



Kmetijski inštitut Slovenije v partnerstvu s:
Agricultural Institute of Slovenia



VIRI KADMIJA ZA RASTLINE IN MOŽNOSTI ZA ZMANJŠANJE SPREJEMA V RASTLINE

Natalija Pelko

VSEBINA

- **Kadmij je težka kovina**
- **Dejavniki, ki vplivajo na prisotnost kadmija v rastlinskem tkivu**
- **Možnosti za zmanjšanje sprejema kadmija v rastline**

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, nahaja v depozitih fosforja in cinka**, vendar 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 pogostejše pri izdelavi solarnih panelov,
- v 20. stoletju so bile emisije kadmija zelo velike, začele so se zmanjševati v 90. letih prejšnjega stoletja predvsem zaradi postopnega opuščanja nikelj kadmijevih baterij.

Mehanizem privzema kadmija v rastline raziskujejo številne inštitucije po svetu, saj gre za eno najbolj problematičnih kovin v prehranski verigi. Kadmij je za rastline neesencialno hranilo, ki pa je podobno nekaterim esencilnim hranilom.

DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA PRISOTNOST KADMIJA V RASTLINSKEM TKIVU

Količina kadmija, ki ga rastline privzemajo in pride kot hrana na naš krožnik ni naključna. Odvisna je od kombinacije dejavnikov, ki so odvisne od:

- **Onesnaženosti tal s kadmijem,**
- **lastnosti tal,** ki vplivajo na dostopnost Cd v talni raztopini,
- **okoljski dejavniki,** ki povečujejo tveganje za povečano vsebnost Cd v pridelkih,
- **vrsta zelenjave,** ki jo pridelujemo,
- **fizioloških mehanizmov,** ki vplivajo na privzemanje kadmija v rastline,
- in izvajane **kmetijske prakse.**

Dejavnik št. 1: ONESNAŽENOSTI TAL S KADMIJEM

- **Je naravna prisotnost kadmija ali izvor preteklih dejavnosti in onesnaženja tal.** Glede na podatke, ki so zbrani v SLO je možno kartiranje območij, ki so neprimerna za pridelavo določenih vrst rastlin zaradi naravne prisotnosti kadmija ali preteklega onesnaženja,
- **vnašanje onesnaženih gnojil:** mineralna gnojila, organska gnojila, digestati (kmetije), komposti, vnašanje pepela (samooskrbni vrtovi)
- **namakanje z onesnaženo vodo ali uporaba odpadnih vod,**
- **atmosferski depozit,** emisije iz metalurgije, termoelektren, sežigalnic, ...prašni delci, ki jih prinese in se usedajo na rastline.

Dejavnik št. 2: LASTNOSTI TAL, KI VPLIVAJO NA LAŽJO DOSTOPNOST KADMIJA RASTLINAM

- **kislost tal**, $\text{pH} < 5,5$ – kislila tla omogočajo večjo mobilnost kovin in tudi TK se lažje sprostijo v talno raztopino in postanejo dostopne koreninam. (fiziološki razlogi za privzemanje kadmija)
- tekstura tal oz. **vsebnost gline**. **Gline imajo negativno nabito površino in povečana vsebnost gline praviloma zmanjšuje biološko dostopnost kadmija, poveča se vezava na glinene delce → zmanjša se koncentracija Cd^{2+} v talni raztopini.** (v peščenih tleh je Cd bolj mobilan)
- **vsebnost organske** snovi zmanjšuje dostopnost Cd,
- glina in organska snov močno vežejo TK - jih imobilizirajo in zmanjšajo njihovo dostopnost v talni raztopini rastlinam,
- **vsebnost fosforja v tleh**, pripomore k zadrževanju nekaterih oblik TK v tleh.

MEHANIZEM VPLIVA FOSFORJA NA KADMIJ V TLEH

- Dodajanje Cd s fosforjevimi gnojili, organskimi gnojili in digestatom iz odprtega krogotoka...
 - Fosfatna gnojila so eden glavnih antropogenih virov kadmija.
 - Dolgotrajna uporaba povečuje celokupno vsebnost Cd v tleh.

- Vpliv fosforja na topnost in mobilnost kadmija

Fosfatni ioni $(\text{PO}_4)^{3-}$ v tleh reagirajo s Cd^{2+} in tvorijo netopne kadmijeve fosfate $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2$, kar znižuje koncentracijo Cd v talni raztopni. Učinek je večji pri višjem pH.

- Konkurenčna adsorpcija na površini tal
 - Fosfat se veže na okside železa in aluminija v tleh, kar pogosto vpliva na vezavo Cd, ki je manj dostopen za rastline.

Dejavnik št. 3: OKOLJSKI DEJAVNIKI, KI POVEČUJEJO TVEGANJE ZA POVEČANO VSEBNOST CD V PRIDELKIH

- Padavine in namakanje:
 - veliko padavin ali intenzivno namakanje lahko izpodriva Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} in Cd^{2+} lahko postane bolj mobilen
 - anaerobni pogoji povzročijo vezavo Cd z žveplom, nastane netopni kadmijev –sulfit, kar zmanjša dostopnost kadmija
 - ob suši koncentracija Cd ionov naraste, a ga rastline težje privzemajo zaradi omejenega toka vode, vendar se ob prvem naliwu Cd hitro sprošča...
 - Kisel dež, slanost Na^+ in Cl^- vplivata na večjo mobilnost Cd^{2+}
- Mikrobiološka aktivnost: je večja pri višji temperaturi, mineralizacija je večja, več je lahko tudi sprostitve kadmija v vodni raztopini.

Dejavnik št. 4: VRSTE IN SORTE ZELENJAVE

Vrste rastlin niso enako sposobne za odvzem TK iz tal.

TK se različno razporejajo po rastlinskih delih, **več v koreninah, v korenih in listih manj plodovih ali semenih.**

Razlike tudi med sortami.

Značilne razlike med sortami.

Garpek – v vseh vzorcih presežena mejna vrednost

Messidor – najnižje vsebnosti

Skupine vrtnin glede na sprejem TK iz tal

Vrtnine	1. skupina Zelo majhen sprejem	2. skupina Manjši sprejem	3. skupina Srednji sprejem	4. skupina Velik sprejem
	- grah, fižol, leča, čičerika - kumare - paradižnik, jajčevci, paprika, feferoni - kumare, bučke, buče, melone, lubenice - sadno drevje: jablana, hruška, nešplja, kutina, naši - oreh, lešnik, kostanj, vinska trta	- zelje, brstični ohrovt, kitajsko zelje, brokoli, cvetača, koleraba, kolerabica, redkev, zelena - jagode - jagodičje (ribez, robide, maline, borovnice, aronija, kosmulja)	- redkvice - čebula, česen, por, drobnjak, šalotka - ohrovt - korenček, pastinak, peteršilj, zelena, redkvice, sladki koromač - pesa, - krompir	- solata - radič - endivija, cikorija - motovilec - blitva - špinača - kreša - korenje - repa - artičoka - regrat

https://www.kis.si/Raziskave_in_projekti/MOCvrt#Tehnike%20in%20ukrepi%20za%20varno%20pridelavo%20vrtnin

Dejavnik št. 5: FIZIOLOŠKI MEHANIZMI, KI VPLIVAJO NA PRIVZEMANJE KADMIJA

- Kadmij je po kemijskih lastnostih zelo podoben hranilom, ki jih rastline nujno potrebujejo = Zn^{2+} , Fe^{2+} in Ca^{2+} .
- Cd^{2+} se po velikosti in naboju pretvarja za Fe^{2+} ali Zn^{2+} . Na kislih tleh pogosto primanjkuje železa in cinka, kar povzroči, da rastlina namesto potrebnih mikrohranil sprejema kadmij.
- Kadmij lahko v korenino vstopa tudi preko kalcijevih kanalov.
- Celična stena in listne ploskve imajo veliko negativno nabitih mest v celičnih stenah, kar omogoča prehod kadmija do ksilema. Hitra rast listnih vrtnin in visok pretok vode prinese več kadmija v nadzemne dele. Kadmij se rad veže na organske kisline in se z vodo premika v liste.....

Slabša sekvestracija v koreninah pri občutljivi listni zelenjavi in boljša pri občutljivih korenovkah in gomoljnicah.

GLAVNI DEJANIKI TVEGANJA

1. Kisla tal povečujejo topnost kadmija.
2. Nizka založenost tal z organsko snovjo poveča dostopnost kadmija.
3. Peščena tla povečajo dostopnost kadmija.
4. Nizka založenost tal z cinkom in železom povzroči privzemanje kadmija.
5. Listna zelenjava je bolj občutljiva zaradi toka vode po ksilemu.

KAKO ZMANJŠATI TVEGANJE

1. Pridelava na neonesnaženih tleh, stran od cest in industrijskih obratov.
2. Znižanje dostopnosti kadmija v tleh z dodajanjem kalcija, biooglja, zeolita in silikatov zmanjša dostopnost kadmija v hranilni raztopini.
3. Vzdrževanje pH nad 6,5.
4. Uporaba gnojil z nizko vsebnostjo kadmija.
5. Povečevanja gline in organske snovi v tleh poveča vezava kadmija, kar zmanjša njegovo mobilnost.
6. Vzdrževanje ustrezne količine cinka in železa v tleh za potrebe prehrane rastlin zmanjša privzem kadmija v rastline.
7. Izbira kultur, ki ne akumulirajo težkih kovin, kjer se pojavljajo presežne vrednosti
8. Izbor vrst zelenjave in izbor sort.
9. Selekcija rastlinskih sort in genska manipulacija, ki omogoča boljšo sposobnost blokiranja Cd v koreninah.
10. Foliarno nanašanje salicilatov, silicija in melatonina za znižanje količino Cd v listih.
11. Redno testiranje tal in pridelkov.

SPOROČILO PRIDELOVALCEM

1. **Največja tveganje so pri listni zelenjavi, česnu, korenju in krompirju.**
2. **Nujno je izvajanje analize tal in apnenje tal, da je pH tal nad 6,5.**
3. **Priporočamo gnojenje na podlagi analize tal in vzdrževanje oziroma dvigovanje organske snovi v tleh nad 4 %.**
4. **Preverjanje kakovosti gnojil in vsebnosti kadmija v gnojilih.**
5. **Na rizičnih tleh se naj pridelovalec raje odloči za pridelavo plodovk.**

Hvala za pozornost.