

ANALIZA PRSTI Z OKOLICE JELŠEVNIKA IN OTOVSKEGA BREGA

Čeprav se je projekt RaST (Razvij svoj talent) novembra 2020 iztekel, Mladi raziskovalci SŠ Črnomelj še vedno delujemo na raziskovalnem področju. Tokrat smo pod drobnogled vzeli prst, ki smo jo vzorčili spomladi. Preberite, kaj smo ugotovili.

Naravni habitat črnega močerila smo z meritvami in vzorčenjem vode za kemijske analize redno spremljali skoraj dve leti. Z raziskovanjem na območju Jelševnika in Otovskega brega je naša skrb za ohranitev čistega okolja in s tem preprečitev izumrtja proteusa naraščala. **Eden izmed pokazateljev ekološkega stanja je tudi prst**, za katero podrobnejše in novejšje raziskave na tem območju še niso bile izvedene.

O težkih kovinah, njihovih virih in vplivih na okolje

Med glavne antropogene kovine uvrščamo kadmij (Cd), baker (Cu), svinec (Pb) in cink (Zn). Nikelj (Ni) in mangan (Mn) sta večinoma geogenega porekla (Bobnar, 2016). Najpomembnejše toksične težke kovine so kadmij, živo srebro (Hg), svinec (Pb) in arzen (As), ki jih Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) uvršča na seznam desetih kemikalij velikega zdravstvenega pomena (Ten chemicals of major public health concern, 2010).



Vnos kovin v okolje je trajen ali celo nepovraten poseg. Kovine se kot prvine v tleh zelo počasi razgrajujejo tako ostajajo v naravi tudi več tisoč let. Koncentracija kovin v tleh se pri cinku zmanjša za polovico v 70 do 510 letih, pri kadmiju v 13 do 1100 letih, pri bakru od 310 do 1500 letih, za svinec pa velja razpolovna doba od 740 do 5900 let. **K zmanjševanju vsebnosti kovin v tleh pripomorejo sprejem kovin v nadzemne dele rastlin, izpiranje in erozija tal** (Bobnar, 2016).

Glavni viri težkih kovin so na splošno rudarstvo, topilniška dejavnost, kovinska industrija, izgorevanje fosilnih goriv, odlagališča odpadkov, blato čistilnih naprav, odpadne vode, zastarele vodovodne infrastrukture, fitofarmaceutvska sredstva (FFS), mineralna in organska gnojila (Bobnar, 2016) ter tudi **digestat**. V slednjem so lahko prisotne nekoliko višje vrednosti cinka in kadmija. V *Strokovni oceni kakovosti in primernosti uporabe digestatorskega ostanka za mesec december 2011 (Za Bioenerg d.o.o.)* na primer opazimo, da digestatorski ostanek vsebuje kadmij, krom (Cr), baker, živo srebro, nikelj, svinec in cink.

Iz raziskovalne naloge Nine Težak s Srednje šole Črnomelj z naslovom *Resorpcija kovin iz tal* (2019) izvemo, da so v digestatu izmerili višje koncentracije cinka, bakra, molibdena (Mo) in bora (B) kot pa v negnojeni zemlji (vzorčena prst ni z istega raziskovanega območja kot naša). V negnojeni zemlji pa so zaznali višje koncentracije magnezija (Mg), kroma, niklja, arzena, svinca, železa (Fe), mangana in živega srebra kot v digestatu. Vrednosti kadmija sta bili podobni, s tem da ga je bilo nekoliko več v negnojeni zemlji. Rezultati po prvem gnojenju z digestatom so pokazali, da se je pri večini kovin njihova vsebnost v prsti povišala. Znatno to velja za svinec, kobalt, kadmij, molibden in mangan. Kljub dvakrat višji vrednosti cinka v digestatu kot v tleh se njegova vsebnost v prsti po prvem gnojenju ni bistveno povišala. Po

drugem gnojenju z digestatom so koncentracije kovin zopet upadle, kar bi lahko pripisali vremenskim razmeram (velika količina padavin po drugem gnojenju).

Vzorčenje

Dne 29. 2. 2020 smo v spremstvu mlade raziskovalke Ivane Drventić s Kemijskega inštituta Ljubljana odvzeli 4 vzorce prsti s širšega območja Jelševnika in Otovskega brega, nekoliko pozneje pa še vzorca 5 in 6. To so območja, s katerih se voda pod zemljo steka k izviro, kjer se nahajajo ali so se včasih nahajali močerili in žal niso del zaščitene vodovarstvenega območja.

Vzorce prsti smo odvzeli s pomočjo pedoloških sond do globine okoli 25 cm. Za vsakega od 6 vzorcev smo naredili 3 zajeme prsti z naključno izbranih mest.

Tabela 1: Vzorci prsti za analizo

ŠT. VZORCA	LOKACIJA	OPIS ZEMLJIŠČA	DATUM VZORČENJA
1	Rožanec	Nazadnje gnojeno z digestatom pred 3 leti.	29. 2. 2020
2	Otovec	Nazadnje gnojeno z digestatom pred 2 letoma.	29. 2. 2020
3	Križišče, kip, desno	Nazadnje gnojeno z digestatom pred 1 letom.	29. 2. 2020
4	Jelševnik	Negnojeno.	29. 2. 2020
5	Križišče, kip, levo, pri cesti	Pravkar gnojeno z digestatom.	15. 4. 2020
6	Križišče, kip, levo	Gnojeno z digestatom pred tremi tedni.	8. 5. 2020

Priprava vzorcev in analiza

Vzorce prsti smo najprej nekaj tednov sušili na zraku. Nadaljnja priprava in analiza z mikrovalovnim razklopom in optično emisijsko spektroskopijo sta pod mentorstvom dr. Ane Kroflič potekali na Kemijskem inštitutu v Ljubljani. Vzorce smo najprej čez noč sušili v sušilniku, da smo se znebili vlage. Pri razklopu smo uporabili dušikovo(V) kislino in vodikov peroksid. Poudariti gre, da za nekatere elemente je predpisan drugačen razklop in po našem postopku morda nismo določili celokupne koncentracije, ampak le frakcijo.

Rezultati in razprava

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96 in 41/04 – ZVO-1) opredeljuje tri stopnje imisijskih vrednosti: **mejno** (učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi), **opozorilno** (pri določenih vrstah rabe tal verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje) in **kritično** (zaradi škodljivih učinkov ali vplivov na človeka in okolje onesnažena tla niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali ter za zadrževanje ali filtriranje vode).

Tabela 2: Mejne, opozorilne in kritične vrednosti za analizirane kovine v tleh poleg izmerjenih koncentracij kovin za vsakega od merilnih mest (1-6):

Kovina (mg/kg)	As	Cd	Cr	Hg	Mn	Pb	Zn
Mejna vrednost	20	1	100	0,8	/	85	200
Opozorilna vrednost	30	2	150	2	/	100	300
Kritična vrednost	55	12	380	10	/	530	720
Vzorec 1	<0,5	1,3	62,7	<0,5	1300,1	31	119,6
Vzorec 2	<0,5	1,6	65,1	<0,5	2071	44,4	96,3
Vzorec 3	5,7	3	90,7	0,6	1558,6	47,8	133,8
Vzorec 4	<0,5	3,5	85,4	<0,5	1612,5	40,3	146,8
Vzorec 5	<0,5	2,9	78,4	<0,5	1431,9	32,4	118,3
Vzorec 6	<0,5	1,9	84,1	<0,5	1932,4	35,5	94,6

S primerjavo naših meritev z zakonsko določenimi vrednostmi lahko ugotovimo:

- vsebnosti As so v vseh vzorcih prsti pod mejno vrednostjo, pri čemer ima vzorec 3 najvišjo vsebnost;
- **v vseh vzorcih so vrednosti kadmija nad mejno vrednostjo, opozorilno vrednost pa presegajo vzorci 3, 4 in 5;**
- vsebnosti kroma in živega srebra so v vseh vzorcih pod mejno vrednostjo, najbolj pa se jim približajo vrednosti iz vzorca 3; Pri tem velja pripomniti, da smo nekaj živega srebra lahko izgubili med sušenjem vzorca;
- za mangan v Sloveniji nimamo omejitev v zakonodaji, mediana vrednosti mangana v tleh v Sloveniji pa je 865 mg/kg (Bobnar, 2016). To vrednost presegajo vrednosti iz vseh vzorcev (najvišja vrednost je v vzorcu 2);
- vrednosti svinca in cink so v vseh vzorcih pod mejno vrednostjo;

Zaključek

Ker vrsta onesnaženosti tal, ki se kaže v rezultatih, ne korelira z gnojenjem, gnojenje z digestatom ni glavni vir onesnaževanja proučevanega področja s težkimi kovinami. **Ker digestat vsebuje težke kovine, vsebnosti teh pa v vzorcih prsti niso bile nad kritičnimi (z izjemo kadmija), domnevamo, da so bile delno izprane v podzemne vode. Prst na krasu je namreč plitva in se ob obilnih padavinah zaradi prepustnosti apnenca hitro izpere v kraško podzemlje čez prepusten apnenec. Območje vzorčenja prsti je podzemno močno povezano z izviri, ki smo jih spremljali v preteklem letu. Sprašujemo se, ali so vsebnosti kovin v kraških izviri lahko razlog za zmanjševanje populacije močerilov.**

Glede na vsebnosti težkih kovin v analiziranih vzorcih prsti je njeno stanje glede na zakonske normative sprejemljivo, pri čemer je potrebno poudariti, da so se zakonsko določene mejne vrednosti v preteklih letih zviševale. Najbolj zaskrbljujoča je kvaliteta prsti vzorca 3, ki ima v splošnem najvišje vsebnosti težkih kovin.

Na splošno so v vseh vzorcih **najbolj zaskrbljujoče vsebnosti kadmija**, katerega možen izvor so gnojila (digestat), neustrezno sanirana deponija in odpadne vode. Previsoke vsebnosti kadmija v človeškem telesu lahko povzročijo obolelost ledvic, osteoporozo, motnje v metabolizmu kalcija, fosforja in vitamina D. Dokazano je rakotvoren, saj je povezan s pojavom raka na ledvicah, jetrih, prostati, mehurju, dojki in maternici ter ima druge negativne spremljevalne učinke na zdravje (NIJZ, 2018).

Čeprav je stanje prsti trenutno še zadovoljivo, ga je potrebno vsaj v takšni meri obdržati in poskrbeti, da se kvaliteta ne poslabša, saj je prst med vsemi naravnimi sestavinami pokrajine najbolj občutljiva na degradacijo in ima najslabše samoočiščevalne sposobnosti. Pri tem

imamo veliko in zelo odgovorno vlogo mi, ljudje, predvsem prebivalci bližnje okolice raziskovanega območja in obdelovalci tamkajšnje zemlje.

Analiza prsti se s tem ne zaključí. V prihodnje bi radi kvaliteto prsti spremljali na stalnih vzorčnih mestih skozi daljše časovno obdobje, hkrati pa tudi analizirali prisotnost nekovinskih oziroma organskih onesnaževal, kot so na primer policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH) in poliklorirani bifenili (PCB), ki jih med drugim vsebuje tudi digestat.

Avtorji: Vid Kavčič (Gimnazija Bežigrad), Manca Bajuk in Špela Vrničar (Srednja šola Črnomelj)

Mentorji: Prof. Vesna Fabjan, Srednja šola Črnomelj, dr. Ana Kroflič, Ivana Drventić, Kemijski inštitut, Ljubljana

Viri:

Bobnar, N., 2016. *Prostorska variabilnost izbranih kovin v tleh na treh njivskih lokacijah v okviru raziskav onesnaženosti tal Slovenije* (Diplomsko delo). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.

Bajuk, M., Vrničar, Š., 2020. *Pomagajmo preživeti črnemu močerilu* (Raziskovalna naloga). Črnomelj: Srednja šola Črnomelj.

Rajh, E., 2011. *Uporaba atomske spektroskopije v farmacevtski industriji* (Seminar). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

ERICo Velenje, 2012. *Strokovna ocena kakovosti in primernosti uporabe digestatorskega ostanka za mesec december 2011*. (Poročilo).

Kadmij v živilih [online]. 2018. NIJZ. Pridobljeno 14. 1. 2021, s <<https://www.nijz.si/sl/kadmij-v-zivilih>>.

Ten chemicals of major public health concern [online]. 2010. Pridobljeno 19. 1. 2021, s <https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/en/>.

Težak, N., 2019. *Resorpcija kovin iz tal* (Raziskovalna naloga). Črnomelj: Srednja šola Črnomelj.

Toksične težke kovine [online]. 2019. *Wikipedija, prosta enciklopedija*. Pridobljeno 8. 12. 2020, s <[Toksične težke kovine - Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](https://sl.wikipedia.org/wiki/Toksične_težke_kovine)>.

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. *Uradni list RS*, št. 68/96 in 41/04 – ZVO-1.