

# KADMIJ IN SVINEC V ŽIVILIH RASTLINSKEGA IZVORA, PRIDELANIH NA OBMOČJU TEHARIJ IN MEDLOGA (MO CELJE) - KAZALCA ONESNAŽENOSTI OKOLJA

## CADMIUM AND LEAD IN FOODS OF PLANT ORIGIN PRODUCED IN TEHARJE AND MEDLOG (CELJE REGION) - AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Ivan Eržen<sup>1</sup>, Ksenija Bošnjak<sup>1</sup>, Simona Uršič<sup>1</sup>

Prispelo: 29. 7. 2003 - Sprejeto: 6. 10. 2004

Izvirni znanstveni članek  
UDK 641.3:613.26:546.3

### Izvleček

**Uvod:** V obdobju industrijskega razvoja v prejšnjem stoletju je prišlo na območju Celja do izrazitega onesnaženja tal, kar je pokazala raziskava toksičnih kovin v tleh na območju UE Celje. Namen te raziskave je bil ugotoviti, ali se onesnaženost tal s kadmijem in svincem, ki je bila ugotovljena v delu občine Celje, odlikava na živilih rastlinskega izvora, pridelanih na tem območju.

**Metoda dela:** V okviru raziskave je bilo leta 2002 odvzetih 168 vzorcev živil rastlinskega izvora, pridelanih na območju KS Teharje (113) in KS Medlog (55). Vzorci so bili preiskani na vsebnost kadmija in svinca. Rezultati analiz so bili ocenjeni glede na veljavno zakonodajo, opravljena pa je bila tudi primerjava z živilih rastlinskega izvora, ki so bila pridelani drugod v Sloveniji.

**Rezultati:** Analiza živil je pokazala, da vsebujejo visoko vsebnost kadmija. Koncentracija kadmija je bila pogosto nad maksimalno dovoljeno koncentracijo. V večini živil je bila vsebnost kadmija bistveno višja kot v živilih, pridelanih drugod v Sloveniji. Najvišja povprečna vsebnost je bila ugotovljena v vzorcih pšenice, solate, pese, korenja in krompirja. Vsebnosti so veliko višje od povprečnih v Sloveniji. Živila, pridelana na območju Teharij, so bila bolj obremenjena s kadmijem od tistih iz območja Medloga. Vsebnost svinca v preiskanih živilih je podobna, kot je bila ugotovljena v živilih rastlinskega izvora, pridelanih drugod v Sloveniji.

**Zaključek:** To kaže na to, da je problematika povečane vsebnosti kadmija v tleh na območju Teharij in Medloga še vedno pereča. Še posebej zato, ker so količine živil, ki jih na tem območju pridelajo, sorazmerno visoke, tako da jih pridelovalci prodajajo. Neredko so številna doma pridelana živila edini vir prehranjevanja prebivalcev tega območja. Rezultati kažejo, da je mogoče kadmij v živilih uporabiti kot kazalec obremenjenosti tal s to kovino, v primeru svinca pa tako sklepanje ni zanesljivo.

**Ključne besede:** živila rastlinskega izvora, težke kovine, kadmij, svinec

Original scientific article  
UDC 641.3:613.26:546.3

### Abstract

**Introduction.** Industrial development in the last century brought about industrial pollution of soil in the Celje region, as indicated by the testing of environmental soil for toxic metals. The objective of this study was to determine the relationship between cadmium and lead contents in foods of plant origin produced in the Celje region and pollution of soil by these toxic metals in one part of the region.

<sup>1</sup>Zavod za zdravstveno varstvo Celje, Ipavčeva 18, 3000 Celje  
Kontaktni naslov: e-pošta: ivan@zzv-ce.si

**Method of work.** In 2002, 168 samples of foods made from crops cultivated at the Teharje (113) and Medlog (55) farms were tested for cadmium and lead contents. The results were evaluated in accordance with current environmental legislation and compared with the testing of foods of plant origin produced in other Slovene regions.

**Results.** The foods tested had a high cadmium content, which frequently exceeded maximum permitted levels. In the majority of foods tested the levels of cadmium were notably higher than in foods produced elsewhere in Slovenia. The levels of cadmium were highest in wheat, lettuce, beat, carrot and potato samples, and exceeded notably the mean cadmium levels for Slovenia. Foods made from plants cultivated in the Teharje region had higher cadmium levels than those from the Medlog area. The lead content in the crops was similar to lead levels in foods made from plants cultivated in other Slovene regions.

**Conclusion.** In view of the above mentioned findings, increased cadmium levels in the soil of Teharje and Medlog remain a major environmental issue, the more so because farms in these regions yield relatively good crops and a considerable amount of domestic produce is sold on the market. Also, most homegrown crops are the only source of nutrition for the local population. The results of the study show that cadmium content in foods can be used as an indicator of cadmium load in soil. The same conclusion, however, cannot be drawn for lead.

**Key words:** food products from plant origin, heavy metals, cadmium, lead

## UVOD

Območje Celja je bilo zaradi intenzivne industrijske proizvodnje, ki se je začela razvijati že v poznem devetnajstem stoletju, svoj razcvet pa doživela v drugi polovici 20. stoletja, izpostavljeno onesnaževanju okolja, ki tudi danes, ko so že vrsto let v veljavi strogi ukrepi za varovanje okolja, še vedno povzroča zaskrbljenost ljudi, ki na tem območju živijo. V sedanjem času namenjajo pozornost obremenjenosti tal s toksičnimi kovinami oziroma živilom, ki so bila pridelana na območju, kjer je onesnaženost tal povečana. Podatki o obremenjenosti tal izvirajo iz leta 1989, ko je bila zaključena obsežna raziskava toksičnih kovin v tleh na območju UE Celje in izdelana tematska karta onesnaženosti zemljišč (1). Pregled vsebnosti kadmija in svinca v tleh v takratnem obdobju pokaže, da so visoka vsebnost teh snovi v tleh največkrat našli v vzorcih, ki so bili odvzeti v osrednjem delu UE in sicer v pasu od zahoda proti vzhodu, od Medloga proti Teharju. Zaradi specifičnih meteoroloških razmer in pogoste inverzije hladnega zraka v hladnih mesecih leta je imela onesnaženost zraka še večji vpliv na onesnaženost tal. Povečana vsebnost kadmija in svinca v tleh je najbolj verjetno posledica industrijskih izpustov v zrak. Svoje pa so k onesnaženosti tal prispevali tudi drobna kurišča, promet in kmetijska dejavnost, predvsem z gnojenjem z mineralnimi gnojili.

Zaradi toksičnosti ter dejstva, da je razpolovni čas kadmija in svinca v telesu izredno dolg, imata ti dve kovini poseben toksikološki pomen. Prisotni sta povsod v okolju, kar pomeni, da smo jima ljudje v večji ali manjši meri nenehno izpostavljeni. Pretežni del vnosa v telo poteka preko uživanja hrane in pijače ter preko

vdihanja zraka (2, 3). Za prebivalstvo, ki ni poklicno izpostavljeno, sta hrana in pijača najbolj pomemben način vnosa teh snovi (4, 5). Živila rastlinskega izvora so glavni vir kadmija in svinca v prehrani. Vsebnost kadmija in svinca v teh živilih je različna in je odvisna od vrste rastline ter tal, kjer je rastlina rasla. V primeru svinca pa je pomembna tudi onesnaženost zraka s svincem, saj je za prehod svinca iz okolja v rastline bolj kot koreninski sistem pomemben neposredni prehod svinca iz zraka v zelene dele rastline (6). Tako svinec kot kadmij se iz telesa izločata izredno počasi, zato ni pomembno samo, kakšen je trenutni vnos, temveč zlasti kolikšna je dolgoletna izpostavljenost ljudi (7, 8, 9) Svetovna zdravstvena organizacija je za snovi, ki se v telesu nalagajo, zaradi česar je potrebno pri poučevanju izpostavljenosti upoštevati tudi čas izpostavljanja, pripravila poseben standard, ki ga imenujemo začasni sprejemljivi tedenski vnos. Ta upošteva vnos škodljivih snovi iz vseh virov: zraka, hrane in vode (10).

Glede na to, da je na območju Celja, kjer so tla najbolj obremenjena s kadmijem in svincem, zelo razvita kmetijska dejavnost, je razumljiva zaskrbljenost prebivalcev, ki so opozorili na možnost čezmerne obremenjenosti živil, pridelanih na tem območju. Mestna občina Celje je financirala raziskavo z namenom, da bi ugotovili, ali vsebnost kadmija in svinca v živilih, pridelanih na najbolj onesnaženem območju, ustreza predpisanim normativom. Poleg tega je raziskava, opravljena v letu 2002 v Zavodu za zdravstveno varstvo Celje, nameravala še:

- ugotoviti, ali se onesnaženost tal s kadmijem in svincem, ki je bila ugotovljena v delu občine Celje odlikava na živilih rastlinskega izvora, pridelanih na tem območju;

- ugotoviti, kateri pridelki sprejmejo več in kateri manj toksičnih kovin iz tal in
- oblikovati ukrepe, potrebne za zaščito zdravja ljudi.

## MATERIAL IN METODE DE LA

### Vzorčenje živil rastlinskega izvora

Glede na rezultate vzorcev analiz tal, ki so bili odvzeti in analizirani na območju UE Celje v letu 1989 (1), sta bili kot najbolj onesnaženi območji opredeljeni območji KS Teharje in KS Medlog. Za ugotavljanje, v kolikšni meri se povečana onesnaženost tal s kadmijem in svincom zrcali na živilih rastlinskega izvora, so bili odvzeti naključni vzorci živil rastlinskega izvora, ki jih pridelujejo na tem območju. Seznam živil rastlinskega izvora, ki so bila vključena v raziskavo, je bil opredeljen v sodelovanju s kmetijsko pospeševalno službo iz tega območja. Odvzemna mesta so bila prav tako določena po posvetu s kmetijsko pospeševalno službo. Kot merilo za vključitev živila v raziskavo je bila upoštevana količina pridelanih živil, in sicer so bile vključene poljščine, za katere je bil pri posameznemu pridelovalcu predvideni pridelek večji kot 100 kg ter vrtnine, katerih predvideni pridelek je bil večji kot 10 kg. V analizo so bila vključeni naslednji pridelki: krompir, zelje, pesa, korenje, fižol, jabolka, kumare, paradižnik, solata, koruza in pšenica.

Za zagotovitev enotnega načina vzorčenja živil so bila izdelana pisna navodila. Potekalo je od avgusta do septembra. Za vsak odvzeti vzorec je bil napisan spremni list s podatki o vrsti, količini in lokaciji odvzema živila. Med odvzemanjem je bil izpolnjen tudi poseben vprašalnik, s pomočjo katerega smo pridobili podatke o tem, kako poteka pridelava, kako pridelovalci bogatijo pridelovalne površine in ali so izvedli kakšne posebne ukrepe na zemljišču. Posamezni vzorec živila je bil odvzet tako, da je bilo določeno centralno mesto odvzema, za katerega so bile opredeljene koordinate. Poleg tega vzorca so bili v oddaljenosti 1 m vzhodno, zahodno, severno in južno od centralnega mesta odvzema odvzeti še štirje vzorci. En vzorec je bil torej sestavljen iz petih manjših. Teža posameznega sestavljenega vzorca je bila 2 - 3 kg vzorca. Znatne količine posameznih vzorcev so v laboratoriju ustrezno premešali, nato pa zmanjšali na 500 g in živilo obdelali, kot je to običajno pri pripravi hrane. Tako pripravljen vzorec so do analize zamrznili na  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Kot referenčne vrednost za vsebnost kadmija in svinca v posameznih živilih rastlinskega izvora smo uporabili rezultate raziskave vsebnosti kadmija in svinca v živilih rastlinskega izvora, ki so bila pridelana v Sloveniji (11, 6).

### Laboratorijske preiskave živil

Odvzeti vzorci so bili analizirani v laboratoriju za sanitarno kemijo Zavoda za zdravstveno varstvo Celje. Pri vseh vzorcih so bili opravljene analize na vsebnost kadmija in svinca. Vsebnost kadmija in svinca je bila določena s pomočjo elektrotermične atomske absorpcijske spektroskopije (ETAAS) (VARIAN AA-20 -GTA-96, VGA-76). Vsebnost obeh kovin v vzorcih sadja in zelenjave je bila določena skladno s standardom **ISO 5516** s pomočjo suhega sežiga. Rezultati so izraženi v  $\mu\text{g}/\text{kg}$  svežega vzorca. Meja kvantifikacije za kadmij je bila od 1 do 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , odvisno od količine vode v živilu, za svinec pa 10-100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , prav tako odvisno od količine vode v živilu. Pri tem je bila tako v primeru kadmija kot svinca najvišja meja kvantifikacije pri koruzi in pšenici.

Umerjanje je bilo opravljeno pred merjenjem vzorcev in nato na vsakih deset vzorcev. Na ta način je bilo mogoče zagotoviti, da so bili vzorci in standardi pripravljani na enak način in z istimi kemikalijami. Umerjanje je potekalo z metodo standardnega dodatka, kot modifikator pa je bil uporabljen paladij (0,1 g/l). Na enak način je bil pripravljen tudi slepi vzorec.

Merilno opremo, s katero so bile opravljene meritve, je redno vzdrževal pooblaščen servis, kar je razvidno iz zapisov o merilni opremi. Osebe je ustrezno strokovno usposobljeno in ima veliko praktičnih izkušenj. Laboratorij uspešno sodeluje v mednarodni kontroli pravilnosti rezultatov FAPAS, ki jo organizira CLS Food Science Laboratory, Norwick NR4 7UQ, UK in sicer za določevanje svinca in kadmija v živilih.

Vzorci živil so bili ocenjeni glede ustreznosti oziroma neustreznosti za prehrano ljudi na osnovi Pravilnika o onesnaževalcih v živilih (12).

Statistične analize so bile opravljene s pomočjo programskega orodja za statistične obdelave SPSS 10.1 za Windows okolje.

## REZULTATI

### Vsebnost kadmija in svinca v živilih

V postopku vzorčenja je bilo odvzetih 168 živil rastlinskega izvora, od tega je bilo 113 vzorcev, pridelanih na območju KS Teharje, 55 pa na območju KS Medlog (Tabela 1).

Rezultati laboratorijskih analiz so pokazali, da je bila vsebnost **svinca** v povprečju najvišja v vzorcih pšenice, koruze, solate in korenja. Najnižjo vsebnost svinca pa smo našli v vzorcih paradižnika, kumar in zelja (Tabela 2, Tabela 3).

Tabela 1. Pregled posameznih vrst živil rastlinskega izvora, odvzetih v letu 2002 na območju KS Teharje in KS Medlog.

Table 1. Samples of foods of plant origin collected in the Teharje and Medlog regions, 2002.

Vzorec / Sample	KS Teharje	KS Medlog
fižol / beans	13	4
korenje / carrots	14	6
koruza / corn	8	5
krompir / potato	9	4
kumare / cucumbers	9	3
paradižnik / tomato	9	4
pesa / beet	12	7
pšenica / wheat	3	4
solata / lettuce	12	7
zelje / cabbage	12	7
jabolka / apples	12	4
<b>SKUPAJ / TOTAL</b>	<b>113</b>	<b>55</b>

Primerjava povprečne vsebnosti svınca v živilih, ki so bila pridelana na območju KS Teharje, z živilih, ki so bila pridelana na območju KS Medlog, pokaže sicer, da so vsebnosti različne, vendar je razlika nestalna. V posameznih živilih je višja vsebnost svınca pri tistih pridelkih, ki so bili pridelani na območju KS Teharje, v drugih primerih pa je višja povprečna vsebnost svınca

v pridelkih iz območja KS Medlog. Če pa primerjamo vsebnost svınca v pridelkih iz območja KS Teharje in Medlog s povprečno vsebnostjo v pridelkih iz drugih območij Slovenije, pa vidimo, da je povprečna vsebnost svınca v pridelkih iz Teharj in Medloga praviloma znatno nižja kot v Sloveniji (Tabela 2, Tabela 3). Izjema so bili le vzorci korenja iz Medloga in solate iz Teharj.

Tabela 2. Povprečna vsebnost svınca v posameznih pridelkih, odvzetih v letu 2002 na območju KS Teharje, KS Medlog ter v Sloveniji.

Table 2. Mean lead levels in crops collected in the Teharje and Medlog regions and in Slovenia, 2002.

Vzorec / Sample	KS TEHARJE			KS MEDLOG			SLOVENIJA (6)		
	število -N / No.	delež neustreznih (%) / Percentage of inappropriates	povprečna vsebnost (µg/kg) / Mean content	število -N / No.	delež neustreznih (%) / Percentage of inappropriates	povprečna vsebnost (µg/kg) / Mean content	število -N / No.	delež neustreznih (%) / Percentage of inappropriates	povprečna vsebnost (µg/kg) / Mean content
fižol / beans	13	0	28,2	4	0	18,3	66	0	70,0
korenje / carrots	14	21,4	59,6	6	33,3	86,0	60	0	62,0
koruza / corn	8	12,5	85,6	5	0	100,0		-	-
krompir / potato	9	0	28,9	4	25,0	47,5	57	0	49,0
kumare / cucumbers	9	0	12,2	3	0	11,7	48	0	26,0
paradižnik / tomato	9	0	7,8	4	0	10,0	48	0	28,0
pesa / beet	12	16,7	50,5	7	42,9	76,1	56	0	80,0
pšenica / wheat	3	0	91,7	4	0	93,8		-	-
solata / lettuce	12	0	69,2	7	0	42,1	66	0	47,0
zelje / cabbage	12	0	15,8	7	0	14,3	44	0	23,0
jabolka / apples	12	0	19,8	4	0	13,3	51	0	23,0

Tabela 3. Razmerja povprečnih vsebnosti svinca v posameznih pridelkih, odvzetih v letu 2002 na območju KS Teharje in KS Medlog, v primerjavi s Slovenijo glede na posamezno območje pridelave.

Table 3. Mean lead content in crops of the Teharje and Medlog regions and in crops of Slovenia, 2002.

<i>Vzorec / Sample</i>	<i>Razmerje vsebnosti Pb / Lead content Teharje/Medlog</i>	<i>Razmerje vsebnosti Pb / Lead content Teharje/SLO</i>	<i>Razmerje vsebnosti Pb / Lead content Medlog/SLO</i>
fižol / beans	1,5	0,4	0,3
korenje / carrot	0,7	1,0	<b>1,4</b>
koruza / corn	0,9	-	-
krompir / potato	0,6	0,6	1,0
kumare / cucumbers	1,0	0,5	0,4
paradižnik / tomato	0,8	0,3	0,4
pesa / beet	0,7	0,6	1,0
pšenica / wheat	1,0	-	-
solata / lettuce	1,6	<b>1,5</b>	0,9
zelje / cabbage	1,1	0,7	0,6
jabolka / apples	1,5	0,9	0,6

Rezultati laboratorijskih analiz so pokazali, da je bila vsebnost **kadmija** v posameznih živilih praviloma visoka, v številnih vzorcih pa je bistveno preseгла maksimalno dovoljeno vsebnost, ki jo opredeljuje naša zakonodaja (Tabela 4). Zaradi tega so povprečne vsebnosti kadmija v živilih zelo visoke. V primeru korenja, krompirja, pese, pšenice in solate je bila celo povprečna vsebnost znatno višja od dovoljene vsebnosti, ki je za pšenična zrna in listnato zelenjavo 200 µg/kg, za korenje, krompir in žita 100 µg/kg, za vsa ostala živila pa 50 µg/kg.

Primerjava povprečne vsebnosti kadmija v živilih, ki so bila pridelana na območju KS Teharje, z živili, ki so bila pridelana na območju KS Medlog, pokaže, da so povprečne vsebnosti kadmija v živilih v vseh primerih višje v tistih živilih, ki so bila pridelana na območju Teharij. V posameznih živilih je povprečna vsebnost kadmija v pridelkih, ki so bili pridelani na območju KS Teharje, celo nekajkrat višja kot v pridelkih iz območja KS Medlog (Tabela 4). Če pa primerjamo vsebnost kadmija v pridelkih iz območja KS Teharje in Medlog s povprečno vsebnostjo v pridelkih iz drugih območij Slovenije, vidimo, da je povprečna vsebnost kadmija v pridelkih iz Teharij in Medloga praviloma znatno višja. Izjema so le jabolka (Tabela 5).

## RAZPRAVA

### Ocena onesnaženosti tal s kadmijem in svincom

V okviru raziskave je bilo na vsebnost kadmija in svinca analiziranih 168 vzorcev živil rastlinskega izvora, ki so bila pridelana na območju KS Teharje in KS Medlog. Vsebnost svinca v analiziranih vzorcih živil ni odstopala od povprečja, ki velja za Slovenijo. Značilna so bila sicer velika nihanja v količini svinca v posameznih živilih, kar pa je posledica velike variabilnosti lokalnih dejavnikov, ki vplivajo na absorpcijo svinca iz okolja, zlasti obremenjenost zraka s prašnimi delci ter oddaljenost od prometnic in prevladujoče smeri ter jakosti vetra (5).

Vsebnost kadmija v analiziranih vzorcih živil pa kaže, da je problematika povečane vsebnosti kadmija v tleh, ki so na območju KS Teharje in KS Medlog namenjena kmetijski pridelavi, še vedno prisotna. Vsebnosti kadmija v teh živilih močno odstopajo od povprečnih v Sloveniji (6). Delež vzorcev z visoko in zelo visoko vsebnostjo kadmija je bil večji na območju Teharij kot na območju Medloga, kar ustreza rezultatom analiz tal v letu 1989 (1).

Podobno kot v drugih podobnih raziskavah je bila povprečna vsebnost kadmija v določenih vrstah živil rastlinskega izvora višja kot v drugih (11, 13). Najvišja povprečna vsebnost je bila ugotovljena v vzorcih

Tabela 4. *Povprečna vsebnost kadmija v posameznih pridelkih, odvzetih v letu 2002 na območju KS Teharje, KS Medlog ter v Sloveniji.*

Table 4. *Mean cadmium content in crops of the Teharje and Medlog regions and in Slovenia, 2002.*

Vzorec / Sample	KS TEHARJE			KS MEDLOG			SLOVENIJA (6)		
	število -N / No.	delež neustreznih / Percentage of inappropriates (%)	povprečna vsebnost (µg/kg) / Mean content	število -N / No.	delež neustreznih / Percentage of inappropriates (%)	povprečna vsebnost (µg/kg) / Mean content	število -N / No.	delež neustreznih / Percentage of inappropriates (%)	povprečna vsebnost (µg/kg) / Mean content
Fižol / beans	13	0	15	4	0	16	57	0	7
korenje / carrots	14	92,9	261	6	66,7	121	63	0	21
koruza / corn	8	12,5	44	5	0	18	-	-	-
krompir / potato	9	77,8	121	4	50	87	60	0	22
kumare / cucumbers	9	11	26	3	0	6	61	0	4
paradižnik / tomato	9	33	61	4	25	29	55	0	7
pesa / beet	12	100	282	7	86	184	59	0	15
pšenica / wheat	3	100	833	4	100	395	-	-	-
solata / lettuce	12	83,3	375	7	28,6	128	68	0	26
zelje / cabbage	12	0	37	7	0	12	54	0	5
jabolka / apples	12	0	3	4	0	2	28	0	3

Tabela 5. *Razmerja povprečnih vsebnosti kadmija v posameznih vzorcih, odvzetih v letu 2002 na območju KS Teharje in KS Medlog, v primerjavi s Slovenijo glede na posamezno območje pridelave.*

Table 5. *Mean cadmium content in crops of the Teharje and Medlog regions tested in 2002 vs. crops of Slovenia.*

Vzorec / Sample	Razmerje vsebnosti Cd / Cadmium content Teharje/Medlog	Razmerje vsebnosti Cd / Cadmium content Teharje/SLO	Razmerje vsebnosti Cd / Cadmium content Medlog/SLO
fižol / beans	1,0	2,1	2,2
korenje / carrots	2,2	12,4	5,8
koruza / corn	2,4	-	-
krompir / potato	1,4	5,5	4,0
kumare / cucumbers	4,1	6,5	1,6
paradižnik / tomato	2,1	8,7	4,2
pesa / beet	1,5	18,8	12,3
pšenica / wheat	2,1	-	-
solata / lettuce	2,9	14,4	4,9
zelje / cabbage	3,0	7,4	2,4
jabolka / apples	1,5	1,0	0,7

pšenice, solate, pese, korenja in krompirja. Dosedanje raziskave so pokazale, da je velika razlika v vsebnost kadmija v posameznih vrstah živil rastlinskega izvora posledica specifičnih lastnosti rastlin, zaradi katerih je sprejem kadmija preko koreninskega sistema različen (14, 15, 16). Prav zaradi teh lastnosti omogoča podatek o vsebnosti kadmija v rastlinah tudi sklepanje o vsebnosti kadmija v tleh ter relativno primerjavo glede stopnje onesnaženosti s kadmijem med posameznimi območji. Pri tem pa je potrebno posebej poudariti, da je primerjava mogoča le, kadar med seboj primerjamo istovrstna živila. V tem primeru je kadmij v živilih rastlinskega izvora kazalec stopnje obremenjenosti tal s to kovino na območju, kjer je bilo živilo pridelano.

Tudi svinec v živilih je kazalec onesnaženosti okolja. Za razliko od kadmija pa ne kaže na onesnaženost tal, temveč omogoča sklepanje o stopnji onesnaženosti zraka. To kažejo tudi rezultati te raziskave. Glede na to, da je sprejem iz zraka za posamezno rastlinsko vrsto specifičen, je potrebno tudi v primeru svinca primerjati vsebnosti v istovrstnih rastlinah.

Kadmij in svinec imata velik toksikološki pomen za človeka, saj pride zaradi nizke stopnje izločanja teh snovi iz organizma, tudi ob uživanju nizkih koncentracij, do pomembne akumulacije v organizmu, kar lahko povzroči patološke spremembe (17, 18, 19, 20). Glede na visoko vsebnost kadmija v živilih rastlinskega izvora, pridelanih na območju KS Teharje in KS Medlog, pa je potrebno sprejeti ustrezne ukrepe. Pri osebah, ki kadmiju niso poklicno izpostavljene, je prav vnos s telo preko hrane najpomembnejši vir kadmija. Običajno sprejmejo ljudje na ta način več kot 80% celotne količine kadmija, ki pride v telo (14), največ, kar okrog 70%, pa preko živil rastlinskega izvora (6). Zaradi tega je onesnaženost živil rastlinskega izvora s kadmijem

relativno bolj pomembna. Raziskava Stopnja izpostavljenosti prebivalcev Slovenije vnosu svinca, kadmija in živega srebra s hrano kaže, da vnašamo s hrano rastlinskega izvora 20% začasno dopustne količine za kadmija (11). To seveda velja za povprečno prehrano in ob sorazmerno nizki obremenjenosti teh živil s kadmijem. Osebe, ki uživajo večje količine hrane (športniki, težki fizični delavci) ter tisti, ki uživajo pretežno hrano rastlinskega izvora, ter osebe, ki uživajo živila rastlinskega izvora, kjer je vsebnost kadmija presežena, tako kot je bilo ugotovljeni v tej raziskavi, pa so skupine, pri katerih je večja možnost, da se bo količina zaužitega kadmija približala še dopustni in jo celo preseгла. Med bolj ogrožene uvrščamo tudi otroke, saj zaužijejo v obdobju rasti, glede na njihovo telesno težo, znatne količine živil in je zaradi tega bolj verjetno, da dosežejo ali presežejo sprejemljivi vnos (21). Dodatno ogroženi so tudi kadilci. Raziskave so pokazale, da vnesejo težki kadilci, ki pokadijo okrog od 20 do 30 cigaret dnevno, s kajenjem okrog 30 odstotkov sprejemljivega vnosa za kadmij (22, 23).

Kratkoročno je mogoče povečano izpostavljenost kadmiju in s tem večjo ogroženost zdravja posameznih skupin ljudi, ki uživajo hrano, pridelano na območju KS Teharje in KS Medlog, zmanjšati le s spremembo kmetijske pridelave. Na podlagi dosedanjih raziskav in podatkov iz literature je bila sestavljena lestvica o sprejemu težkih kovin v užitne dele nekaterih rastlin (24, 5, 13) in izdano priporočilo o tem, katere pridelke na tem območju ne bi smeli pridelovati, da bi na ta način zmanjšali vnos kadmija v telo. To so predvsem živila, ki so bila uvrščena v kategorijo visoki in srednji sprejem (Tabela 6).

Poleg tega je potrebno posebno pozornost nameniti bogatenju tal in se izogniti uporabi mineralnih gnojil, ki

Tabela 6. Sprejem kovin v užitne dele nekaterih kmetijskih pridelkov.

Table 6. The amount of toxic metals taken up by individual crops.

Visok sprejem / Large	Srednji sprejem / Medium	Nizek sprejem / Small	Zelo nizek sprejem / Very small
solata / lettuce	ohrovt / kale	zelje / cabbage	fižol / beans
špinača / spinach	pesa / beet	koruza / corn	grah / peas
endivija / endive	repa / turnip	brstični ohrovt / brussels sprouts	paradižnik / tomato
korenje / carrots	krompir / potato	cvetača / cauliflower	sadje / fruit
peteršilj / parsley	čebula / onions	jagodičevje / berries	paprika / pepper
pšenica / wheat		zelena / celery	sadje / fruit

vsebujejo kadmij, saj bi s tem stanje tal še poslabšali. Glede na to, da je razpolovni čas za kadmij in svinec v tleh stoletje in več, pa bi bilo potrebno razmisliti tudi o možnosti opustitve teh površin za kmetijsko pridelavo.

## Literatura

- Lobnik F in sod. Tematska karta onesnaženosti zemljišč celjske občine. Biotehniška fakulteta VTOZD za agronomijo 1989; 1-152.
- Davis JM, Elias RW, Grant LD. Current issues in human lead exposure and regulation of lead. *Neurotoxicology* 1993; 14:15-28.
- Gelert GA, Wagner GA, Maxwell RM et al. Lead poisoning among low-income children in Orange County, California. A need for regional differentiated policy. *JAMA* 1993; 270:69-71.
- Rifai N, Cohen G, Wolf M et al. Incidence of lead poisoning in young children from inner-city, suburban and rural communities. *The Drug Monit* 1993; 15:71-74.
- Lead. IPCS-Environmental Health Criteria 165. World Health Organisation Geneva 1995; 1-180.
- Eržen I, Uršič S, Bošnjak K. Assessment of dietary intake of cadmium, lead, mercury and nitrates via foods of the plant and animal origin in Slovenia. *Med. arh.* 2002; 56:105-109.
- McIntosh MJ. Studies of lead and cadmium exposure in Glasgow, UK. *Ecol Dis* 1982; 2-3:177-184.
- Herber RF. The World Health Organization study on health effects of exposure to cadmium: morbidity studies. *IARC Sci Publ* 1992; 18:347-58.
- Cadmium Exposure: Health Effects. Gov Reports Announcements & Index 1981; 19:17-25.
- Arnetz BB, Nicolich MJ. Modeling of environmental lead contributors to blood lead in humans. *Int Arch Occup Environ Health* 1990; 62:397-402.
- Eržen I. Stopnja izpostavljenosti prebivalcev Slovenije vnosu svinca, kadmija in živega srebra s hrano. Doktorska disertacija. Univerza Ljubljana 2004.
- Pravilnik o onesnaževalcih v živilih. Uradni list Republike Slovenije številka 69/2003; 10723-10728.
- Galal Gorchev H. Dietary intake, levels in food and estimated intake of lead, cadmium, and mercury. *Food Add Contaminants* 1993; 10:115-128.
- International Programme on Chemical Safety. Cadmium. World Health Organisation: Environmental health criteria 134, Geneva, Switzerland 1992.
- Schwartz C, Fetzter KD, Morel JL. Faktoren der Schwermetallbelastung von Gartenboden. *Ergo Med* 1996; 20:14-17.
- Svensson BG, Bjornham A, Schuetz A, Lettevall U, Nilsson A, Skerfving S. Acidic Deposition and Human Exposure to Toxic metals. *Sci Total Environ* 1987; 67:101-115.
- Coony G, Bell A, Stravou C. Low level exposure to lead and neurobehavioral development. The Sydney Study: children at seven years. In: Farmer JG. Proceedings of Heavy Metals in the Environment Conference. Edinburgh 1991; 16-19.
- Bellinger DC, Stiles KM, Needleman HL. Low level lead exposure, intelligence and academic achievement: a long term follow up study. *Pediatrics* 1992; 90:855-861.
- Cai SW. Cadmium exposure and health effects among residents in an irrigation area with ore dressing wastewater. *Sci Total Environ* 1990; 1:67-73.
- Cadmium in the Human Environment: Toxicity and Carcinogenicity. International Agency for Research on Cancer. Lyon 1992; 335-337.
- Environmental health criteria for guidance values for human exposure limits. The International Programme on Chemical Safety -Environmental Health Criteria 170. World Health Organisation Geneva 1994; 1-71.
- Eržen I, Zaletel Kragelj L. Cadmium measurements in the blood and hair of occupationally non-exposed military recruits and in the foods of plant origin produced in Slovenia. *Croat Med J* 2003; 44:538-544.
- Sharma RP. Cadmium in Blood and Urine among Smokers and Non-Smokers with High Cadmium Intake via Food. Gov Reports Announcements & Index 1984; 22-25.
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series. Geneva 1997; 837:28-35.