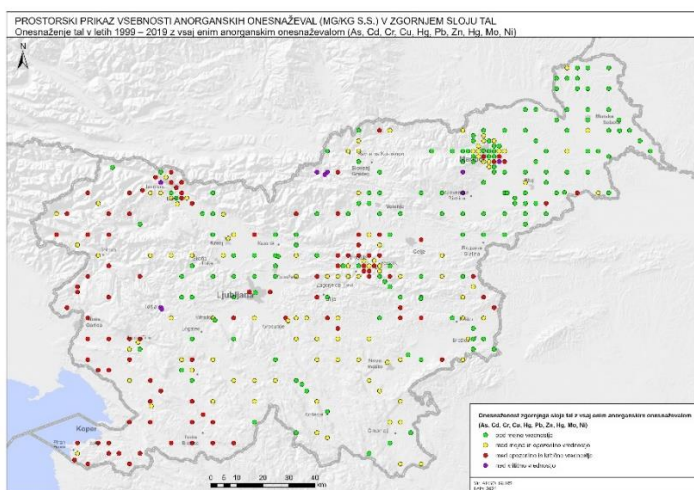


Tehnološki ukrepi za zmanjšanje tveganj glede kadmija v pridelavi zelenjave in podatki o stanju kadmija v tleh v Sloveniji in EU

Zaradi skrbi potrošnikov glede varnosti lokalne hrane, pomena pridelave varne hrane in nedavnih dogodkov v zvezi prekomernih ostankov kadmija v kilogramu korenčka smo zbrali nekaj dejstev za lažje razumevanje problematike ostankov kadmija v sveži zelenjavi v Sloveniji in EU. Za vas smo v članku zapisali do sedaj znane tehnološke ukrepe za zmanjšanje tveganj glede kadmija kot onesnaževala v zelenjavi.

Raziskave so pokazale, da tla v Sloveniji večinoma niso močno onesnažena s težkimi kovinami in z ostanki sredstev za varstvo rastlin. Za celotno Evropo je žal ocenjeno, da je več kot 340.000 območij tako močno onesnaženih s težkimi kovinami, da potrebujejo sanacijo. Izvor emisij je lahko zelo širok: iz industrije, iz mest, iz prometa in iz kmetijstva. Znano je, da je prisotnost onesnažil v pridelavi odvisna predvsem od načina in mesta pridelave, uporabljenih gnojil in sredstev za varstvo rastlin, industrijske infrastrukture, prometa in komunalnih in kmetijskih odpadkov.

Slika v prikazuje onesnaženost tal v Sloveniji v letih 1999-2019 z vsaj enim anorganskim onesnaževalom (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Hg, Mo, Ni).



vir: <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/onesnazevala-v-tleh>

Po podatkih ARSO so območja **kmetijskih zemljišč v Sloveniji z anorganskimi onesnaževali v 2 % onesnažena med opozorilno in kritično vrednostjo, v 11 % med mejno in opozorilno vrednostjo in v 87 % pod mejno vrednostjo.**

Graf onesnaženosti tal območja kmetijskih zemljišč (v SLO) za anorganska onesnaževala



vir: <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/onesnazevala-v-tleh>

S težkimi kovinami so najbolj onesnažena območja Jesenic, Idrije, Celjske kotline in Zgornje Mežiške doline. Med najbolj toksične elemente iz te skupine so uvrščeni svinec, kadmij, živo srebro in arzen. Stanje se je zaradi lanskoletnih poplav zagotovo nekoliko spremenilo.

Ostanki težkih kovin v živilu so kot pri sredstvih za varstvo rastlin določeni z ostankom onesnažila v miligramih na kilogram živila in so določena z mejnimi vrednostmi. Mejne vrednosti v tleh so določene za 10 nevarnih težkih kovin: kadmij-Cd, baker-Cu, nikelj-Ni, svinec-Pb, cink-Zn, krom-Cr, živo srebro-Hg, kobalt-Co, molibden-Mo in arzen-As v mg na kilogram tal. Kadmij je težka kovina, ki je zelo razširjena. Naravno je prisoten v tleh, vodi in zraku. V tleh se pojavlja tudi kot posledica preperevanja matične kamninske osnove. Naravno se pojavlja z depoziti fosforja in cinka, vendar za razliko od njiju nima bistvene vloge za življenje. Kadmij izhaja tudi iz človekovega delovanja: pridobivanja elektrike, emisije iz fosilnih goriv in industrijskih procesov kot protikorozijske prevleke jekla, pri proizvodnji pigmentov in vse pogosteje pri izdelavi solarnih panelov. V 20. stoletju so bile emisije kadmija zelo velike. Njegove emisije so se začele zmanjševati v 90. letih prejšnjega stoletja predvsem zaradi postopnega opuščanja nikelj kadmijevih baterij.

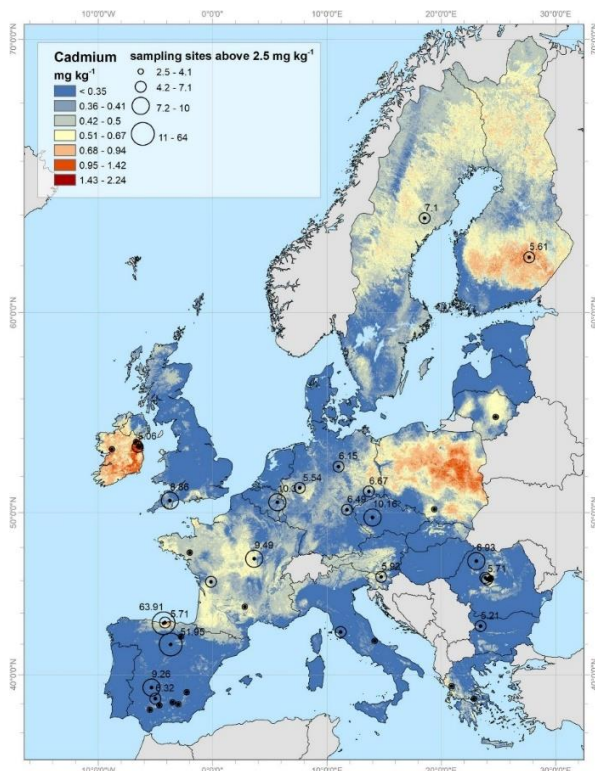
S kmetijskega vidika ga obravnavamo kot težko kovino, ki se nahaja v pridelovalni plasti tal. V tleh v Sloveniji ga je nekoliko več v matični osnovi tal kot povprečno v EU 27. Vrednosti za kadmija se v zgornji plasti tal v Sloveniji gibljejo v povprečju nad 24 mg/kg tal. Koncentracije kadmija so v kmetijskih tleh povezane tudi zračnih emisij industrije v zrak in zaradi uporabe fosfornih gnojil. V tujini se presežki kadmija v hrani pojavljajo tudi zaradi uporabe blata iz čistilnih naprav. Glavni vnos kadmija v kmetijska tla v EU je po raziskavah intenzivno gnojenje, glavni izhod pa izpiranje.

Za zmanjšanje antropogenih vnosov v kmetijska tla je potrebno nadzorovati fosforna gnojila in tudi prehranske dodatke za živali. Fosfate se namreč uporablja kot dodatek k živalski krmi. Kadmij, ki se nahaja v fosfatnih gnojilih in fosfatih za prehrano živali, večinoma izvira iz fosfatnih kamenin severne Afrike in držav zahodne Sahare, ki imajo lahko visoko vsebnost kadmija. Vsebujejo ga od 5 do 150 mg/kg P₂O₅. Prisotnost kadmija v gnojili je v EU regulirana in se lahko giblje od 20 do 60 mg Cd/kg P₂O₅. Posamezne države imajo to področje strožje urejeno (Avstrija, Češka, Finska in Švedska). Težava je tudi ta, da ni ugotovljene močne korelacije med količino fosforja in kadmija v tleh. S koncentracijo fosforja v tleh, ne moremo napovedovati onesnaženosti s kadmijem. Žal je količina razpoložljivega kadmija za rastline odvisna od mnogo dejavnikov:

- od lastnosti tal npr. vsebnosti peska in gline, kar vpliva na izpiranje ali absorpcijo,
- od pH tal, ki vpliva na mobilnost kovinskih ionov,
- od deleža organskega ogljika v tleh, ki tudi vpliva na izpiranje in absorpcijo ter mobilnost kovinskih ionov,
- od topografije, s katero je posledično povezana erozija tal in preperevanje matične osnove,
- in od podnebja.

Koncentracije kadmija se zelo razlikujejo glede na geografsko območje in je rezultat različnih, lahko vsote vseh zgoraj naštetih vplivov.

Slika zadnjih podatkov o kadmiju v zgornji plasti tal povzeta po e-viru: Science of The Total Environment, Volume 912, 20. februar 2024 kaže razmeroma majhno koncentracijo tega elementa v zgornji plasti tal držav članic EU z nekaterimi izjemami, ki so označena s črnimi krogi, ki so lahko posledica preteklih industrijskih emisij, odlaganja odpadkov, rudarskih dejavnosti ali pretirane ali neustrezne rabe gnojil in sredstev za varstvo rastlin.



vir: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723073382>

Človek je kadmiju izpostavljen preko zraka, pitne vode in hrane. Izpostavljenost preko zraka je večja na industrijskih območjih in pri kadilcih, saj presežek kadmija v krvi običajno analizirajo pri kadilcih.

vir: [Izpostavljenost kadmiju pri odraslih po vsej Evropi: rezultati raziskave HBM4EU Aligned Studies 2014–2020 - ScienceDirect](#)

Povečana koncentracija v pitni vodi so običajno posledica onesnaženih vodnih virov ali uporaba neustreznih materialov, ki prihajajo v stik s pitno vodo. Posledica onesnaženosti hrane je posledica onesnaženih tal. V EU so glavni prehranski viri kadmija žita, zrnje oljnic, morski sadeži, gobe, čokolada, zelenjava, oreški, stročnice in živalska drobovina.

Mejne vrednosti kadmija v kilogramu živil so določene po Uredbi komisije (EU) 2023/915 z dne 25. april 2023. V tabeli je nekaj primerov iz uredbe, predvsem za zelenjavo. V spodnjem delu tabele je tudi nekaj živil, ki so lahko najbolj onesnažena s kadmijem.

| Vrsta živila | Mejne vrednosti mg Cd/kg živila |
|-----------------------------|------------------------------------|
| korenovke in gomoljnice | 0,10 |
| rdeča pesa | 0,06 |
| gomoljna zelena | 0,15 |
| hren, pastinak | 0,20 |
| redkev | 0,02 |
| čebulnice | 0,03 |
| česen | 0,05 |
| plodovke | 0,02 |
| jajčevci | 0,03 |
| kapusnice | 0,04 |
| listnata zelenjava (solata) | 0,10 |
| špinača in zelišča | 0,20 |
| por | 0,04 |

| Vrsta hrane | Mejne vrednosti mg Cd/kg živila |
|--|------------------------------------|
| stročnice | 0,04 |
| gozdne gobe | 0,50 |
| laneno in sončnično seme | 0,50 |
| školjke | 1,0 |
| čokolada > 50 % kakavovih delom | 0,80 |
| sol | 0,50 |
| ledvica goveda, ovc, prašičev, perutnine in konj | 1,0 |

Kadmij je naravno prisotna težka kovina, a v prekomernih količinah toksična, zato moramo biti pozorni na pridelano kakovost zelenjave in dobro kmetijsko prakso v pridelavi. V tleh je kadmij vključen v številne procese, zato zlahka prehaja v rastline in nato v celotno prehranjevalno verigo. Ker se akumulira v rastlinah, lahko škodi tudi njihovem razvoju. Na absorpcijo kadmija v rastlino vplivajo predvsem lastnosti tal, količina kadmija v tleh, vrsta gojene rastline in mikroorganizmi v tleh, ki lahko v svoj metabolizem kadmij vgradijo in ga zadržijo v tleh. **Pomembne lastnosti tal, ki vplivajo na absorpcijo kadmija so pH, delež organske snovi, delež gline in prisotnost drugih kovin v tleh. Na splošno kislila tla z malo organske snovi in veliko vsebnostjo glin vplivajo na večje vsrkavanje kadmija iz tal.** Rastline, ki ga dobro absorbirajo kot so oljna ogrščica, oljna repica in konoplja uporabljamo tudi za fitoremediacijo tal. To so rastline, ki lahko absorbirajo kadmij v liste, stebela, korenine in gomolje ter v manjši meri v semena, zrna in plodove. Koncentracije kadmija so običajno višje v listih kot v drugih delih rastline, vendar se absorpcija razlikuje glede na rastlinsko vrsto in njeno pridelovalno okolje.

Tabela skupine občutljivosti rastlin glede na sprejem težkih kovin iz tal

| skupina občutljivosti | zelo majhen sprejem težkih kovin | manjši sprejem težkih kovin | srednji sprejem težkih kovin | velik sprejem težkih kovin |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| pridelovana rastlina | grah | zelje | redkvice | špinača |
| | fižol | brstični ohrovt | čebula | solata |
| | kumare | zelena | ohrovt | endivja |
| | paradižnik | cvetača | rdeča pesa | kreša |
| | jajčevce | jagode | krompir | korenje |
| | paprika | jagodičevje | | repa |
| | bučke | | | artičoka |
| | sadno drevje | | | |

Vir: Preglednica 1: Razvrstitev užitnih delov rastlin glede akumulacije težkih kovin v 4 skupine (Kloke in sod., 1984) iz predavanja UVHVVR kmetijskim svetovalcem 13.12.2023

Poleg fosfatnih gnojil je pogost vir onesnaženja tal v EU27 onesnažen zrak, blato iz čistilnih naprav in kompostirana organska gnojila.

Kako preprečimo sprejem kadmija v pridelavi zelenjave:

- 1) Količine uporabljenih fosforjevih gnojil dodajamo le toliko kot jih rastlina potrebuje za pričakovani pridelek (na podlagi analize tal in gnojilnega načrta).
- 2) Uporabljajmo fosforjeva gnojila z nizko vsebnostjo kadmija (označena z ES in v deklaraciji razvidnimi podatki o vsebnosti kadmija). Dovoljena vsebnost je 20 do 60 mg kadmija/kg P₂O₅.

- 3) Pri rabi organskih gnojil se prepričajmo, da ne vsebujejo kadmija in drugih težkih kovin (razvidno iz deklaracije). Kadmij lahko vsebujejo tudi organska gnojila in komposti. Žal nimamo enotnega standarda za njihovo kakovost in varnost organskih gnojil, saj kupljena in domača lahko vsebujejo ostanke težkih kovin, ki izvirajo iz živalskih izločkov, rastlinskih ostankov, kompostov, mulja ali drugih organskih snovi.
- 4) Zmanjševanje dodajanja gnojil v obliki kalijevega klorida v tla, ki je za zelenjavo manj primeren. Povišane koncentracije klorida v tleh povečajo tudi razpoložljivost kadmija v tleh za rastline.
- 5) V primeru pridelave na tleh, kjer naravna matična podlaga vsebuje več kadmija se odločajmo za pridelavo zelenjave: grah, fižol, kumare, paradižnik, jajčevci, paprika, bučke,... z nizkim tveganjem iz zgoraj zapisane tabele.
- 6) Redno apnenje in skrb za zmerno kislost tal (pH nad 6,0) vpliva, da rastline zmanjšajo sprejem kadmija.
- 7) Povečevanje in ohranjanje zadostne vsebnosti organske snovi oz. humusa v tleh (vsaj 4%) zmanjšuje sprejem kadmija v rastline in s tem tudi možnost kontaminacije zelenjave s kadmijem.
- 8) Skrb za preprečevanje zbitosti tal, povečevanje količin zraka na območju korenin in boljše strukturnost tal imajo vpliv na sprejem kadmija v rastline. V bolj težkih in glinenih tleh z nizko vsebnostjo humusa je možnost za kontaminacijo rastlin s kadmijem večja.

Povzamemo lahko, da utrujena in zakisana tla z malo organske snovi in veliko vsebnostjo glin pomenijo večjo nevarnost, da rastline vsrkajo več kadmija iz tal.

Pozitivni premiki so narejeni na področju žlahtnjenja vrtnin, kjer so identificirali nizko občutljive kadmijeve linije, kar je lahko pomembno orodje v prihodnosti za omejevanje izpostavljenosti kadmiju pri varnem uživanju zelenjave.

Menimo, da je potrebno potrošnike bolj točno seznanjati in jih informirati tudi s pozitivnimi rezultati analiz inšpektorjev, saj v nasprotnem primeru preveč podvomijo v varnost pridelkov in živil ter zato celo opustijo zdravo prehrano, kamor sveža zelenjava gotovo sodi. Problematika nevarnih snovi v sveži zelenjavi potrebuje širši pogled, vsaj v primerjavi z ostalo hrano in tudi širše v primerjavi z zelenjavo in hrano iz tujih trgov, na način, da je slovenski potrošnik dejansko seznanjen z dejavniki tveganja v svoji prehrani. Prav tako bi bilo potrebno raziskati dejavnike, ki vplivajo na presežke težkih kovin v nekaterih občutljivih zelenjadnicah in drugih rastlinskih pridelkih na točkovno zaznanih lokacijah inšpekcijskih pregledov, ki so na prvi pogled nerazumljive.

Viri:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723073382>

http://agromet.mkgp.gov.si/Publikacije/raziskave_onesnazenosti_tal.pdf

[Izpostavljenost kadmiju pri odraslih po vsej Evropi: rezultati raziskave HBM4EU Aligned Studies 2014–2020 - ScienceDirect](#)

<https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/onesnazevala-v-tleh>