideles sunkiųjų metalų koncentracijas. Atskiri sunkieji metalai, sukaupti nuotekų dumblo komposte, į augalą migruoja skirtingai, daugelio jų koncentracija didesnė žilvičiuose nei dirvožemyje (išskyrus Pb ir Cd).

Reikšminiai žodžiai: dirvožemis, žilvičiai, nuotekų dumblo kompostas, sunkieji metalai.

Įvadas

Kasmet Lietuvoje susikaupia apie 200 tūkst. tonų nuotekų dumblo. Nuotekų dumblas yra ypač svarbus organinių atliekų srautas, susidarantis vandenvals įmonėse. Tačiau kyla problema, kaip jį panaudoti. Reikia ekologiniu požiūriu patrauklią, darnaus vystymosi principais pagrįstą nuotekų dumblo tvarkymo metodą. Pats pigiausias ir plačiausiai taikomas nuotekų dumblo utilizavimo būdas – jo naudojimas tręšti. Tačiau ir šiuo atveju susiduriama su problemomis, kurios susijusios su dumblo kokybe (sunkieji metalai, patogeniniai mikroorganizmai), jo konsistencija (drėgme), kvapu. Todėl beveik visos Europos šalys (tik skirtingais mastais) dalį dumblo, skirtą žemės ūkiui, kompostuoja.

Dėl intensyvios pramonės ir koncentruoto antropogeninio poveikio miestų nuotekų dumble gali susikaupti nepageidautini, gyviems organizmams per dideli sunkiųjų metalų kiekiai. Tik, jei šių medžiagų kiekiai nėra per dideli sanitariniu atžvilgiu, dumblu ar jo kompostu galima tręšti viršutinius dirvos sluoksnius. Viena svarbiausių sausumos ekosistemų problemų – intensyviai dirbamų laukų dirvožemio ir jo produktyvumo išsaugojimas.

Tarša sunkiaisiais metalais yra svarbi problema, nes pagal suminį Korte indeksą, kuris rodo pavojingumą gyvybei ir sveikatai ir paveldimumui, sunkieji metalai užima vieną iš pirmųjų vietų tarp tokių ekologinių problemų, kaip pesticidai, rūgštūs lietūs, naftos išsiliejimo pasekmės, cheminių trąšų poveikis (Stravinskienė 2005).

Sunkieji metalai yra ilgalaikiai teršalai, besikaupiantys dirvožemyje ir augaluose, tačiau gamtiniu būdu negalintys iš jų pasišalinti. Labiausiai pavojingi yra toksiški metalai (švinas, chromas, nikelis, varis, cinkas, manganas ir kt.) bei jų tirpūs junginiai (Navas, Lindhotfer 2005). Vieni sunkieji metalai (pvz., cinkas, manganas, nikelis) yra svarbios augalui maistinės medžiagos, kitos – (pvz.: švinas, kadmis, gyvsidabris) yra labiau kenksmingos negu naudingos augalams medžiagos. Sunkiųjų metalų patekimas į augalą, jų pernaša ir pasiskirstymas turi įtakos jo mitybai (Page, Feller 2006; Vanek *et al.* 2006). Augalų gebėjimas kaupti sunkiuosius metalus leidžia spręsti dirvožemių užtaršos sunkiaisiais metalais problemą. Daugelis sunkiųjų metalų priklauso mikroelementams, kurie svarbūs augalų fiziologijai. Tačiau padidintas net pačių būtiniausių mikroelementų kiekis gali toksiškai paveikti augalų fiziologinius procesus (Seregin, Ivanov 2001).

Pastaruju metu energetiniam miškui auginti ir biokurui gaminti sodinami gluosniniai žilvičiai (*Salix viminalis*). Žilvičiai pasižymi didele biomasės produkcija, ilga vegetacija, efektyvia mitybinių medžiagų apytaka, intensyvia sunkiųjų metalų kaupimo geba (Kaunelienė, Mačiulytė 2003).

Darbo tikslas: esant skirtingoms normoms nustatyti nuotekų dumblo kompostu tręštų dirbamų laukų, kuriuose auginami žilvičiai, fizikines-chemines savybes.

Metodika

2008–2009 m. tirti, esant skirtingoms normoms, Vilniaus nuotekų dumblo kompostu ($t \cdot ha^{-1}$) tręšti dirbamų laukų dirvožemiai, kuriuose auginami žilvičiai (*Salix viminalis*) (1 lentelė). Tyrimams pasirinktas Rytų Lietuvos zonos smėlžemių rajonas – Gulbinai (Vilniaus r.). Šio rajono dirvožemių agroūkinė vertė yra labai menka. Tyrimai buvo atliekami du kartus per sezoną augalų vegetacijos metu – birželio ir rugšėjo mėnesiais. Visose tyrimo vietose buvo imti dirvožemio ėminiai (0–5 cm sluoksnyje) ir žilvičių antžeminės dalys sunkiesiems metalams (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Cd, Hg) tirti. Šie tyrimai atlikti spektrinės analizės metodu, apskaičiuojant $mg \cdot kg^{-1}$ sausos masės.

Dirvožemio pH buvo matuotas H_2O ištraukoje „HI 9321 Microprocessor pH Meter“ prietaisu. Organinės anglies kiekis, nustatytas deginant medžiagą mufelinėje krosnyje 2 val. $600 \text{ }^\circ C$ temperatūroje, apskaičiuotas pagal formulę $C (\%) = (100 \% - \text{pelenai} (\%)/1,8)$ (Rynk 1992).

Dirvožemio drėgmė buvo nustatyta džiovinant pavyzdį 24 h $105 \text{ }^\circ C$ temperatūroje. Temperatūriniai rodikliai (oro, dirvos paviršiaus ir substrato) buvo matuojami dirvožemio ėminių ėmimo metu.

Rezultatai ir jų analizė

Dumblo kompostas, naudojamas laukams tręšti, paprastai būna neutralios reakcijos. Sunkiųjų metalų koncentracijos nuotekų dumblo komposte neviršijo dumblo kompostams

numatytų reikalavimų (HN 60:2004). Tik varis (Cu) ir kadmis (Cd) viršijo numatytas normas atitinkamai 1,08 ir 2,2 karto (2 lentelė).

Sunkieji metalai dirvožemyje būna įvairiomis formomis. Bendras kiekis apima visas jų formas. Dirvožemyje didesnę pavojų kelia judriosios sunkiųjų metalų frakcijos, kadangi jos gali migruoti į gruntinius vandenius, taip pat jas lengviau pasisavina augalai.

Sunkiųjų metalų judrumas priklauso nuo dirvožemio fizikinių-cheminių savybių: rūgštumo, oksidacinio redukcinio potencialo, buferiškumo, druskingumo, katijonų ir anijonų koncentracijos, molio ir smėlio dalelių kiekio, drėgmės, šviesos, temperatūros ir net jo suspaudimo (Алексеев 1987).

Dirvožemio tipas, pH, organinės medžiagos kiekis laikomi svarbiausiomis dirvožemio savybėmis ir sudėtinėmis dalimis, turinčiomis įtakos sunkiųjų metalų kitimui ir biologiniam pasisavinimui (Karczewska *et al.* 1998).

Sunkiųjų metalų judrumą ir migraciją dirvožemyje galima reguliuoti, keičiant jo fizikines-chemines savybes kalkinimo būdu, taip pat naudojant organines medžiagas, dėl ko padidėja jo sorbcinės savybės, metalų jonai labiau kaupiasi viršutiniame organinių ir mineralinių dalelių dirvožemio sluoksnyje. Organinės medžiagos kiekis dirvožemyje rodo dirvožemio humusingumo ir derlingumo laipsnį (Sinha *et al.* 1977).

1 lentelė. Tirtų teritorijų aprašymas

Table 1. Description of research territory

Tyrimo vieta	Auginama kultūra	Tręšta	Tręšimo tipas	Tręšimo norma, $t \cdot ha^{-1}$
1 laukas	Žilvičiai	2008 m.	Nuotekų dumblo kompostas	10
2 laukas	Žilvičiai	2008 m.	Nuotekų dumblo kompostas	5
3 laukas	Žilvičiai	2007 m.	Nuotekų dumblo kompostas	10

2 lentelė. Nuotekų dumblo komposto fizikinės-cheminės savybės (vidutiniai rodikliai)

Table 2. Physical-chemical characteristic of sewage sludge compost (average rate)

Rodikliai	Mato vienetas	DLK dirvožemyje LAND 20–2005	Rekomendacijos dumblo kompostavimui (HN 60:2004)	Komposto rodikliai
Komposto pH			6,9–7,7	7,0
Drėgmė	%		40,0–45,0	42,0
Organinė medž.	%		18,0–22,0	18,0
Cu	$mg \cdot kg^{-1}$	50,0	>150,0	163,0
Pb	$mg \cdot kg^{-1}$	50,0	>150,0	21,0
Zn	$mg \cdot kg^{-1}$	160,0	>400,0	400,0
Cd	$mg \cdot kg^{-1}$	1,0	>1,5	3,3
Cr	$mg \cdot kg^{-1}$	50,0	>100,0	62,0
Hg	$mg \cdot kg^{-1}$	0,6	>1,0	1,01

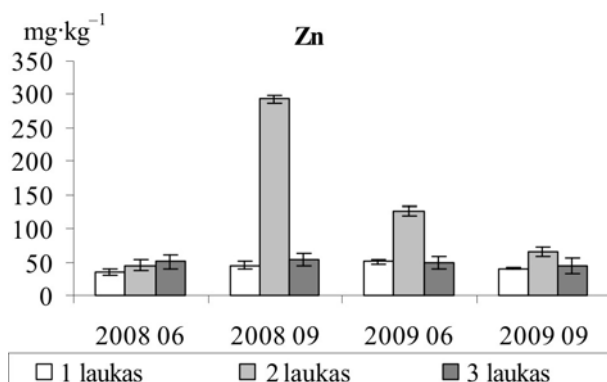
3 lentelė. Nuotekų dumblo kompostu tręštų dirvožemių fizikiniai-cheminiai rodikliai

Table 3. Physical – chemical characterization of soils treated with sewage sludge compost

Tyrimo vieta	Metai	Mėnuo	Oro temp., °C	Dirvos pavirš. temp., °C	5–10 cm gylyje temp., °C	pH	Drėgmė, %	Organinė anglis, %
1 laukas	2008	06	20,0	22,0	16,5	7,19±0,04	2,76±0,60	1,864±0,07
		09	8,5	11,0	12,0	7,07±0,02	9,0±0,55	1,857±0,06
	2009	06	20,0	18,0	12,0	7,00±0,01	10,0±0,3	2,455±0,37
		09			12,5	7,01±0,03	15,1±0,30	1,307±0,11
2 laukas	2008	06	20,0	30,0	23,0	7,67±0,02	0,86±0,30	1,131±0,31
		09	8,0	11,0	11,5	7,01±0,15	6,56±0,35	1,511±0,09
	2009	06	20,0	19,0	18,0	6,27±0,13	13,0±0,65	1,281±0,05
		09			13,0	6,9±0,05	13,7±5,15	1,533±0,07
3 laukas	2008	06	18,3	23,0	17,0	7,24±0,01	4,3±0,43	2,688±0,14
		09	8,5	11,0	11,5	7,32±0,02	7,8±0,3	2,463±0,26
	2009	06	19,0	18,0	13,0	7,30±0,05	13,5±0,40	2,414±1,00
		09			10,5	7,42±0,005	17,8±1,25	2,187±0,47

Tirtuose dirvožemio mėginiuose organinės anglies kiekis buvo nevienodas (3 lentelė). Didesniais organinės anglies kiekiais pasižymėjo prieš dvejus metus nuotekų dumblo kompostu (10 t·ha⁻¹) tręštas dirvožemio plotas (3 laukas). Pirmaisiais metais patręšus dirvožemį nuotekų dumblo kompostu vyksta sudėtingi organinės medžiagos transformacijos procesai. Tirtose teritorijose dirvožemio reakcija (pH) skyrėsi nedaug. Tik 3-iajame lauke, kuris nuotekų dumblo kompostu buvo patręštas prieš metus nuo tyrimo pradžios, pH reakcija kinta link silpnai šarminės (3 lentelė). Pasak mokslininkų B. R. Singh ir L. Oste (2001), organinės medžiagos gali daryti poveikį metalų mobilumui ir jų sulaikymui, priklausomai nuo dirvožemio pH. Neutraliame, derlingame, turtingame organinių medžiagų dirvožemyje sunkieji metalai mažai migruoja gilyn, ir didesnė jų dalis lieka viršutiniame dirvožemio sluoksnyje (Davis *et al.* 1988).

Atlikus sunkiųjų metalų koncentracijų analizę tirtuose dirvožemiuose nustatyta, kad didžiausios yra cinko (Zn) koncentracijos (vidutiniškai dvejų metų laikotarpiu 1-ajame – 42,8 mg·kg⁻¹; 2-ajame – 132,3 mg·kg⁻¹; 3-iajame – 49,5 mg·kg⁻¹) (1 pav.).



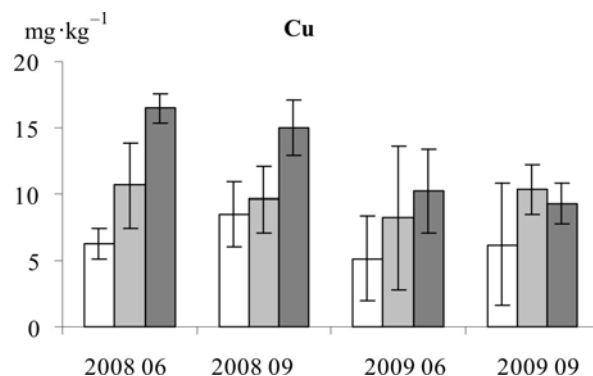
1 pav. Cinko (Zn) koncentracija (mg·kg⁻¹) dirvožemiuose
Fig. 1. Zinc (Zn) concentration (mg·kg⁻¹) in soil

Dirvožemyje aptiktos Zn koncentracijos neviršijo DLK smėlio ir priemolio dirvožemiuose (LAND 20–2005).

Zn, kaip ir kitų mikroelementų, šaltinis yra gimtosios dirvodarinės uolienos. Skirtinguose dirvožemiuose bendro cinko yra vidutiniškai 25,0–65,0 mg·kg⁻¹. Judraus cinko kiekiai priklauso nuo daugelio veiksnių: dirvožemio tipo, granulometrinės sudėties, dirvožemio pH, įvairių mineralinių bei kalkinių trąšų naudojimo, dirvožemio bandinių paėmimo laiko, dirvos mikrobiologinio aktyvumo ir kt.

Esant rūgštinei reakcijai, padidėja cinko judrumas, taip pat jo daugiau gali įsisavinti augalai. Dirvodaros procese veikiant įvairiems dirvodaros, klimato, gamtiniais, antropogeniniams ir kitiems veiksniams, cinko kiekis dirvožemyje kinta (Mažvila 1998).

Vario (Cu) koncentracija visuose tirtuose laukuose sumažėjo: 1-ajame lauke – nuo 6,28 mg·kg⁻¹ iki 6,22 mg·kg⁻¹; 2-ajame lauke – nuo 10,66 mg·kg⁻¹ iki 10,36 mg·kg⁻¹; 3-iajame lauke – nuo 16,48 mg·kg⁻¹ iki 9,3 mg·kg⁻¹ (2 pav.).



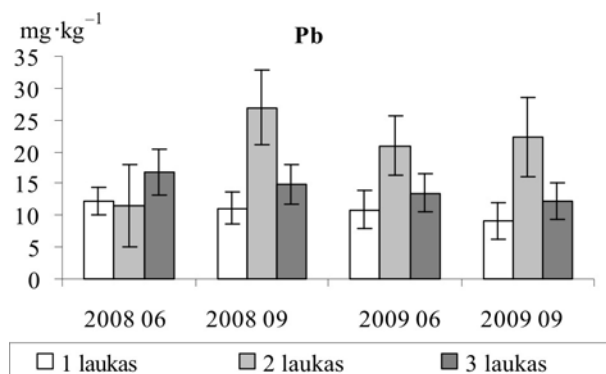
2 pav. Vario (Cu) koncentracija (mg·kg⁻¹) dirvožemiuose
Fig. 2. Copper (Cu) concentration (mg·kg⁻¹) in soil

Cu gamtoje priskiriamas judriems elementams. Dažnai Cu aptinkama dirvožemio tirpale vario chlorido, vario nitrato ir vario sulfato pavidalais, kur jo koncentracija

cija maža, tačiau priklauso nuo absorbcijos ir nuo dirvožemio reakcijos. Kai dirvožemio reakcija neutrali (pH 7,0), dirvožemio tirpale Cu aptinkama nedaug (Кабата-Пендиас, Пендиас 1989).

Švinas (Pb) labiausiai kaupiasi viršutiniame dirvožemio sluoksnyje. Pb su humusu sudaro pastovius kompleksinius junginius. Judriosios Pb formos dirvožemyje sudaro tik 1,5 %, o potencialiai judrios – iki 10 %. Elemento migracija į kitus sluoksnius gali būti susijusi su Pb išplovimu iš lengvų dirvožemių (Kadūnas *et al.* 1999).

Nuotekų dumblo kompostais tręštuose laukuose (1, 2, 3 laukas) Pb koncentracijos dirvožemyje ir žilvičiuose neviršijo leistinų normų (3 pav.). Atliekant tyrimus dvejus metus iš eilės pastebėtas Pb koncentracijos mažėjimas, tai galima susisieti su jo išplovimu į gilesnius dirvožemio sluoksnius.



3 pav. Švino (Pb) koncentracija ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dirvožemiuose
Fig. 3. Lead (Pb) concentration ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in soil

Tyrimo laikotarpiu Pb koncentracija 1-ajame lauke sumažėjo nuo $12,18 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $9,12 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; 2-ajame lauke padidėjo dvigubai – nuo $11,43 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $22,32 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; 3-iajame lauke sumažėjo nuo $16,73 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $12,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (3 pav.).

Dirvožemiuose judrusis chromas (Cr) sudaro 10–20 % bendro kiekio. Chromo žemės plutoje randama nedaug – tik 0,03 %. Geriausiai chromą sorbuoja molio mineralai. Laikoma, kad dirvoje didžiausia leistina bendrojo chromo koncentracija yra $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Antanaitis 2001). Didelės chromo koncentracijos yra kenksmingos augalams (Mažvila 2001).

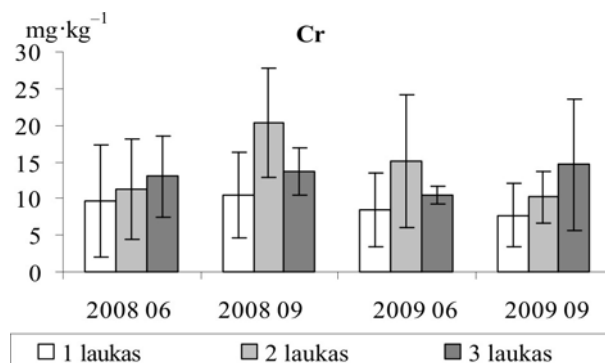
Mūsų tirtuose dirvožemiuose Cr kiekis buvo nevienodas ir per tolesnius tyrimus kito: 1-ajame lauke sumažėjo nuo $9,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $7,72 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; 2-ajame lauke – nuo $11,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $10,22 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; 3-iajame lauke nereikšmingai padidėjo – nuo $13 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $14,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (4 pav.).

Tyrimo laikotarpiu Cd koncentracija tirtame 1-ajame lauke padidėjo nuo $0,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $0,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; 2-ajame lauke sumažėjo dvigubai – nuo $2,06 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki

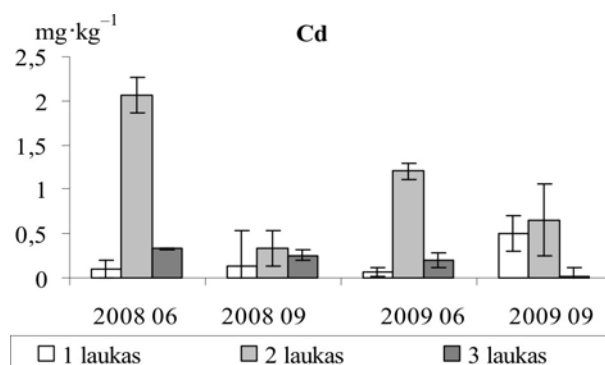
$0,66 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 3-iajame lauke sumažėjo nuo $0,33 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $0,01 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (5 pav.).

Nikelis (Ni) sudaro daug kompleksinių druskų, bet jose jis būna divalentis. Iš jo junginių svarbios praktinės reikšmės turi trivalenčio nikelio oksidas, kuris naudojamas akumulatoriams gaminti. Plati nikelio naudojimo sritis sudaro sąlygas įvairiais būdais jam patekti į aplinką.

Ni gerai migruoja rūgščioje oksidacinėje ir glėjinėje terpėje, o šarminėje – nusėda. Su organinėmis rūgštimis Ni sudaro tirpius junginius, kurie lengvai patenka į augalus. Ni ypač toksiškas, kai $\text{pH} > 9,5$ (Mažvila 2001).



4 pav. Chromo (Cr) koncentracija ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dirvožemiuose
Fig. 4. Chromium (Cr) concentration ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in soil

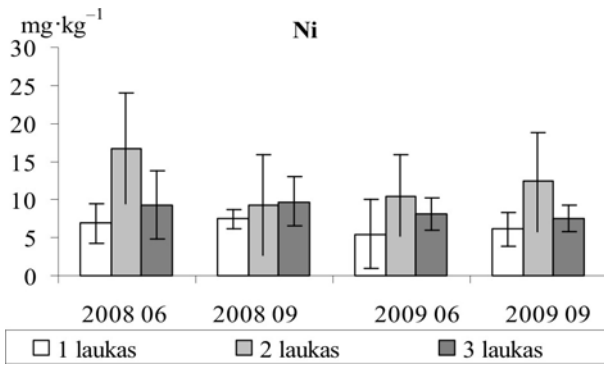


5 pav. Kadmio (Cd) koncentracija ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dirvožemiuose
Fig. 5. Cadmium (Cd) concentration ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in soil

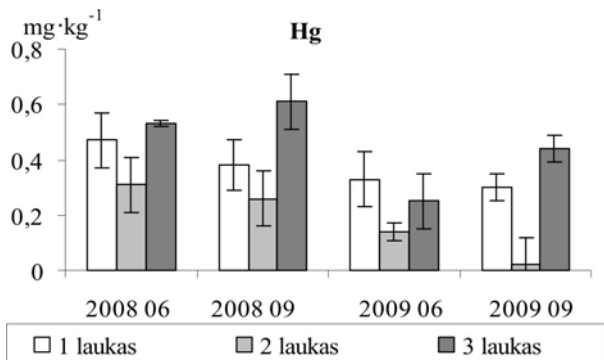
Per tyrimo laikotarpį nuotekų dumblo kompostu tręštuose dirvožemiuose Ni koncentracija sumažėjo: 1-ajame lauke – nuo $6,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $6,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; 2-ajame lauke – nuo $16,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $12,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; 3-iajame lauke – nuo $9,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $7,54 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (6 pav.).

Gyvsidabris (Hg) priskiriamas prie labai fitotoksiščių sunkiųjų metalų. Augalams pradeda kenkti, kai dirvoje jo yra daugiau nei $50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Mažvila 2001).

Tiriamuosiuose dirvožemiuose Hg koncentracija per dvejus metus mažėjo: 1-ajame lauke – nuo $0,47 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $0,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 2-ajame lauke – nuo $0,31 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $0,02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, o 3-iajame lauke – nuo $0,53 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ iki $0,44 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (7 pav.).



6 pav. Nikelio (Ni) koncentracija ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dirvožemiuose
Fig. 6. Nickel (Ni) concentration ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in soil

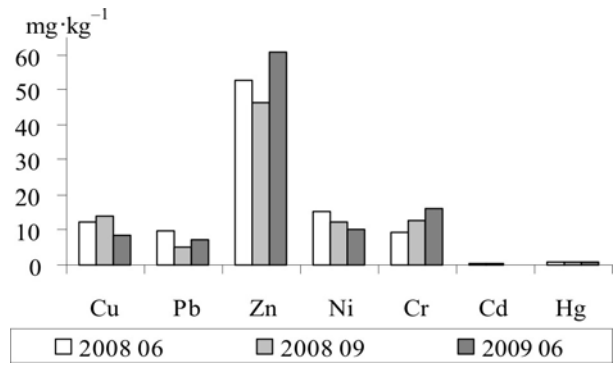


7 pav. Gyvsidabrio (Hg) koncentracija ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dirvožemiuose
Fig. 7. Mercury (Hg) concentration ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in soil

Neutraliame, derlingame, turtingame organinių medžiagų dirvožemyje, ypač priemolio, sunkieji metalai mažai migruoja gilyn, ir didesnė jų dalis lieka viršutiniame dirvožemio sluoksnyje (Davis *et al.* 1988). Tačiau tai dažnai neigiamai veikia augalų derlingumą ir kokybę. Rūgščiame dirvožemyje, didėjant metalų judrumui, didėja jų kaupimasis augaluose (Petruzzelli *et al.* 1987).

Sunkiųjų metalų patekimas, jų pernaša ir pasiskirstymas turi įtakos augalo mitybai. Augalų gebėjimas kaupiti sunkiuosius metalus leidžia spręsti dirvožemių užtaršos sunkiaisiais metalais problemą (Vanek *et al.* 2006). Atlikus tyrimus nuotekų dumblo kompostu tręštuose dirvožemiuose pastebėta, kad žilvičiuose aptikta didesnė sunkiųjų metalų koncentracija nei dirvožemyje.

Atskiri sunkieji metalai, sukaupti nuotekų dumblo komposte, į augalą migruoja skirtingai, daugelio jų koncentracija didesnė žilvičiuose nei dirvožemyje, išskyrus Pb ir Cd (8 pav.). Žilvičiai, savo audiniuose kaupdami sunkiuosius metalus, apvalo dirvožemį nuo šių nepageidaujamų taršos elementų.



8 pav. Sunkiųjų metalų koncentracija ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) žilvičiuose
Fig. 8. Heavy metals concentration ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in willow

Išvados

1. Nuotekų dumblo kompostas yra kokybiška organinė trąša, kuri gali būti naudojama lauko kultūroms (energetiniam miškui) tręšti.
2. Gauti duomenys rodo, kad sunkiųjų metalų koncentracijos ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (Cr: 1-ajame – 9,09, 2-ajame – 14,2, 3-ajame – 12,9; Pb: 1-ajame – 10,8, 2-ajame – 20,4, 3-ajame – 14,3; Cd: 1-ajame – 0,2, 2-ajame – 1,06, 3-ajame – 0,2; Ni: 1-ajame – 6,5, 2-ajame – 12,2, 3-ajame – 8,66; Cu: 1-ajame – 6,53, 2-ajame – 9,71, 3-ajame – 12,7; Zn: 1-ajame – 42,8, 2-ajame – 132,2, 3-ajame – 49,5; Hg: 1-ajame – 0,37, 2-ajame – 0,18, 3-ajame – 0,45) nuotekų dumblo kompostu tręštuose dirvožemiuose neviršija leistinų normų (LAND 20–2005).
3. Sunkiųjų metalų koncentracija, nustatyta žilvičiuose, daugeliu atvejų didesnė nei dirvožemyje (išskyrus Pb ir Cd).

Literatūra

- Antanaitis, A. 2001. Sunkiųjų metalų paplitimas gamtoje ir jų poveikis gyviems organizmams, iš *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose*. Kaunas: Petro ofsetas, 16–32.
- Davis, R. D.; Carlton-Smith, C. H.; Stark, J. H.; Campbell, J. A. 1988. Distribution of metals in grassland soils following surface applications of sewage sludge, *Environmental Pollution* 49: 99–115. doi:10.1016/0269-7491(88)90243-6
- HN 60:2004. *Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje*. Lietuvos higienos norma, *Valstybės žinios* 2004, Nr. 41–1357.
- Kadūnas, V. ir kt. 1999. *Lietuvos geocheminis atlasas*. Vilnius. 162 p.
- Karczewska, A.; Szerszen, L.; Kabala, C. 1998. Forms of selected heavy metals and their transformation in soils polluted by the emissions from copper smelters, *Adv. GeoEcology* 34: 705–712.
- Kaunelienė, V.; Mačiulytė, L. 2003. Sunkiųjų metalų kaupimasis karklų žilvičių (*Salix viminalis*), laistomų sąvartyno filtratu, audiniuose, *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 3(25): 62–70.

- Mažvila, J. 1998. *Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita*: monografija. Kaunas: Kitos spalvos. 343 p.
- Mažvila, J. 2001. *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose*: monografija. Kaunas: Petro ofsetas. 195 p.
- Navas, A.; Lindhotfer, H. 2005. Chemical Partitioning of Fe, Mn, Zn and Cr in Mountain Soils of the Iberia and Pyrenean Ranges (NE Spain), *Soil and Sediment Contamination* 14(3): 249–260. doi:10.1080/15320380590928311
- Nuotekų dumblo naudojimo tręšimui reikalavimai. 2005. LAND 20–2005. 20 p.
- Page, V.; Feller, U. 2006. Transport of heavy metals in the root system and in the shoot of young wheat plants. 1st scientific meeting of WG1, in *Root to Shoot Translocation of Pollutants and Nutrients* in 22–24 June, in Santiago de Compostela (Spain). Abstract book, 16.
- Petruzzelli, G.; Lubrano, L.; Cervellis, S. 1987. Heavy metal uptake by cheat seedlings grown in fly ash-amended soil, *Water Air Soil Poll* 32(3–4): 389–395.
- Rynk, R. (Ed.). 1992. *On-Farm Composting Handbook*. Cooperative Extension Ithaca. 187 p.
- Seregin, I. V.; Ivanov, V. B. 2001. Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants, *Russian Journal of Plant Physiology* 48: 523–544. doi:10.1023/A:1016719901147
- Singh, B. R.; Oste, L. 2001. *In situ* immobilization of metals in contaminated or naturally metal-rich soils, *Environmental Reviews* 9: 81–97. doi:10.1139/er-9-2-81
- Sinha, M. K.; Sinha, D. P.; Sinha, H. 1977. Organic matter transformations in soils. V. Kinetics of carbon and nitrogen mineralization in soils amended with different organic materials, *Plant and Soil* 46(3): 579–590. doi:10.1007/BF00015917
- Stravinskienė, V. 2005. *Bioindikaciniai aplinkos vertinimo metodai*: mokomoji knyga. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla. 215 p.
- Vanek, T.; Valenova, S.; Mala, J.; Soudek, P. 2006. Study translocation of toxic metals in woody plants, in *1st scientific meeting of WG1. Root to shoot translocation of pollutants and nutrients*. Abstract book. Santiago de Compostela, Spain, 37.
- Алексеев, Ю. В. 1987. *Тяжелые металлы в почвах и растениях*. Ленинград. 141 с.
- Кабата-Пендиас, А.; Пендиас, Х. 1989. *Микроэ элементы в почвах и растениях*. Москва: Мир. 439 с.

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF SOILS TREATED WITH SEWAGE SLUDGE COMPOST

M. Radžiūtė, A. Matusevičiūtė

Abstract

Sewage dump is the main organic waste component accumulating in water treatment companies, and therefore the utilization of dump remains a burning issue. Fertilization is the most popular and cheapest way of using sewage dump a part of which is intended for agriculture in most European countries for composting purposes. Sewage dump or its compost are suitable for fertilizing the upper layers of the soil in cases the concentration of heavy metals is not greater than sanitarian standards can tolerate. The examinations were carried out using different waste dump rates from Vilnius water treatment facility in willow (*Salix viminalis*) grown cultivated fields.

The analysis of the soil was executed after one and two years following the fertilization process. The obtained results indicate that waste dump is a valuable organic fertilizer which contains small amounts of heavy metals. Separate heavy metals migrate from sewage sludge compost to plants differently. It was noted that the concentration of heavy metals in willows was greater (except for Pb and Cd) than that in the soil.

Keywords: soil, willow, sewage sludge compost, heavy metals.