



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

ZAKLJUČKI PROJEKTA – UGOTOVITVE IN SKLEPI

UVOD IN PREDSTAVITEV OPERACIJE

Operacija: Uporaba konoplje za čiščenje onesnažene zemljine (fitoremediacija)

Projekt smo izvajali v letih 2020-2022 s sofinanciranjem Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje.

Prijavitelj in vodilni partner: Zadruga Konopko

Partnerji: IHPS Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo, Andreja Kunst Hadolin in Slavko Rotar

Vključene občine znotraj LAS Spodnja Savinjska dolina: Braslovče, Polzela, Prebold, Tabor, Vransko, Žalec

Spletna stran projekta: <https://fitoremediacija.konopko.si/>

Opis operacije

Zaradi onesnaženosti tal s težkimi kovinami na širšem območju Spodnje Savinjske doline in možnosti uporabe industrijske konoplje za fitoremediacijo je bil namen Zadruga Konopko in partnerjev, da z operacijo preverimo možnosti uporabe te komercialne rastline za čiščenje onesnaženih zemljin s težkimi kovinami. Pilotni poskus na terenu je zajemal dve njivi; eno na območju z znano onesnaženo zemljino in drugo izven območja onesnaženja; na obeh testnih površinah smo spremljali vpliv posevka industrijske konoplje na lastnosti tal, njeno kemijsko sestavo in spremembe, ki jih ta rastlina prinaša za rodovitnost in neoporečnost tal kot enega najbolj pomembnih naravnih virov.

Poleg pregleda že izvedenih sorodnih analiz v Sloveniji smo z operacijo pridobili dodatne izhodiščne podatke za oblikovanje modela za revitalizacijo tal in postopke približali tistim, ki imajo težave z onesnaženo zemljino. Vse to je dobra osnova in podpora tudi drugim relevantnim akterjem za odločanje pri pripravi, sprejemanju in izvajanju sanacij ter drugih politik javnega interesa.

Obenem smo z operacijo prikazali, da na neoporečnih tleh konoplja zraste v neoporečno rastlino za pridobivanje najrazličnejših produktov iz nje, saj je to rastlina tisočerihi možnosti uporabe in s tem velik potencial za vključeno območje, da se s povečanim znanjem o pridelavi in vzgoji ter možnostih pridelave poveča prihodek s prodajo. Poudarek smo dali na ozaveščanju in izobraževanju različnih skupin prebivalstva o agrotehnikih pridelave in skrbi za rodovitnost in trajnostno rabo tal.

Ker so bile vsebnosti težkih kovin izmerjene tako v zemljini kot tudi v posameznih delih rastline, je bil namen operacije preveriti možnost komercialne rabe ostalih nadzemnih delov rastline (stebela - vlaken in pezdurja) ter svetovanja (semen in listov) - **predvsem z vidika vsebnosti težkih kovin.**



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

Pomemben razlog za izvedbo operacije je bil tudi izobraževalne narave - da smo prebivalstvo in zainteresirano javnost seznanili, kako lahko sami spremljajo kvaliteto oziroma rodovitnost tal in skrbijo za njo. Preko delavnic, izobraževanj in priročnikov smo kmetovalcem, vrtničarjem, mladini in ranljivim skupinam predstavili pozitivne učinke konoplje in možnosti pridelave in uporabe industrijske konoplje za izboljšanje naravnega okolja in življenja ter povečanje biodiverzitete na njivah, kakor tudi prihodka na kmetijah.

Cilji in ciljne skupine

Cilj projekta je bil izpeljati pilotno čiščenje in poskus oživitve tal v Savinjski dolini na izbranih lokacijah s pomočjo industrijske konoplje (fitoremediacija). Za zagotovitev točnosti podatkov smo spremljali izhodiščna stanja tal ter spremembe v tleh po rasti dobi industrijske konoplje v 2 letih. Prav tako smo spremljali spremembe vsebnosti težkih kovin v posameznih delih rastline ter tako ocenili možnost njene nadaljnje uporabe v komercialne namene oziroma ocenili, koliko kovin je absorbirala v svojo biomaso, torej odvzela iz tal – jih očistila.

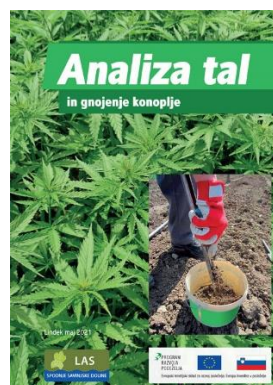
Drug cilj operacije je bil pokazati, da na neoporečnih tleh konoplja pomeni izredno dragocen vir možnosti za predelavo v različne izdelke; da je rastlinski material neoporečen, visoko kvaliteten in nudi bazo za mnogo izdelkov.

Preko delavnic, izobraževanj, objav in priročnikov smo ozaveščali kmetovalce, vrtničarje o možnostih uporabe industrijske konoplje za fitoremediacijo in v druge namene – konoplja v prehrani, kozmetiki in gradbeništvu. S strokovnim seminarjem smo izobrazili udeležence, ki se bodo odločili za pridobitev dodatnega znanja s področja fitoremediacije, za ranljivo skupino mladih ali nezaposlenih pa smo izvedli izobraževanje o potencialu in uporabnosti konoplje v vsakdanjem življenju s poudarkom na ekonomskem potencialu in možnostih generiranja delovnih mest.

Verjamo, da je bila vsebina operacije zanimiva za vse prebivalce območja znotraj LAS SSD, saj je to območje, žal tudi delno poznano kot onesnaženo s težkimi kovinami zaradi preteklih aktivnosti kmetovanja na tem območju. Ker ponuja uporaba industrijske konoplje tudi možnost čiščenja onesnaženih zemljin in s tem varnejšo uporabo pridelanih vrtnin in poljščin (samooskrba), smo med ciljnimi skupinami prepoznali:

- Kmetovalce na širšem območju Spodnje Savinjske doline - za pridelavo zdrave in kakovostne hrane
- Lokalne odločevalce s področja okolja, kmetijstva in razvoja - pridobivanje novih kompetenc in znanj
- Šole in društva, katerih dejavnost je povezana z varstvom okolja
- Ranljive skupine mladih in nezaposlenih - dvig zavesti o pomenu varovanja okolja in pridelave zdrave hrane, predstavitev potenciala in uporabnosti konoplje, povečanje možnosti prodaje izdelkov in s tem dohodka, samozaposlitve
- Strokovnjake, ki delujejo na področju poljedelstva in okoljevarstva (kmetijske svetovalce, zavode KGZ)
- Širšo domačo javnost

V okviru operacije smo poleg pričujočega povzetka rezultatov izdelali tudi dva strokovna priročnika, ki sta na voljo v tiskani obliki, kakor tudi kot PDF in ju je moč prenesti na spletni strani operacije.





Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

INTERPRETACIJA MERITEV – POROČILO

Obseg dela: Interpretacija kemijskih analiz (zemlje in delov rastline) v obeh letih poskusa in poročilo.

Namen

Zaradi onesnaženosti tal s težkimi kovinami na širšem območju Spodnje Savinjske doline in možnosti uporabe industrijske konoplje za fitoremediacijo je namen Zadruga Konopko, da z operacijo preverimo možnosti **uporabe konoplje za čiščenje onesnaženih tal s težkimi kovinami**. Projekt je zasnovan pilotno, tako da smo na dveh testnih površinah spremljali vpliv industrijske konoplje na lastnosti tal, njeno rodovitnost in spremembe, ki jih ta rastlina prinaša v tla.

Cilj

Cilj projekta je bil izpeljati pilotno čiščenje in poskus oživitve tal v Spodnje Savinjski dolini na izbranih lokacijah s pomočjo industrijske konoplje (fitoremediacija). Za zagotovitev točnosti podatkov smo spremljali izhodiščno stanje tal ter spremembe v tleh po žetvi industrijske konoplje. Prav tako smo spremljali vsebnost težkih kovin v posameznih delih rastline ter tako ocenili možnost njene nadaljnje uporabe v komercialne namene.

Izvedba poskusa

Pilotni poskus na terenu je zajemal dve njivi na partnerskih kmetijah. Vsebnost težkih kovin smo izmerili tako v tleh kot v rastlini v času spravila, da bi lahko ocenili tudi možnost komercialne rabe nadzemnih delov rastline (stebila - vlaken in pezdirdja) ter socvetja (semen in listov) - predvsem z vidika vsebnosti težkih kovin.

Metode dela

- Izbira 2 njiv s strani vodilnega partnerja. Spomladi 2021 setev konoplje sorte Fedora 17 na kmetiji R in sorte Futura 75 na kmetiji K, v letu 2022 na obeh kmetijah sorte Fedora 17. Gostota setve 25 kg/ha semena na lokaciji K in 40 kg/ha na lokaciji R. Datum setve v letu 2021: 11. 5. lokacija K in R, spomladi 2022: 13. 5. 2022 na lokaciji K in 16. 5. 2022 na lokaciji R.

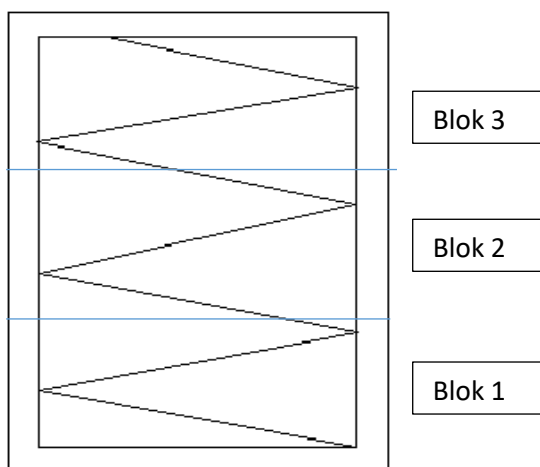
Pomlad 2021, jesen 2021, pomlad 2022 in jesen 2022:

- vzorčenje tal na 2 njivah za analizo na: standardno pedološko analizo in vsebnost težkih kovin v tleh (Pb, Cd in Zn)

V času spravila konoplje v letih 2021 in 2022:

- odvzem vzorcev s poskusov za analizo vsebnosti težkih kovin (Pb, Cd in Zn) v delih rastline v posameznih delih rastline konoplje (korenine, stebila, socvetje) na obeh njivah, vedno v 3 ponovitvah
- kemijska analiza vzorcev na podane parametre.

Na obeh njivah celotno njivo razdelili na 3 bloke, v katerih smo izvedli vzorčenje rastlin. V posameznem bloku smo izbrali naključno 10 rastlin in vsako previdno izkopal, tako da smo pridobili tudi koreninski sistem. Vzorčenje smo izvedli cik-cak po posameznem bloku, bloki so bili trije kot je prikazano na sliki 1, vzorčenja nismo izvajali ob robovih parcel. Po končanem izkopu rastlin smo rastline vsake ponovitve označili (vzorec 1, 2 in 3) ter jih spravili v večje vreče. Z delom – razrezom rastlin na posamezne dele: korenine, stebila z listi, socvetja smo nadaljevali na IHPS (slika 2).



Slika 1: Potek vzorčenja cik-cak, izogibamo se robovom.



Slika 2: Rastline smo povzročili na njivi in jih potem razdelili za kemijsko analizo na tri dele: korenine, stebila in socvetja. Vzorce smo dali sušiti za določitev vsebnosti vlage, drug del vzorcev pa v laboratoriju analizirali na vsebnost težkih kovin.



Slika 3: Priprava vzorcev za določanje vlage v rastlinskih delih



Slika 4: Vzorčenje tal za analizo na vzorčnih njivah

S korenin smo izločili zemljo najprej z izpiranjem v vedru, da se je zemlja razmočila, potem pa pod tekočo vodo; s tem smo odstranili ostanke. Nato smo korenine pustili, da so se posušile. Iz vsakega posameznega bloka (1 do 3) smo korenine, stebila z listi in socvetja ločeno stehali, podatke zapisali ter odvzeli vzorce za vlago in le-te dostavili v laboratorij. Podatek smo potrebovali za preračun pridelka na suho snov. Po končanem tehtanju smo vzorce za 3 dni dali v sušilne peči na temperaturo 35°C. Potek dela je prikazan na fotografijah 3 in 4. Vzorce smo potem nesli v laboratorij za določitev vsebnosti težkih kovin. Na podlagi podatka o vsebnosti posameznih elementov, določene vsebnosti vlage v posameznih rastlinskih delih in stehane mase rastlinskih delov, smo izračunali odzgem težkih kovin.

REZULTATI S STATISTIČNO ANALIZO PODATKOV

Analiza tal na težke kovine

Pred setvijo v obeh letih in po spravilu smo vzorčili tla na vsebnost težkih kovin. Rezultati so prikazani v preglednici 1. Za primerjavo podajamo preglednico 2, v kateri so navedene mejne, opozorilne in kritične vrednosti posameznih težkih kovin v tleh.

Preglednica 1: Vsebnost težkih kovin v tleh spomladi in po spravilu konoplje na dveh preučevanih njivah

Oznaka vzorca	Termin meritve	Cd-kadmij (mg/kg s.s.)	Pb-svinec (mg/kg s.s.)	Zn-cink (mg/kg s.s.)
Kmetija R	4. 6. 2021	0,9	25	79
	3. 9. 2021	0,9	28	77
	21. 4. 2022	1,0	25	71
	13. 9. 2022	1,1	59	103
Kmetija K	4. 6. 2021	0,9	19	70
	15. 9. 2021	0,9	22	65
	21. 4. 2022	0,8	25	60
	14. 9. 2022	0,8	36	78

Preglednica 2: Mejne, opozorilne in kritične vrednosti v tleh (uredba Ur. 1. RS 68/96).

Snov	Mejna vrednost* (mg/kg tal)	Opozorilna vrednost** (mg/kg tal)	Kritična vrednost** (mg/kg tal)
Cd-kadmij	1	2	12
Pb-Svinec	85	100	530
Zn-cink	200	300	720

***Mejna imisijska vrednost** je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni takšno obremenitev tal, da se zagotavljajo življenjske razmere za rastline in živali, in pri kateri se ne poslabšuje kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še spremenljivi.

****Opozorilna imisijska vrednost** je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni pri določeni vrsti rabe tal verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka in okolje.

*****Kritična imisijska vrednost** je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, pri kateri zaradi škodljivih učinkov ali vplivov na človeka in okolje onesnažena tla niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali.

Kot je razvidno iz primerjave preglednic 1 in 2, vsebnosti svineca in cinka niso bile presežene ne spomladi in ne jeseni na nobeni od vključenih njiv, so pa bile vsebnosti v vseh primerih nekoliko večje na kmetiji R v primerjavi s kmetijo K. To je lahko posledica drugačne lokacije glede emisij iz zraka ali uporabe drugačnih gnojil v zgodovini njiv. Mejna vsebnost kadmija je bila malenkost presežena na kmetiji R spomladi 2022, vendar se je do jeseni že padla pod mejno vrednost, poleg tega je bila prekoračitev izjemno malenkostna, saj če bi zaokrožili na celo število, le te niti ne bi bilo. Mejna vrednost tudi sicer nima bistvenega pomena za dajanje nekih zaključkov, saj je šele opozorilna vrednost tista, pri kateri pri določeni vrsti rabe tal obstaja možnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka in okolje.

PARAMETRI RODOVITNOSTI – KEMIJSKA ANALIZA TAL

Spomladi in jeseni smo tla vzorčili tudi za analizo na vsebnost glavnih rastlinskih hranil in reakcije tal (preglednica 3). Glede na rezultate kemijske analize, smo vsako pomlad za obe njivi napisali priporočilo za gnojenje, ki se izdelava na podlagi analize tal in predvidenega odvzema hranil s konopljo.

Spomladi 2021 smo za njivo K priporočili gnojenje s 40 kg/ha P₂O₅ in 140 kg/ha K₂O, apnjenje je bilo odsvetovano. Tla so bila namreč ustrezno preskrbljena s fosforjem in organsko snovjo, ter srednje dobro preskrbljena s kalijem. Za njivo R pa smo spomladi 2021 priporočili prav tako gnojenje s 40 kg/ha P₂O₅ in 140 kg/ha K₂O, medtem ko smo za jesen svetovali apnjenje s 3,7 t/ha apnenčeve moke, saj so tla nekoliko prekisla za uspešno pridelavo kmetijskih

rastlin, sicer pa ustrezno preskrbljena s fosforjem in organsko snovjo, ter srednje dobro preskrbljena s kalijem. Podoben gnojilni nasvet je bil tudi spomladi 2022 za obe njivi, saj se gnojilni načrti delajo za več let - vsakič smo izdelali tudi natančen gnojilni načrt. Če se gnoji po navodilih, se lahko pričakuje ustrezen pridelek in ohranjanje rodovitnosti tal.

Preglednica 3: Rezultati kemijske analize tal (globina vzorčenja 25 cm)

Oznaka vzorca	Termin meritve	pH	P ₂ O ₅ (mg/100 g tal)	K ₂ O* (mg/100 g tal)	Organska snov (%)
Kmetija R	pomlad 2021	5,4	19,7 C*	18,1 B	3,4
	jesen 2021	5,4	19,7 C	18,1 B	3,4
	pomlad 2022	5,4	18,8 C	17,3 B	3,3
	jesen 2022	5,3	17,6 C	16,7 B	3,2
Kmetija K	pomlad 2021	7,3	14,9 C	19,2 B-C	2,5
	jesen 2021	7,3	14,6 C	11,8 B	3,0
	pomlad 2022	7,1	14,1 C	12,3 B	2,8
	jesen 2022	7,0	14,4 C	12,0 B	2,8

Legenda: pH = reakcija tal (kislost tal), KCl = kalijev klorid, P₂O₅ = fosfat, K₂O = kalij

*Črke ob številčnih vrednostih označujejo stopnjo preskrbljenosti tal z določenim hranilom: A: siromašna tla, B: srednje preskrbljena tla, C: dobro preskrbljena tla, D: pretirano preskrbljena tla, E: ekstremno preskrbljena tla

Od spomladi do jeseni v obeh letih na obeh njivah vidimo, da se pH tal ni spremenil, vsebnost organske snovi v tleh je ostajala v istem razredu. Za uspešno pridelavo kmetijskih rastlin se bodo morali na kmetiji K potruditi z apnjenje po gnojilnem načrtu še v prihodnje. Vsebnost fosforja in kalija se prav tako ni vidneje spreminjala, je pa preskrbljenost s kalijem nekoliko boljša na njivi R kot na njivi K, pri vsebnosti kalija pa je ravno obratno. Sicer na njivi K nekoliko odstopa vsebnost organske snovi v tleh pri jesenskem vzorčenju leta 2021, vendar se vzorec v naslednjem letu ne ponovi, torej je to le posledica vzorčenja.

PEDOLOŠKA ANALIZA TAL

Pri standardni pedološki analizi tal določimo tudi:

- Vrednost S = seštevek baz
- Teksturni razred po ameriški teksturni klasifikaciji: tla na obeh njivah so I – ilovica (srednje težka tla).
- Vrednost V (zasičenost z bazičnimi kationi) vzorec tal na obeh njivah spada med **evtrična tla**.
- Kationska izmenjalna kapaciteta (vrednost T; skupna vsota izmenljivih kationov, ki jih tla lahko adsorbirajo, je odvisna tudi od pH, teksture, vsebnosti organske snovi) je v vzorcu lokacije K **visoka**, na njivi R pa **srednja**.

V prilogi so podani vsi rezultati vseh vzorčenj tal. Če primerjamo parametre na njivi R med vsemi vzorčenji, ugotovimo, da se rodovitnost tal v času poskusa ni spreminjala. Na njivi K je bila situacija enaka, med letoma in spomladi / jesen v parametrih rodovitnosti tal razlik ni bilo.

Pridelek konoplje in masa posameznih delov rastline in vsebnost težkih kovin

Za pridelek pri konoplji smo vzeli socvetje, ki se uporablja za pridobivanje kanabinoidov oziroma kasneje v rastni dobi za pridobivanje semen. Stehtali in primerjali pa smo tudi maso korenin in stebel z listi. V preglednici 4 so predstavljeni rezultati tehtanja po izračunih in analizi vsebnosti vlage – preračunano na hektar in izraženo v masi suhe snovi za leto 2021. Bločna postavitev poskusa in ustrezno vzorčenje so omogočili tudi statistično analizo rezultatov.

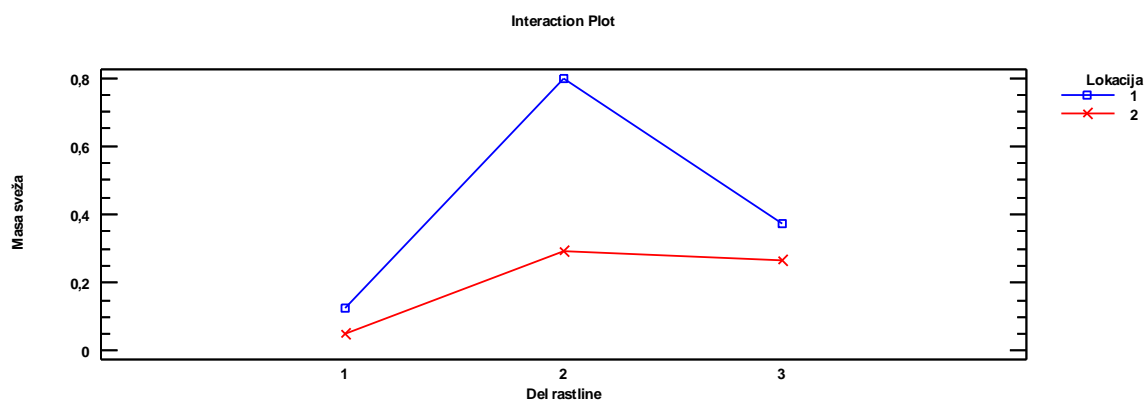
Masa sveže biomase se je v letu 2021 značilno (dokazljivo) razlikovala tako glede na lokacijo kot glede na del rastline (preglednica 4). Na lokaciji K je bila pridelana biomasa skupaj (stebila z listi+korenine+socvetja) dokazljivo večja kot na lokaciji R. V letu 2021 sta kmetiji pridelovali različno sorto, tako da je razlika v masi lahko posledica tako lokacije kot sorte.

Dokazljivo največja maso so imela stebila z listi, sledila je masa socvetij, najmanjšo maso so imele korenine. Enak rezultat je bil tudi pri pridelku suhe snovi.

Preglednica 4: Masa posameznih delov ene rastline (korenine, listi s stebli, socvetja) in vsebnost težkih kovin v tkivu v letu 2021 glede na lokacijo (R, K)

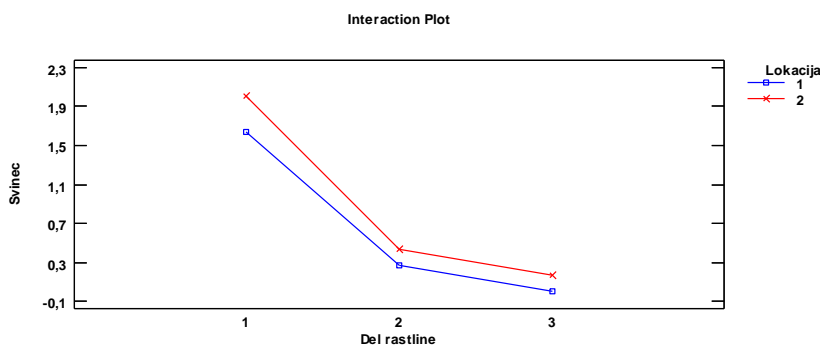
		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (kg)	Cink-Zn (mg/kg)	Svinec-Pb (mg/kg)	Kadmij-Cd (mg/kg)
Lokacija	K	43 b*	25,0 b	40,0 a	0,63 a	0,04 a
	R	20 a	11,8 a	30,0 a	0,87 a	0,21 b
Del rastline	Korenine	9 a	5,8 a	36 a	1,82 b	0,29 b
	Stebila z listi	55 c	31,5 c	26 a	0,35 a	0,04 a
	Socvetje	32 b	18,0 b	42 a	0,08 a	0,05 a

*Enaka črka znotraj istega dejavnika (Lokacija, Del rastline) v stolpcu pomeni, da med variantama ni dokazljive (značilne) razlike (Duncanov test, $p=0,05$).



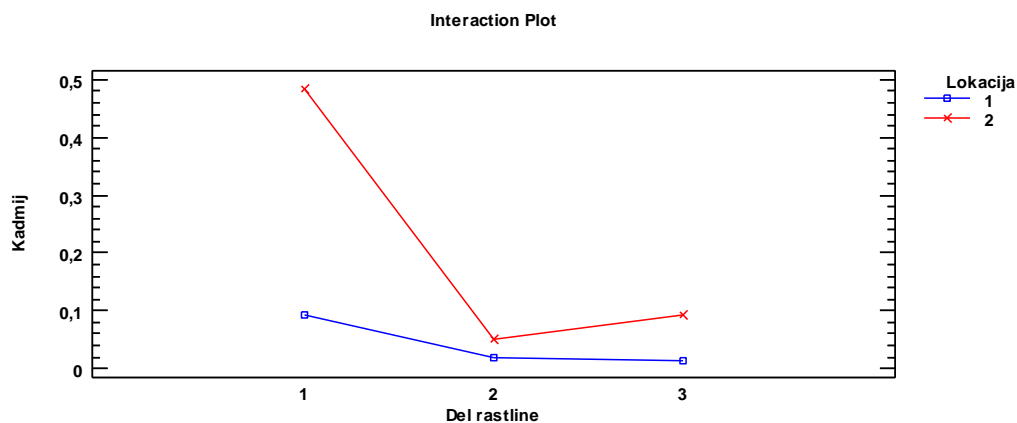
Slika 5: Interakcija del rastline (korenine = 1, stebila z listi = 2, socvetja = 3) x lokacija (lokacija 1 = K, lokacija 2 = R) je bila v letu 2021 značilna (dokazljiva), torej se je masa posameznega dela rastline razlikovala po odzivu glede na lokacijo pridelave.

V vsebnosti cinka v letu 2021 ni bilo dokazljive razlike ne glede na lokacijo in ne glede na del rastline (preglednica 4). **V vsebnosti svineca pa je bila dokazljiva razlika med deli rastline, in sicer je bila le ta dokazljivo večja v koreninah kot v steblih z listi in socvetju.** Glede na lokacijo razlike v vsebnosti svineca ni bilo (slika 6).



Slika 6: Vsebnost svineca glede na del rastline (korenine = 1, stebila z listi = 2, socvetja = 3) in lokacijo (lokacija 1 = K, lokacija 2 = R)

V vsebnosti kadmija pa je bila dokazljiva razlika tako glede na lokacijo kot glede na del rastline. **Na lokaciji R je bila vsebnost kadmija dokazljivo večja kot na lokaciji K**, kar bi lahko bila posledica druge sorte. **V koreninah je bila vsebnost kadmija dokazljivo večja kot v steblih z listi in socvetju.**



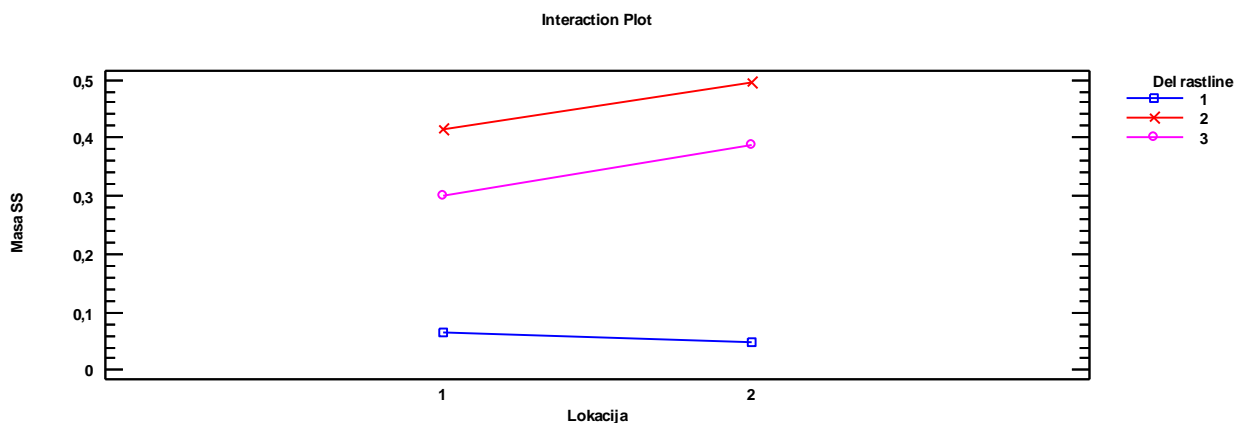
Slika 7: Vsebnost kadmija v 2021 glede na del rastline (korenine = 1, stebila z listi = 2, socvetja = 3) in lokacijo (lokacija 1 = K, lokacija 2= R)

V preglednici 5 so navedeni rezultati analize rastlinskega tkiva za leto 2022. Medtem ko se mana sveže snovi med lokacijama ni dokazljivo razlikovala, pa se je dokazljivo med lokacijama razlikovala masa suhe snovi, in sicer je bila le ta večja na lokaciji K. Glede na del rastline pa je bila dokazljivo največja masa dosežena s stebli z listi, sledila so socvetja, najmanjšo maso ta sveže snovi kot suhe snovi pa so imele korenine, kar je skladno z rezultati prvega leta poskusa. Interakcija Lokacija x Del rastline je bila značilna, torej se je masa izrazila različno glede na lokacijo pridelave (slika 8).

Preglednica 5: Masa posameznih delov ene rastline (korenine, listi s stebli, socvetja) in vsebnost težkih kovin v tkivu v letu 2022 glede na lokacijo (R, K)

		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (kg)	Cink-Zn (mg/kg)	Svinec-Pb (mg/kg)	Kadmij-Cd (mg/kg)
Lokacija	K	45,6 a	26 b	19 a	0,40 a	0,08 a
	R	50,7 a	31 a	27 a	0,48 a	0,14 b
Del rastline	Korenine	9 a	6 a	16 a	0,79 b	0,16 b
	Stebila z listi	78 c	46 c	8 a	0,15 a	0,05 a
	Socvetje	57 b	34 b	45 b	0,39 a	0,12 b

*Enaka črka znotraj istega dejavnika (Lokacija, Del rastline) v stolpcu pomeni, da med variantama ni dokazljive (značilne) razlike (Duncanov test, $p=0,05$).



Slika 8: Masa suhe snovi v letu 2022 glede na del rastline (korenine = 1, stebila z listi = 2, socvetja = 3) in lokacijo (lokacija 1 = K, lokacija 2= R)



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

V vsebnosti cinka v letu 2022 prav tako ni bilo razlike glede na lokacijo kot v letu 2021, je pa bila za razliko od leta 2021 dokazljiva razlika glede na del rastline, in sicer je bilo **v socvetju dokazljivo večja vsebnost cinka kot v steblih z listi in koreninah**.

V vsebnosti svinca je bila slika enaka kot v letu 2021, in sicer med lokacijama ni bilo dokazljive razlike, med deli rastlin pa je bila, in sicer je bila **dokazljivo višja vsebnost svinca v koreninah kot v steblih z listi in socvetju**.

V vsebnosti kadmija je bila dokazljiva razlika tako glede na lokacijo kot glede na del rastline. **Na lokaciji R je bila vsebnost kadmija dokazljivo večja kot na lokaciji K – kot v letu 2021. V koreninah in socvetju je bila vsebnost kadmija dokazljivo večja kot v steblih z listi**. Pri slednjem je razlika iz leta prej, ko je bila vsebnost kadmija v socvetju primerljiva z vsebnostjo v steblih z listi.

PRIMERJAVA IZMERJENIH VREDNOSTI (z do sedaj znanimi rezultati)

Onesnaževala so kemijske snovi, ki so nenamerno prisotne v živilih. Te snovi so lahko prisotne v živilih kot posledica onesnaženja iz okolja kot tudi različnih faz proizvodnje, pakiranja, transporta, shranjevanja ali priprave živil. Svinec in kadmij uvrščamo kot elemente v sledovih v skupino okoljskih in industrijskih onesnaževal.

Kadmij

Mejna vrednost za kadmij v žitih, razen otrobov, kalčkov, pšeničnih zrn in riža je glede na *Zgornje mejne vrednosti nekaterih onesnaževalcev v živilih* (https://www.uradni-list.si/files/RS_-2003-069-03323-OB~P001-0000.PDF) iz Pravilnika o onesnaževalcih v živilih (<https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2003-01-3323/pravilnik-o-onesnazevalcih-v-zivilih>) za primerjavo z našimi rezultati je 0,1 mg/kg, v otrobih, kalčkih, pšeničnih zrnih in rižu pa 0,2 mg/kg. Socvetje v letu 2021 je imelo vsebnost kadmija pod tema dvema vrednostma, medtem ko je bila vsebnost v socvetju v letu 2022 malenkost nad mejo 0,1 vendar dosti pod 0,2 mg/kg.

Na lokaciji Medlog v magistrski nalogi Zorko (2019) je bila največja koncentracija kadmija izmerjena v koreninah sorte Future 75 (0,28 mg/kg), manjša v socvetju sorte Future 75 (0,20 mg/kg). Na lokaciji Babno je bila največja koncentracija kadmija izmerjena v socvetju sorte Tisza (0,28 mg/kg), manjša v koreninah sorte Tisza (0,27 mg/kg) in koreninah sorte Futura 75 (0,22 mg/kg). Na lokaciji Bukovžlak je bila največja koncentracija kadmija izmerjena v socvetju sorte Futura 75 (1,66 mg/kg) in koreninah sorte Futura 75 (0,92 mg/kg).

Svinec

Žita (vključno z ajdo), stročnice in zrna stročnic imajo zgornjo mejno vsebnost svinca 0,2 mg/kg. Socvetje v letu 2021 je imelo vsebnost 0,08 mg/kg, torej pod to mejo, v letu 2022 pa 0,39 mg/kg – čez to mejo, ki je sicer postavljena za druge rastline, vendar smo jo podali za neko oceno, ker za konopljo podatka ni. Eržen in sod. (2003) so ugotovili, da je v vsebnosti svinca v analiziranih vzorcih živil veliko nihanje, kar naj bi bila **posledica velike variabilnosti lokalnih dejavnikov, ki vplivajo na absorpcijo svinca iz okolja**, zlasti obremenjenost zraka s prašnimi delci ter oddaljenost od prometnic in prevladujoče smeri ter jakosti vetra.

Lokacija Babno je imela v poskusih Zorko (2019) srednje onesnažena tla s svincom, cinkom in kadmijem. Največja koncentracija svinca je bila izmerjena v semenu in socvetju sorte Tisza, pri sorti Futuri 75 je bila največja koncentracija svinca izmerjena v socvetju.

Cink

Po drugi strani pa je cink pomembno hranilo tako za rastline kot človeka. Priporočen dnevni vnos za odrasle, na osnovi referenčnih vrednosti za označevanje živil, za cink znaša 10 mg. Zaloge cinka v telesu niso zelo velike, zato je



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

potreben stalen vnos. Vsebnost cinka v posameznih organih je zelo različna, okoli 70 % se ga nahaja v kosteh, koži in laseh. V 100 g ajde na primer je 3 mg cinka (Portal Zdrava prehrana, 2022). Nekoliko večja je bila vsebnost v našem poskusu v socvetju konoplje, in sicer 42 oziroma 45 mg/kg v letih 2021 in 2022.

Angelova in sod. (2004) so naredili poskus na onesnaženih tleh s tremi vrstami rastlin, lan konoplja in bombaž, z namenom, da bi ugotovili katera vrsta rastline bolj uspešno kopiči težke kovine v svojih tkivih. Ugotavljali so privzem v korenine, liste, stebila in semena. Ugotovili so, da je **lan najbolj uspešno akumuliral cink v svoja tkiva, največ v korenine** (211,8 mg/kg), sledila mu je **konoplja, ki je največ cinka akumulirala v socvetja** (78,6 mg/kg). **Bombaž je med tkivi največ cinka akumuliral v liste** (45,4 mg/kg), najmanj pa v stebila (2,3 mg/kg). Ugotovili so, da sta lan in konoplja potencialno primerni kulturi za čiščenje onesnaženih tal s težkimi kovinami, bombaž pa ni primeren. Iz tega izhaja, da če želimo pridelovati konopljo za prehrano, moramo le to početi na čistih tleh, saj se sicer lahko zgodi, da je v rastlini presežna vsebnost onesnaževal. Lahko pa jo pridelujemo na primer za gradnjo ipd., pri čemer tla počasi čistimo, obenem pa lahko pridobimo na primer gradbeni material.

V magistrski nalogi Zorko (2019) so skoraj nasprotno kot v našem poskusu najpogosteje **največjo koncentracijo Pb, Zn in Cd pri obeh preučevanih sortah, Tisza in Futura 75, izmerili v socvetjih**, sledijo korenine in semena, najmanjši privzem Pb, Zn in Cd je pri obeh sortah v strženi in povrhnjico. Na lokaciji Medlog je bila največja koncentracija cinka izmerjena v semenu sorte Futura 75 (99,83 mg/kg), manjša v socvetju Futura 75 (83,77 mg/kg), sledila so semena (83,20 mg/kg) in socvetja (80,43 mg/kg) sorte Tisza. Najmanjša koncentracija cinka v Medlogu je bila izmerjena v strženu sorte Futura 75 (3,93 mg/kg) in strženu ženske rastline sorte Tisza (4,37 mg/kg). **V našem poskusu, kjer smo konopljo pridelovali na čistih tleh, je bila vsebnost cinka v socvetju polovico manjša**. Sploh pa je bila še dosti manjša od rezultatov bolj onesnažene lokacije Bukovžlak, ki jo je preučevala Zorko (2019); tam je bila **največja koncentracija cinka izmerjena v socvetju sorte Futura 75** (151,90 mg/kg) in semenu sorte Futura 75 (111,30 mg/kg).

SKLEPI

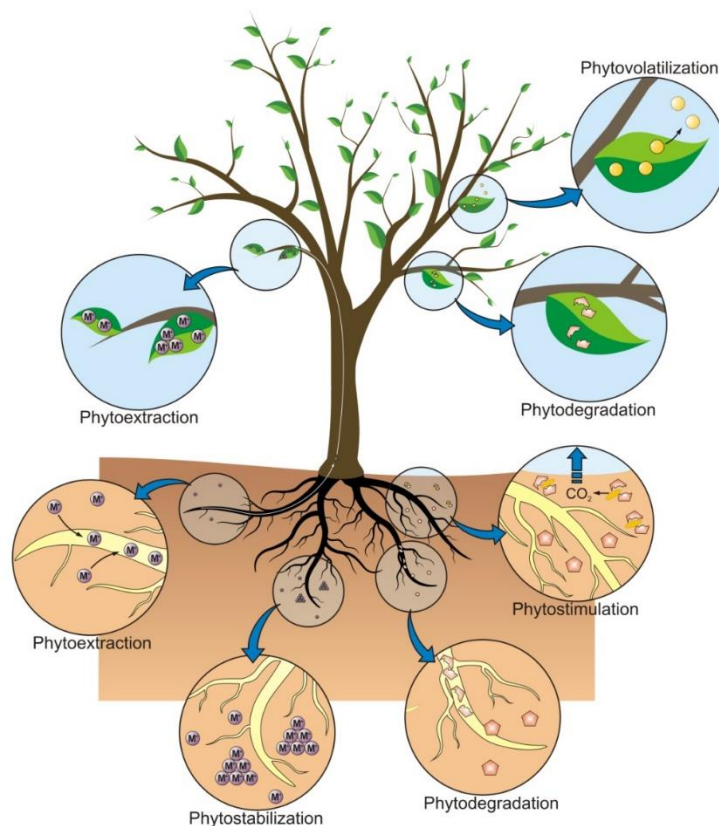
Pokazalo se je, da je privzem kadmija in svinca v rastlino odvisen od leta pridelave, lokacije (onesnažena, neonesnažena) in tudi sorte. Na neonesnaženih tleh s težkimi kovinami v našem poskusu je bil privzem dokazljivo največji v enem letu v korenine, v drugem letu je bil primerljiv v koreninah in socvetju in večji kot v steblih z listi. Če primerjamo z rezultati privzema na onesnaženih tleh (Zorko, 2019), ugotovimo, da je bil privzem v vsa tkiva konoplje večji, kot v našem primeru. Je bilo pa prav tako odvisno od leta pridelave in sorte, v katerih delih rastline je bila koncentracija kadmija največja.

Tudi koncentracija cinka v konoplji je bila v našem poskusu, kjer smo konopljo pridelovali na čistih tleh, v socvetju polovico manjša kot na lokaciji poskusov Zorko (2019) na onesnaženih tleh.

Kot sledi iz ugotovitev ima konoplja pomembne fitoremediacijske učinke, kar pomeni, da je sposobna akumulacije težkih kovin, **zato je predhodno poznavanje onesnaženosti tal pomembno zlasti iz vidika namena pridelave (prehrana ali tehnična raba)**. Če pridelujemo konopljo na neonesnaženih tleh njena uporaba za prehranske namene ni vprašljiva (seme za hladno stiskanje olja, pogača oz. otrobi za krmo živali in prehrano, socvetje za čaj in izvlečke...). Pridelava na onesnaženih tleh pa se odraža v povečanih vsebnostih težkih kovin v njena tkiva, **zlasti reprodukcijske organe** – seme in cvet) in je zato bolj primerna za tehnične namene, na primer kot stelja za živali, v papirni industriji, gradbeništvu (konopljina izolacija, konopljin beton) in drugih tehničnih aplikacijah (vrvi, tekstil), v zadnjem času tudi kot biokompozit (bioplastika).

Izdelala: dr. Barbara Čeh, David Geršak, univ.dipl.inž.str.

December 2022



VIRI

- Angelova V., Ivanova R., Delibaltova V., Ivanov K. 2004. Bio-accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp). *Industrial Crops and Products*, 19, 3: 197-205
- Ivan Eržen, Ksenija Bošnjak, Simona Uršič. 2003. Kadmij in svinec v živilih rastlinskega izvora, pridelanih na območju Teharij in Medloga (MO Celje) - kazalca onesnaženosti okolja. *Zdrav. Var.* 2005; 44: 85-92.
- Portal Zdrava prehrana. 2022. (<https://www.nutris.org/prehrana/abc-prehrane/minerali/193-cink.html>)
- Pravilnik o onesnaževalcih v živilih (<https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2003-01-3323/pravilnik-o-onesnazevalcih-v-zivilih>)
- Zgornje mejne vrednosti nekaterih onesnaževalcev v živilih (https://www.uradni-list.si/files/RS_-2003-069-03323-OB~P001-0000.PDF)
- Zorko K. Uporaba navadne konoplje za fitoremediacijo tal onesnaženih s težkimi kovinami v Celjski kotlini. Mag. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2019.
- Zadruga Konopko z.o.o.. so.p., spletna stran www.konopko.si (baza znanja)