

SUNKIŲJŲ METALŲ NIKELIO IR ŠVINO PAPLITIMAS REKULTIVUOTO SĄVARTYNO DIRVOŽEMYJE

Remigijus Šarna, Rita Mikaliūnaitė

Šiaulių universitetas, Gamtos mokslų fakultetas

Įvadas

Pramonės vystymasis, transporto priemonių skaičiaus didėjimas ir taršos šaltinių įvairovė – taršos, pramonės atliekos, kiti veiksniai didina aplinkos taršą, veikia augalus ir organizmus. Biosferos taršai didelę įtaką daro sunkieji metalai, pvz., kadmio, švinas, chromas, nikelis, varis, cinkas, gyvsidabris ir kiti (Antanaitis ir kt., 2007). Dalis iš jų dūlant įvairioms uolienoms įsiskverbia į smulkiąją frakciją, tačiau didžioji dalis į aplinką patenka dėl žmogaus veiklos (Baltrėnaitė, 2007). Patekę į dirvožemį, sunkieji metalai lėtai pasišalina išsiplaudami iš ariamojo sluoksnio, vykstant erozijai ir defliacijai, patenka į augalus (Sabienė, 2004; Vengris, 2003). Vienas iš pavojingiausių metalų augalininkystėje, ypač vaisinių augalų, yra švinas (toliau – Pb) (Lubytė ir kt., 2004). Patekęs į organizmą, jis padidina kitų sunkiųjų metalų toksiškumą (Bradl ir kt., 2005).

Švinas – dažniausiai prie intensyvaus eismo kelių esančiuose dirvožemiuose aptinkamas metalas. Neskaitant švino, dirvožemyje aptinkamos didelės nikelio (toliau – Ni) ir kitų metalų koncentracijos (Lippa, Špakauskas, 2002).

Į aplinką Ni ir Pb patenka su nuotekomis, fosforo, azoto, organinėmis trąšomis ir kai kuriomis kitomis medžiagomis. Ni ypač toksiškas, kai dirvožemio pH > 9,5 (Mažvila ir kt., 2001). Ni priskiriamas II toksiškumo klasei, pasižymi kancerogeninėmis savybėmis. Šie sunkieji metalai, patekę į žmogaus organizmą, pažeidžia medžiagų apykaitos ir kraujodaros procesus, sukelia kaulų, plaučių, kepenų ir kitų organų pakitimus (Kadūnas ir kt., 1999; Mažvila ir kt., 2001). Pb yra laikomas autotransporto taršos indikatoriumi (Šukys ir kt., 2010). Dirvožemyje šis metalas mažai judrus, su humusu sudaro pastovius kompleksinius junginius. Ypač jis kenksmingas rūgščiuose, neužmirkusiuose dirvožemiuose (Mažvila ir kt., 2001). Vidurio Lietuvoje dėl sunkesnės dirvos struktūros sunkiųjų metalų kiekis yra didesnis.

Sunkiųjų metalų kaupimuisi ir migracijai nemažą įtaką turi dirvožemio fizikinės ir cheminės savybės: dirvožemio kilmė ir reakcija, humuso kiekis, sorbciniai ypatumai ir dirvožemio granulimetrinė sudėtis, ypač jos smulkioji frakcija (Zvilnaitė ir kt., 2009). Dirvožemio tipas, reakcija (pH), organinės medžiagos kiekis laikomi svarbiausiomis dirvožemio savybėmis ir sudėtinėmis dalimis, turinčiomis įtakos sunkiųjų metalų kiekio kitimui ir biologiniam pasisavinimui (Radžiūtė, Matusevičiūtė, 2010).

Lietuvoje sunkieji metalai tirti daugiausia pakelių, urbanizuotų miestų ir didžiųjų sąvartynų dirvožemyje (Baltrėnaitė, 2007; Motuzas ir kt., 2001; Baltrėnas ir kt., 2005, 2009; 2012; Mažvila ir kt., 2001; Zvilnaitė ir kt., 2009). Padidėjusi švino koncentracija nustatyta dirvožemyje Šiaulių mieste, šalia automagistralės Šiauliai–Vilnius,

kai kuriuose priemolio dirvožemio mėginiuose aptikti šio metalo fonines ribas viršijantys kiekiai (Zvilnaitė ir kt., 2009). Dėl intensyvaus eismo automagistrale Vilnius–Kaunas greta esantys dirvožemiai užteršti švinu ir nikelio – didžiausios leistinos koncentracijos (toliau – DLK) viršytos beveik dvigubai (Motuzas ir kt., 2001). Nustatyta tendencija, kad arčiau važiuojamosios kelio dalies susidaro didesnės sunkiųjų metalų koncentracijos (Baltrėnas ir kt., 2012). Tokia pat tendencija nustatyta tiriant geležinkelio transporto taršą sunkiaisiais metalais dirvožemyje. Didžiausi teršalų kiekiai dirvožemyje aptikti iki 5 m nuo geležinkelio bėgių. Pb junginių koncentracija DLK viršijo 1,8 karto, Ni kai kuriose vietose – 1,9 karto (Baltrėnas ir kt., 2009). Augalai sugeria iš dirvožemio sunkiuosius metalus, kai jų koncentracija yra padidėjusi. Atliekant tyrimus nustatyta, kad daugiausiai sunkiuosius metalus sugeria svidrės. Ni geriau nei svidrės sugeria eraičiniai (Baltrėnas ir kt., 2012). Sunkiųjų metalų koncentracijos miestų sąvartynuose yra didesnės už fonines. Turint omenyje, kad sunkieji metalai kaupiasi augalinėje produkcijoje, užterštuose plotuose nederėtų auginti maistingų augalų (javų) (Un ir kt., 2013). Yra nustatyta tiesioginė priklausomybė tarp sunkiųjų metalų koncentracijos medienoje ir dirvožemyje (Baltrėnaitė, 2007). Šalia magistralinių kelių auginant daržoves, sunkiųjų metalų koncentracijos jose (bulvėse, kopūstuose ir kt.) neviršija DLK, tačiau nustatyta tendencija, kad arčiau magistralinių kelių augančiuose javuose sunkiųjų metalų susikaupia daugiau (Mažvila ir kt., 2001).

Darbo aktualumas. Sovietmečiu Lietuvoje kaimiškose vietovėse įrengta daug sąvartynų, į juos ilgus metus vežtos įvairios atliekos. Šie sąvartynai neatitiko dabartinių aplinkosaugos reikalavimų, todėl po įstojimo į ES buvo uždaryti. Kadangi po rekultivavimo sąvartynai naudojami kaip žemės ūkio paskirties žemė, tikslinga iširti, ar augalininkystės gamyba tose teritorijose yra saugi.

Darbo tikslas – įvertinti rekultivuojo sąvartyno dirvožemio užterštumą sunkiaisiais metalais nikelio ir švinu. **Uždaviniai:** nustatyti granulimetrinę sudėtį, organinės medžiagos kiekį ir sunkiųjų metalų nikelio ir švino koncentracijas rekultivuojo sąvartyno dirvožemyje; nustatyti sunkiųjų metalų koncentracijos priklausomybę nuo dirvožemio fizikinių ir cheminių savybių, pateikti pasiūlymus ir rekomendacijas dėl sąvartynų dirvožemio naudojimo ūkinei veiklai.

Tyrimo metodai. Dirvožemio mėginiai imti iš 0–20 cm gylio (ariamojo dirvožemio sluoksnis) laikantis LST ISO 10381-2:2005 standarto reikalavimų, kvadrato metodu. Mėginiai imti kas 10 metrų nuo sąvartyno centro. Taip pat paimti kontroliniai mėginiai 500 metrų nuo rekultivuojo sąvartyno teritorijos. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis nustatyta organoleptiškai. Nustačius

granulimetrinę sudėtį, dirvožemio mėginiai išdžiovinti laboratorijoje kambario temperatūroje iki orasausės būsenos, susmulkinti ir persijoti per 1 mm sieta. Dirvožemio higroskopinė drėgmė nustatyta 4 val. kaitinant 105 °C temperatūroje, organinė medžiaga – 4 val. deginant mėginus 500 °C temperatūroje mufelinėje krosnelėje. Sunkieji metalai ekstrahuoti iš dirvožemio koncentruota HNO₃, nustatant metalus atominės absorbcijos spektrofotometru.

Tyrimo rezultatai

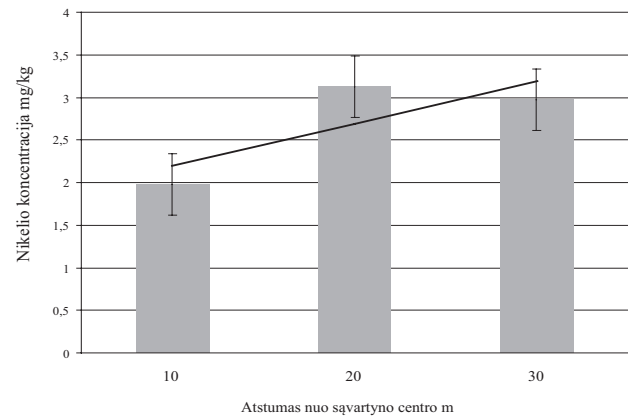
Dirvožemio granulimetrinė sudėtis. Atliekant tyrimą nustatyta, kad Baisogalos sąvartyne dirvožemio granulimetrinė sudėtis buvo skirtinga: centre ir arčiausiai jo – lengvas priemolis (p), o tolyn nuo sąvartyno centro – priemolis (ps). Dirvožemio kontrolinio mėginio (paimto 500 m atstumu nuo Baisogalos sąvartyno) granulimetrinė sudėtis – vidutinio sunkumo priemolis. Šis sąvartynas buvo įrengtas didelio lauko (apie 50 ha) pakraštyje, šalia žvyrkelio. Magistralinių kelių arti nėra. Plotas naudojamas augalininkystei, auginti javai. Dirvos paviršiuje buvo paskleista smulkintų šiaudų, jie aparti per rudens arimą. Reljefas banguotas, šalia teka upelis Kiršinas, kuriame įrengta užtvanka. Šis sąvartynas buvo eksploatuojamas daugiau kaip 20 m., į jį gausiai gabentos ir buitinės, ir ūkinės kilmės atliekos (greta buvo žemės ūkio bendrovių ir kitų įmonių). Sąvartynas uždarytas 2007 m. Sukauptos atliekos išgabentos, dirvožemio ariamasis sluoksnis paliktas tas pats, tik po atliekų išgabenimo išlygintas paviršius.

Dirvožemio reakcija. Baisogalos sąvartyno dirvožemio mėginių reakcija (pH) buvo įvairi – tarp 6,39 ± 0,042 ir 7,38 ± 0,09. Mažiausia pH reikšmė nustatyta dirvožemio mėginiuose, paimtuose arti sąvartyno centro, o nuo jo tostant dirvožemio reakcija buvo artima neutraliai – nuo neutralios iki silpnai šarminės. Didesnė dalis dirvožemio mėginių buvo neutralokos reakcijos (pH 6,00–6,50), kiti – artimos neutraliai arba neutralios reakcijos. Galima daryti prielaidą, kad tokį dirvožemio mėginių pH nevienodumą lemia dirvožemio granulimetrinės sudėties nevienodumas, nes šio sąvartyno dirvožemis yra lengvas priemolis (p) ir priemolis (ps). Be to, šiame plote jau kelerius metus auginami kultūriniai augalai, naudojamos mineralinės trąšos, pesticidai, iš dalies galintys ateityje parūgštinti dirvožemio reakciją.

Dirvožemio higroskopinė drėgmė ir organinės medžiagos kiekis. Šio sąvartyno dirvožemyje nustatytas higroskopinės medžiagos kiekis svyruoja nuo 0,65 ± 0,053 iki 2,23 ± 0,09 %. Dirvožemio organinės medžiagos kiekis – nuo 2,61 ± 0,014 iki 8,36 ± 0,029 %. Nors sąvartyno dirvožemis – lengvesnės granulimetrinės sudėties, aptikti organinės medžiagos kiekiai yra dideli. Tam gali turėti įtakos tai, kad auginami kultūriniai augalai, intensyviai tręšiama, įterpiamos augalinės liekanos. Nustatytas stiprus ryšys tarp dirvožemio organinės medžiagos ir higroskopinės drėgmės ($r = 0,87$).

Nikelio koncentracija Baisogalos sąvartyno dirvožemyje. Dirvožemyje nustatytas nikelio koncentracijos vidurkis – 2,7 ± 1,47 mg/kg. Galima daryti prielaidą, kad tam didžiausią įtaką turi dirvožemio granulimetrinė sudėtis. Priemoliuose ir lengvuose priemoliuose sunkieji metalų koncentracijos yra mažesnės nei sunkesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiuose (Mažvila ir kt., 2001).

Nikelio koncentracija dirvožemyje tolyn nuo sąvartyno centro didėja (1 pav.). Didžiausia nikelio koncentracija nustatyta 20 m nuo sąvartyno centro – 3,1 ± 2,08 mg/kg. Didesnė nikelio koncentracija rasta ir pietinėje bei vakarinėje sąvartyno dalyje. Ryšys tarp dirvožemio agrocheminių savybių ir nikelio koncentracijos statistiškai nepatikimas. Šio sąvartyno dirvožemio granulimetrinė sudėtis yra priemolis, todėl nustatyta mažesnė nikelio koncentracija nei kontroliniame mėginyje – 4,3 ± 1,76 mg/kg. Kadangi laukai dirbami, tręšiami azoto, fosforo ir kitomis trąšomis, čia nustatyta nikelio koncentracija didesnė nei sąvartyno dirvožemyje.

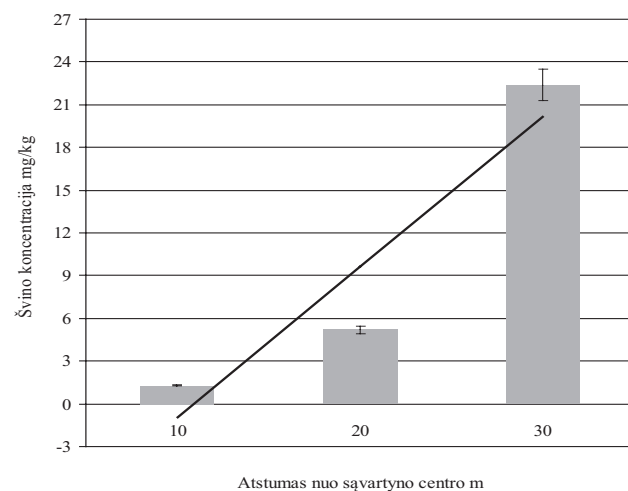


1 pav. Nikelio koncentracijos pasiskirstymas Baisogalos sąvartyno dirvožemyje

Nikelio koncentracija Baisogalos sąvartyno dirvožemyje neviršija nei DLK, nei foninės koncentracijos (pagal Lietuvos higienos normą 60:2004 priemoliuose – 12 mg/kg). Atliekant tyrimą nustatyta, kad taršos nikeliumu dirvožemio ariamajame sluoksnyje (0–20 cm gylyje) nėra.

Švino koncentracija Baisogalos sąvartyno dirvožemyje. Švino koncentracijos vidurkis – 11,6 ± 1,23 mg/kg (2 pav.). Beveik trečdalyje tirtų dirvožemio mėginių švino koncentracija viršijo foninę, tačiau nė viename mėginyje DLK neviršyta. Didžiausia švino koncentracija – 73 ± 0,54 mg/kg, tai beveik 5 kartus viršija foninę koncentraciją. Mažiausia Pb koncentracija buvo 4,6 ± 0,89 mg/kg.

Kaip matyti iš 2 pav. pateiktos diagramos, švino koncentracija tostant nuo sąvartyno centro nuosekliai didėja.



2 pav. Švino koncentracijos pasiskirstymas Baisogalos sąvartyno dirvožemyje

Apibendrinant atliktą tyrimą, galima teigti, kad nustatyta švino koncentracija tirtame dirvožemyje yra keliskart mažesnė už DLK, tik atskiruose mėginiuose aptikta didesnė nei foninė koncentracija.

Literatūros šaltiniuose nurodoma, kad Vidurio Lietuvos dirvožemiuose nikelio ir švino vidutiniškai yra atitinkamai 11,2 mg/kg ir 12,2 mg/kg (Mažvila ir kt., 2001). Atliekant tyrimą nustatytos Ni ir Pb koncentracijos sąvartyno dirvožemyje yra mažesnės, palyginti su mokslininkų gautais rezultatais.

Reikėtų atlikti papildomų tyrimų ir nustatyti sunkiųjų metalų kiekį gilesniuose dirvožemio sluoksniuose bei augaluose. Kadangi sunkiųjų metalų kiekiai tirtose sąvartyno teritorijoje yra nedideli, joje galima auginti kultūrinus augalus.

Išvados

1. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis Baisogalos sąvartyno dirvožemyje – lengvas priemolis ir priemolis.
2. Tirtų dirvožemio mėginių reakcija – neutrali arba silpnai šarminė. Dideles pH reikšmes lėmė faktas, kad dirvožemis pradėtas intensyviai dirbti, jame auginami javai.
3. Nustatytas teigiamas ryšys tarp dirvožemio organinės medžiagos ir higroskopinės drėgmės ($r = 0,87$, $p < 0,05$).
4. Sunkiųjų metalų nikelio ir švino koncentracijos sąvartyno dirvožemyje nustatytos nedidelės: nikelio – vidutiniškai $2,7 \pm 1,47$ mg/kg, švino – $11,6 \pm 1,23$ mg/kg.
5. Taršos nikeliu ir švinu šiame sąvartyno dirvožemyje nenustatyta, nes metalų koncentracijos tirtuose mėginiuose neviršija DLK. Tik keliuose dirvožemio mėginiuose buvo viršyta foninė švino koncentracija.
6. Nikelio koncentracijos pasiskirstymas sąvartyno dirvožemyje gana vienodas, o švino koncentracija svyravo (nuo $346 \pm 0,89$ mg/kg iki $73 \pm 0,54$). Didesnė švino koncentracija nustatyta 30 m atstumu, šiaurinėje sąvartyno dalyje.
7. Nustatytas ryšys tarp nikelio koncentracijos ir organinės medžiagos, $r = 0,7$ ($p < 0,05$). Ryšiai tarp kitų dirvožemio savybių ir sunkiųjų metalų koncentracijų yra silpni ir statistiškai nepatikimi.

Literatūra

1. Antanaitis A., Antanaitis Š., Lubytė J., Staugaitis G., 2007, Antropogeninių veiksmų įtaka sunkiųjų metalų koncentracijai javų grūduose. *Žemdirbystė*. T. 14. Nr. 2. P. 49–58.
2. Baltrėnaitė E., 2007, Sunkiųjų metalų pernašos iš dirvožemio į medį tyrimai ir įvertinimas. *Daktaro disertacija*. Vilniaus Gedimino technikos universitetas.

3. Baltrėnas P., Ignatavičius G., Idzelis R., Greičiūtė K., 2005, *Aplinkos apsauga kariniuose poligonoose*. Vilnius: Technika.
4. Baltrėnas P., Kazlauskienė A., Mikalajūnė A., 2012, *Aplinkos apsauga keliuose*. Vilnius: Technika.
5. Baltrėnas P., Vaitiekūnas P., Bačiulytė Ž., 2009, Geležinkelio transporto taršos sunkiaisiais metalais dirvožemyje tyrimai ir įvertinimas. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. Vol. 17. No. 4. P. 244–251.
6. Bradl H., Kim C., Kramar U., Stüben D., 2005, Interactions of heavy metals. *Interface Science and Technology*. Vol. 6. P. 28–164.
7. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2006/0086 COD, nustatanti dirvožemio apsaugos sistemą, 2006. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0232:FIN:LT:PDF>> [žiūrėta].
8. Kadūnas V., Budavičius R., Gregorauskienė V., 1999, *Lietuvos geocheminis atlasas*. Vilnius: Technika.
9. Lietuvos higienos norma HN 60:2004. Pavojaingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje. *Valstybės žinios*. Nr. 41-1357. Vilnius
10. Lietuvos standartizacijos departamentas, 2005, LST ISO 10381-2:2005 Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. Ėmimo būdų vadovas. Vilnius.
11. Lippa M., Špakauskas V., 2002, Lietuvos aplinkos oro užterštumo autotransporto priemonių išmetalais vertinimas. *Aplinkos inžinerija*. T. 10. Nr. 3. P. 121–129.
12. Lubytė J., Antanaitis A., Adomaitis T., Mažvila J., Vaišvila Z., Arbačiauskas J., 2004, Įvairių formų sunkiųjų metalų ir mikroelementų kiekio dirvožemyje priklausomumas nuo tręšimo. *Žemdirbystė*. T. 87. Nr. 3. P. 39–46.
13. Mažvila J. (sud.), Adomaitis A., Antanaitis A., Eitminavičius L., Lubytė J., Matusevičius K., 2001, *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose*. Kaunas: Lietuvos žemdirbystės institutas, Agrocheminių tyrimų centras.
14. Motuzas A., Vaisvalavičius R., Prosyčevus I., Stučinskienė N., Motuzienė S., Trimirka V., 2001, Metodologiniai sunkiųjų metalų kiekio tyrimai autotransporto paveiktų zonų dirvožemiuose. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. T. 15. Nr. 1. P. 39–46.
15. Radžiūtė M., Matusevičiūtė A., 2010, Nuotekų dumblo tręštų dirvožemių fizikinė-cheminė charakteristika. *Aplinkos apsaugos inžinerija*. T. 2. Nr. 5. P. 87–92.
16. Sabienė N., 2004, *Sunkiųjų metalų poveikio aplinkai priklausomybė nuo dirvožemio kokybės veiksnių*. Akademija: Žemės ūkio universiteto leidykla.
17. Šukys P., Bastienė N., Poškys V., 2012, Buvusio autogaražo sklypo Birštono mieste užterštumo sunkiaisiais metalais ir naftops produktais įvertinimas. *Vandens ūkio inžinerija*. T. 40 (60). P. 30–45.
18. Un U., Chukwuka K. S., Okorie N., 2013, Heavy metal accumulation by *Amaranthus hybridus* L. grown on waste dumpsites in South-Eastern Nigeria. *Journal of Research in Biology*. Vol. 3. No. 2. P. 809–817.
19. Vengris T., Gylienė O., Samulavičienė M., Narkevičius A., 2003, Sunkiųjų metalų šalinimas iš dirvožemio Na-EDTA tirpalais. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. T. 23. Nr. 1. P. 54–59.
20. Zvilnaitė J., Tričys V., 2009, Dirvožemio užterštumo sunkiaisiais metalais tyrimas. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Nr. 3. P. 160–163.

PREVELANCE OF NICKEL AND LEAD HEAVY METALS IN THE SOIL OF A RE-CULTIVATED SELF-FILLED DUMP

Remigijus Šarna, Rita Mikaliūnaitė

Summary

The aim of this work was to determine concentrations of nickel and lead in the soil of the re-cultivated dump near Baisogala. Soil samples were taken from a depth of 0-20 cm (LT ISO 10381-2:2005) by the method of a square every 10 meters from the centre of the dump. Soil samples from the re-cultivated self-filled dump were varied from clay loam to sandy clay loam. The reaction of the analysed soil samples is neutral or slightly alkaline. The average nickel concentration in the soil was $2,7 \pm 1,47$ mg/kg and lead – $11,6 \pm 1,23$ mg/kg. None of the soil samples exceeded the greatest allowed concentrations for nickel and lead and this proves the fact that there is no impurity caused by heavy metals in the soil of these dumps. However, in 7 soils samples taken from the Baisogala dump the background lead concentrations were exceeded. The spread of nickel rations is rather similar in the analysed dump's soil and lead concentration varied ($4,6 \pm 0,89$ to $73 \pm 0,54$ mg/kg). The higher lead concentrations were identified at a distance of 30 m in the northern side of the dump. The high correlation between the nickel concentration and organic material was identified as $r = 0,7$ ($p < 0,05$).

Key words: heavy metals, Pb, Ni, pH, soil organic matter.

SUNKIŲJŲ METALŲ NIKELIO IR ŠVINO PAPLITIMAS REKULTIVUOTO SĄVARTYNO DIRVOŽEMYJE

Remigijus Šarna, Rita Mikaliūnaitė

Santrauka

Darbo tikslas – ištirti Ni ir Pb koncentracijas dirvožemyje iš rekultivuoto sąvartyno prie Baisogalos. Dirvožemio mėginiai imti iš 0–20 cm gylio (LST ISO 10381-2:2005) kvadrato metodu kas 10 metrų nuo sąvartyno centro.

Baisogalos sąvartyno dirvožemio mėginių granulometrinė sudėtis buvo įvairi – nuo lengvo priemolio iki priemolio. Tirtų dirvožemio mėginių reakcija – neutrali arba silpnai šarminė. Sąvartynų dirvožemyje nustatyta nikelio vidutinė koncentracija – $2,7 \pm 1,47$ mg/kg, švino – $11,6 \pm 1,23$ mg/kg. Nikelio koncentracijos pasiskirstymas tirtame sąvartyne gana vienodas, o švino koncentracija svyravo nuo $4,6 \pm 0,89$ iki $73 \pm 0,54$ mg/kg. Didesnė švino koncentracija aptikta 30 m atstumu, šiaurinėje sąvartyno dalyje. Nė viename dirvožemio mėginyje nebuvo viršytos nikelio ir švino didžiausios leistinos koncentracijos. Tai rodo, kad dirvožemis nėra užterštas šiais sunkiaisiais metalais. Foninė švino koncentracija viršyta keliuose dirvožemio mėginiuose. Nustatytas stiprus ryšys tarp nikelio koncentracijos ir organinės medžiagos, $r = 0,7$ ($p < 0,05$).

Prasminiai žodžiai: sunkieji metalai, Pb, Ni, pH, dirvožemio organinė medžiaga

Įteikta 2014-11-20