



Kmetijski inštitut Slovenije
Agricultural Institute of Slovenia

v partnerstvu s:



VIRI KADMIJA IN NEVARNOST ZA ČLOVEKA

Breda Vičar

Kadmij – težka, potencialno toksična kovina

Izraz **težke kovine** se uporablja za elemente, ki imajo večjo specifično težo (nad 5 g/cm³).

- Težke kovine: **Cd**, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Cr, Hg, Co, Mo, As (rastline potrebujejo Cu, Mn, Fe, Zn, Mo, ostalih ne; esencielne za ljudi so npr: Cu, Zn, Fe).
- Skupaj z živim srebrom in svincem je kadmij ena od treh kovin, ki nimajo nobene bistvene biološke funkcije.



Kadmij – težka, potencialno toksična kovina

- Za večino kovin (ne glede na potrebe v prehrani živih organizmov) velja, da povečane koncentracije v okolju lahko povzročijo negativne učinke.
- ❖ Koncentracija posamezne kovine v okolju ali več kovin hkrati je zelo redko tako velika, da povzroča akutne zastrupitve ali močno fitotoksičnost;
- ❖ lahko pa zaradi dolgotrajne izpostavljenosti delujejo kronično.

Vir: http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/agronomija/dd_zupan_marko.pdf



Viri kadmija in uporaba

Kadmija v naravi ne najdemo kot čisto kovino. Prisoten v različnih spojinah v zemeljski skorji, v rudah s cinkom, bakrom in svincem, v fosilnih gorivih, kot nečistoča v fosfatnih mineralnih gnojilih, v cementu.

Uporablja se za izdelavo električnih baterij (Ni-Cd), pri pridobivanju raznih zlitin, v industriji barvil in lakov, plastike, za zaščito proti koroziji jekla, za solarne panele.

Vir: <https://www.cadmium.org/>





Viri kadmija v okolju

V tleh se pojavlja kot posledica preperevanja matične kamninske osnove, v okolje se sprošča kot posledica gozdnih požarov, vulkanskih izbruhov (**naravni viri**).

V okolje se sprošča tudi zaradi človekovih dejavnosti (antropogeni viri):

- rudarjenje in taljenje rud,**
- atmosferski depoziti** (izgorevanje fosilnih goriv, sežiganje odpadkov),
- industrija** (pridelava in predelava plastike, solarni paneli....),
- kmetijstvo** (fosfatna mineralna gnojila- Cd primes, hlevski gnoj, *perutninski gnoj* in druga organska gnojila).

Vir:http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/agronomija/dd_zupan_marko.pdf



Izpostavljenost človeka Cd

- z dihanjem** - izpostavljenost preko zraka je večja na industrijskih območjih in pri kadilcih
kadilci vnesejo s kajenjem toliko Cd kot s hrano
- z vodo** - onesnaženi vodni viri, uporaba neustreznih materialov, ki prihajajo v stik z vodo- nečistoče
v pocinkanih ceveh, spojkah, grelnikih ali hladilnikih vode, pipah)
- s hrano** - onesnaženost hrane je v večji meri posledica onesnaženosti tal, lahko tudi vode
- z zaužitjem** onesnaženih tal (otroci)
- preko kože** (absorbcija zelo majhna)

Absorbcija in izločanja Cd

- Večina zaužitega kadmija se preko prebavnega trakta izloči.
- Iz prebavnega trakta v telo preide 3-5 % vnesenega kadmija, ki se v največji meri **nalaga v ledvicah (cca. 50 %)**, 15% v jetrih in 20 % v mišicah.
- Iz telesa se počasi izloča (razpolovna doba je 16-30 let)

Škodljivost Cd za ljudi

- Kopičenje kadmija v ledvicah **povzroči okvaro ledvic**.
- Kopičenje kadmija v telesu povzroča motnje v metabolizmu kalcija, fosforja in vitamina D, posledično pa **osteomalacijo** (zmanjšana mineralizacija in mehčanje kosti) ali **osteoporozo** (izguba gostote in krhkost kosti).
- Kadmij je dokazano **rakotvoren za človeka** (*večina študij rakotvornosti je bila opravljena med poklicno izpostavljenimi visokim koncentracijam kadmija v zraku z vdihavanjem*).
- Kadmij dokazano povzroča **raka pljuč**, obstajajo pa omejeni dokazi, da je povezan s pojavom raka na ledvicah, jetrih in prostati.
- V nekaterih študijah so opisani primeri pojava raka na mehurju, dojki in maternici.



Učinki Cd na zdravje

Rezultati študij kažejo na šibko povezavo med izpostavljenostjo kadmiju in pojavom **kardiovaskularnih bolezni** (visok krvni pritisk, srčna kap).

Za spremljanje dolgotrajnih vplivov kadmija na zdravje ljudi in na njegovo vlogo kot dejavniku tveganja za bolezni srca in predvsem ožilja, bodo potrebne nadaljnje raziskave.

Vir: <https://nijz.si/moje-okolje/varnost-zivil/kadmij-v-zivilih/>



Sprejemljiva izpostavljenost preko hrane

Sprejemljiv tedenski vnos **Cd je 2,5 $\mu\text{g/kg}$ oz. 0,0025 mg na kilogram telesne mase na teden** (Za 70 kg težko osebo to pomeni 0,175 mg/teden)

Sprejemljiv tedenski (STV) vnos je ocena količine onesnažila v živilu ali pitni vodi, ki se lahko tedensko zaužije **brez občutnega tveganja na zdravje** (Duffus, 2000). **V kolikor onesnažila (npr. kadmij), ki imajo dolgo razpolovno dobo, za kratek čas prekoračijo STV, nimajo večjega vpliva na obremenitve telesa** (Larsen, 2006).

Med najbolj ogrožene skupine zaradi izpostavljenosti kadmiju preko živil sodijo otroci.

Izpostavljenost Cd pri odrasli populaciji večja

Okoljska izpostavljenost- pri ljudeh, ki živijo na onesnaženem območju

Prehranske navade- vegetarijanska prehrana predstavlja več tveganja, kot mešana

Vrste živil- npr. školjke, drobovina lahko vsebujejo visoke količine Cd

Kadilci- kadmij v tobaku

Ženske –imajo večjo vsebnost Cd v ledvicah, urinu, krvi kot moški.

Diabetiki in ljudje z obolenji ledvic – bolj občutljivi

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=129285&lang=slv>

Ukrepi

-Pri nekadilcih so glavni vir kadmija živila

-EK sprejela vrsto zakonodajnih ukrepov:

-> zmanjšanje predpisane največje koncentracije Cd v živilih: Uredba Komisije (EU) 2023/915 z dne 25. aprila 2023 o mejnih vrednostih nekaterih onesnaževal v živilih in razveljavitvi Uredbe (ES) št.

1881/2006

-> določitev največje koncentracije v gnojilih: Uredba (EU) 2019/1009 o določitvi pravil o omogočanju dostopnosti sredstev za gnojenje EU na trgu

-> predpisano preverjanje vsebnosti kadmija v tleh

-> predlogi dobrih kmetijskih praks in priporočil potrošnikom o količinah in ravnanju z določenimi živilii

Predpisane normativne vrednosti Cd v tleh

Na ravni EU ni skupnega soglasja o mejnih vrednostih kadmija v tleh za opredelitev tveganja. Države članice imajo različen pristope k določanju mejnih vrednosti, ki se gibljejo od 0,5 mg/kg na Danskem do 2 mg/kg v Avstriji in 5 mg/kg na Slovaškem.

V Sloveniji velja Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. [68/96](#) in [41/04](#) – ZVO-1), v kateri imamo za 10 težkih kovin (kadmij, baker, nikelj, svinec, cink, krom, živo srebro, kobalt, molibden in arzen) predpisane tri normativne vrednosti.

Mejna, opozorilna in kritična imisijska vrednost kadmija v tleh

Mejna vrednost Cd (mg/kg suhe snovi)	Opozorilna vrednost Cd (mg/kg suhe snovi)	Kritična vrednost Cd (mg/kg suhe snovi)
1	2	12

Mejna imisijska vrednost je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki praviloma ne predstavlja negativnih vplivov na človeka in okolje

Opozorilna vrednost – pri določenih vrstah rabe tal verjetnost škodljivih učinkov na zdravje človeka in okolje

Kritična vrednost – zaradi škodljivih vplivov na zdravje človeka in okolje taka tla niso primerna za pridelavo rastlin, ki so namenjena prehrani ljudi in živali

Mejna vrednost za svinec je npr. 85, arzen 20, živo srebro 0,8, za baker pa 60 mg/kg SS

Meritve Cd v tleh v Prekmurju ne kažejo preseganj MV za Cd

OBREMENITVE TAL S KADMIJEM IN DRUGIMI TEŽKIMI KOVINAMI

Rezultati merjenja kovin v tleh v Prekmurju

Občina ime	Datum vzorčenja	Globina cm	Hg mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Tl mg/kg	Mo mg/kg	Cu mg/kg	Co mg/kg	As mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg	V mg/kg	Se mg/kg	Mn mg/kg	F mg/kg
ROGAŠOVCI	oktober 2001	20	0	0,13	32,8	88	0,77	0,88	30,7	20,4	10,4	42,3	91	95,7	1,54	1152	
KUZMA	oktober 2010	20	0,058	0,17	13	54	0,13	0	18	12	4,9	24	27	32	0	860	
GORNJI PETROVCI	oktober 2007	5	0,17	0,19	37	35	0	0	6,8	4	2,6	6,5	6,9	10	0	270	
ŠALOVCI	oktober 2001	5	0	0,28	26,9	73,9	0,72	0,34	17,1	14,6	9,48	9,01	63,2	68,3	1,53	874	
ROGAŠOVCI	oktober 2010	5	0,096	0,19	20	65	0,24	0	23	18	9	28	33	42	0	880	
ROGAŠOVCI	oktober 2010	20	0,11	0,13	16	62	0,2	0	23	15	5,6	33	38	45	0	830	130
GRAD	oktober 2010	20	0,075	0,19	14	65	0,16	0	23	15	16	30	35	43	0	810	
CANKOVA	oktober 2010	20	0,067	0,12	21	50	0,24	0	18	19	9,8	24	38	52	0	970	
PUCONCI	oktober 2010	20	0,075	0,19	17	51	0,15	0	18	17	11	24	29	37	0	840	
PUCONCI	oktober 2004	5	0,07	0,27	23,7	73,3	0,24	0,47	25	13	14	32	33,3	36,7	0	700	
MORAVSKE TOPLICE	oktober 2007	5	0,08	0,27	23	59	0,23	0	14	13	8,7	18	13	50	0	900	190
TIŠINA	oktober 2001	5	0	0,28	30,6	71,7	0,69	0,31	12,7	9,1	7,31	13,2	60	58,2	1,5	658	
MURSKA SOBOTA	oktober 2007	20	0,064	0,17	15	62	0,17	0	18	13	7,2	25	31	37	0	710	
MORAVSKE TOPLICE	oktober 2001	20	0	0	22,1	75,8	0,66	0,42	22,5	13,6	11,2	24	70,6	77,1	1,45	797	
MURSKA SOBOTA	november 2005	20	0,15	0,16	19	660	0,2	0	18	9,7	8,6	33	28	35	0	800	270
DOBROVNIK	oktober 2008	20	0,058	0,12	19	61	0,31	0	18	9	8,7	24	36	48	0	330	
MURSKA SOBOTA	oktober 2007	20	0,097	0,33	35	120	0,29	0	39	20	19	49	56	69	0	910	
BELTINCI	oktober 2004	20	0	0,14	24,7	53,3	0,27	0,47	17,7	9	7	22	28,3	36,7	0	333	
LENDAVA	november 2005	20	0,066	0,23	22	84	0,28	0	25	16	11	36	39	48	0	870	
LENDAVA	oktober 2008	20	0,066	0,19	14	59	0,18	0	20	13	9,2	28	32	40	0	670	270
LENDAVA	oktober 2001	20	0	0,29	30,3	88,2	0,73	0,54	27,1	14,3	12,6	24,4	84,3	87,5	1,5	886	
LENDAVA	oktober 2010	20	0,057	0,18	20	73	0,23	0	25	13	12	32	38	54	0	760	320

V Sloveniji je povprečna vrednost Cd v tleh 0,47 mg/kg suhih tal višja, kot v povprečju EU.

Tla v SLO niso močno onesnažena, razen nekateri izjem (s težkimi kovinami najbolj onesnažena območja Jesenic, Idrije, Celjske kotline in Zgornje Mežiške doline).

Na kopičenje kadmija v gojenih rastlinah pomembno vplivata:

- ✓ KONCENTRACIJA Cd v tleh in
- ✓ MOBILNOST Cd v tleh

Različna sposobnost sprejema Cd iz tal s strani rastlin

Rastline imajo različno sposobnost za sprejem težkih kovin (tudi kadmija)

Težke kovine se v nekaterih delih rastlin kopičijo intenzivneje (Cd je največ v koreninah in listih, manj v steblih, najmanj pa v plodovih in semenih).

Poljščine, kot so koruza, strna žita odvzamejo in kopičijo manj Cd v delih rastlin, kot npr. listnata zelenjava. Med strnimi žiti odvzame največ Cd iz tal pšenica. Solata lahko npr. akumulira 50 X več kadmija kot oves.

Odvzem težkih kovin iz tal je lahko odvisen tudi **od sorte**.

Odvzem Cd iz tal

Preglednica 1: Seznam vrtnin glede na sprejem (biostopnost) kovin iz tal (Zupan in sod., 2016)

Dober sprejem – 1	Srednji sprejem – 2	Majhen sprejem – 3	Zelo majhen sprejem – 4
špinača	pesa – koren	zelje	fižol
endivija/radič	repa – koren	brstični ohrovt	grah
korenje	redkvice	cvetača	kumare
pesa – zeleni del	ogrščica	brokoli	paradižnik
kreša	krompir	zelena	paprika
solata	čebula	sladka koruza	bučke
blitva	ohrovt	jagodičje	sadje

Mejne vrednosti za kadmij v nekaterih živilih po uredbi*

ŽIVILA	Mejne vrednosti (mg/kg mokre teže)
Korenovke in gomoljnice razen spodaj navedenih	0,1
Redkev	0,02
Koren peteršilja, repa	0,05
Rdeča pesa	0,06
Gomoljna zelena	0,15
Hren, pastinak, črni koren	0,2
Čebulnice, razen česna in pora	0,03
Česen, (por)	0,05 (0,04)
Plodovke, razen jajčevcev	0,02
Jajčevci	0,03
Kapusnice, razen listnatih kapusnic	0,04
Listnate kapusnice	0,1
Listna zelenjava, razen špinače in svežih zelišč	0,1
Špinača in sveža zelišča	0,2
Stročnice	0,02
Stebelna zelenjava, razen belušne zelene	0,03
Belušna zelena	0,1

*Uredba komisije (ES) št. 2023/915 dne 25. aprila 2023 o mejnih vrednostih nekaterih onesnaževal v živilih in razveljavitvi Uredbe (ES) št. 1881/2006 od aprila 2023

Mejne vrednosti za kadmij po uredbi*

- Žita (razen rži, ječmena, riža, trde pšenice) – 0,10 mg/kg (pšenica prej 0,20 mg/kg)
- Rž in ječmen – 0,050 mg/kg (prej 0,1 mg/kg)
- Riž, kvinoja – 0,15 mg/kg (riž prej 0,2 mg/kg)
- Trda pšenica- 0,18 mg/kg
- Gobe, gojene – 0,050 mg/kg; gozdne 0,50 mg/kg (prej 1 mg/kg)
- Školjke – 1 mg/kg
- Meso govedi, svinj, ovac, perutnine (razen drobovine) – 0,050 mg/kg
- Ledvice goveda, ovc, prašičev, perutnine, konj – 1 mg/kg
- Čokolada od 0,1-0,8

* Uredba komisije (ES) št. 2023/915 dne 25. aprila 2023 o mejnih vrednostih nekaterih onesnaževal v živilih in razveljavitvi Uredbe (ES) št. 1881/2006 od aprila 2023



Prehranski viri

V EU so glavni prehranski viri kadmija: žita in žitni izdelki, zelenjava, oreščki, stročnice in živalska drobovina

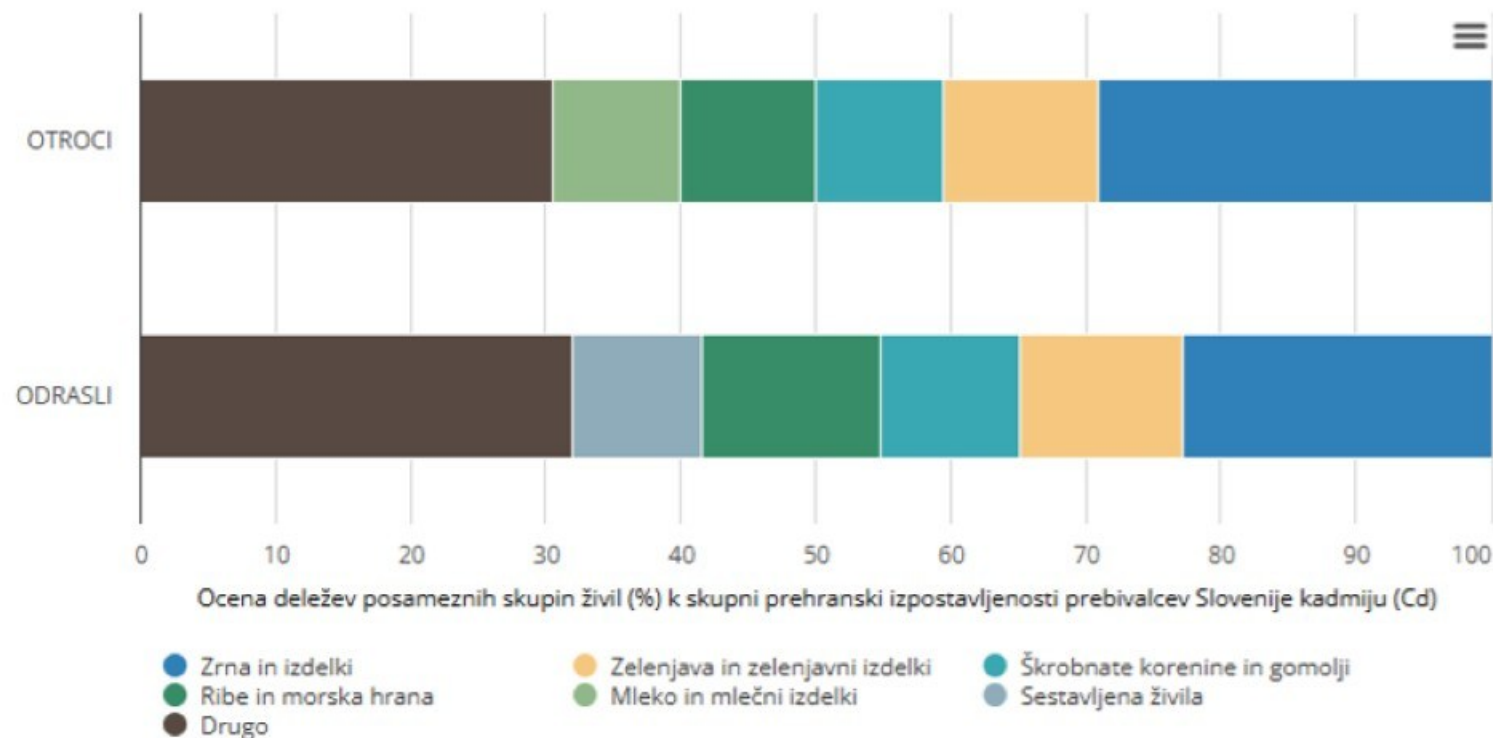
Povprečne vsebnosti kadmija v **rastlinah** so **pod 0,1 mg/kg**.

Več kadmija (**od 0,2 do 2 mg/kg**) se nahaja v **gobah, oljnih semenih in kakavovih zrnih**, največje koncentracije so bile najdene v **morskih algah, ribah in morskih sadežih**.

Vir: https://nijz.si/wp-content/uploads/2023/09/kadmij_v_zivilih_26.9.2022.pdf

Prehranski viri

Slika ZD15-6: Ocena deležev posameznih skupin živil k skupni prehranski izpostavljenosti prebivalcev Slovenije kadmiju (Cd) - 5 največjih (Kirinčič et al., 2019)



Viri: Poročila o izvajanju posameznih nalog, povezanih z uradnim nadzorom, ki ga izvajajo pristojni organi (od leta 2013 naprej Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin - UVHVR) za obdobje 2011 - 2016 ; Kirinčič et al., 2019. (3. 09. 2020)

Uradni nadzor živil

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
zelenjava + krompir	11/163 korenje 2x česen 2x čebula 2x krompir 2x špinača, zelena, radič (6,7 %)	3/139 korenje 2x Radič (2,2 %)	4 / 106 korenje 4x (3,8 %)	4 / 174 korenje 2x blitva krompir (2,3 %)	5 / 162 korenje česen 3x čebula (3,1 %)	3 / 148 korenje por krompir (2 %)	3/98 korenje 3x (3 %)
sadje				10	9	10	18
žita	30	3/46 6,5 %	27	2/32 6,25%	29	2/47 4,25 %	
začimbe			5				
alge							
soja				1			
oljnice					1	10	
kakav	7	1		2		6	
čokolada						16	
drugo							1/5

VIR: IVHVVR Poročila o rezultatih programa spremljanja onesnaževal v živilih <https://www.gov.si teme/onesnazevala-v-zivilih/>

in Suzana Marolt (IVHVVR): Predstavitev za strokovno skupino JSKS 19.03.2024

„Onesnaženi pridelki ne smejo na trg“

Za učinkovito varovanje javnega zdravja se proizvodi z onesnaževali, ki presegajo mejno vrednost ne smejo dati v promet kot taki, ali pomešani z drugimi živili, ali uporabljeni kot sestavina v drugih živilih.

Poskusi na neonesnaženih tleh

HVALA ZA VAŠO POZORNOST!

