

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tjaša PEKLENK

**VSEBNOST KOVIN (Cd, Zn, Pb, Cu) V IZBRANIH
AROMATIČNIH IN ZDRAVILNIH ZELIŠČIH**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tjaša PEKLENK

**VSEBNOST KOVIN (Cd, Zn, Pb, Cu) V IZBRANIH AROMATIČNIH
IN ZDRAVILNIH ZELIŠČIH**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**METAL CONTENT (Cd, Zn, Pb, Cu) IN SELECTED AROMATIC
AND MEDICINAL HERBS**

B. Sc. Thesis
Professional Study Programme

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za pedologijo in varstvo okolja.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala viš. pred. mag. Marka Zupana.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: viš. pred. mag. Marko ZUPAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Dea BARIČEVIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Tjaša Peklenk

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 633.8: 635.7: 543.621: 546.4/.8 (043.2)
KG	/kemija tal/težke kovine v tleh/aromatične rastline/zdravilna zelišča/Pb/Zn/Cd/Cu/baker/cink/kadmij/svinec/
AV	PEKLENK, Tjaša
SA	ZUPAN, Marko (mentor)
KZ	SI-1000, Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2014
IN	VSEBNOST KOVIN (Cd, Zn, Pb, Cu) V IZBRANIH AROMATIČNIH IN ZDRAVILNIH ZELIŠČIH
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	XIII, 47 str., 3 pregl., 39 sl., 4 pril., 27 vir.
IJ	sl
JJ	sl / en
AI	Gojenje aromatičnih in zdravilnih zelišč je čedalje bolj priljubljeno v domačih vrtovih, prav tako se povečuje njihova pridelava kot dopolnilna dejavnost na kmetijah. Kakovost pridelanih zelišč običajno določijo glede na vsebnost učinkovin, manj pogosto pa kontrolirajo vsebnost potencialno toksičnih kovin. Vsebnost potencialno toksičnih kovin v zeliščih bi tako posledično vplivala na zdravje ljudi. Vsebnost esencialnih in potencialno toksičnih kovin v rastlinah je odvisna od koncentracije kovin v tleh, lastnosti tal in uporabnega dela rastlin. Pri 5 pridelovalcih zdravilnih in aromatičnih zelišč v okolici Celja smo odvzeli vzorce izbranih zelišč in njihovih rastišč. Izbrali smo 9 zelišč z različnimi uporabnimi deli (list, cvet, zel, koren, plod oziroma seme), ki smo jih vzorčili v času tehnološke zrelosti in nekatere v času fiziološke zrelosti. V laboratoriju Centra za pedologijo in varstvo okolja smo vzorce tal in rastlin posušili in zdrobili. Vsebnost esencialnih (Cu, Zn) in potencialno toksičnih (Cd, Pb) elementov smo določili po ustreznem kislinskem razklopu. V vzorcih tal smo določili tudi vsebnost organske snovi, rastlinskih hranil in pH; v vzorcih rastlin pa delež suhe snovi in vsebnost kadmija (Cd), bakra (Cu), svinca (Pb) in cinka (Zn).

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Vs

DC UDC 633.8: 635.7: 543.621: 546.4/.8 (043.2)

CX pedology/soil chemistry/heavy metals in soil/aromatic plants/medicinal plants/Pb/Zn/Cd/Cu/Lead/Zinc/Cadmium/Copper

AU PEKLENK, Tjaša

AA ZUPAN, Marko (Supervisor)

PP SI-1000, Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Departament of Agronomy

PY 2014

TI METAL CONTENT (Cd, Zn, Pb, Cu) IN SELECTED AROMATIC AND MEDICINAL HERBS

DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programme)

NO XIII, 47 p., 3 tab., 39 fig., 4 ann., 27 ref.

LA sl

AL sl/en

AB Cultivation of aromatic and medicinal herbs is becoming increasingly popular in home gardens, in addition their production is also increasing as a complementary activity on farms. The quality of the harvested herbs is usually determined in relation to the content of the active substances, less often it is controlled by the content of potentially toxic metals. The content of potentially toxic metals in herbs therefore influences the health of the people. The essential content of toxic metals in plants and potential depends on the concentrations of metals in the soil, soil properties and useful or edible part of the plant. We chose 5 producers of medicinal and aromatic herbs in the area of Celje, where we took samples of selected herbs and their habitat. We chose 9 herbs with different useful parts (leaf, flower, herb, root, fruit, or seed), which we sampled at the time of maturity of the technology, and some at the time of the botanical maturity. In the laboratory of the Centre for Pedology and Protection of the Environment, we dried, ground or crushed the samples of soil and plants. We determined the content of essential (Cu, Zn) and potentially (Cd, Pb) toxic elements through appropriate acid digestion. In the samples of the soil we determined organic matter, plant nutrients and pH; in samples of plants we determined the proportion of dry matter, cadmium (Cd), copper (Cu), lead (Pb) and zinc (Zn).

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	IV
KEY WORDS DOCUMENTATION	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO SLIK	X
KAZALO PRILOG	XII
KAZALO OKRAJŠAV	XIII
1 UVOD	1
1.1 NAMEN RAZISKAVE	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 KOVINE V TLEH	2
2.1.1 Kadmij (Cd) v tleh	2
2.1.2 Baker (Cu) v tleh	2
2.1.3 Svinec (Pb) v tleh	3
2.1.4 Cink (Zn) v tleh	3
2.2 MEJNE, OPOZORILNE IN KRITIČNE VREDNOSTI NEVARNIH SNOVI V TLEH	3
2.3 VRSTE IZBRANIH ZELIŠČ IN ZDRAVILNIH RASTLIN PO SKUPINAH GLEDE NA LOKACIJO ZDRAVILNE UČINKOVINE	5
2.3.1.1 Škrlatni ameriški slamnik (<i>Echinacea purpurea</i> L.)	5
2.3.1.2 Prava kamilica (<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert)	6
2.3.1.3 Ognjič (<i>Calendula officinalis</i> L.)	6
2.3.2.1 Navadna melisa (<i>Melissa officinalis</i> L.)	7
2.3.2.2 Meta (<i>Mentha</i> spp.)	7
2.3.2.3 Pehtran (<i>Artemisia dracunculus</i> L.)	8
2.3.2.4 Pelin (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	8
2.3.2.5 Vinska rutica (<i>Ruta graveolens</i> L.)	9
2.3.3.1 Pegasti badelj (<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner)	9
2.4 KOVINE V RASTLINAH	10
2.4.1 Meje vrednosti onesnaževal v aromatičnih in zdravilnih zeliščih	11

3	MATERIAL IN METODE	12
3.1	MATERIAL	12
3.1.1	Lokacija vzorčenja in izbira vrtov za vzorčenje	12
3.1.2	Izbira zelišč za vzorčenje ter opis posameznih vrtov	13
3.2	ODVZEM IN PRIPRAVA VZORCEV TAL IN RASTLIN	16
3.2.1	Vzorčenje in priprava vzorcev tal	16
3.2.2	Vzorčenje in priprava vzorcev rastlin	16
3.3	ANALITSKE METODE	18
3.3.1	Meritev pH v tleh	18
3.3.2	Meritev organske snovi v tleh	18
3.3.3	Meritev rastlinam dostopnega fosforja in kalija v tleh	18
3.3.4	Meritev teksture tal	18
3.3.5	Določitev kationske izmenjalne kapacitete tal	19
3.3.6	Meritev suhe snovi rastlin	19
3.3.7	Meritev skupnega Cd, Cu, Pb in Zn v vzorcih tal in rastlin	19
4	REZULTATI	21
4.1	LASTNOSTI TAL	21
4.1.1	Tekstura tal	21
4.1.2	pH vrednost	21
4.1.3	Vsebnost organske snovi	22
4.1.4	Vsebnost rastlinam dostopnega fosforja in kalija	23
4.1.5	Vsebnost kovin Cd, Cu, Pb in Zn v tleh	23
4.2	MERITEV KOVIN V RASTLINAH PO VRSTAH AROMATIČNIH IN ZDRAVILNIH RASTLINAH	24
4.2.1	Meta (<i>Mentha</i> spp.)	24
4.2.2	Navadna melisa (<i>Melissa officinalis</i> L.)	25
4.2.3	Ognjič (<i>Calendula officinalis</i> L.)	26
4.2.4	Pegasti badelj (<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.)	26
4.2.5	Pehtran (<i>Artemisia dracunculus</i> L.)	27
4.2.6	Pelin (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	28
4.2.7	Prava kamilica (<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert)	28
4.2.8	Škrlatni ameriški slamnik (<i>Echinacea purpurea</i> Moench.)	29
4.2.9	Vinska rutica (<i>Ruta graveolens</i> L.)	30
4.3	PRIKAZ MERITEV KOVIN V RASTLINAH PO VRTOVIH	31
4.3.1	Vrt 1	31

4.3.2	Vrt 2	32
4.3.3	Vrt 3	32
4.3.4	Vrt 4	33
4.3.5	Vrt 5	33
4.3.6	Vrt 6	34
4.4	PRIKAZ MERITEV RASTLIN PO KOVINAH	35
4.4.1	Meritev Cd	35
4.4.2	Meritev Cu	35
4.4.3	Meritev Pb	36
4.4.4	Meritev Zn	37
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	39
5.1	RAZPRAVA	39
5.1.1	Vsebnost kovin v vrtnih tleh	39
5.1.2	Primerjava med rastlinami glede na uporabni del rastline	39
5.1.3	Primerjava med rastlinami glede na tla po elementih	40
5.1.4	Primerjava med rastlinami glede na lokacije vrtov	41
5.1.5	Primerjava z normativi	41
5.2	SKLEPI	42
6	POVZETEK	43
7	VIRI	45
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Mejne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh za kadmij, baker, svinec in cink	4
Preglednica 2: Različne vodilne vrednosti koncentracij kovin v tleh za Nizozemsko ter splošno Evropsko skupnost	5
Preglednica 3: Predpisana mejna vrednost kadmija (Cd) v svežih zeliščih in ostalih živilih	11

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Lokacije vrtov na območju mesta Celje	12
Sliki 2,3: Vrt 1 na Prežihovi ulici v Celju, kjer so aromatične in zdravilne rastline v kombinaciji z vrtninami	13
Sliki 4,5: Zeliščni vrt 3 v Trnovljah	14
Slika 6: Vrt 4 ob Kettejevi ulici, obdan z drugimi vrtniki	14
Slika 7: Gredica mete	14
Sliki 8,9: Vrt 5, na katerem pridelujejo aromatične in zdravilne rastline, vrtnine ter sadno drevje po načelu permakulture	15
Sliki 10,11: Zeliščni vrt (6) v Škofji vasi, kjer na istem mestu pridelujejo vrtnine, aromatične in zdravilne rastline že več desetletij	16
Sliki 12, 13: Mlin v katerem smo mleli posušene rastlinske vzorce, katere smo shranili v plastične vrečke	17
Slika 14: Vsebnost peska, melja in gline v tleh na posameznem vrtu	19
Slika 15: Določitev pH vrednosti tal posameznega vrta	20
Slika 16: Vsebnost organske snovi v tleh na posameznem vrtu	20
Slika 17: Vsebnost rastlinam dostopnega fosforja in kalija v tleh	21
Slika 18: Vsebnost kovin Pb in Zn v tleh	22
Slika 19: Vsebnost kovin Cd in Cu v tleh	22
Slika 20: Povprečna vsebnost kovin v zeli mete	23
Slika 21: Povprečna vsebnost kovin v zeli melise	24
Slika 22: Povprečna vsebnost kovin v cvetovih ognjiča	25
Slika 23: Povprečna vsebnost kovin v plodovih pegastega badlja	25
Slika 24: Povprečna vsebnost kovin v zeli pehtrana	26
Slika 25: Povprečna vsebnost kovin v zeli pelina	27
Slika 26: Povprečna vsebnost kovin v cvetovih kamilice	27
Slika 27: Povprečna vsebnost kovin v zeli škrlatnega ameriškega slamnika	28
Slika 28: Povprečna vsebnost kovin v cvetovih škrlatnega ameriškega slamnika	29
Slika 29: Povprečna vsebnost kovin v listih vinske rutice	29
Slika 30: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 1	30
Slika 31: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 2	31
Slika 32: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 3	31
Slika 33: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 4	32
Slika 34: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 5	33
Slika 35: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 6	33
Slika 36: Vsebnost kadmija v talnih vzorcih skupaj s povprečno vsebnostjo kadmija v rastlinskih vzorcih	34
Slika 37: Vsebnost bakra v talnih vzorcih skupaj s povprečno vsebnostjo bakra v rastlinskih vzorcih	35
Slika 38: Vsebnost svinca v talnih vzorcih skupaj s povprečno vsebnostjo	

svinca v rastlinskih vzorcih 36

Slika 39: Vsebnost cinka v talnih vzorcih skupaj s povprečno vsebnostjo
cinka v rastlinskih vzorcih 36

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Vprašalnik za lastnike vrtov, kjer pridelujejo zelišča in dišavnice v mestni občini Celje
- Priloga B: Analitski rezultati talnih vzorcev
- Priloga B1: Rezultati vsebnosti kovin v vzorcih tal
- Priloga B2: Standardna pedološka analiza
- Priloga C: Tabela z rezultati meritev, kjer so preračunane in prikazane mejne vrednosti za kadmij (Cd)

KAZALO OKRAJŠAV

Cd	kadmij
Cu	baker
Pb	svinec
Zn	cink
s.s.	suha snov
TK	težke kovine
ROTS	Raziskave onesnaženosti tal Slovenije

1 UVOD

Gojenje aromatičnih in zdravilnih zelišč je čedalje bolj priljubljeno v domačih vrtovih, prav tako se povečuje njihova pridelava kot dopolnilna dejavnost na kmetijah. Vedno več ljudi prideluje zelišča doma, saj se s tem izognejo relativno visokim cenam ponudbe zelišč na trgu ter dejansko vedo, na kakšen način so bila zelišča pridelana. Pridelujejo jih predvsem z namenom priprave različnih mešanic čajev, žganja, izvlečkov ter mazil.

Kakovost pridelanih zelišč običajno določijo glede na vsebnost učinkovin, manj pogosto pa kontrolirajo vsebnost potencialno toksičnih kovin. Vsebnost esencialnih in potencialno toksičnih kovin v rastlinah je odvisna od koncentracije kovin v tleh, lastnosti tal in uporabnega dela rastline (rastlinske droge).

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Poskus smo izvedli na območju občine Celje, kjer vemo, da so tla onesnažena predvsem s cinkom, kadmijem in svincem (Lobnik in sod., 2010). Tako predvidevamo, da tudi aromatične in zdravilne rastline vsebujejo določen delež teh težkih kovin (v nadaljevanju TK). Vsebnost potencialno toksičnih kovin v zeliščih bi tako lahko posledično vplivala na zdravje ljudi.

Namen diplomske naloge je bil raziskati vsebnost določenih TK v izbranih posušenih aromatičnih in zdravilnih rastlinah. S tem bi ugotovili, ali vsebnost TK v tleh vpliva tudi na vsebnost TK v uporabnih rastlinskih delih, ki vsebujejo učinkovine. Na podlagi rezultatov raziskave bi lahko ocenili ali so vsebnosti TK v izbranih zeliščih potencialno škodljive za zdravje ljudi.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

V poskusu bomo analizirali vsebnost kovin Cd, Cu, Pb in Zn v uporabnih delih izbranih aromatičnih in zdravilnih rastlin, pridelanih v okolici mesta Celje. Predvidevamo, da je vsebnost kovin v zeliščih različna in je odvisna od rastlinske vrste, vrste in koncentracije kovine v tleh, kakor tudi od uporabnega dela rastline.

2 PREGLED OBJAV

Zdravilne rastline naj nam pomenijo neko dodatno vrsto hrane, ki daje telesu določene učinkovine, hkrati pa pomožna zdravilna sredstva z določenim specifičnim delovanjem na razne bolezenske pojave (Reja, 1976).

2.1 KOVINE V TLEH

Anorganske snovi v tleh, med katerimi je večina kovin oziroma težkih kovin, se v tleh pojavljajo kot posledica naravnih procesov, predvsem zaradi preperevanja kamninskih osnov, ter človekovih aktivnosti, kot so taljenje rude, industrija, promet, kmetijstvo, odlaganje odpadkov in tako dalje (Zupan in sod., 2008).

Tla so tisti segment okolja, ki najdlje obdržijo obremenjenost okolja s kovinami, saj se kovine v tleh akumulirajo. Dobro se vežejo na organsko snov in glinene delce in posledično le počasi migrirajo skozi talni profil. Samo sprejem kovin v nadzemne rastlinske dele, spiranje skozi talni profil in erozija tal prispevajo k zmanjševanju vsebnosti kovin v površinskih plasteh tal. Vsebnosti elementov in stopnja onesnaženosti v ornici obdelovalnih zemljišč (0 do 20 cm) lahko nakazuje tudi možen vpliv kmetijske dejavnosti na vsebnost elementov v tleh (Lobnik in sod., 2010).

2.1.1 Kadmij (Cd) v tleh

Antropogeni izvor kadmija je rudniško in topilniška dejavnost, kovinska industrija, industrija plastike in mikroelektronike, izgorevanje fosilnih goriv, mineralna gnojila in odlaganje odpadkov. Koncentracija Cd v površinskih vzorcih (5 cm) Raziskav onesnaženosti tal Slovenije (v nadaljevanju ROTS) iz obdobja 1989 do 2007 je od 0,14 do 10,1 mg/kg (mediana 0,62 mg/kg). V vzorcih, ki so bili odvzeti na obdelovalnih površinah iz skupne globine 0 do 20 cm, je vsebnost Cd manjša, in sicer je mediana 0,32 mg/kg, kar kaže, da kmetijstvo ni najpogostejši izvor onesnaženja s Cd (Zupan in sod., 2008).

2.1.2 Baker (Cu) v tleh

Glavni antropogeni izvori bakra so železarne in jeklarne, metalurška industrija, sredstvo za zaščito lesa ter kmetijstvo z uporabo fitofarmaceutskih sredstev na osnovi bakra. Tudi organska gnojila lahko vsebujejo večje količine Cu. Koncentracije Cu v površinskih vzorcih ROTS iz obdobja 1989 do 2007 so od 2,2 do 151 mg/kg (mediana 26,3 mg/kg). Koncentracije v sloju 5 do 20 cm so večinoma nekoliko večje (mediana 27 mg/kg), kar

kaže na njegov naravni izvor. V vzorcih, ki so bili odvzeti na obdelovalnih površinah, iz skupne globine tal 0 do 20 cm, je mediana 25 mg/kg (Zupan in sod., 2008). Povečane vsebnosti bakra najdemo v vinogradniških tleh (Cvetko, 2010) in tudi nekaterih vrtovih, saj je baker aktivna snov fungicidov in je dovoljen tudi v ekološki pridelavi.

2.1.3 Svinec (Pb) v tleh

Svinec je poleg kadmija in živega srebra eden izmed najpogostejših onesnažil v tleh. Njegovi antropogeni izvori so rudarjenje in taljenje rude, rafinerije, sežigalnice, fosilna goriva, promet in odlaganje odpadkov. V preteklosti je prispevalo tudi kmetijstvo z uporabo fitofarmacevtskih pripravkov na osnovi Pb. V podpovršinski plasti (5 do 20 cm) so vsebnosti Pb nekoliko nižje: mediana 37 mg/kg, kar potrjuje antropogeni izvor in njegovo zadrževanje v površinski plasti tal, kjer se dobro veže na organsko snov. V vzorcih, ki so bili odvzeti na obdelovalnih zemljiščih iz skupne globine 0 do 20 cm, so koncentracije najmanjše: mediana ima vrednost 30 mg/kg, kar potrjuje, da kmetijstvo ni izvor Pb v tleh (Zupan in sod., 2008).

2.1.4 Cink (Zn) v tleh

Antropogeni izvori cinka so rudarjenje in taljenje rude, mikroelektrotehnika in metalurgija ter odlaganje odpadkov in blato čistilnih naprav. Cink se poleg Pb in Cd pogosto pojavlja v tleh v povečanih količinah, vendar bi radi opozorili, da je cink mikrohranilo in v določenih koncentracijah nujno potreben za rast in razvoj rastlin, pa tudi živali in človeka. V podpovršinskih vzorcih tal od 5 do 20 cm je mediana 95 mg/kg, kar kaže na antropogeni vpliv. V obdelovalni plasti tal 0 do 20 cm ima mediana vrednost 88 mg/kg, kar lahko pomeni, da kmetijstvo ni največji izvor onesnaževanja tal s Zn (Zupan in sod., 2008).

2.2 MEJNE, OPOZORILNE IN KRITIČNE VREDNOSTI NEVARNIH SNOVI V TLEH

Zaradi naravnih procesov in človekove dejavnosti se kemična sestava našega življenjskega okolja spreminja, vendar pogosto ne v prid človeku in naravi. Za varen človekov obstoj in ohranitev narave v prihodnosti je pomembno sistematično poznavanje koncentracij prvin (kovin) in njihove porazdelitve na Zemljinem površju (Pirc in Šajn, 1997).

Tako v Sloveniji kakor tudi v ostalih državah so določene normativne vrednosti o koncentraciji kovin v tleh. S temi določili skušajo preprečiti nevarnost za zdravje ter tako ohranjati zdravje ljudi. V Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (1996) lahko zasledimo tri normativne vrednosti, ki nam

predstavljajo oporo za lažje komentiranje koncentracij kovin v tleh in oceno možnega vpliva na zdravje ljudi.

Mejna imisijska vrednost (v nadaljnjem besedilu: mejna 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 sprejemljivi (Uredba o mejnih ..., 1996).

Opozorilna imisijska vrednost je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni pri določenih vrstah rabe tal verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje (Uredba o mejnih ..., 1996).

Kritična imisijska vrednost (v nadaljnjem besedilu: kritična 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 ter za zadrževanje ali filtriranje vode (Uredba o mejnih ..., 1996).

V preglednici 1 in 2 so prikazani podatki za mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh, kjer lahko med seboj primerjamo vrednosti, ki so določene z zakonodajo, med Slovenijo, Nizozemsko ter Evropsko skupnostjo za posamezne težke kovine v tleh.

Preglednica 1: Mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh za kadmij, baker, svinec in cink v Sloveniji (Uredba o mejnih ..., 1996).

Mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti snovi v tleh			
Kovine, ekstrahirane z zlatotopko	Mejna vrednost (mg/kg suhih tal)	Opozorilna vrednost (mg/kg suhih tal)	Kritična vrednost (mg/kg suhih tal)
Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	1	2	12
Baker in njegove spojine, izražene kot Cu	60	100	300
Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	85	100	530
Cink in njegove spojine, izražene kot Zn	200	300	720

Preglednica 2: Različne vodilne vrednosti koncentracij kovin v tleh za Nizozemsko ter splošno Evropsko skupnost (Pirc in Šajn, 1997).

Kovina	Nizozemska			Evropska skupnost		
	Normalna	Nadaljnja preiskava	Potrebna sanacija	Šibko kontaminirana tla	Kontaminirana tla	Močno kontaminirana tla
Cd	0,8	5	20	1 – 3	3 – 10	10 – 50
Cu	36	100	500	-	-	-
Pb	85	150	600	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 10000
Zn	140	500	3000	-	-	-

2.3 VRSTE IZBRANIH ZELIŠČ IN ZDRAVILNIH RASTLIN PO SKUPINAH GLEDE NA LOKACIJO ZDRAVILNE UČINKOVINE

2.3.1 Vrste zelišč in zdravilnih rastlin, ki zdravilno učinkovino vsebujejo v cvetu (*flos*)

2.3.1.1 Škrlatni ameriški slamnik (*Echinacea purpurea* L.)

Škrlatni ameriški slamnik je rastlina severnoameriških prerij. Danes jo gojijo kot okrasno ali zdravilno rastlino po vsem svetu. Kot droga se pri ameriškem slamniku uporablja cvetoči nadzemni del rastline (*Echinaceae herba*) (ESCOP monographs, 2003).

Škrlatni ameriški slamnik je zelnata trajnica. Zraste tudi do 100 cm. Listi so pecljati, temno zeleni, suličasti, dolgi od 10 do 15 cm in široki približno 6 cm. Cvetovi sestavljajo koškasta socvetja, ki se razvijejo na vrhu poganjkov. Koškasto socvetje sestavlja le en venec jezičastih cvetov, dolgih do 6 cm, ki se končajo s tremi zobci. Jezičasti cvetovi so značilno škrlatni in pri popolnoma razvitem socvetju obrnjeni navzdol. Večino socvetja sestavljajo oranžno temno rdeči cevasti cvetovi, ki so razporejeni na izbočenem dnu socvetja. Cveti od julija do septembra, takrat je na površini socvetja videti rumen cvetni prah. Semena so sivorjava in velika od 5 do 7 mm. Korenine so razrastle in oblikujejo izrazito koreninsko grudo (Rode, 2001).

Ustrezajo mu sončna ali polsenčna rastišča in globoka, dobro obdelana tla. Podlaga mora biti vlažna, vendar prepustna. Zastajanje vode povzroči propad korenin. Razmnožujemo ga s semenom ali z delitvijo starih rastlin (Rode, 2001).

Glavne sestavine zeli škrlatnega ameriškega slamnika so alkimidi, derivati kavne kisline (predvsem cikorna kislina), polisaharidi, flavonoidi in eterično olje (0,08 - 0,32 %) (ESCOP monographs, 2003). Notranja uporaba je namenjena pomožnemu zdravljenju in preprečevanju infekcij zgornjih dihal (prehladnih obolenj) in urogenitalnega trakta.

Zunanja uporaba rastlinske droge in pripravkov na njeni osnovi se svetuje pri oskrbi površinskih ran.

2.3.1.2 Prava kamilica (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert)

Prava kamilica izvira iz južne in vzhodne Evrope, za drogo se uporablja njen cvet (*Matricariae flos*). Zaradi protibakterijskih, protivnetnih lastnosti se droga in pripravki na njeni osnovi uporabljajo »notranje« pri težavah v prebavnem in urogenitalnem traktu, inhalacije lajšajo težave pri vnetjih v nosno-žrelnem prostoru in vnetju zgornjih dihalnih poti. Za »zunanjo« uporabo se uporabljajo njeni cvetovi v obliki obkladkov, mazil in kopeli pri kožnih spremembah. Pospešujejo celjenje ran.

Za optimalen razvoj ustreza pravi kamilici zmerno, vlažno in toplo podnebje. Pozneje med rastjo dobro prenaša sušo, ne pa prevelike vlažnosti. Razrast je najbujnejša na nevtralnih do rahlo alkalnih tleh.

Cvetove prave kamilice obiramo na manjših njivah z ročnimi obiralniki v suhem in sončnem vremenu. Ker je cvetenje neenakomerno, poteka žetev v dveh ali treh fazah. Največ eteričnega olja vsebujejo cvetovi v fazi polnega cvetenja. V primeru jesenske setve poteka prva žetev v maju naslednjega leta, v primeru spomladanske setve pa junija ali julija. Neposredno po obiranju je treba cvetove prepeljati do sušilnice in jih posušiti pri največ 42 °C (Baričevič, 1996).

2.3.1.3 Ognjič (*Calendula officinalis* L.)

Ognjič pogosto srečujemo po vrtovih, kjer ga v prvi vrsti gojimo kot okrasno rastlino, zeliščarji pa dobro vedo, kako dragocena je ta rastlina. Kot droga se pri ognjiču uporablja cvet (*Calendula flos*). Cvet ima lepe oranžno-rumene koške, ki so pri vrtnih oblikah večinoma vrstnati. V cvetovih je veliko učinkovin, ki se medsebojno izvrstno dopolnjujejo in podpirajo. V glavnem gre za rumena barvila, ki so sorodna karotinu. Spodbuja delovanje celic. Pospešuje sprejemanje kisika, torej oksidacijo v celici (Kaiser in sod., 1980).

Droga vsebuje flavonoide, proste in esterificirane sterole, karotenoide, fenolne kisline, grenčine in eterično olje. Droga ima protivnetne lastnosti in hkrati pospešuje celjenje, zato se uporablja pri vnetju kože in sluznic, kožnih tvorih, strganinah, zmečkaninah in opeklinah. Za tretiranje vnetja ustne sluznice se priporoča grgranje infuza, sicer pa se na prizadete predele kože nanašajo galenski pripravki za zunanjo uporabo (infuzi, tinkture, mazila) (Baričevič, 1996).

2.3.2 Vrste zelišč in zdravilnih rastlin, ki imajo zdravilno učinkovino v listih in zeli (folium)

2.3.2.1 Navadna melisa (*Melissa officinalis* L.)

Melisa izvira iz Sredozemlja in Bližnjega vzhoda, kot droga se uporabljajo njeni listi (*Melissae folium*). Droga in pripravki na njeni osnovi delujejo pomirjevalno, zato se uporabljajo pri motnjah spanja in kot sredstvo za spodbujanje apetita.

Melisa je rastlina, ki sorazmerno dobro prenaša nizke zimske temperature zmerne celinskega podnebja. Za pridelovanje so najprimernejša globoka, z organsko snovjo dobro založena peščeno-ilovnata tla, pa tudi rjava aluvialna tla in černoze mi nevtralne reakcije. Na lahkih in suhih tleh je melisa podvržena rumenenju listov. Na vlažnih in senčnih rastiščih je aromatičnost melise slabša.

Optimalno obdobje za prvo žetev je faza razvoja tik pred začetkom cvetenja (konec junija, začetek julija). Druga žetev naj poteka v avgustu in tretja žetev ob koncu septembra. Liste ločimo od stebela po sušenju, ki mora potekati hitro in s postopnim naraščanjem temperature do 42 °C (Baričevič, 1996).

2.3.2.2 Meta (*Mentha* spp.)

Pri meti poznamo veliko število vrst in sort. Najbolj pogosto se uporabljajo poprova meta, jabolčna meta, čokoladna meta in mačja meta.

Poprova meta: samonikle poprove mete v naravi ni, nastala je s križanjem vodne mete (*Mentha aquatica*) x zelene mete (*Mentha viridis*). Njeno pridelovanje se je pričelo okoli l. 1805 v Angliji. V Evropi je največ pridelujejo v vzhodnih državah (Rusiji, Bolgariji), v Italiji je pridelava razširjena skoraj na 400 ha (Baričevič, 1996).

Poprova meta zahteva globoka, humozna in vlažna tla. Rada jo napada rja. Cveti od junija do avgusta. Rastlino porežemo pri tleh ter potrgamo zdravo listje. Nabiramo jo v sončni pripeki in opoldanskih urah. Največ olja v listih in cvetovih je prav pred polnim razcvetenjem. Ne nabiramo od rose, dežja ali megle vlažnih rastlin, ker imajo malo olja in pri sušenju porjavijo (Willfort, 1959).

Kot droga poprove mete se uporabljajo listi (*Menthae piperitae folium*). Droga in pripravki na njeni osnovi učinkujejo »notranje« kot spazmolitik, antiseptik in se uporabljajo za lajšanje težav v želodcu, črevesju in žolčniku (Baričevič, 1996).

2.3.2.3 Pehtran (*Artemisia dracunculus* L.)

Pehtran najdemo v južni Evropi mnogokrat samorasel, pri nas pa ga imamo za dišavnico v vrtovih.

Pehtran uvrščamo v družino nebinovk (Asteraceae) ter rod pelina (*Artemisia*). Pehtran je trajnica, ki zraste do 120 cm visoko, steblo je močno razraslo. Listi so celi, suličasti ali črtalasti, pernatožilnati, koničasti in celorobi ali malo napiljeni. Obli cvetni koški so povešeni; obrobni cvetovi so ženski. Razmnožuje se s koreninskimi izrastki ali pa z deljenjem.

Pehtran cveti od maja do julija, odvisno od rastišča in vremenskih razmer. Uspeva na sončnih legah, sence, vlage in hladnega vremena ne prenaša dobro (Willfort, 1971). Kot droga se uporabljajo mladi listi in zelišče (*Dracunculi herba*) (Valenčič in Spanring, 2000). Iz svežih cvetnih popkov dobivajo lahko hlapno pehtranovo olje (*Oleum Dracunculi*). Pehtran ima v sebi še grenčine, čreslovine in kisline (Willfort, 1971).

Pobiramo sveže osmukane liste ter jih sušimo v toplotni sušilnici pri 30–35 stopinjah Celzija ter shranjujemo v dobro zaprtih posodah. Pehtran pospešuje tek in pomaga pri želodčnih težavah (Valenčič in Spanring, 2000).

2.3.2.4 Pelin (*Artemisia absinthium* L.)

Pelin uspeva po suhih, skalnatih pobočjih, ob ograjah in po neobdelanih površinah (Valenčič in Spanring, 2000). Pravi pelin je trajen in visok 60 do 100 cm. Njegova stebila so pokončna, razvejana in tako kot listi pokrita s srebrno sivimi, gostimi dlačicami, zato je vsa rastlina sivkasta. Številni polkroglasti, povešeni, svetlo rumeni koški so zbrani na vrhu cvetnega stebila v razraslih latih. Vsa rastlina je močno dišeča (Pahlow, 1987).

Za gojenje pelina so ustrezna vsaka tla, sončna ali polsenčna lega ter je brez posebnih podnebnih zahtev. V prvem letu lahko obiramo samo liste, ker tedaj rastlina navadno še ne cveti, drugo leto junija liste, septembra pa cvetoča stebila. Kot droga se pri pelinu uporablja nadzemni del rastline (*Absinthii herba*). Pelin po pobiranju sušimo v toplotni sušilnici pri 35 stopinjah Celzija in pri tem zdravilno drogo obračamo. Vse lesene dele moramo odstraniti. Shranjujemo v suhem prostoru (Valenčič in Spanring, 2000). Zdravilne učinkovine so grenčine (absintin), eterično olje (tujon, tujol, felandren) in čreslovine, vendar so pomembnejše grenčine. Pelin je odlično sredstvo pri želodčnih in žolčnih težavah. Vsekakor spodbudi obrambne moči organizma (Pahlow, 1987).

Pelin raste skoraj povsod, rad ima suho zemljišče, toplo in zavetno lego. V vrtu ne zahteva posebne nege. Razmnožujemo ga s semenom ali z delitvijo. Pri pelinu nabiramo bodisi same liste bodisi zel (*Absinthii herba*) v cvetju od julija do septembra.

Pelin vsebuje vrsto koristnih snovi, predvsem eterično pelinovo olje, grenčine artemisin, absintin in anabsintiin ter organske kisline. Pelin najbolj uporabljajo za dobro prebavo in tek, je krepčilo, zbuja izločanje žolča in kar hitro odpravi vsakršne prebavne motnje in napenjanje.

2.3.2.5 Vinska rutica (*Ruta graveolens* L.)

Vinska rutica izvira iz južne Evrope, kjer raste na skalnatih rastiščih v zelo siromašnih tleh. Vinska rutica je trajnica, delno olesenelo grmičasto razvejano pokončno steblo zraste od 45 do 100 cm visoko. Barva lističev je značilno modro-zelena, so ostro dišeči, ker vsebujejo eterično olje. V juniju se na poganjkih oblikujejo značilni zvezdasti rumeni cvetovi, združeni v pakobulasto socvetje. Črna drobna semena ostrih robov dozoriijo v mnogosemenskih glavicah.

Vinsko rutico razmnožujemo s semenom, redkeje s potaknjenci ali delitvijo korenin. Pri vinski rutici se uporablja sveže lističe (*Rutae graveolentis folium*) ali poganjke, če zelišče pobereemo tik pred cvetenjem pa je primerno tudi za sušenje (Rode, 2001).

To zdravilno rastlino, že od nekdaj uporabljajo proti pomanjkanju teka, vrtoglavici, navalu krvi v glavo, bolečinah pri menstruaciji, živčnih boleznih (Pahlow, 1987). Ker vsebuje nekatere strupene snovi, odsvetujejo notranjo uporabo pri samozdravljenju brez zdravnikovega nadzora. Pri delu z njo je priporočljivo zaščititi roke z rokavicami in dolgimi rokavi. Snovi iz listov namreč lahko povzročijo neprijetne, opeklinam podobne rane, ki nastanejo zaradi učinka fotosenzibilizacije (Rode, 2001).

2.3.3 Vrste zelišč in zdravilnih rastlin, ki imajo zdravilno učinkovino v plodu oziroma semenu (*fructus*)

2.3.3.1 Pegasti badelj (*Silybum marianum* (L.) Gaertner)

Pegasti badelj spada v družino nebinovk (Asteraceae). Rod *Silybum* obsega dve vrsti, ki rasteta samoraslo. Droga pegastega badlja so plodovi (*Cardui mariae fructus*).

Pegasti badelj je osatu podobno enoletno ali dvoletno zelišče. Ima vretenasto korenino, iz katere požene do 1,5 metra enostavno ali razraslo pajčevinasto dlakavo steblo. Cvetni koški so posamični na koncu stebel, previsni ali viseči 4 do 6 cm dolgi in jajčasti. Cveti od

junija do avgusta. Uspeva povsod, razen na zelo peščenih tleh. Sončne brezvetrne lege mu ustrezajo, preveč rodovitna tla pa mu povzročajo poleganje.

Optimalni termin za žetev je, ko porumeni ovoj in dobijo kodeljice v koških bele konice. Takrat jih začnemo postopoma ročno rezati. Po potrebi jih lahko dosušimo na 92 % (Valenčič in Spanring, 2000).

Droga vsebuje do 4 % flavanonskih derivatov, ki jih pod skupnim imenom označujemo kot silimarine. Gre za zmes silibina, ki je glavna sestavina, ter silikristina in silidianina, ki so prisotni v semenskem ovoju (zato uporaba zdrobljenih plodov ni smiselna). Plodovi vsebujejo tudi mastna olja (20–30 %) z visokim odstotkom linolne in oleinske kisline ter 25–30 % beljakovin in manjše količine sluzi.

Raziskave so potrdile zaščitno delovanje silimarinov na jetrne celice (zmanjšajo okvaro, ki je nastala zaradi hepatotoksičnih snovi). Za zaščitno zdravljenje jeter je treba uporabljati drogo v obliki alkoholnega izvlečka ali pa v obliki standardiziranih pripravkov, saj so silimarini zelo slabo topni v vodi (Baričević, 1996).

2.4 KOVINE V RASTLINAH

Glavni viri sledi elementov v rastlinah so njihove rastne razmere, na primer hranilna raztopina ali tla. Eden od bolj pomembnih dejavnikov, ki določajo biološko dostopnost talnih elementov, je njihovo vezanje na talno sestavo (Kabata Pendias in Pendias, 1984).

Kovine se v tleh dobro vežejo na organsko snov in glinene minerale, zaradi česar ostajajo v zgornjih plasteh tal dolgo časa. Onesnažena tla tako tudi po prenehanju onesnaževanja ostanejo vir potencialno toksičnih kovin za človeka. Glavne poti vnosa kovin v človeka so preko hrane, pridelane na onesnaženem območju, ter neposredno z vdihovanjem finih talnih delcev v zraku in uživanjem finih talnih delcev, ki se lepijo na roke.

Na sprejem kovin v rastline vplivajo tudi druge talne lastnosti, predvsem kislost tal, vsebnost organske snovi in gline, vrsta kovine in vrsta oziroma del rastline. Predvsem za kadmij (Cd) je značilno, da je mobilnost in dostopnost rastlinam večja v kislih tleh kot alkalnih. Večinoma velja, da so koncentracije največje v koreninah, najmanjše pa v semenih in plodovih (Lobnik in sod., 2010).

2.4.1 Mejne vrednosti onesnaževal v aromatičnih in zdravilnih zeliščih

V Uradnem listu Evropske unije (Uredba Komisije (ES) št. 1881, 2006) so predpisane mejne vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih, vključno z mejnimi vrednostmi za kovine, kot so svinec, kadmij in živo srebro. Za varovanje javnega zdravja je bistveno ohraniti vrednosti onesnaževal, ki ne bodo predstavljale nevarnosti za zdravje ljudi.

V Uredbi Komisije (ES) št. 1881 (2006) je za sveža zelišča predpisana le mejna vrednost za kadmij (Cd).

Preglednica 3: Predpisana mejna vrednost kadmija (Cd) v svežih zeliščih in drugih živilih (Uredba Komisije (ES) št. 629, 2008)

Živilo	Mejna vrednost Cd [mg/kg sveže mase]
Zelenjava in sadje razen listnate zelenjave, svežih zelišč, gob, stebelne zelenjave, korenovk in krompirja	0,050
Stebelna zelenjava, korenovke in krompir razen gomoljne zelene. Pri krompirju se mejna vrednost uporablja za olupljen krompir.	0,10
Listna zelenjava, sveža zelišča, gojene gobe in gomoljna zelena	0,20

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

3.1.1 Lokacija vzorčenja in izbira vrtov za vzorčenje

Za lokacijo poskusa smo izbrali območje občine Celje prav zaradi njene velike industrijske proizvodnje in posledično onesnaženosti tega območja. K sodelovanju smo povabili Društvo zeliščarjev Ginko Celje, od katerega smo prejeli zelo dober odziv. Tisti zeliščarji, ki so se odzvali, so nam posredovali podatke o svojih vrtovih, kjer so zapisali:

- katera zelišča gojijo ter
- koliko je vrt približno oddaljen od industrijskega območja v mestu Celje.

Po pregledu teh podatkov smo izbrali 6 lokacij, na katerih so nam lastniki odstopili zelišča za izvedbo poskusa. Pri tem projektu so sodelovali: Edvard Stepišnik, Marija Širovnik, Dolores Kukuruzovič, Marija Božič in Franc Kožuh. Ob vzorčenju tal so lastniki vrtov izpolnili vprašalnik, ki je vseboval: kontaktne informacije lastnikov, oznako vrta, označitev površine vrta, označitev gojenih zelišč, dopisati so morali, katera gnojila uporabljajo in koliko, katere pripravke uporabljajo na vrtu, priložiti so morali skico vrta ter opombe pri vzorčenju (Priloga 1).



Slika 1: Lokacije vrtov na območju mesta Celje (Atlas okolja, 2014)

3.1.2 Izbira zelišč za vzorčenje ter opis posameznih vrtov

Na podlagi vseh pridobljenih podatkov od zeliščarjev, smo izbrali vrtove, ki so različno oddaljeni od industrijskega območja. Poleg tega je bilo za nas tudi pomembno, da so se zelišča med seboj razlikovala glede na lokacijo učinkovine, ki jo vsebujejo. Na podlagi teh podatkov smo izbrali 6 vrtov, ki so bili primerni za izvedbo poskusa. Izbrali smo 9 zelišč, ki najpogosteje zasedajo zeliščne gredice pri zeliščarjih in ki se najpogosteje uporabljajo. Zelišča se med seboj razlikujejo po uporabnih oziroma užitnih delih (cvet, list, zel, plod ali seme). Vzorčili smo:

- škrlatni ameriški slamnik (*Echinachea purpurea* L.); zel, cvet,
- meto (*Mentha* spp.); zel,
- navadno meliso (*Melissa officinalis* L.); zel,
- ognjič (*Calendula officinalis* L.); cvet,
- pegasti badelj (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.); plod,
- pehtran (*Artemisia dracunculus* L.); zel, listi,
- pelin (*Artemisia absinthium* L.); zel, listi,
- pravo kamilico (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert); cvet,
- vinsko rutico (*Ruta graveolens* L.); listi.

3.1.2.1 Vrt 1 in 2 (Edvard Stepišnik)

Lokacija vrta je v centru Celja na Prežihovi ulici. Vrt je oddaljen približno 2,7 km od industrijskega območja. Nahaja se v strnjenem stanovanjskem naselju. Vrt je velik približno 100 m², poleg zelišč pridelujejo tudi vrtnine (Slika 1). V pridelovalnem procesu ne uporabljajo nobenih pripravkov za varstvo rastlin, malokrat uporabijo Biogreno. Lastniki so nam na tem vrtu odstopili 4 vrste zelišč za odvzem vzorcev: ameriški slamnik, kamilico, ognjič ter pehtran.



Sliki 2 in 3: Vrt 1 na Prežihovi ulici v Celju, kjer so aromatične in zdravilne rastline v kombinaciji z vrtninami

Vrt 2 je od industrijskega območja in središča Celja oddaljen približno 2,6 km. Nahaja se ob Cesti v Laško. Vrt je odmaknjen od mestnega središča, nahaja se na manjši vzpetini, pod katero se vije reka Savinja, vzdolž katere poteka železnica. Vrt je obdan z gozdom in meri približno 80 m². Na tej lokaciji lastnik goji pretežno zelišča, ki jih prideluje na ekološki način brez uporabe kemičnih pripravkov za varstvo rastlin, občasno uporablja Biogreno. Odstopil nam je 8 vrst zelišč, in sicer: ameriški slamnik, kamilico, meto, meliso, pehtran, pelin, pegasti badelj ter vinsko rutico.

3.1.2.2 Vrt 3 (Marija Širovnik)

Vrt je lociran približno 2 km od industrijskega območja v Celju na Trnoveljski cesti in je s tem najbližje industrijskemu območju glede na lokacije ostalih vzorčenih vrtov. Vrt je poleg stanovanjske hiše in meri 100 m². Lastniki na tem vrtu gojijo v večini zelišča za katera uporabljajo le organska gnojila, kot so Biogrena ter Biopost, in ne uporabljajo mineralnih gnojil ali kemičnih pripravkov za varstvo rastlin. Za odvzem vzorcev so nam odstopili 7 vrst zelišč: ameriški slamnik, kamilice, meto, meliso, ognjič, pegasti badelj ter vinsko rutico.



Sliki 4 in 5: Zeliščni vrt 3 v Trnovljah

3.1.2.3 Vrt 4 (Dolores Kukuruzovič)

Vrt se nahaja približno 3,5 km od industrijskega območja v Celju ob Kettejevi ulici. Vrt je velik 45 m² in se nahaja v območju urejene ljubiteljske vrtničarske pridelave. Na vrtu pridelujejo tako zelišča kakor tudi ostale vrtnine. Uporabljajo domači kompost ter organska gnojila, v jeseni so uporabili Biogreno. Večinoma uporabljajo le doma pripravljena škropiva na zeliščni osnovi, kot so: pelinova prevrelka in bezgova prevrelka. Za analizo so nam odstopili 4 vrste zelišč: kamilice, meto, meliso in ameriški slamnik.



Slika 6: Vrt 4 ob Kettejevi ulici, obdan z drugimi vrtniki



Slika 7: Gredica mete

3.1.2.4 Vrt 5 (Marija Božič)

Lokacija tega vrta je najbolj oddaljena od industrijskega območja v Celju v primerjavi z ostalimi vzorčenimi vrtovi. Vrt je oddaljen približno 4 km od industrijskega območja in se nahaja v Polulah. Leži poleg stanovanjske hiše na nadmorski višini 300 m ter je obdan s travniki in gozdom. Širše vplivno območje: dimnik tovarne Trbovlje. Vrt meri od 25 m² do 40 m² in je razdeljen na dva dela. Na vrtu, ki leži levo od hiše smo odvzeli vzorce mete, melise ter ognjiča, na vrtu, ki pa leži desno od hiše, smo odvzeli vzorce ameriškega slamnika, kamilice, pehtrana, pelina ter vinske rutice. Lastniki pridelujejo zelišča, vrtnine ter sadje le po principu permakulture. Na vrtu uporabljajo domač kompost in organska gnojila – v večini domači ovčji gnoj. Pri pridelovanju vrtnin ter zelišč na permakulturni način je zelo priporočljivo, da se uporabljajo tudi škropiva na osnovi zelišč, ki jih prav tako pripravljajo na tem vrtu (bezgova, pelinova, koprivna, baldrijanova prevrelka ...).



Sliki 8 in 9: Vrt 5, na katerem pridelujejo aromatične in zdravilne rastline, vrtnine ter sadno drevje po načelu permakulture

3.1.2.5 Vrt 6 (Franc Kožuh)

Vrt je od industrijskega območja oddaljen približno 3,7 km na severnem delu Celja v Škofji vasi. Vrt meri 100 m² in leži poleg stanovanjske hiše. Na tem mestu je vrt v uporabi že več kot 100 let. Poleg zelišč pridelujejo tudi vrtnine, za katere uporabljajo domač kompost, dodajajo pa tudi pepel. Ne uporabljajo nikakršnih kemičnih pripravkov za varstvo rastlin. Odstopili so nam 3 vrste zelišč, in sicer: ameriški slamnik, meto in pehtran.



Sliki 10 in 11: Zeliščni vrt (6) v Škofji vasi, kjer na istem mestu pridelujejo vrtnine, aromatične in zdravilne rastline že več desetletij

3.2 ODVZEM IN PRIPRAVA VZORCEV TAL IN RASTLIN

3.2.1 Vzorčenje in priprava vzorcev tal

Na posameznem vrtu smo talni vzorec odvzeli s talno sondo po celotni površini vrta pri globini od 0 do 20 cm obdelovalne plasti tal. Celotni vzorec tal z enega vrta smo shranili v papirnato vrečko, ki smo jo označili z oznako vrta, globino odvzema vzorca ter datumom. Pri vsakem vzorčenju tal smo skupaj z lastniki izpolnili vprašalnik (Priloga 1). Talne vzorce smo nato posušili v primernem sušilniku pri temperaturi do 40 stopinj Celzija. Ko so se vzorci posušili, smo jih ročno zmelili v terilnici in nato presejali skozi 2 mm sito. Za določitev vsebnosti kovin smo del vzorca dodano strli in presejali skozi sito 150 µm.

3.2.2 Vzorčenje in priprava vzorcev rastlin

Na posameznem vrtu smo odvzeli od 50 do 200 g svežega vzorca, ki pa smo jih nabirali ročno brez uporabe kovinskega orodja. Zelišča smo pregledali ter odstranili žuželke ali delce tal, če so bili prisotni na rastlini. Pri pobiranju zelišč smo upoštevali tudi tehnološko in botanično zrelost posamezne rastline, zato smo pazili, da smo zelišča pobrali v ustrezni

zrelosti. Vsako zelišče smo shranili v papirnati vrečki, jo označili z oznako vzorčenega vrta, napisali datum pobiranja ter številko ponovitve na tem vrtu.

Za vsako vrsto zelišča na posameznem vrtu smo odvzeli 4 vzorce (ponovitve), kjer pa zelišč za odvzem vzorcev v ponovitvah ni bilo dovolj, smo nabrali nekoliko večji združen vzorec, ki smo ga po sušenju razdelili v 4 manjše vzorce in tako zagotovili 4 ponovitve za izvedbo meritev vsebnosti kovin. V laboratoriju na Biotehniški fakulteti smo vzorce stehali in določili svežo maso vzorca. Nato smo vzorce zelišč sušili v primernem sušilniku pri temperaturi do 40 stopinj Celzija. Ko so se rastlinski vzorci posušili, smo jih zmleli na mlin Retch ZM 100, pri katerem smo uporabili rezilo v velikosti 0,05 mm. Zmlete vzorce smo nato spravili v plastične vrečke za shranjevanje.



Sliki 12 in 13: Mlin v katerem smo mleli posušene rastlinske vzorce, katere smo shranili v plastične vrečke.

3.3 ANALITSKE METODE

3.3.1 Meritev pH v tleh

Določili smo potencialno kislost tal po ekstrakciji s CaCl_2 . S posebno žlico odmerimo $7,5 \text{ cm}^3$ tal in jih prelijemo s $37,5 \text{ ml}$ $0,1 \text{ M}$ raztopine CaCl_2 ter dobro premešamo. Ekstrakcijo pustimo stati najmanj dve uri, ponovno premešamo in izmerimo pH vrednost na aparatu WTW 538 (SIST ISO 10390, 2005).

3.3.2 Meritev organske snovi v tleh

Organsko snov smo določili po metodi Walkey-Black (SIST ISO 14235, 1999). Ta metoda temelji na mokri oksidaciji organskega ogljika s kalijevim dikromatom ob dodatku koncentrirane žveplove (VI) kisline. Nato titracijsko določimo porabo oksidacijskega sredstva, na osnovi katere izračunamo masni delež organskega ogljika. Vsebnost organske snovi smo izračunali tako, da smo vsebnost organskega ogljika množili s faktorjem 1,724.

3.3.3 Meritev rastlinam dostopnega fosforja in kalija v tleh

Rastlinam dostopni fosfor in kalij smo iz tal ekstrahirali z amon-laktatom (AL metoda). Zatehtali smo 5 g tal in jih prelili s 100 ml AL raztopine ter pustili na stresalniku 2 uri (Egnér in sod., 1960). Po ekstrakciji suspenzijo filtriramo in v filtratu določimo vsebnost rastlinam dostopnega fosforja in kalija, ki jih podajamo v enotah $\text{mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g}$ tal oziroma $\text{mg K}_2\text{O}/100 \text{ g}$.

Bistri del filtrata smo odpipetirali v erlenmajerico ter dodali Mo-reagent in redukcijsko sredstvo (kositrov klorid) ter počakali, da se je razvila modra barva (Kalra in Maynard, 1991). Vsebnost fosforja smo določili na spektrofotometru Perkin-Elmer LAMBDA 25. Za pretvorbo v ustrezne enote smo pripravili serijo standardnih raztopin z znano koncentracijo fosforja.

V filtratu smo neposredno izmerili vsebnost kalija na atomskem absorpcijskem spektrofotometru VARIAN AA 240FS. Tudi za pretvorbo absorpcije kalija v koncentracijo kalija smo uporabili ustrezno raztopino z znano vsebnostjo kalija (standard), ki jo aparat uporabi za pripravo umeritvene krivulje.

3.3.4 Meritev teksture tal

Teksturo tal smo določili s sedimentacijsko pipetno metodo, uporabili smo ameriško teksturno klasifikacijo (ISO 11277, 1998; Soil ..., 1992).

V plastenko smo zatehtali 10 g tal in jih prelili s 25 ml Na-pirofosfata ter pustili stati preko noči. Naslednji dan smo stresali na stresalniku 4 ure. Nato smo suspenzijo prenesli na sito s premerom odprtina 0,2 mm in z mokrim sejanjem izločili delce grobega peska. Suspenzijo, ki je šla skozi sito, smo prenesli v valj in dolili deionizirano vodo do količine 1000 ml. Valj smo stresali 3 minute in postavili na podlago, da so se delci začeli usedati. Po 44 sekundah smo odpipetirali 10 ml suspenzije iz globine 10 cm in s tem zajeli delce, ki so manjši od 0,05 mm (grobi in fini melj ter glina). Maso odpipetirane suspenzije smo določili po izparevanju na peščeni kopeli. Valj smo ponovno stresali 3 minute in na enak način po 4 minutah in 27 sekundah določili delce, ki so manjši od 0,02 mm (fini melj in glina). Valj smo ponovno stresali 3 minute in na enak način po 7 urah in 35 minutah določili delce, ki so manjši od 0,002 mm (glina). Iz tako dobljenih podatkov izračunamo teksturne frakcije in določimo teksturni razred s pomočjo teksturnega trikotnika za ameriško teksturno klasifikacijo (ISO 11277, 1998; Soil ..., 1992).

3.3.5 Določitev kationske izmenjalne kapacitete tal

Kationska izmenjalna kapaciteta (T vrednost) je količina šestih izmenljivih kationov na enoto tal; podajamo jo v mmolc/100g tal. Določili smo jo kot seštevek bazično delujočih kationov (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+}), ki smo jih ekstrahirali s $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$, in izmenljive kislosti (H^{+} , Al^{3+}) tal po ekstrakciji z BaCl_2 in trietanolaminom (Soil ..., 1992).

Ekstrakciji smo pripravili tako, da smo zatehtali 10 g zračno suhega vzorca in prelili s 100 ml ekstrakcijske raztopine. Po filtriranju smo meritev kovin izvedli na atomskem absorpcijskem spektrofotometru VARIAN AA 240FS in jih podali v mmolc/100g tal. Seštevek koncentracij Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} in Na^{+} je S vrednost.

Izmenljivo kislost (H vrednost) smo določili titracijsko s preostankom ekstrakcijskega sredstva in s pomočjo slepega vzorca.

3.3.6 Meritev suhe snovi rastlin

Vzorci zelišč smo stehali pred in po sušenju in iz razlike v masi izračunali delež suhe snovi v vzorcih rastlin.

3.3.7 Meritev skupnega Cd, Cu, Pb in Zn v vzorcih tal in rastlin

Vsebnost kovin v tleh smo določili po kislinskem razklopu z zlatotopko (SIST ISO 11466, 1996) v zaprtem mikrovalovnem sistemu CEM (MARS Xpress). Vsebnost kovin v rastlinah smo določili po kislinskem razklopu s HNO_3 v zaprtem mikrovalovnem sistemu CEM (MARS Xpress). Meritev Cd, Cu, Pb in Zn v kislinskih izvlečkih smo izvedli s

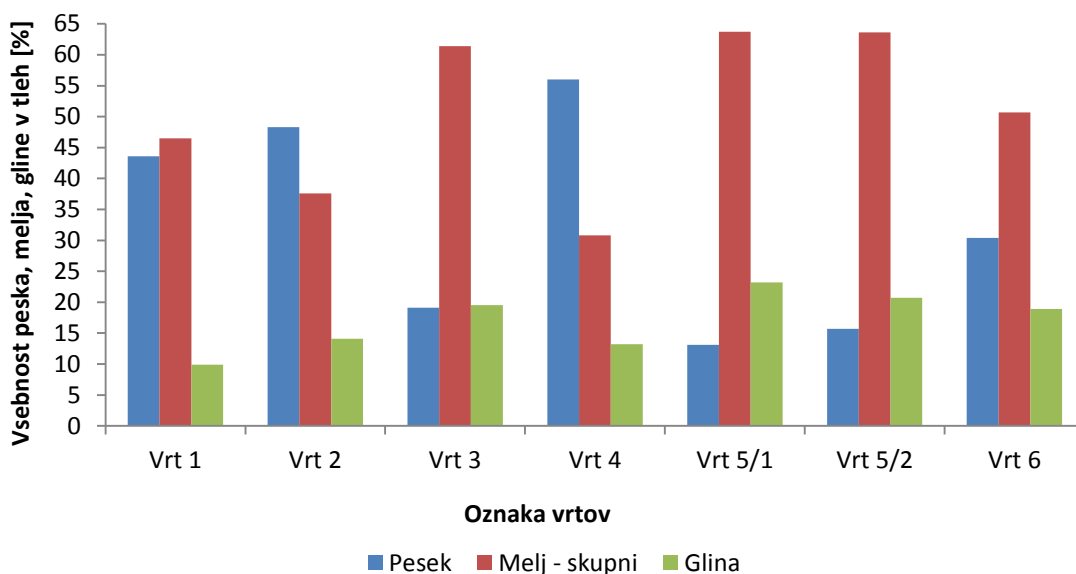
plamensko tehniko atomske absorpcijske spektroskopije na aparatu AA 240FS, Varian in podali rezultate v mg/kg suhega vzorca (SIST ISO 11047, 1999).

4 REZULTATI

4.1 LASTNOSTI TAL

4.1.1 Tekstura tal

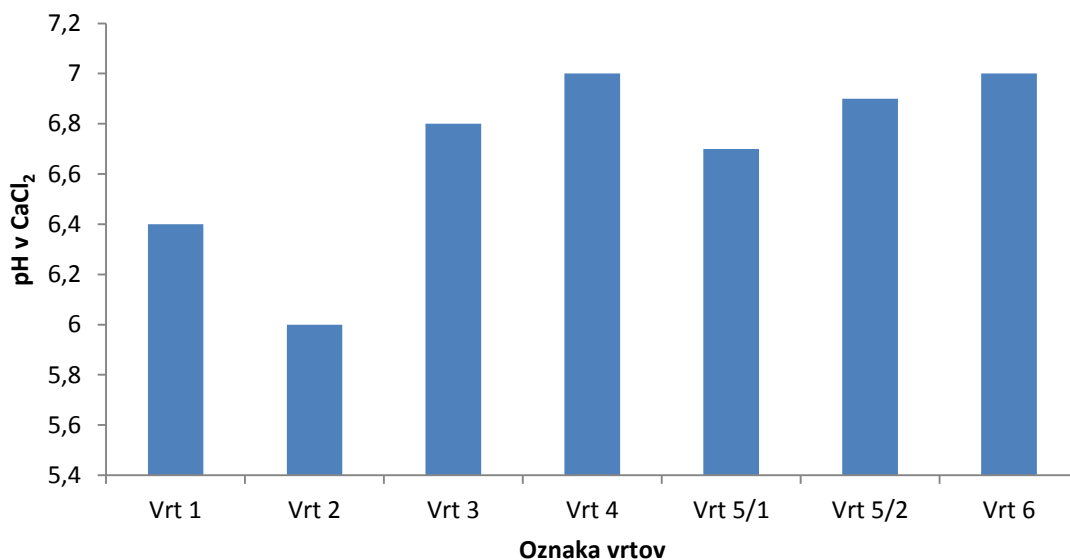
Večina vrtov ima meljasto ilovnato (MI) teksturo, en vrt meljasto ilovanto do ilovanto, en vrt ilovnato in en vrt peščeno ilovanto teksturo (Priloga B2). Največjo vsebnost peska v tleh vsebujejo tla na vrtu 4, in sicer kar 43,6 %, najmanjšo pa tla na vrtu 5/1, in sicer 13,1 %. Ostale vrednosti o vsebnosti peska v tleh na vrtovih se gibljejo med 15,7 % in 56 %. Največ melja vsebujejo tla z vrta 5, in sicer 63,7 %, ter najmanj na vrtu 4, kjer tla vsebujejo le 30,8 % melja. Ostali vrtovi imajo vsebnost melja med 37,6 % in 61,4 %. Največjo vsebnost gline vsebujejo tla iz obeh delov vrta 5, in sicer 23,2 % –levo od hiše in 20,7 % –desno od hiše. Najmanj gline pa vsebujejo tla na vrtu 1, in sicer le 9,9 %. Ostale vrednosti vrtov se gibljejo med 13,2 % in 19,5 %.



Slika 14: Vsebnost peska, melja in gline v tleh na posameznem vrtu

4.1.2 pH vrednost

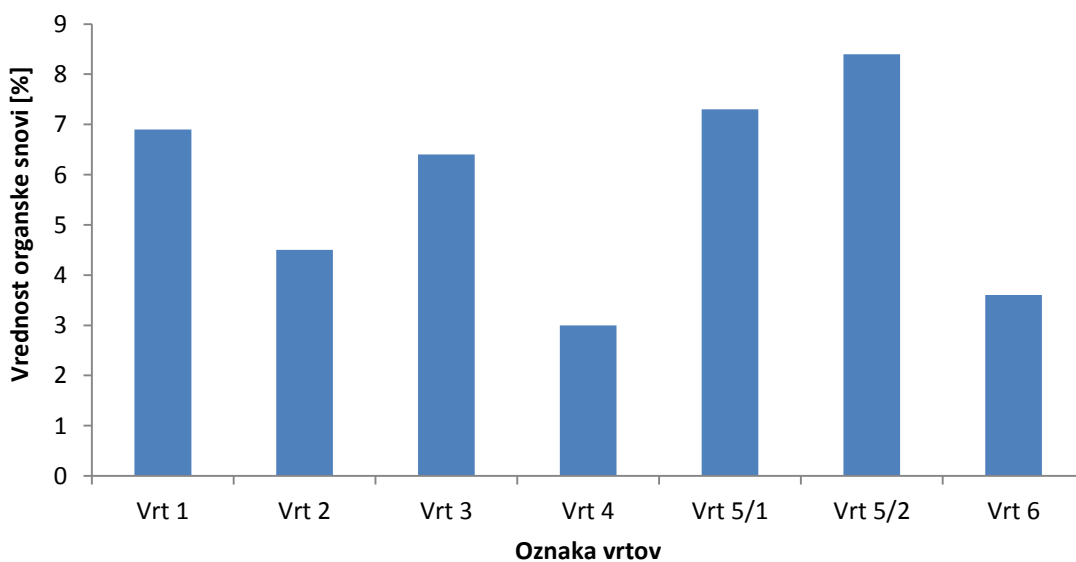
Potencialna kislost (CaCl_2) talnih vzorcev se giblje v območju pH 6 in 7. Najvišjo vrednost imata vrt 4 ter vrt 6, in sicer pH 7. Najnižjo pH vrednost ima vrt 2, in sicer vrednost 6. Ostali vrtovi se gibljejo v območju pH 6,4 – 6,9 (Slika 15, Priloga B2).



Slika 15: Določitev pH vrednosti tal posameznega vrta

4.1.3 Vsebnost organske snovi

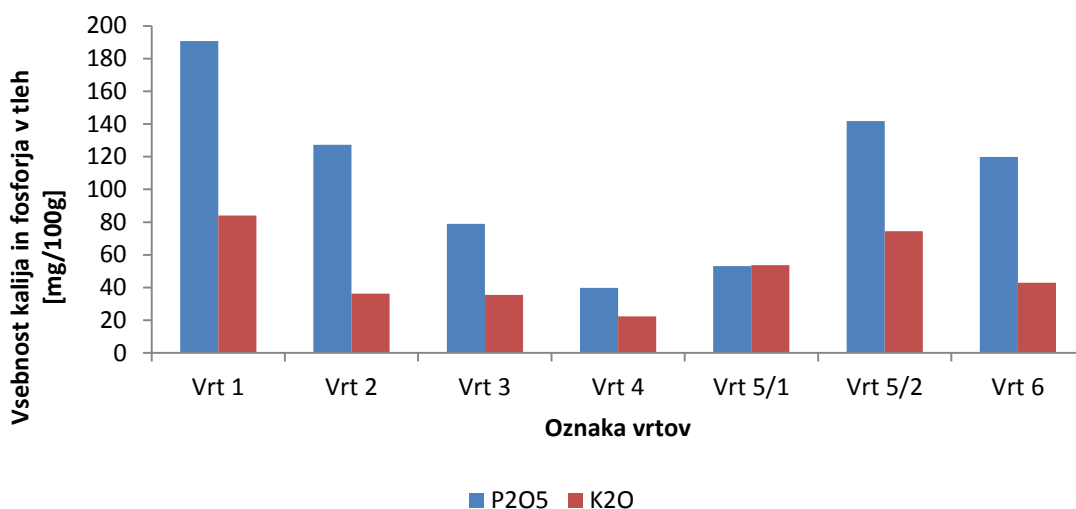
Največjo vsebnost organske snovi v tleh imajo tla, ki smo jih vzorčili na vrtu 5/2, in sicer 8 %. Najmanjšo vsebnost organske snovi v tleh imajo tla na vrtu 4, ki vsebujejo samo 4 % organske snovi (Priloga B2).



Slika 16: Vsebnost organske snovi v tleh na posameznem vrtu

4.1.4 Vsebnost rastlinam dostopnega fosforja in kalija

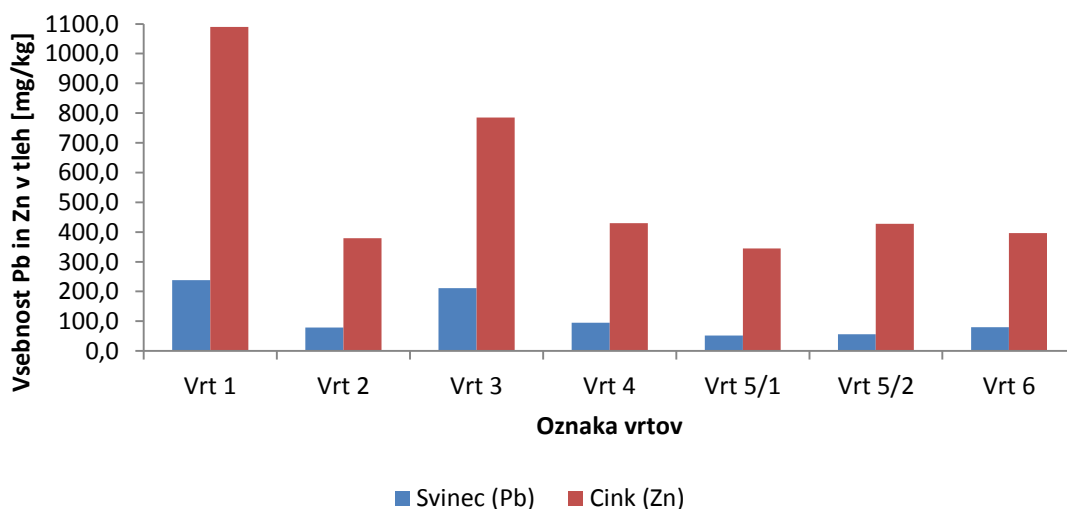
Na sliki 17 so prikazane povprečne vrednosti rastlinam dostopnega fosforja in kalija v tleh. Največjo vsebnost obeh elementov ima vrt 1 (190,7 mg P_2O_5 /100 g ter 84 mg K_2O /100 g), najnižjo vrednost tako fosforja kot kalija pa smo izmerili na vrtu 4 (39,8 mg P_2O_5 /100 g in 22,3 mg K_2O /100 g) (Priloga B2).



Slika 17: Vsebnost rastlinam dostopnega fosforja in kalija v tleh

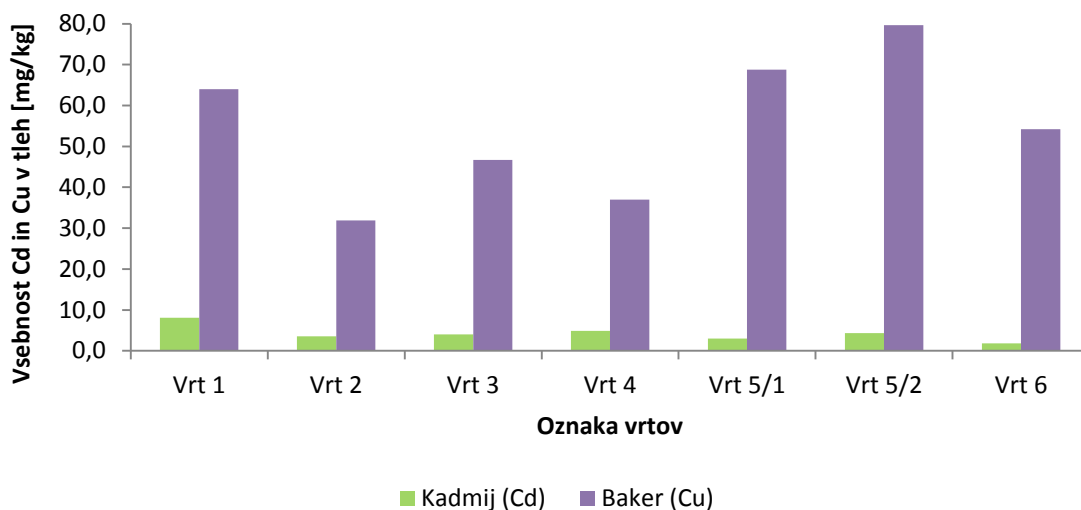
4.1.5 Vsebnost kovin Cd, Cu, Pb in Zn v tleh

Slika 18 nam prikazuje vrednosti meritev svinca in cinka v vrtnih tleh. Največjo vsebnost svinca in cinka ima vrt 1, in sicer svinca 238,6 mg/kg ter cinka 1089,7 mg/kg. Najmanjšo vsebnost tako svinca kakor tudi cinka smo izmerili na vrtu 5/1, in sicer svinca 51,6 mg/kg in cinka 344,3 mg/kg (Priloga B1).



Slika 18: Vsebnost kovin Pb in Zn v tleh

Vsebnost kadmija in bakra v tleh je prikazana na sliki 19. Ta nam prikazuje, da vrt 1 dosega največjo vsebnost kadmija v tleh, in sicer 8,05 mg/kg, najmanjšo vsebnost kadmija pa dosega vrt 6, in sicer 1,85 mg/kg. Pri vsebnosti bakra v tleh dosega največjo vrednost vrt 5/2, ki vsebuje 79,6 mg/kg; najnižjo vrednost bakra pa vsebuje vrt 2, in sicer 31,9 mg/kg.

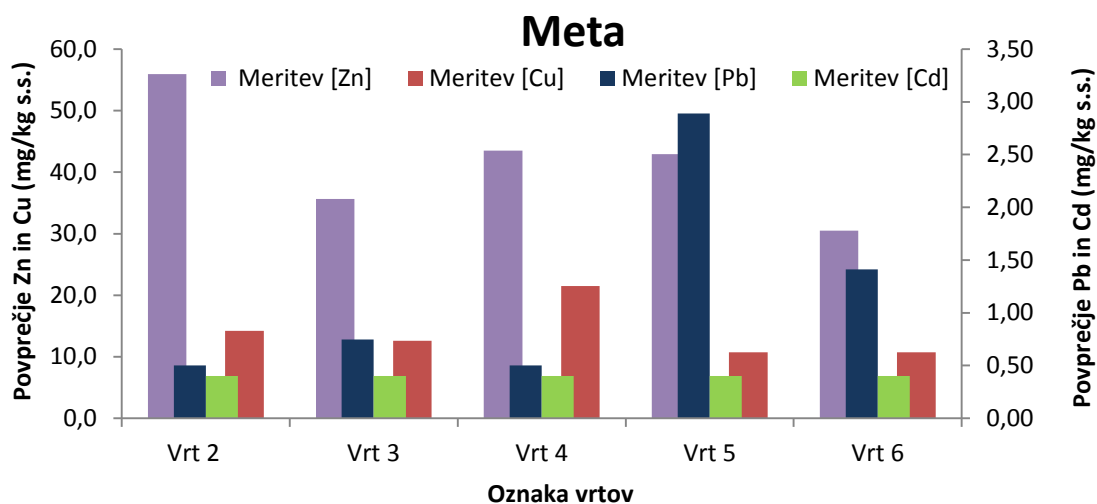


Slika 19: Vsebnost kovin Cd in Cu v tleh

4.2 MERITEV KOVIN V RASTLINAH PO VRSTAH AROMATIČNIH IN ZDRAVILNIH RASTLINAH

4.2.1 Meta (*Mentha spp.*)

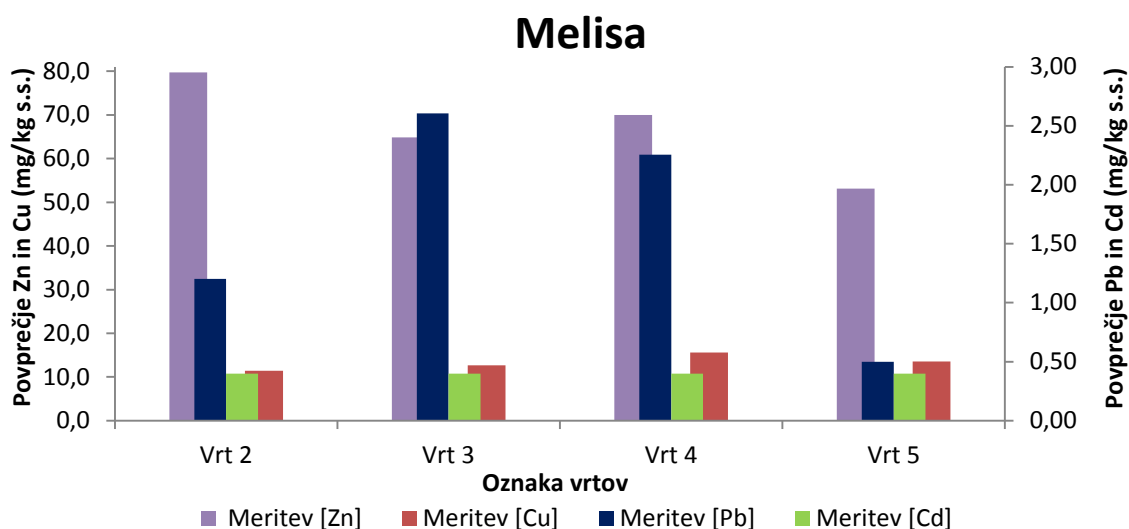
V zeli mete je bila vsebnost kadmija v vseh vzorcih pod mejo detekcije uporabljene metode ($<0,80$ mg/kg s.s.) (Slika 20). Za grafični prikaz smo pri meritvah kadmija pri grafih uporabili polovično vrednost 0,40 mg/kg s.s. (Sand in Becker, 2012). Največjo povprečno vsebnost pri meritvi bakra ima meta z vrta 4 (21,51 mg/kg s.s.), najmanjšo vsebnost pa ima meta z vrta 6 (10,74 mg/kg s.s.). Pri meritvi svinca je dosegla največjo vsebnost meta z vrta 5 (2,89 mg/kg s.s.). Najmanjšo vsebnost svinca smo izmerili na vrtu 2 in 4, pri katerih je bila vsebnost kadmija pod mejo detekcije uporabljene metode (<1 mg/kg s.s.). Za grafični prikaz smo pri meritvah svinca pri grafih uporabili polovično vsebnost 0,50 mg/kg s.s. Največ cinka vsebuje meta z vrta 2 (55,93 mg/kg s.s.), najmanjšo pa z vrta 6 (30,48 mg/kg s.s.).



Slika 20: Povprečna vsebnost kovin v zeli mete

4.2.2 Navadna melisa (*Melissa officinalis* L.)

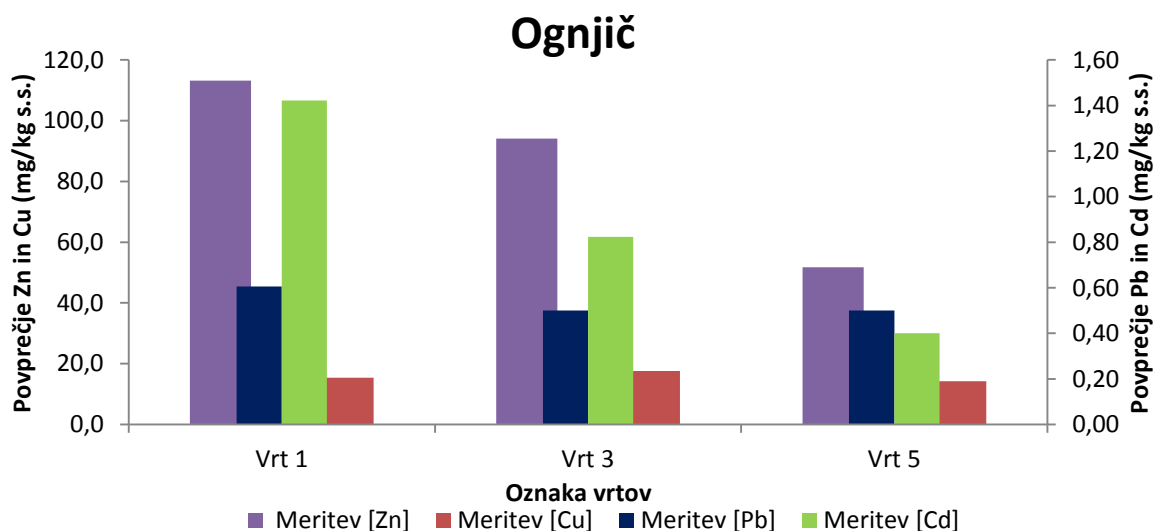
Pri navadni melisi smo merili celotno zel, kjer je bila vsebnost kadmija pri vseh vzorcih pod mejo detekcije uporabljene metode ($<0,80$ mg/kg s.s.). Za grafični prikaz smo uporabili polovično vrednost $0,40$ mg/kg s.s. (Sand in Becker, 2012). Pri merjenju bakra je dosegla največjo vsebnost z vrta 4 ($15,64$ mg/kg s.s.). Najmanjšo vsebnost smo izmerili na vrtu 2 ($11,46$ mg/kg s.s.). Največ svinca vsebuje melisa z vrta 3 ($2,61$ mg/kg s.s.) in najmanj na vrtu 5 ($0,50$ mg/kg s.s.). Veliko vsebnost cinka je dosegla melisa na vrtu 2 ($79,71$ mg/kg s.s.), najmanjšo pa smo izmerili na vrtu 5 ($53,12$ mg/kg s.s.).



Slika 21: Povprečna vsebnost kovin v zeli melise

4.2.3 Ognjič (*Calendula officinalis* L.)

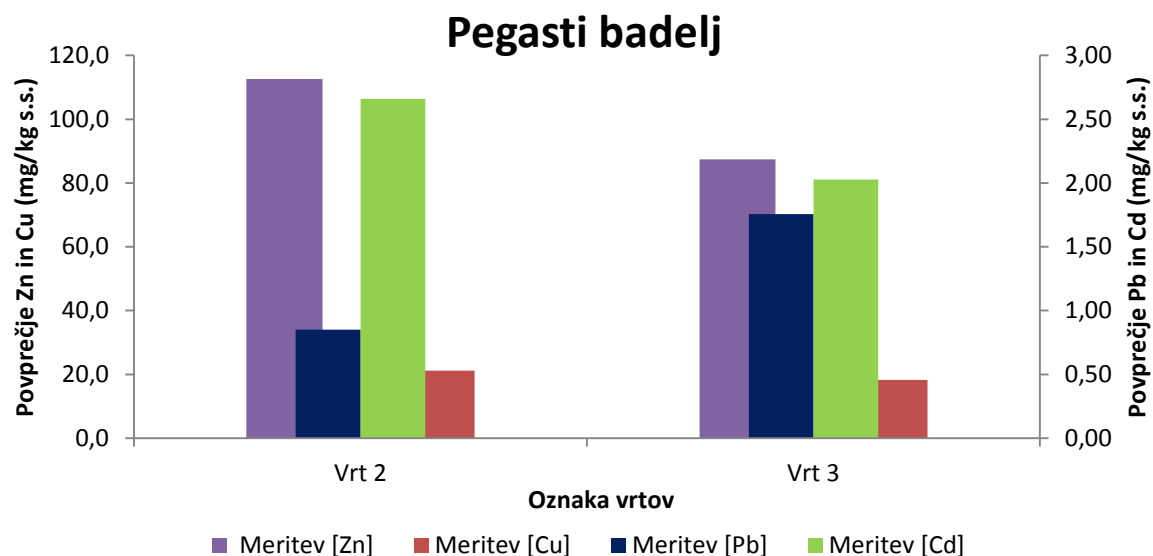
Slika 22 nam prikazuje povprečno vsebnost kovin v cvetovih ognjiča, kjer so največjo vsebnost kadmija dosegli cvetovi ognjiča z vrta 1 (1,42 mg/kg s.s.), najmanjšo pa z vrta 5 (0,40 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost bakra smo izmerili v cvetovih ognjiča na vrtu 3 (17,58 mg/kg v), najmanjšo pa na vrtu 5 (14,26 mg/kg s.s.). Največ svinca vsebujejo cvetovi ognjiča na vrtu 1 (0,61 mg/kg s.s.) ter na vrtovih 3 in 5 (0,5 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost cinka dosegajo cvetovi na vrtu 1 (113,12 mg/kg s.s.), najmanjšo pa na vrtu 5 (51,70 mg/kg s.s.).



Slika 22: Povprečna vsebnost kovin v cvetovih ognjiča

4.2.4 Pegasti badelj (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.)

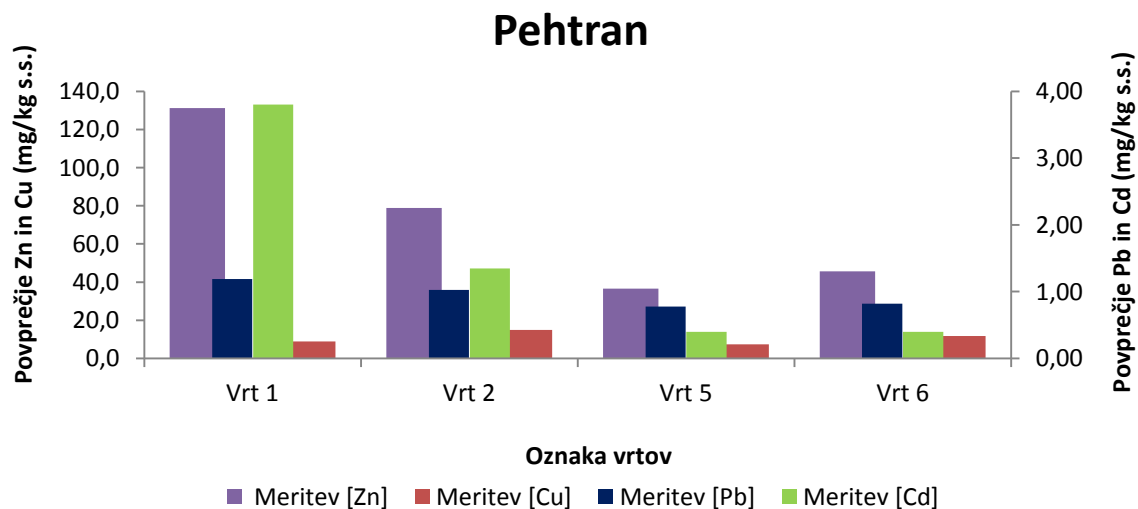
Na sliki 23 je prikazana povprečna vsebnost kovin v plodovih pegastega badlja, kjer dosegajo največjo vsebnost kadmija plodovi, ki smo jih vzorčili na vrtu 1 (2,66 mg/kg s.s.), najmanjšo pa na vrtu 3 (2,03 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost bakra smo izmerili v plodovih z vrta 2 (21,20 mg/kg s.s.), najmanjšo pa smo izmerili na vrtu 3 (18,24 mg/kg s.s.). Vsebnost svinca je največja v plodovih pegastega badlja, ki smo ga vzorčili na vrtu 3 (1,76 mg/kg s.s.), najmanjša pa je v plodovih z vrta 2 (0,85 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost cinka dosegajo plodovi na vrtu 2 (112,65 mg/kg s.s.), malo manjšo vsebnost pa dosegajo plodovi z vrta 3 (87,39 mg/kg s.s.).



Slika 23: Povprečna vsebnost kovin v plodovih pegastega badlja

4.2.5 Pehtran (*Artemisia dracunculus* L.)

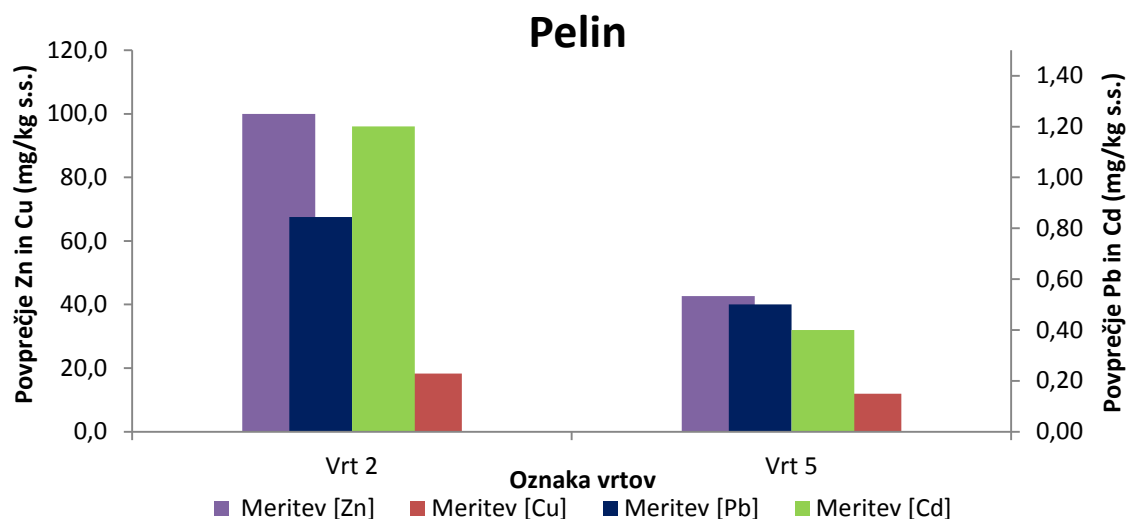
Povprečna vsebnost kovin v zeli pehtrana je prikazana na sliki 24. Ta nam prikazuje, da ima največjo vsebnost kadmija pehtran, ki smo ga vzorčili na vrtu 1 (3,82 mg/kg s.s.), najmanjšo vsebnost pa ima pehtran z vrtov 5 in 6 (0,40 mg/kg s.s.). Pri merjenju bakra v zeli pehtrana dosega največjo vsebnost pehtran z vrta 2 (14,89 mg/kg s.s.), najmanjšo pa z vrta 5 (7,36 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost pri merjenju svinca dosega pehtran na vrtu 1 (1,19 mg/kg s.s.), najmanjšo pa na vrtu 5 (0,77 mg/kg s.s.). Največ cinka smo namerili v zeli pehtrana na vrtu 1 (131,20 mg/kg s.s.), najmanj pa na vrtu 5 (36,54 mg/kg s.s.).



Slika 24: Povprečna vsebnost kovin v zeli pehtrana

4.2.6 Pelin (*Artemisia absinthium* L.)

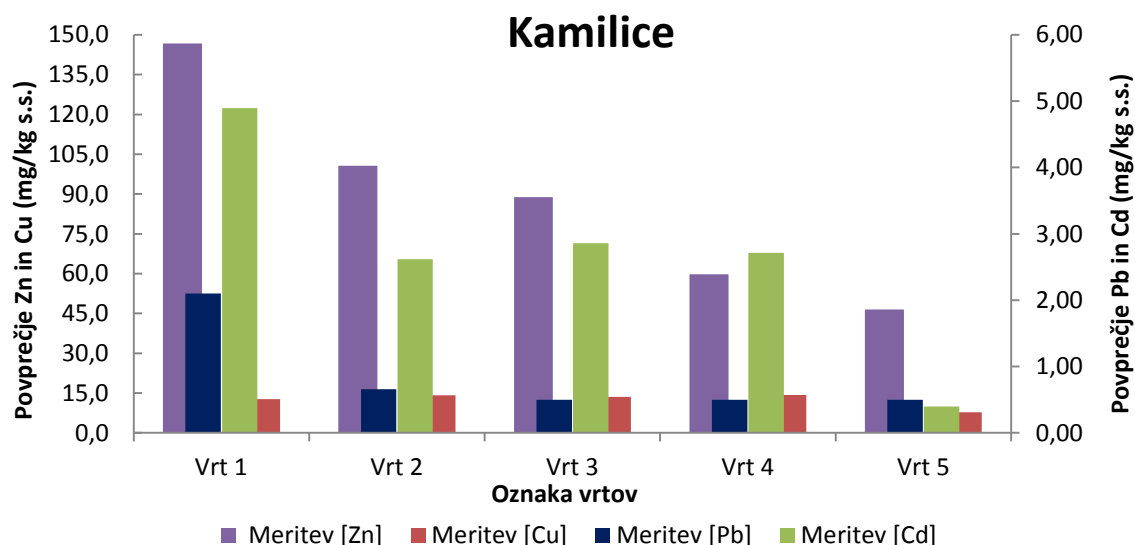
Slika 25 prikazuje rezultate meritev kovin v zeli pelina, ki smo jih vzorčili le na dveh vrtovih. Največjo vsebnost kadmija v pelinu smo izmerili na vrtu 1 (1,20 mg/kg s.s.), na vrtu 5 pa smo izmerili vsebnost pod mejo detekcije (0,40 mg/kg). Največ bakra smo izmerili v pelinu z vrta 2 (18,30 mg/kg s.s.), najmanj pa z vrta 5 (11,90 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost svinca dosega pelin na vrtu 2 (0,85 mg/kg s.s.). Najmanjšo vsebnost svinca dosega pelin na vrtu 5, pri katerem smo izmerili vsebnost svinca pod mejo detekcije (0,50 mg/kg s.s.). Veliko prisotnost cinka smo izmerili na vrtu 2 (99,96 mg/kg s.s.), nekaj manjšo pa v vzorcu pelina na vrtu 5 (42,70 mg/kg s.s.).



Slika 25: Povprečna vsebnost kovin v zeli pelina

4.2.7 Prava kamilica (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert)

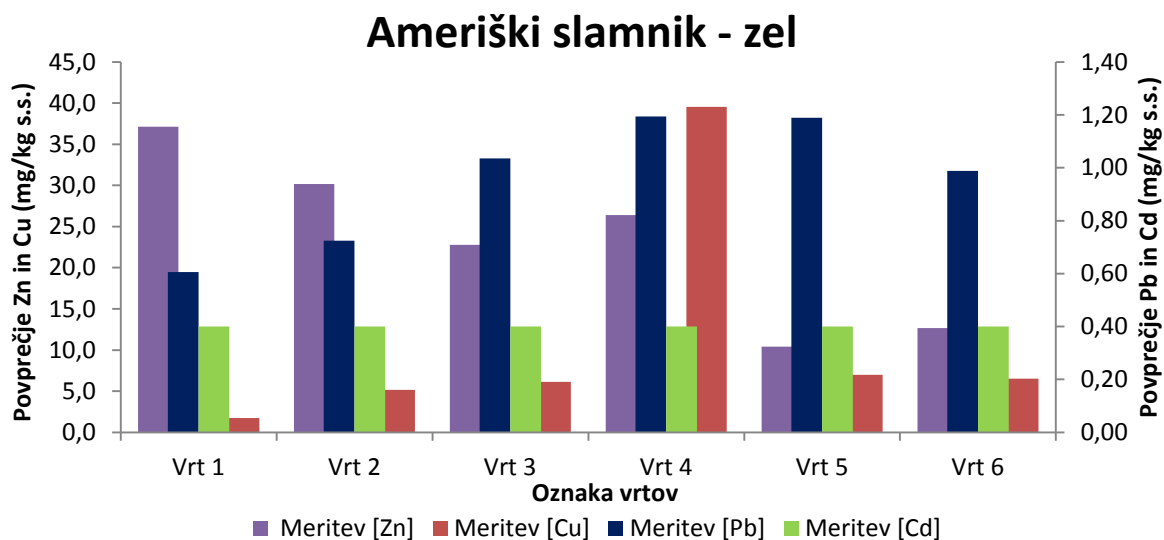
Povprečno vsebnost kovin v cvetovih kamilice prikazuje slika 26. Največjo vsebnost kadmija dosegajo cvetovi kamilice na vrtu 1 (4,90 mg/kg), na vrtu 5 smo izmerili najmanjše vsebnosti kadmija, in sicer vzorci ne presegajo mejne vrednosti (<0,80 mg/kg s.s.). Največ bakra smo izmerili v cvetovih z vrta 4 (14,28 mg/kg s.s.), najmanj pa v cvetovih z vrta 5 (7,72 mg/kg s.s.). Svinec dosega največjo vsebnost v cvetovih kamilice z vrta 1 (2,10 mg/kg s.s.) in najmanjšo v cvetovih z vrtov 3, 4 in 5, na katerih vzorci ne presegajo mejne vrednosti (<0,10 mg/kg s.s.). Cink dosega visoke vsebnosti tudi v cvetovih kamilice, in sicer smo izmerili največjo vrednost na vrtu 1 (146,77 mg/kg s.s.), najmanjšo pa na vrtu 5 (46,51 mg/kg s.s.).



Slika 26: Povprečna vsebnost kovin v cvetovih kamilice

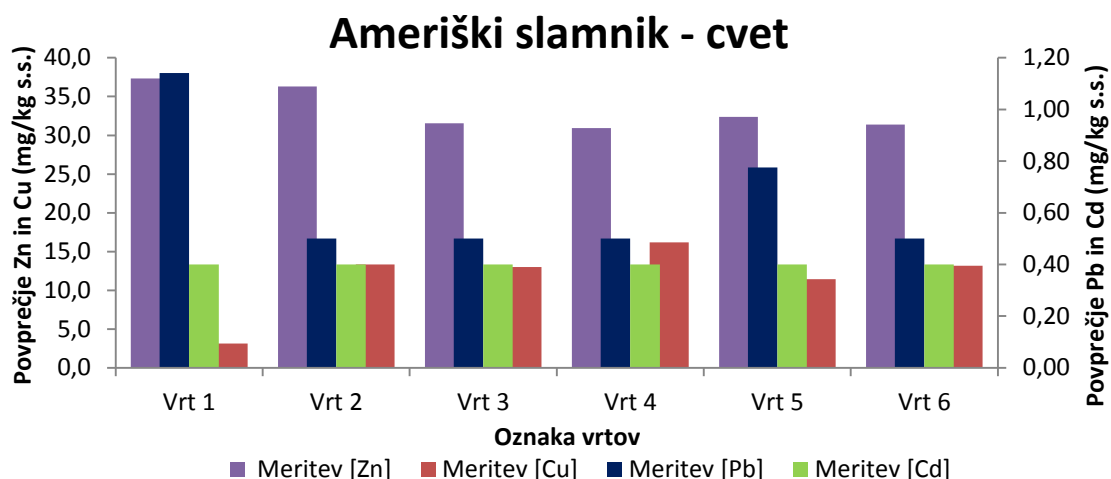
4.2.8 Škrlatni ameriški slamnik (*Echinacea purpurea* Moench.)

Pri škrlatnem ameriškemu slamniku smo vzorčili dva dela rastline posebej: zel (steblo in liste) ter cvet. Slika 27 prikazuje meritve povprečne vsebnosti kovin v zeli škrlatnega ameriškega slamnika. Prikazano je, da so vsi vzorci dosegli vsebnost kadmija pod mejo detekcije (<0,80 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost bakra dosega vzorec z vrta 4 (39,56 mg/kg s.s.), najmanjšo pa dosega vzorec z vrta 5 (7,00 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost svinca dosega zel, ki smo jo vzorčili na vrtu 4 (1,19 mg/kg s.s.), najmanjšo vsebnost svinca pa dosega zel z vrta 1 (0,60 mg/kg s.s.). Zopet izstopa cink, pri katerem ima največjo vsebnost vzorec z vrta 1 (37,11 mg/kg s.s.), najmanjšo pa ima vzorec z vrta 5 (10,42 mg/kg s.s.).



Slika 27: Povprečna vsebnost kovin v zeli škrlatnega ameriškega slamnika

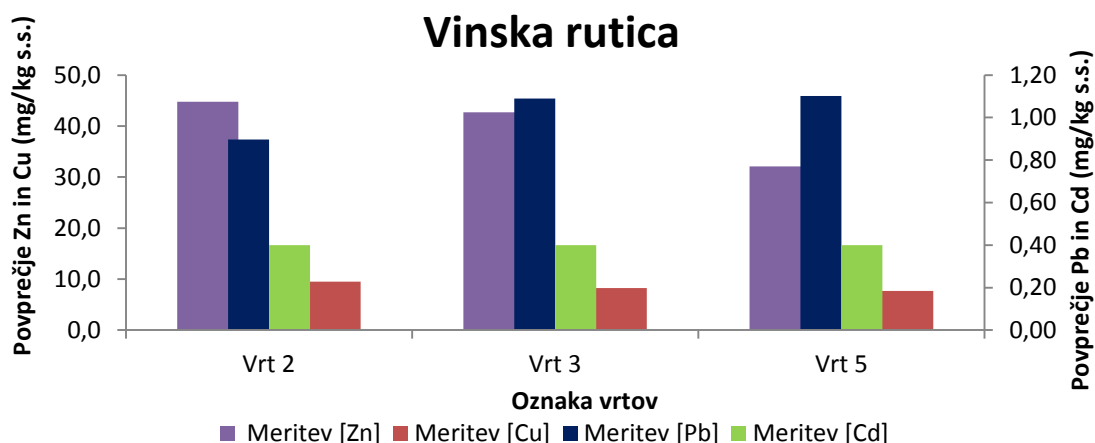
Slika 28 prikazuje povprečno vsebnost kovin v cvetovih ameriškega slamnika. Pri meritvi kadmija imajo vsi vzorci vsebnost kadmija pod mejo detekcije ($< 0,80$ mg/kg s.s.). Največ bakra smo izmerili v cvetovih z vrta 4 (16,20 mg/kg s.s.), najmanj pa v cvetovih z vrta 1 (3,13 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost svinca imajo cvetovi, ki smo jih vzorčili na vrtovih 2, 3, 4 in 6 (0,50 mg/kg s.s.). Cink znova odstopa pri meritvi, pri kateri imajo največjo vsebnost cinka cvetovi z vrta 1 (37,11 mg/kg s.s.), najmanjšo pa na vrtu 5 (10,42 mg/kg s.s.).



Slika 28: Povprečna vsebnost kovin v cvetovih škrlatnega ameriškega slamnika

4.2.9 Vinska rutica (*Ruta graveolens* L.)

Pri vinski rutici smo vzorčili celotno zel. Pri vzorčenju kadmija so vsi vzorci vsebovali kadmij pod mejo detekcije ($< 0,80$ mg/kg s.s.). Največjo vsebnost bakra je imel vzorec z vrta 2 (9,51 mg/kg s.s.), najmanjšo pa vzorec z vrta 5 (7,66 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost svinca smo izmerili pri vinski rutici z vrta 5 (1,10 mg/kg s.s.), najmanjšo pa pri vinski rutici z vrta 2 (0,90 mg/kg s.s.). Zopet izstopa vsebnost cinka pri vzorcih vinske rutice, največja vsebnost je na vrtu 2 (44,87 mg/kg s.s.), najmanjšo vsebnost ima vinska rutica na vrtu 5 (32,07 mg/kg s.s.) (Slika 29).

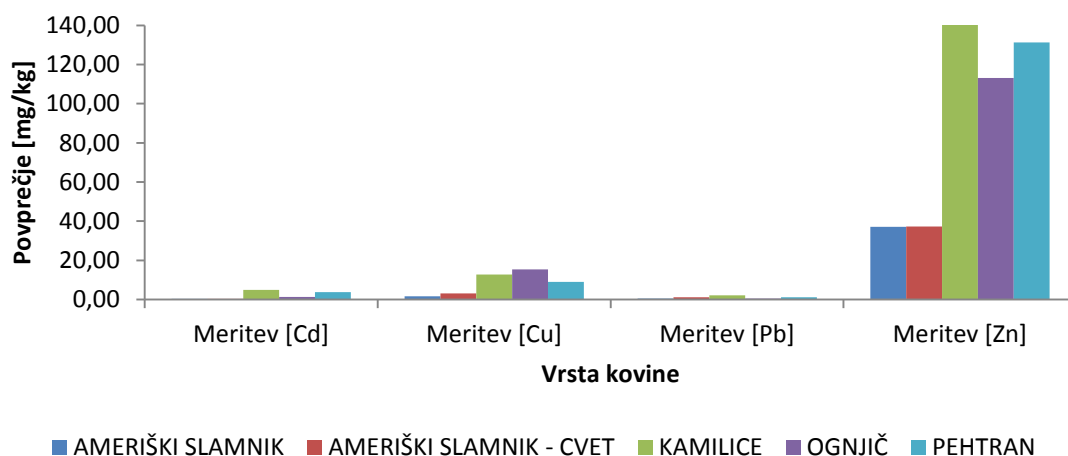


Slika 29: Povprečna vsebnost kovin v listih vinske rutice

4.3 PRIKAZ MERITEV KOVIN V RASTLINAH PO VRTOVIH

4.3.1 Vrt 1

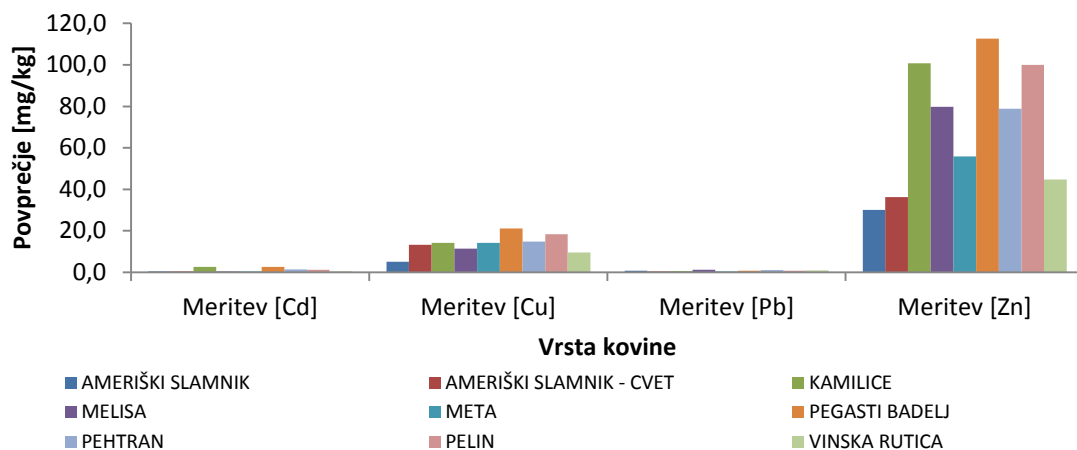
Na sliki 30 in v prilogi D so prikazane meritve rastlin, ki smo jih vzorčili na vrtu 1. Vzorčili smo štiri vrste zelišč. Na tem vrtu imajo rastline največje vsebnosti kovin glede na ostale vrtove. Prikazano je, da rastline vsebujejo največ cinka, pri čemer izstopajo cvetovi kamilice (146,77 mg/kg s.s.), sledi jim tudi zeleni del pehtrana (131,19 mg/kg s.s.), ki ima veliko vsebnost cinka. Najmanj cinka vsebuje zel škrlatnega ameriškega slamnika (37,11 mg/kg s.s.). Največ kadmija vsebujejo cvetovi kamilic (4,89 mg/kg s.s.), najmanj kadmija pa ameriški slamnik, tako zel kakor tudi cvet, ki imata vrednost pod mejo detekcije (0,40 mg/kg s.s.). Največ bakra vsebujejo cvetovi ognjiča (15,35 mg/kg s.s.), ki mu sledijo cvetovi kamilice (12,76 mg/kg s.s.). Najmanj bakra je izmerjenega v zeli ameriškega slamnika (1,76 mg/kg s.s.). Vsebnost svinca je najmanjša, in sicer ima najmanjšo vsebnost svinca cvet ognjiča (0,61 mg/kg s.s.), največ pa ga vsebujejo kamilice (2,10 mg/kg s.s.).



Slika 30: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 1

4.3.2 Vrt 2

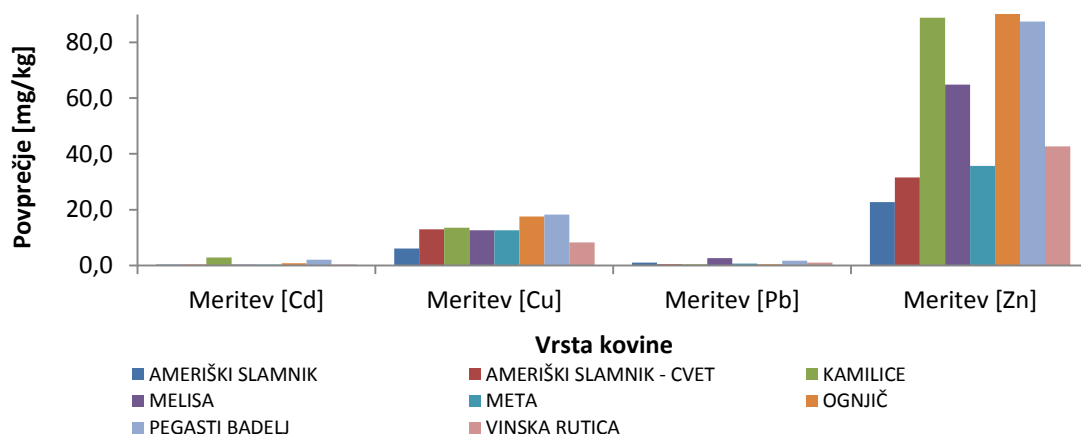
Slika 31 in priloga D prikazujeta povprečno vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 2. Na tem vrtu smo vzorčili devet vrst zelišč. Prikazano je, da imajo rastline veliko vsebnost cinka. Največ cinka smo izmerili v plodu pegastega badlja (112,5 mg/kg s.s.), sledijo mu kamilice (100,7 mg/kg s.s.) ter pelin (99,9 mg/kg s.s.). Najmanj cinka vsebuje zel ameriškega slamnika (30,16 mg/kg s.s.), nekaj več ga vsebuje tudi cvet ameriškega slamnika (36,28 mg/kg s.s.). Največ kadmija smo izmerili v plodu pegastega badlja (2,66 mg/kg s.s.), najmanj kadmija pa vsebujejo ameriški slamnik, melisa ter vinska rutica, pri katerih smo izmerili vsebnost pod mejo detekcije (0,40 mg/kg s.s.). Največjo vsebnost bakra vsebuje plod pegastega badlja (21,19 mg/kg s.s.), sledi mu pelin (18,29 mg/kg s.s.). Najmanjšo vsebnost bakra vsebuje zel ameriškega slamnika (5,15 mg/kg s.s.). Najmanjše vsebnosti kovin smo izmerili pri svincu, pri katerem ima največjo vsebnost zel melise (1,20 mg/kg s.s.), najmanjšo vsebnost pa smo izmerili pri meti ter cvetu ameriškega slamnika, ki vsebujeta svinec pod mejo detekcije (0,50 mg/kg s.s.).



Slika 31: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 2

4.3.3 Vrt 3

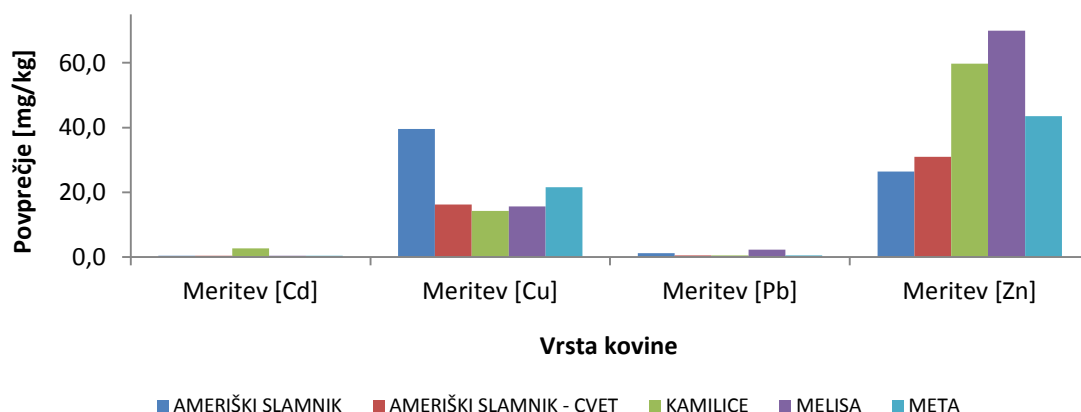
Slika 32 prikazuje povprečne vsebnosti merjenih kovin na vrtu 3. Znova izstopa cink, sledi pa mu baker. Največjo vsebnost kadmija vsebujejo cvetovi kamilice (2,85 mg/kg s.s.), najmanjšo vsebnost pa imajo ameriški slamnik, melisa, meta ter vinska rutica, pri katerih smo izmerili vsebnost kadmija pod mejo detekcije (40 mg/kg s.s.). Največ bakra smo izmerili v plodu pegastega badlja (18,24 mg/kg s.s.) ter ognjiču (17,58 mg/kg s.s.), najmanj bakra pa smo izmerili v zeli ameriškega slamnika (6,15 mg/kg s.s.). Poleg kadmija je tudi svinec prisoten v majhnih količinah, in sicer smo izmerili največjo vsebnost svinca v zeli melise (2,60 mg/kg s.s.), najmanj pa v cvetovih ameriškega slamnika, kamilic ter ognjiča, pri katerih smo izmerili vsebnost svinca pod mejo detekcije (1 mg/kg s.s.). Največ cinka vsebuje ognjič (94,14 mg/kg s.s.), sledijo mu kamilice (88,85 mg/kg s.s.) ter plodovi pegastega badlja (87,39 mg/kg s.s.). Najmanjšo vsebnost cinka vsebuje zel ameriškega slamnika (22,77 mg/kg s.s.).



Slika 32: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 3

4.3.4 Vrt 4

Pri merjenju kadmija imajo najmanjšo vsebnost ameriški slamnik, melisa ter meta, pri katerih smo izmerili vsebnost pod mejo detekcije (0,40 mg/kg), največjo vsebnost pa imajo cvetovi kamilice (2,71 mg/kg). Baker je prisoten v večjih količinah kakor kadmij, in sicer ima največjo vsebnost bakra zel ameriškega slamnika (39,55 mg/kg), najmanjšo pa imajo cvetovi kamilice (14,27 mg/kg). Svinec je zastopan v majhnih količinah, največ ga vsebuje melisa (2,25 mg/kg), najmanj pa cvetovi ameriškega slamnika ter kamilice (0,50 mg/kg). Največjo izmerjeno vsebnost cinka vsebuje melisa (69,94 mg/kg), sledijo ji kamilice (59,72 mg/kg). Najmanjšo izmerjeno vsebnost cinka pa dosega zel ameriškega slamnika (26,40 mg/kg), ki pa mu sledi cvet ameriškega slamnika (30,93 mg/kg).

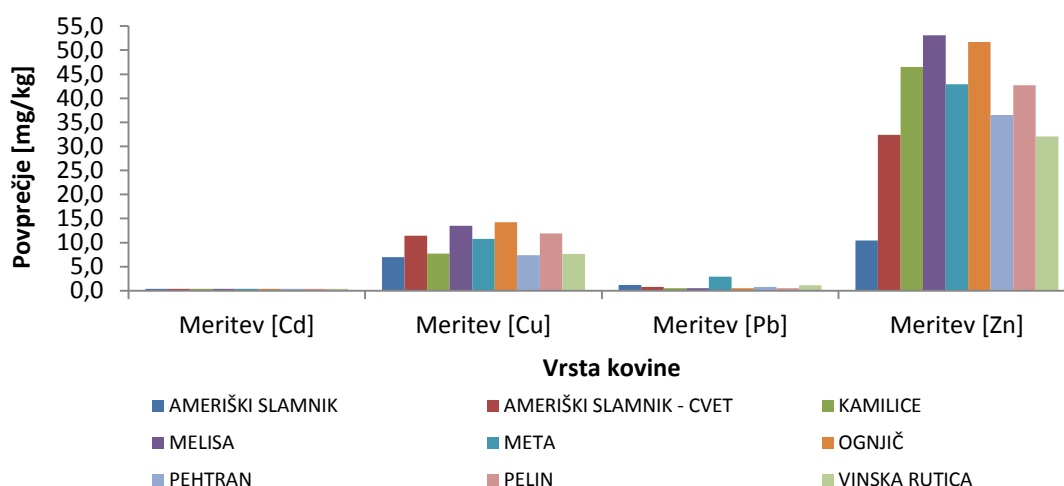


Slika 33: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 4

4.3.5 Vrt 5

Na vrtu 5 je v rastlinah prisotnega največ cinka, sledi pa mu baker, kar je prikazano na sliki 34. Pri merjenju kadmija so prišle meritve vseh vzorčenih rastlin pod mejo detekcije (0,40

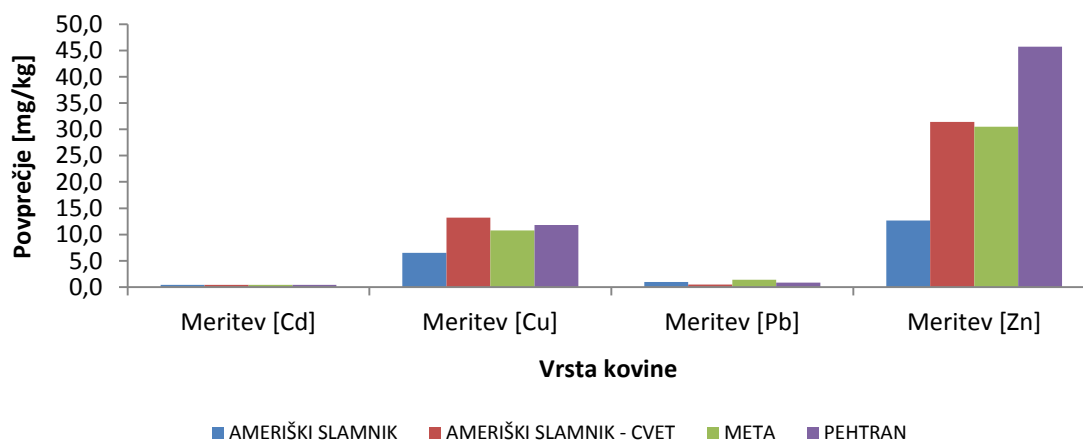
mg/kg). Največ bakra vsebujejo cvetovi ognjiča (14,26 mg/kg), sledi pa mu melisa (13,52 mg/kg). Najmanj bakra smo izmerili v zeli ameriškega slamnika (7,00 mg/kg). Najmanjšo vsebnost svinca vsebujejo kamilice, melisa, ognjič ter pelin (0,50 mg/kg), največjo pa meta (2,88 mg/kg). Največ cinka vsebuje melisa (53,11 mg/kg), sledi ji ognjič (51,70 mg/kg). Najmanj cinka pa vsebuje zel ameriškega slamnika (10,41 mg/kg).



Slika 34: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 5

4.3.6 Vrt 6

Na sliki 35 je prikazana meritev vsebnosti kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili. Pri merjenju kadmija so prišle meritve vseh vzorčenih rastlin pod mejo detekcije (0,40 mg/kg). Pri meritvi bakra smo izmerili največjo vsebnost v cvetovih ameriškega slamnika (13,18 mg/kg), najmanjšo pa v zeli ameriškega slamnika (6,51 mg/kg). Najmanjšo vsebnost svinca smo izmerili v cvetovih ameriškega slamnika (0,50 mg/kg), največjo pa v meti (1,41 mg/kg). Največ cinka smo izmerili v pehtranu (45,73 mg/kg), najmanj pa v zeli ameriškega slamnika (12,67 mg/kg).

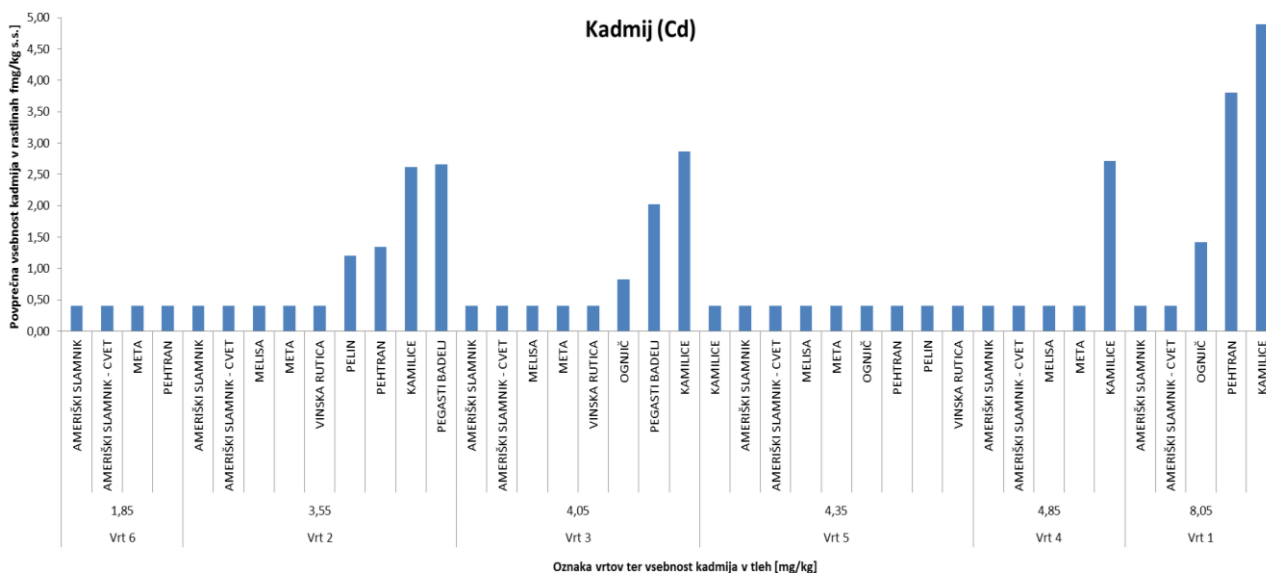


Slika 35: Povprečna vsebnost kovin v rastlinah, ki smo jih vzorčili na vrtu 6

4.4 PRIKAZ MERITEV RASTLIN PO KOVINAH

4.4.1 Meritev Cd

Na sliki 36 je prikazana meritev kadmija tako v tleh kakor tudi v rastlinah na vseh vrtovih. Vrtovi so razvrščeni po naraščajoči vsebnosti kadmija v tleh, kjer so prikazane tudi povprečne vsebnosti kadmija v rastlinah. Na vseh vrtovih je mejna vrednost kadmija v tleh presežena. Najmanj kadmija vsebujejo tla na vrtu 6 (1,85 mg/kg), kjer smo tudi izmerili vsebnost kadmija v vseh vzorčenih rastlinah pod mejo detekcije (<0,80 mg/kg s.s.). Največ kadmija vsebujejo tla na vrtu 1 (8,05 mg/kg), na katerem tudi rastline dosegajo največje vsebnosti kadmija. Le na vrtu 5, kjer je vsebnost kadmija v tleh 4,35 mg/kg, smo izmerili vsebnost kadmija v vseh vzorčenih rastlinah pod mejo detekcije (<0,80 mg/kg s.s.). Največje vsebnosti kadmija v rastlinah dosegajo plodovi pegastega badlja, cvetovi kamilic, zel pehtrana in pelina ter na nekaterih vrtovih tudi cvetovi ognjiča.



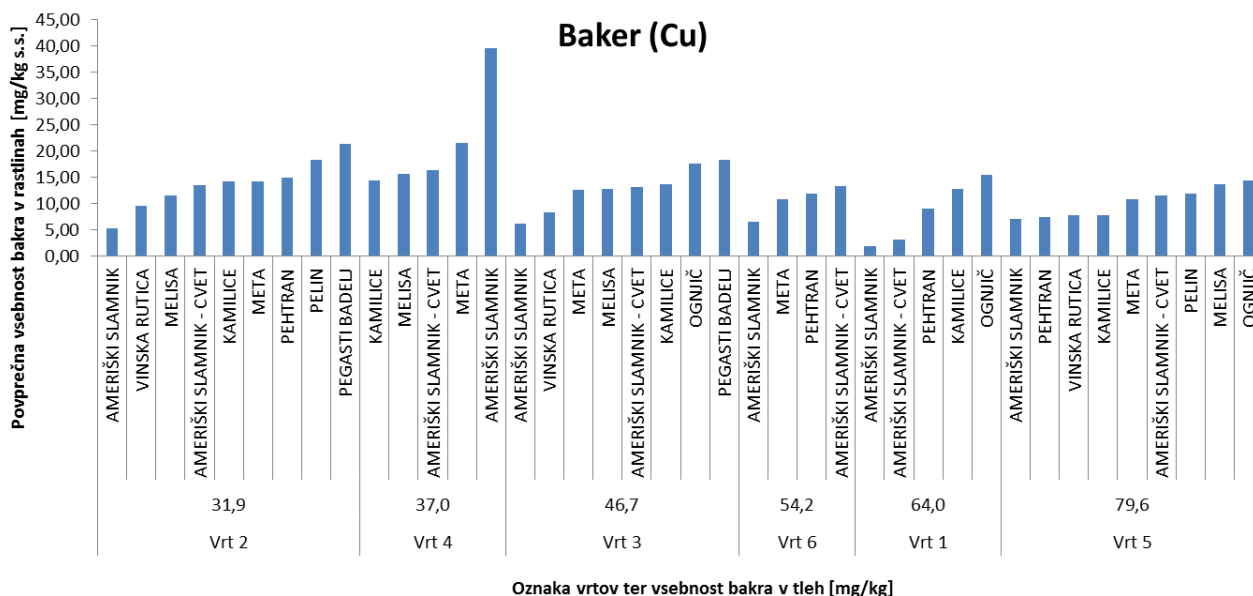
Slika 36: Vsebnost kadmija v tleh in povprečna vsebnost v rastlinah po vrtovih razporejenih od najmanjše do največje vsebnosti kadmija v vrtnih tleh

Plodovi pegastega badlja, cvetovi kamilic in zel pehtrana ter pelina na vseh vrtovih, razen na vrtu 5, presegajo mejno vrednost onesnaževala v svežih zeliščih, ki je določena na podlagi Uredbe Komisije, kar pomeni nevarnost tudi za uživanje le-teh (Priloga C).

4.4.2 Meritev Cu

Na sliki 37 je prikazana meritev bakra na vseh vrtovih za tla in rastline. Vrtovi so razvrščeni naraščajoče glede na vsebnost bakra v tleh, kjer so prikazane tudi povprečne vsebnosti bakra v vzorčenih rastlinah. Na vrtu 5 in 1 je mejna vrednost bakra v tleh presežena. Najmanj bakra v tleh vsebuje vrt 2 (31,9 mg/kg), na katerem pa rastline dosegajo največje vsebnosti bakra. Največje vsebnosti bakra v tleh smo izmerili na vrtu 5

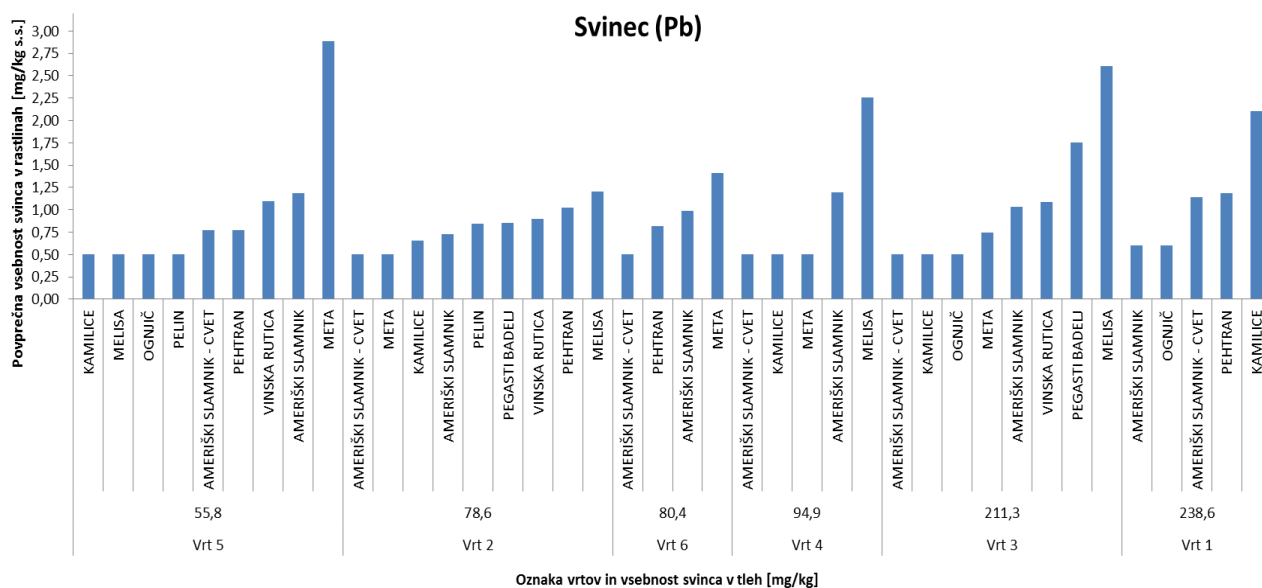
(79,6 mg/kg), na katerem pa rastline dosegajo najmanjše vsebnosti bakra glede na ostale vrtove. Pri rastlinah izstopa na vrtu 4 meritev zeli ameriškega slamnika, za katerega smo že prej omenili, da lastniki uporabljajo tudi škropiva na podlagi bakra. Največje vsebnosti bakra dosegajo plodovi pegastega badlja, cvetovi ognjiča in kamilice, zel pehtrana, pelina, melise in mete ter cvetovi ameriškega slamnika. Z večanjem vsebnosti bakra v tleh se vsebnost bakra v rastlinah ne povečuje, celo rahlo zmanjšuje.



Slika 37: Vsebnost bakra v tleh in povprečna vsebnost v rastlinah po vrtovih razporejenih od najmanjše do največje vsebnosti bakra v vrtnih tleh

4.4.3 Meritev Pb

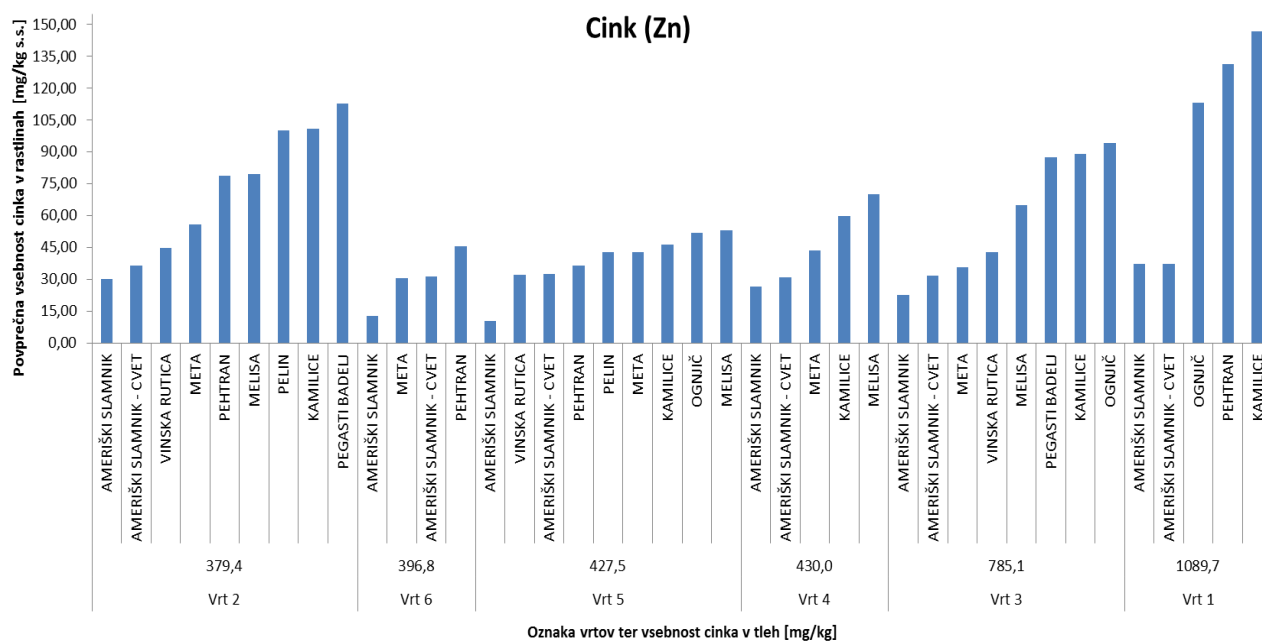
Slika 38 prikazuje merjenje svinca v tleh in rastlinah. Vrtovi so razvrščeni naraščajoče glede na vsebnost svinca v tleh, kjer so prikazane tudi povprečne vsebnosti svinca v vzorčenih rastlinah. Na vrtu 4 je presežena mejna vrednost svinca v tleh (80 mg Pb/kg), na vrtu 1 in 3 pa je presežena tako mejna kakor tudi opozorilna vrednost svinca v tleh (100 mg Pb/kg). Najmanj svinca v tleh smo izmerili na vrtu 5 (55,8 mg/kg), na katerem smo izmerili največjo vsebnost svinca v zeli mete (2,88 mg/kg s.s.) in najmanjšo v cvetovih kamilice in ognjiča ter v zeli melise in pelina, pri katerih smo svinec izmerili pod mejo detekcije (<1,0 mg/kg s.s.). Največ svinca v tleh ima vrt 1 (238,6 mg/kg), na katerem dosegajo cvetovi kamilice veliko vsebnost svinca (2,10 mg/kg s.s.), kakor tudi cvetovi ameriškega slamnika (1,14 mg/kg s.s.) in zel pehtrana (1,18 mg/kg s.s.). Pri meritvah rastlin izstopa: zel mete na vrtu 5, ki dosega veliko vsebnost svinca (2,88 mg/kg s.s.), zel melise na vrtu 4, ki prav tako dosega veliko vsebnost svinca (2,25 mg/kg s.s.), ter na vrtu 3 zel melise (2,60 mg/kg s.s.) in plodovi pegastega badlja (1,75 mg/kg s.s.).



Slika 38: Vsebnost svineca v tleh in povprečna vsebnost v rastlinah po vrtovih razporejenih od najmanjše do največje vsebnosti svineca v vrtnih tleh

4.4.4 Meritev Zn

Na sliki 39 je prikazana meritev cinka v tleh in rastlinah z vseh vrtov. Vrtovi so razvrščeni naraščajoče glede na vsebnost cinka v tleh, kjer so prikazane tudi povprečne vsebnosti cinka v vzorčenih rastlinah. Na vrtu 1 in 3 je vsebnost cinka v tleh presegla kritično vrednost, za katero je določena vrednost 720 mg Zn/kg. Na vseh ostalih vrtovih je v tleh presežena opozorilna vrednost, za katero je določena vrednost 300 mg Zn/kg. Najmanj cinka v tleh smo izmerili na vrtu 2 (379,4 mg Zn/kg), pri katerem smo izmerili največ cinka v plodovih pegastega badlja (112,6 mg/kg s.s.), v cvetovih kamilice (100,7 mg/kg s.s.) ter v zeli pelina (99,9 mg/kg s.s.). Največ cinka v tleh ima vrt 1 (1089,7 mg Zn/kg), na katerem smo izmerili tudi največjo vsebnost cinka v cvetovih kamilice (146,7 mg/kg s.s.), v zeli pehtrana (131,2 mg/kg s.s.) ter v cvetovih ognjiča (113,1 mg/kg s.s.). Le pri ameriškemu slamniku tako v zeli kakor tudi v cvetu je na tem vrtu vsebnost cinka precej manjša (37,3 mg/kg s.s.). Najmanjše vrednosti cinka so dosegle rastline na vrtu 6, 5 in 4. Najmanj cinka absorbirata ameriški slamnik in vinska rutica, največ pa cvetovi kamilice, plodovi pegastega badlja, pehtran, melisa in cvetovi ognjiča. Vsebnost v rastlinah ne kaže izrazitega trenda glede na vsebnost v tleh, čeprav smo največje vsebnosti cinka v rastlinah izmerili na vrtu 1, ki ima največjo vsebnost cinka v tleh.



Slika 39: Vsebnost cinka v tleh in povprečna vsebnost v rastlinah po vrtovih razporejenih od najmanjše do največje vsebnosti cinka v vrtnih tleh

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Vsebnost kovin v vrtnih tleh

Vsi vrtovi so onesnaženi vsaj z eno merjeno kovino. Najbolj so onesnaženi s cinkom in kadmijem, manj s svincem, malo oziroma neonesnaženi so z bakrom glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh (Uredba o mejnih ..., 1996; Preglednica 1; Priloga B1).

Vsebnost kadmija v talnih vzorcih je na vseh sedmih vrtovih presegala mejno vrednost, od tega pa na 6 vrtovih tudi opozorilno vrednost 2 mg/kg suhih tal (Slika 19). Vsebnost kadmija v tleh v nobenem vrtu ne presega kritične imisijske vrednosti (Uredba o mejnih ..., 1996).

Vsebnost bakra presega le mejno vrednost 60 mg/kg s.s. na treh vrtovih (1, 5/1 ter 5/2). Ostali vrtovi so pod mejno vrednostjo (Slika 19).

Vsebnost svinca v tleh (Slika 18) je na treh vrtovih večja od mejne vrednosti svinca v tleh (nad 85 mg/kg s.s.), na vrtovih 1 in 3 pa presega tudi opozorilno vrednost za svinec, ki znaša 100 mg/kg suhih tal. Ostali štirje vrtovi so pod mejno vrednostjo.

Najbolj kritična kovina, ki smo jo merili je cink (Slika 18) pri kateri vsi vrtovi presegajo mejno vrednost (200 mg/kg s.s.) in opozorilno vrednost (300 mg/kg s.s.). Na vrtu 1 in 3 pa talni vzorci vsebujejo več kot 720 mg/kg s.s. cinka, kar pomeni, da presegajo tudi kritično vrednost cinka v tleh in tako onesnažena tla niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali.

5.1.2 Primerjava med rastlinami glede na uporabni del rastline

Vzorčili smo 9 zelišč z različnimi uporabnimi deli rastline: list (pelin, vinska rutica), zel (meta, melisa, pehtran, škrlatni ameriški slamnik), cvet (škrlatni ameriški slamnik, kamilica, ognjič) in plod (pegasti badelj).

Kjer smo vzorčili cvet, imajo veliko vsebnost kovin (predvsem cink in baker) kamilice in ognjič (Sliki 22, 26). Sem ne moremo uvrstiti ameriškega slamnika, ki vsebuje manjše koncentracije kovin, izstopa le pri merjenju bakra na vrtu 4. Lastniki tega vrta so nam pojasnili, da škropijo paradižnik proti listni pegavosti ter krompirjevi plesni s pripravki na osnovi bakra. Paradižnik pridelujejo v pokritem prostoru, ki leži poleg zelišč in ostalih vrtnin. Posledično se to tudi pokaže pri meritvah (Slika 27).

Kot predstavnik plodu pegasti badelj dosega nepričakovano velike vsebnosti kovin. V plodu se kažejo velike vsebnosti bakra ter cinka (Slika 23).

Pri zeliščih, kjer smo vzorčili celotno zel, izstopata pehtran ter pelin (Sliki 24, 25). Melisa in meta vsebujeta manj kovin v zeli, izstopa le vsebnost svinca, ki je v teh dveh zeliščih precej povečan glede na ostale vzorčene rastline (Sliki 20, 21). Najmanjše vsebnosti kovin ima zel vinske rutice (Slika 29).

5.1.3 Primerjava med rastlinami glede na tla po elementih

Pri merjenju kadmija v tleh talni vzorci na vseh lokacijah presegajo mejno vrednost (1 mg Cd/kg s.s.). Največ kadmija v tleh smo izmerili (v zaporedju) na vrtovih 1, 4, 5, 3, 2 in najmanj na vrtu 6 (Slika 19). Če primerjamo med seboj rastline po vsebnosti kadmija v tleh in v nadzemnih delih rastlin, lahko rečemo, da bolj kot koncentracija kadmija v tleh pada, pada tudi koncentracija kadmija v nadzemnih delih rastlin. Najbolj pa kadmij absorbirajo cvetovi kamilic, plodovi pegastega badlja, cvetovi ognjiča ter zel pehtrana in pelina (Slika 36). Ta zelišča pa dosegajo velike vsebnosti kadmija v sveži snovi in presegajo tudi mejno vrednost 0,20 mg/kg sveže snovi, ki je določena v Uradnem listu Evropske unije (Uredba Komisije (ES) št. 1881, 2006). Pri ostalih vzorčenih rastlinah smo kadmij izmerili na vseh vrtovih pod mejo detekcije.

Pri vsebnosti bakra v rastlinah se vrednosti gibljejo od 5 mg/kg do 20 mg/kg, in sicer smo največ bakra izmerili v pegastemu badlju, pelinu, ognjiču in cvetovih ameriškega slamnika. V kamilicah, pehtranu, meti, vinski rutici ter v zeli ameriškega slamnika je vsebnost bakra majhna. Izstopa le zel ameriškega slamnika na vrtu 4, ki vsebuje 39,56 mg/kg bakra (Slika 27). Lastniki tega vrta so nam pojasnili, da škropijo paradižnik proti listni pegavosti s pripravki na osnovi bakra. Paradižnik pridelujejo v pokritem prostoru, ki leži poleg zelišč in ostalih vrtnin. Posledično se to tudi pokaže pri meritvah.

Največ svinca smo v tleh izmerili na vrtovih 1 in 3 (Slika 19). Nato se v zaporedju na vrtovih 6, 2, 5 in 4 vsebnost svinca v tleh manjša. Svinec je prav tako kot kadmij zastopan v manjših koncentracijah, in sicer je bila pri nekaterih rastlinah vsebnost svinca pod mejo detekcije. Vsebnosti svinca v rastlinah se gibljejo od 0,50 mg/kg s.s. do 2,89 mg/kg s.s. svinca. Največjo vsebnost svinca smo izmerili v zeli melise, sledijo pa ji meta, pehtran, cvetovi kamilice in zel ameriškega slamnika (v cvetovih je bilo zaslediti manj vsebnosti svinca glede na vsebnost svinca v zeli). Zel pelina, vinske rutice, plod pegastega badlja ter cvetovi ognjiča imajo majhno vsebnost svinca.

Največ cinka vsebujejo vrtovi, ki so najbližje industrijskemu obratu (vrtova 1 in 3). Ta vrtova presegata tudi kritično vrednost, ki je določena v Uredbi o mejnih, opozorilnih in

kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uredba o mejnih ..., 1996). Največje vsebnosti kovin v rastlinah smo izmerili pri meritvah cinka, ki ga je bilo veliko prisotnega v vseh rastlinah, največ pa so ga absorbirali cvetovi kamilice, zel pehtrana, cvetovi ognjiča, plodovi pegastega badlja ter zel pelina. Najmanj cinka pa iz tal absorbira ameriški slamnik, tako zel kakor tudi cvet.

5.1.4 Primerjava med rastlinami glede na lokacije vrtov

Ker so vrtovi različno oddaljeni od industrijskega območja v Celju, se na grafih lepo prikaže, kako z oddaljenostjo vrtov koncentracija kovin v rastlinah pada. Najbolj izstopajo vrtovi: 1, 2, 3 in 4, ki so od industrijskega območja oddaljeni v radiju do 3,5 km. Na teh vrtovih je v rastlinah opazno povečana vsebnost cinka in bakra in pa tudi kadmija, čeprav so koncentracije manjše kakor pri cinku in bakru. Z oddaljenostjo vrta od industrijskega območja, cink v rastlinah rahlo pada. Na vrtovih 5 in 6, ki sta od industrijskega območja oddaljena približno 4,5 km, vsebujejo rastline manjše vsebnosti kovin kot rastline, ki smo jih vzorčili na ostalih vrtovih.

5.1.5 Primerjava z normativi

Po Uredbi Komisije (ES) št. 629 (2008) o določitvi nekaterih onesnaževal v živilih (0,20 mg Cd/kg sveže mase) smo zasledili prekomerno vsebnost kadmija v zeli pehtrana in pelina, cvetovih kamilice ter v plodovih pegastega badlja. Ti vzorci, ki presegajo mejno vrednost kadmija v svežih zeliščih so bili odvzeti na vrtovih 1, 2 in 3, ki se nahajajo najbližje industrijskemu območju in območju stare cinkarne v Celju. Glede na meritve in priporočila uredbe, so ta zelišča sporna za uživanje in posledično lahko njihovo dolgotrajno uživanje vpliva na zdravje ljudi.

5.2 SKLEPI

Iz meritev lahko vidimo, da vsebnost TK v tleh vpliva tudi na vsebnost TK v rastlinskih delih oziroma v uporabnih delih z učinkovinami.

Prišli smo do naslednjih ugotovitev in sklepov:

- povečana je vsebnost kadmija, bakra, svineca in cinka v tleh; v nekaterih primerih so presežene tudi mejne in kritične imisijske vrednosti,
- v nadzemne dele rastlin predvsem prehajata baker in cink, ki dosegata večje koncentracije kakor kadmij in svinec,
- večje koncentracije kovin tako v tleh kakor tudi v rastlinskih delih so na vrtovih, ki so bližje industrijskemu območju v Celju; bolj so vrtovi oddaljeni od industrijskega območja, bolj vsebnost kovin v tleh in rastlinah pada,
- kadmij dosega večje koncentracije kovin na vrtovih bližje industrijskemu območju in presega tudi mejne vrednosti, ki so določene za onesnaževala v svežih zeliščih,
- svinec se malo akumulira v nadzemnih delih rastlin glede na vsebnost svineca v tleh,
- več kot je bakra v tleh manj je bakra prisotnega v rastlinah in obratno,
- cink dosega največje vsebnosti v tleh, posledično se tudi kažejo velike vsebnosti cinka v nadzemnih delih rastlin,
- kot prikazujejo meritve, največ kovin absorbira plod pegastega badlja; takoj za plodom uvrščamo cvetove kamilic, ognjiča ter zel pehtrana ter pelina. Meta, melisa in ameriški slamnik vsebujejo manjše koncentracije kovin z manjšimi odstopanji na določenih vrtovih pri merjenju bakra; najmanj kovin pa smo izmerili pri vinski rutici,
- po veljavni zakonodaji Uredbe Komisije (ES) št. 1881 (2006), kjer je za sveža zelišča predpisana le mejna vrednost za kadmij (Cd) 0,20 mg/kg sveže mase, smo izmerili, da vzorci pegastega badlja, kamilic, pehtrana in pelina presegajo mejno vrednost, kar pomeni, da zelišča niso primerna za uživanje,
- hipoteza je potrjena: vsebnost kovin v zeliščih je različna in je odvisna od vrste zelišča in koncentracije kovin v tleh kakor tudi od uporabnega dela rastline.

6 POVZETEK

Gojenje aromatičnih in zdravilnih zelišč je čedalje bolj priljubljeno v domačih vrtovih, prav tako se povečuje njihova pridelava, kot dopolnilna dejavnost na kmetijah. Kakovost pridelanih zelišč običajno določijo glede na vsebnost učinkovin, manj pogosto pa kontrolirajo vsebnost potencialno toksičnih kovin.

Poskus smo izvedli na območju občine Celje, kjer vemo, da so tla onesnažena zaradi intenzivne današnje industrije in intenzivne dejavnosti v preteklosti (Stara cinkarna), tako da so tla posledično onesnažena predvsem s cinkom, kadmijem in svincem. Predvidevamo, da tudi aromatične in zdravilne rastline vsebujejo določen delež težkih kovin.

V poskusu smo analizirali vsebnost kovin Cd, Cu, Pb in Zn v uporabnih delih izbranih aromatičnih in zdravilnih rastlin pridelanih v okolici mesta Celje. Predvidevamo, da je vsebnost kovin v zeliščih različna in odvisna od vrste in koncentracije kovine v tleh kakor tudi od uporabnega dela rastline.

Za izvedbo poskusa smo izbrali 6 vrtov, ki so različno oddaljeni od industrijskega območja v mestu Celje. Vzorčili smo 9 aromatičnih oziroma zdravilnih zelišč, pri katerih se zelišča med seboj razlikujejo glede na lokacijo učinkovine, ki jo vsebujejo.

Najmanjše koncentracije je v tleh dosegel kadmij, čeprav na vseh vrtovih presega mejno vrednost v tleh, na 6 vrtovih pa tudi opozorilno vrednost. Pri merjenju bakra v tleh izstopajo vrtovi 1, 5/1 ter 5/2, ki presegajo mejno vrednost 60 mg/kg s.s. Ostali vrtovi so pod mejno vrednostjo. Pri merjenju svinca v tleh vrt 4 presega mejno vrednost (nad 90 mg/kg suhih tal), vrtova 1 in 3 pa presegata opozorilno vrednost za svinec, ki znaša 200 mg/kg suhih tal. Ostali štirje vrtovi so pod mejno vrednostjo. Najbolj kritična kovina, ki smo jo merili je cink, pri kateri vsi vrtovi presegajo mejno vrednost (200 mg/kg suhih tal) in opozorilno vrednost (300 mg/kg suhih tal). Na vrtovih 1 in 3 pa talni vzorci vsebujejo več kot 720 mg/kg suhih tal cinka, kar pomeni, da presegajo tudi kritično vrednost cinka v tleh.

Če primerjamo med seboj rastline po vsebnosti kadmija v tleh in v nadzemnih delih rastlin, lahko rečemo, da bolj kot koncentracija kadmija v tleh pada, pada tudi koncentracija kadmija v nadzemnih delih rastlin. Najbolj pa kadmij absorbirajo cvetovi kamilic, plodovi pegastega badlja, cvetovi ognjiča ter zel pehtrana in pelina. Ta zelišča pa dosegajo velike vsebnosti kadmija v sveži snovi in presegajo tudi mejno vrednost 0,20 mg/kg sveže snovi, ki je določena v Uradnem listu Evropske unije (Uredba Komisije (ES) št. 1881, 2006). Pri ostalih vzorčenih rastlinah smo kadmij izmerili na vseh vrtovih pod mejo detekcije.

Svinec je prav tako kot kadmij zastopan v manjših koncentracijah, in sicer je bila pri nekaterih rastlinah vsebnost svinca pod mejo detekcije. Vsebnosti svinca v rastlinah se gibljejo od 0,50 mg/kg s.s. do 2,89 mg/kg s.s. svinca. Največjo vsebnost svinca smo izmerili v zeli melise, sledijo pa ji meta, pehtran, cvetovi kamilice in zel ameriškega slamnika (v cvetovih je bilo zaslediti manj vsebnosti svinca glede na vsebnost svinca v zeli). Zel pelina, vinske rutice, plod pegastega badlja ter cvetovi ognjiča imajo manjšo vsebnost svinca.

Pri vsebnosti bakra v rastlinah se vrednosti gibljejo od 5 mg/kg do 20 mg/kg, in sicer smo največ bakra izmerili v pegastemu badlju, pelinu, ognjiču in cvetovih ameriškega slamnika. V kamilicah, pehtranu, meti, vinski rutici ter v zeli ameriškega slamnika pa je vsebnost bakra majhna.

Največje vsebnosti kovin v rastlinah smo izmerili pri meritvah cinka, ki ga je bilo veliko prisotnega v vseh rastlinah, največ pa so ga absorbirali cvetovi kamilice, zel pehtrana, cvetovi ognjiča, plodovi pegastega badlja ter zel pelina. Najmanj cinka pa iz tal absorbira ameriški slamnik, tako zel kakor tudi cvet.

Bolj kot so vrtovi oddaljeni od industrijskega območja, bolj vsebnost kovin v tleh in rastlinah pada.

Potrdimo lahko, da je vsebnost kovin v zeliščih različna in odvisna od vrste zelišča, kakor tudi uporabnega dela rastline in koncentracije kovin v tleh.

7 VIRI

Atlas okolja. Agencija RS za okolje.

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso
(januar, 2014)

Baričevič D. 1996. Pridelovanje zdravilnih rastlin. I. del: Priročnik za ciklus predavanj. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Inštitut za poljedelstvo: 117 str.

Cvetko M. 2010. Novi postopki remediacije z bakrom onesnaženih tal: diplomsko delo = New remediation methods of copper contaminated soil: graduation thesis, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 29 str.

Egnér H., Riehm H., Domingo W.R. 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler, 26: 199–215

ESCOP monographs: the scientific foundation for herbal medicinal products. 2003. 2nd ed. New York, Thieme: 556 str.

Kabata-Pendias A., Pendias H. 1984. Trace elements in soil and plants. Boca Raton, Florida, CRC Press: 315 str.

Kaiser J. H. 1980. Novi veliki Kneippov priročnik. Ljubljana, Kres: 527 str.

Kalra Y.P., Maynard D.G. 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. D.G. Forestry Canada, Northwest Region, Northern Forestry Center, Edmonton, Alberta. Information Report NOR-X-313E: 116 str.

Pahlow M. 1987. Velika knjiga o zdravilnih rastlinah. Ljubljana, Cankarjeva založba: 465 str.

Pirc S., Šajn R. 1997. Vloga geokemije v ugotavljanju kemične obremenitve okolja. V: Kemizacija okolja in življenja. Do katere meje?. Lah A. (ur.). 1995. Ljubljana, Slovensko ekološko gibanje: 165-186

Reja D. 1976. Zbiranje zdravilnih zelišč z vidika zdravstvene vzgoje. Referati prvega posvetovanja strokovnjakov za zdravilno rastlinje Slovenije: 51 str.

Ribarič-Lasnik C., Romih N., Marovt Bizaj K., Grabner B., Sirše T., Lobnik F., Zupan M., Grčman H., Leštan D., Žibret G., Šajn R., Grilc V., Plut D., Eržen I., Lapajne S., Šömen Joksić A., Lakota M. 2010. Onesnaženost okolja in naravni viri kot omejitveni dejavniki razvoja v Sloveniji - modelni pristop za degradirana območja. Zbornik 1. konference. Celje, IOP - Inštitut za okolje in prostor: 117-141

Rode J. 2001. Zeliščni vrt: domača lekarna. Ljubljana, Založba Kmečki glas: 231 str.

SIST ISO 10390. Kakovost tal – Ugotavljanje pH. 2005: 15 str.

SIST ISO 11047. Kakovost tal – Določevanje kadmija, kroma, kobalta, bakra, svinca, mangana, niklja in cinka – Metoda plamenske in elektrotermične atomske absorpcijske spektrometrije. 1999: 18 str.

SIST ISO 11277. Soil Quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation. 1998: 30 str.

SIST ISO 11466. Kakovost tal – Ekstrakcija elementov v sledovih, topnih v zlatotopki. 1996: 6 str.

SIST ISO 14235. Kakovost tal – Določanje organskega ogljika z oksidacijo v kromžvepleni kislini (Modificirano po Walkley – Black). 1999: 5 str.

Soil survey laboratory methods manual. 1992. U.S. State Dep. of Agriculture, Soil Conservation Service, National Soil Survey Center: 400 str.

Uredba Komisije (ES) št. 1881/2006 z dne 19. decembra 2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih. 2006. Ur.l. Evropske unije. 2006. L 173: 6-9

Uredba Komisije (ES) št. 629/2008 z dne 2. julija 2008 o spremembi Uredbe Komisije (ES) št. 1881/2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih. 2006. Ur.l. Evropske unije, L 364: 5-24

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. 1996. Ur.l. RS št. 68/96

Valenčič D., Spanring J. 2000. Gojenje zdravilnih rastlin in dišavnic. 2. dop. izd., Portorož, IKS Inštitut za kulturne stike: 204 str.

Willfort R. 1971. Zdravilne rastline in njih uporaba. Maribor. Založba Obzorja: 508 str.

Zupan M., Grčman H., Lobnik F. 2008. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja: 63 str.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju viš. pred. mag. Marku Zupanu za vso pomoč pri izvedbi poskusa ter izdelavi diplomske naloge. Zahvala gre tudi vsem lastnikom vrtov, ki so nam odstopili zdravilne rastline in zelišča za naš poizkus.

Zahvaljujem se Rozaliji Ilc in vsem ostalim v laboratoriju na Centru za pedologijo in varstvo okolja, ki so mi pomagali pri laboratorijskem delu.

Zahvala gre tudi moji družini, ki ste me podpirali in bili strpni med pisanjem diplome.

Meni.

PRILOGA A

Vprašalnik za lastnike vrtov, kjer pridelujejo zelišča in dišavnice v mestni občini Celje

Ime in priimek:	Oznaka: CE-TP-
Naslov:	Datum vzorčenja tal:

1. Kolikšna je površina vrta na katerem gojite zdravilna zelišča in dišavnice?

(Obkrožite)

- a) do 10 m²
- b) do 25 m²
- c) 25-40 m²
- d) nad 40 m²:

2. Izmed naštetih označite 5 zelišč/dišavnic, ki jih najpogosteje pridelujete na vašem vrtu ter ocenite pridelano količino za izbrana zelišča:

- | | |
|--------------------|-------------|
| - meta | - pehtran |
| - melisa | - žajbelj |
| - origano | - čemaž |
| - dobra misel | - bazilika |
| - kamilice | - majaron |
| - ognjič | - timijan |
| - ameriški slamnik | - rožmarin |
| - peteršilj | - baldrijan |
| - drobnjak | - plahtica |
| - pelin | - rman |

3. Katera gnojila uporabljate na vašem vrtu in koliko, glede na velikost vašega vrta?

- a) domač kompost _____ kg
- b) kupljen kompost _____ kg
- c) hlevski gnoj _____ kg
- d) druga organska gnojila (katera?) _____ kg
- e) mineralna gnojila (katera?) _____ kg

4. Ali na vašem vrtu uporabljate katere pripravke za varstvo rastlin?

- a) da
b) ne

SKICA VRTA IN MESTA VZORČENJA:

--

[illegible]

OPOMBE OB VZORČENJU:

PRILOGA B

Analitski rezultati talnih vzorcev

Priloga B1: Rezultati vsebnosti kovin v vzorcih tal

Oznaka vrta		Laboratorijska številka	Kadmij (Cd) [mg/kg]	Baker (Cu) [mg/kg]	Svinec (Pb) [mg/kg]	Cink (Zn) [mg/kg]
Stepišnik	Vrt 1	536/12	8,05	64,0	238,6	1089,7
Stepišnik 2	Vrt 2	537/12	3,55	31,9	78,6	379,4
Širovnik	Vrt 3	538/12	4,05	46,7	211,3	785,1
Kukuruzovič	Vrt 4	539/12	4,85	37,0	94,9	430,0
Božič	Vrt 5/1	540/12	3,00	68,8	51,6	344,3
Božič 2	Vrt 5/2	541/12	4,35	79,6	55,8	427,5
Kožuh	Vrt 6	542/12	1,85	54,2	80,4	396,8

Priloga B2: Standardna pedološka analiza

Oznaka vzorca	Lab. oznaka	Globina [cm]	PESEK [%]	MELJ grobi [%]	MELJ fini [%]	MELJ skupni [%]	GLINA [%]	TRZ
CE TP-1T – vrt 1	536/2012/1/2	0 - 20	43,6	18,0	28,5	46,5	9,9	MI-I
CE TP-2T – vrt 2	537/2012/1/2	0 - 15	48,3	11,8	25,8	37,6	14,1	I
CE TP-3T – vrt 3	538/2012/1/2	0 - 20	19,1	22,4	39,0	61,4	19,5	MI
CE TP-4T – vrt 4	539/2012/1/2	0 - 20	56,0	10,3	20,5	30,8	13,2	PI
CE TP-5T1 – vrt 5	540/2012/1/2	0 - 20	13,1	22,1	41,6	63,7	23,2	MI
CE TP-5T2 – vrt 5	541/2012/1/2	0 - 20	15,7	16,2	47,4	63,6	20,7	MI
CE TP-6T – vrt 6	542/2012/1/2	0 - 20	30,4	17,2	33,5	50,7	18,9	MI

Oznaka vzorca	Lab. oznaka	Globina [cm]	pH v CaCl ₂	P ₂ O ₅ [mg/100g]	K ₂ O [mg/100g]	Org. snov [%]	C [%]
CE TP-1T	536/2012/1/2	0 - 20	6,4	190,7	84,0	6,9	4,0
CE TP-2T	537/2012/1/2	0 - 15	6,0	127,2	36,2	4,5	2,6
CE TP-3T	538/2012/1/2	0 - 20	6,8	79,0	35,5	6,4	3,7
CE TP-4T	539/2012/1/2	0 - 20	7,0	39,8	22,3	3,0	1,7
CE TP-5T1	540/2012/1/2	0 - 20	6,7	53,0	53,6	7,3	4,2
CE TP-5T2	541/2012/1/2	0 - 20	6,9	141,8	74,4	8,4	4,9
CE TP-6T	542/2012/1/2	0 - 20	7,0	119,9	43,0	3,6	2,1

Oznaka vzorca	Lab. oznaka	Globina [cm]	Ca	Mg	K	Na	H	S	T	V
			----- [mmol _e / 100g] -----					[mmol _e / 100g]		
CE TP-1T	536/2012/1/2	0 - 20	22,33	2,15	1,91	0,16	7,70	26,6	34,3	77,6
CE TP-2T	537/2012/1/2	0 - 15	10,77	1,98	0,87	0,03	7,65	13,7	21,4	64,0
CE TP-3T	538/2012/1/2	0 - 20	23,45	3,21	0,82	0,04	5,85	27,5	33,4	82,3
CE TP-4T	539/2012/1/2	0 - 20	21,30	1,81	0,52	0,11	6,15	23,7	29,9	79,3
CE TP-5T1	540/2012/1/2	0 - 20	17,99	3,28	0,99	0,08	8,55	22,3	30,9	72,2
CE TP-5T2	541/2012/1/2	0 - 20	27,68	4,01	1,69	0,08	8,40	33,5	41,9	80,0
CE TP-6T	542/2012/1/2	0 - 20	25,48	2,51	1,05	0,04	4,80	29,1	33,9	85,8

Oznaka vzorca	lab.oznaka	Globina [cm]	Ca	Mg	K	Na	H
			----- [baze v %] -----				
CE TP-1T	536/2012/1/2	0 - 20	65,1	6,3	5,6	0,5	22,4
CE TP-2T	537/2012/1/2	0 - 15	50,3	9,3	4,1	0,1	35,7
CE TP-3T	538/2012/1/2	0 - 20	70,2	9,6	2,5	0,1	17,5
CE TP-4T	539/2012/1/2	0 - 20	71,2	6,1	1,7	0,4	20,6
CE TP-5T1	540/2012/1/2	0 - 20	58,2	10,6	3,2	0,3	27,7
CE TP-5T2	541/2012/1/2	0 - 20	66,1	9,6	4,0	0,2	20,0
CE TP-6T	542/2012/1/2	0 - 20	75,2	7,4	3,1	0,1	14,2

Priloga C

Tabela z rezultati meritev, kjer so preračunane in prikazane mejne vrednosti za kadmij (Cd)

VRSTA RASTLINE	OZNAKA VRTA (LOKACIJA)	Laboratorijska oznaka	Rezultati vsebnosti kovin	Meritev [Cd]	Opisna statistika	Količnik suhe mase in dejanske sveže mase [g]	Indeks za računanje presežene meje kadmija	Povprečje indeksa za izračun mejne vrednosti Cd v živilih
			Zatekta [g]	Cd mg/kg	Povprečje			
META	Vrt 2	201	0,3044	0,4000	0,4000	0,38	0,15	0,16
		202	0,3035	0,4000		0,37	0,15	
		203	0,3036	0,4000		0,43	0,17	
		204	0,3018	0,4000		0,46	0,19	
	Vrt 3	205 p1	0,3035	0,4000	0,4000	0,38	0,15	0,15
		205 p2	0,3022	0,4000				
		205 p3	0,3014	0,4000				
		205 p4	0,3017	0,4000				
	Vrt 4	206	0,3006	0,4000	0,4000	0,46	0,18	0,18
		207	0,3046	0,4000		0,44	0,18	
		208	0,3034	0,4000		0,45	0,18	
		209	0,3010	0,4000		0,50	0,20	
	Vrt 5	210	0,3023	0,4000	0,4000	0,45	0,18	0,18
		211	0,3026	0,4000		0,49	0,20	
		212	0,3034	0,4000		0,45	0,18	
		213	0,3033	0,4000		0,42	0,17	
	Vrt 6	214 p1	0,3016	0,4000	0,4000	0,42	0,17	0,17
		214 p2	0,3025	0,4000				
		214 p3	0,3019	0,4000				
		214 p4	0,3011	0,4000				
MELISA	Vrt 2	215 p1	0,3026	0,4000	0,4000	0,38	0,15	0,15
		215 p2	0,3015	0,4000				
		215 p3	0,3022	0,4000				
		215 p4	0,3010	0,4000				
	Vrt 3	216	0,3032	0,4000	0,4000	0,48	0,19	0,18
		217	0,3022	0,4000		0,49	0,19	
		218	0,3023	0,4000		0,41	0,16	
		219	0,3010	0,4000		0,41	0,17	
	Vrt 4	220 p1	0,3041	0,4000	0,4000	0,34	0,13	0,13
		220 p2	0,3025	0,4000				
		220 p3	0,3024	0,4000				
		220 p4	0,3007	0,4000				
	Vrt 5	221 p1	0,3027	0,4000	0,4000	0,39	0,16	0,16
		221 p2	0,3026	0,4000				
		221 p3	0,3011	0,4000				
		221 p4	0,3024	0,4000				

VRSTA RASTLINE	OZNAKA VRTA (LOKACIJA)	Lab. oznaka	Rezultati vsebnosti kovin	Meritev [Cd]	Opisna statistika	Količnik suhe mase in dejanske sveže mase [g]	Indeks za računanje presežane meje kadmija	Povprečje indeksa za izračun mejne vrednosti Cd v živilih
			zatehta [g]	Cd mg/kg	Povprečje			
KAMILICE	Vrt 2	226 p1	0,3031	2,3919	2,6161	0,86	2,26	2,26
		226 p2						
		226 p3	0,3032	2,7210				
		226 p4	0,3016	2,7354				
	Vrt 3	227	0,3016	3,3985	2,8598	0,69	2,36	1,70
		228	0,3024	2,2321		0,53	1,19	
		229	0,3015	2,7363		0,64	1,76	
		230	0,3011	3,0721		0,49	1,49	
	Vrt 4	231 p1	0,3010	2,5748	2,7120	0,49	1,34	1,34
		231 p2	0,3019	2,4843				
		231 p3	0,3022	2,8954				
		231 p4	0,3024	2,8935				
	Vrt 5	232	0,3031	0,4000	0,4000	0,46	0,18	0,17
		233	0,3025	0,4000		0,49	0,20	
		234	0,3025	0,4000		0,38	0,15	
		235	0,3027	0,4000		0,39	0,16	
PEHTRAN	Vrt 1	236 p1	0,3016	3,8130	3,8027	0,34	1,28	1,28
		236 p2	0,3036	3,9526				
		236 p3	0,3022	3,9709				
		236 p4	0,3022	3,4745				
	Vrt 2	237 p1	0,3026	1,2393	1,3462	0,43	0,58	0,58
		237 p2	0,3014	1,4101				
		237 p3	0,3012	1,4110				
		237 p4	0,3020	1,3245				
	Vrt 5	238 p1	0,3019	0,4000	0,4000	0,44	0,18	0,18
		238 p2	0,3013	0,4000				
		238 p3	0,3015	0,4000				
		238 p4	0,3014	0,4000				
	Vrt 6	239 p1	0,3015	0,4000	0,4000	0,53	0,21	0,21
		239 p2	0,3028	0,4000				
		239 p3	0,3017	0,4000				
		239 p4	0,3028	0,4000				
PELIN	Vrt 2	240 p1	0,3010	0,9967	1,2011	0,40	0,48	0,48
		240 p2	0,3006	1,3307				
		240 p3	0,3033	1,3188				
		240 p4	0,3022	1,1582				

VRSTA RASTLINE	OZNAKA VRTA (LOKACIJA)	Laboratorijska oznaka	Rezultati vsebnosti kovin	Meritev [Cd]	Opisna statistika	Količnik suhe mase in dejanske sveže mase [g]	Indeks za računanje presežene meje kadmija	Povprečje indeksa za izračun mejne vrednosti Cd v živilih [mg/kg sveže snovi]
			zatehta [g]	Cd mg/kg	Povprečje			
PELIN	Vrt 5	241	0,3019	0,4000	0,4000	0,49	0,20	0,18
		242	0,3014	0,4000		0,48	0,19	
		243	0,3017	0,4000		0,39	0,16	
		244	0,3014	0,4000		0,45	0,18	
PEGASTI BADELJ	Vrt 2	245 p1	0,3024	2,6455	2,6604	0,17	0,44	0,44
		245 p2	0,3024	2,8935				
		245 p3	0,3035	2,8830				
		245 p4	0,3041	2,2197				
	Vrt 3	246 p1	0,3021	2,2344	2,0269	0,41	0,84	0,84
		246 p2	0,3016	2,2381				
		246 p3	0,3027	1,7344				
		246 p4	0,3025	1,9008				
VINSKA RUTICA	Vrt 2	247 p1	0,3011	0,4000	0,4000	0,36	0,14	0,14
		247 p2	0,3017	0,4000				
		247 p3	0,3024	0,4000				
		247 p4	0,3021	0,4000				
	Vrt 3	248 p1	0,3025	0,4000	0,4000	0,38	0,15	0,15
		248 p2	0,3019	0,4000				
		248 p3	0,3030	0,4000				
		248 p4	0,3019	0,4000				
	Vrt 5	249 p1	0,3023	0,4000	0,4000	0,39	0,16	0,16
		249 p2	0,3023	0,4000				
		249 p3	0,3021	0,4000				
		249 p4	0,3015	0,4000				
AMERISKI SLAMNIK LISTI, STEBLO	Vrt 1	250 p1	0,3036	0,4000	0,4000	0,34	0,14	0,14
		250 p2	0,3029	0,4000				
		250 p3	0,3025	0,4000				
		250 p4	0,3026	0,4000				
	Vrt 2	251	0,3035	0,4000	0,4000	0,40	0,16	0,16
		252	0,3017	0,4000		0,43	0,17	
		253	0,3026	0,4000		0,42	0,17	
		254	0,3025	0,4000		0,39	0,16	