



Český
modrý mák z.s.

19. MAKOVÝ OBČASNÍK

Mák v roce 2020



Únor 2020

Sborník referátů
ČZU v Praze

Občasník je vydán při příležitosti seminářů **MÁK v ROCE 2020** konaných:

10. 2. 2020, Libčany, okr. Hradec Králové

11. 2. 2020, Vsisko, okres Olomouc

12. 2. 2020, Větrný Jeníkov, okr. Jihlava

13. 2. 2020, Červený Újezd, okr. Praha – západ

pořádaných spolkem Český modrý mák z.s. a Českou zemědělskou univerzitou v Praze



Český modrý mák z.s.
Hájecká 215
273 51 Červený Újezd
<http://www.ceskymodrymak.cz>
info@ceskymodrymak.cz

Odborní garanti: Ing. Pavel Cihlář, Ph.D.
Ing. Vlastimil Mikšík, Ph.D.
Mgr. Stanislava Koprdoová, Ph.D.

Do tisku připravil: Ing. Vlastimil Mikšík, Ph.D.

© Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
www.af.czu.cz
165 00 Praha 6 - Suchdol
tel. 737 185 733
e-mail: MIKSIK@AF.CZU.CZ



ISBN 978-80-213-3004-7

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PŘÍJEM KADMIA MÁKEM

Jindřich ČERNÝ, Martin KULHÁNEK, Ondřej SEDLÁŘ, Jiří BALÍK

Česká zemědělská univerzita v Praze

Úvod

Mezi rizika spojená s pěstováním máku nepatří pouze environmentální problémy o kterých se můžete více dočíst v jednotlivých příspěvcích tohoto sborníku (např. sucho, vysoké teploty, půdní vlastnosti, choroby apod.). Velkým problémem se stává i přítomnost sledovaného rizikového prvku v semenech máku – kadmia.

Tento prvek má svá specifika z hlediska výskytu v půdě, mobility, přístupnosti pro rostliny a translokace v jednotlivých orgánech rostlin. Přestože mnoho publikací se problematikou kadmia zabývá, údajů souvisejících přímo s potravinářským mákem mnoho není. V tomto

příspěvku sumarizujeme některé hlavní poznatky.

Kadmium se přirozeně vyskytuje v celé zemské kůře i v dalších složkách životního prostředí, tj. v půdách, vodách, horninách, rostlinách. Kadmium je součástí zejména vyvřelých a sedimentárních hornin, které postupně zvětrávají a tímto se Cd stává součástí půdy. Větší význam, než přirozená kontaminace, má však antropogenní znečištění půd. Mezi významné zdroje znečištění patří především atmosferická depozice. Emise kadmia do prostředí způsobená člověkem je přibližně 8x vyšší než emise přirozená.

Antropogenní znečištění kadmiumem

Kontaminace životního prostředí kadmiumem je vyvolána jeho rostoucím použitím v průmyslu, především ve slévárnách kovů a průmyslu barviv. Kadmium je díky své vlastnosti chránit železo před korozí používáno při výrobě plechů, zejména v automobilovém průmyslu nebo pro galvanické pokovování. Dále se využívá při výrobě Ni–Cd baterií, slouží jako stabilizátor některých termoplastů (např. PVC). Ke kontaminaci atmosféry kadmiumem dochází při spalování fosilních paliv, topných olejů apod. Kadmium je proto typickým kontaminantem v Moravskoslezském kraji, zejména okolí Ostravy, v průmyslových oblastech severních a severozápadních Čech, Kladna, Slaného, Příbrami apod. Kadmium se také využívá ve sklářském průmyslu, a tak vysokými emisemi kadmia pocházejícími ze sklářských provozů byly zatížené oblasti v Libereckém kraji. Mezi hlavní

zdroje kadmia v atmosféře patří také automobilová doprava. Některé publikace uvádějí, že kadmium se v půdě kumuluje nejvíce ve vrchní (orniční) vrstvě, s přibývajícím hloubkou jeho koncentrace klesá. Je nezbytné však doplnit, že kadmium migruje velmi snadno půdním profilem, v porovnání s jinými kovy. Z těžkých kovů se kadmium považuje za nejpohyblivější, bez ohledu na typ a druh půdy, a to i z důvodu že je slabě poutáno na povrchu půdních částic. Proto k výrazně zatíženým oblastem náleží také terasy říčních niv, zejména v kontaminovaných oblastech.

Tyto údaje mohou pěstitelům máku pomoci s rozhodováním, na které pozemky raději mák nevysévat, ale přesné údaje obsahu Cd v půdě určí pouze půdní rozbor.

Obsah kadmia v půdě

Obsahy kadmia v zemědělských půdách se pohybují v desetinách mg/kg, na kontaminovaných půdách v jednotkách mg/kg – viz dále. Z pohledu hodnocení je však důležité rozlišovat metodu stanovení. Nejčastěji se využívá stanovení v extraktu Lučavky královské, nebo roztoku kyseliny dusičné (2 mol/L). Tyto metody umožňují

stanovit „celkové“ obsahy Cd v půdě. Z pohledu potenciální přístupnosti pro rostliny jsou pak využívány i další extrakční postupy, které stanovují tzv. mobilní a výměnné formy Cd. Obecně však platí, že mezi „celkovým“ obsahem Cd v půdě a obsahem přístupných forem je poměrně úzký vztah.

Kadmium se v půdách vyskytuje v několika formách (z pohledu mobility a přístupnosti pro rostliny): vodorozpustné, organicky vázané, okludované s oxidy Fe a Mn, výměnné, chemicky vázané ve formě sloučenin (fosforečnany, uhličitan, sulfidy) a vázané ve struktuře silikátů (tzv. reziduální frakce).

Převládající forma kadmia v půdním roztoku může rozhodovat o jeho mobilitě a dostupnosti pro rostliny. Množství dostupného kadmia v půdě tak závisí na vlastnostech konkrétní zeminy. Ve výměnné frakci, která se váže na oxidy, a rezidu-

ální frakci, se nachází zpravidla nejvyšší koncentrace kadmia.

V České republice je sledován obsah Cd v několika studiích. Například Ústřední kontrolní zkušeni ústav zemědělský (ÚKZÚZ) provádí hodnocení v rámci Bazálního monitoringu půd, kdy je sledován výskyt cizorodých látek a kontaminantů v půdě na stálých monitorovacích plochách stálými postupy. Systém byl založen již v roce 1992. V posledním sledovaném cyklu byl na orných půdách zjištěn průměrný obsah Cd 0,27 mg/kg s rozpětím hodnot 0,20-0,94 mg/kg.

Příjem kadmia rostlinami

Rostliny přijímají převážnou část kadmia kořeny. Na půdách s vyšší koncentrací kadmia se příjem zvyšuje. Mnoho publikací i sledovaných rostlin uvádí úměrný vztah mezi obsahem kadmia v půdě a jeho obsahem v rostlině. U sledovaných rostlin je často popisováno, že kadmium zůstává nejvíce kumulováno v kořenech. Jsou však také studovány transportní mechanismy (např. komplexy s ligandy fytochelatinů nebo organických kyselin), které umožňují transport kadmia do nadzemních částí rostlin. Právě kadmium má ve srovnání s jinými toxickými kovy nebo metaloidy (např. arsenem) vyšší sklon hromadit se i v jiných pletivech, než jsou kořeny. U jiných plodin (např. obilniny) je však obvykle nejvíce kadmia obsaženo v kořenech, v nadzemních orgánech pak ve stoncích > starších listech > mladších listech > plodech > semenech. To ale zcela neplatí u máku, kde byl v několika studiích zjištěn vyšší obsah v semenech, než v makovině.

Přestože by se o příjmu a transportu kadmia dalo popsat několik stránek, podrobněji se této problematice věnovat nebudeme. Z pohledu máku však upozorníme, že příjem Cd mohou zvyšovat také látky, které se obecně při pěstování máku

používají ke stabilizaci, nebo zvýšení výnosu. Mezi ně patří například zinek. Předpokládá se, že k příjmu kadmia dochází spolu s transportem jiného prvku, a to především zinku, který je „chemickým analogem“ kadmia a rostlina je transportuje obdobnými mechanismy. Popisovány jsou především dva způsoby vstupu kadmia do rostlin. První je přes iontové transportéry v plasmatické membráně a druhý způsob je založen na průniku difúzními kanály.

Mezi další látky, které mohou podpořit příjem kadmia patří humáty, kořenové exudáty nebo některé mikroorganismy v rhizosféře. Příjem kadmia je však ovlivněn celou řadou dalších faktorů, mezi které patří například minerální složení půdy (obsah jílových minerálů, oxidů železa a hliníku, uhličitánů apod.), množství a kvalita organické hmoty, pH, vodní režim, oxidační podmínky a redoxní potenciál. Na příjem má vliv také průběh počasí, zejména vyšší teplota může způsobovat zvýšení příjmu Cd.

Přestože je kadmium přijímáno převážně kořeny, existuje také možnost příjmu z atmosféry přes listy.

Možnosti snížení příjmu kadmia mákem

- Velký vliv na příjem Cd má půdní reakce. Jak již bylo uvedeno v jiném příspěvku, optimální pH půd pro pěstování máku je kolem 6,5. Při této hodnotě pH se snižuje příjem Cd, oproti půdám mírně kyselým, nebo dokonce kyselým. Vliv na snížení mobility Cd má také přímé vápnění.
- Vysoký příjem a akumulaci Cd v rostlinách máku ovlivňuje také nízký obsah humusu v půdě a nedostatek organických hnojiv (hno-

je, kompostu). Hnojení těmito hnojivy zvyšuje sorpci Cd a snižuje jeho příjem rostlinami. Aplikace hnoje a kompostů má přitom dlouhodobý pozitivní účinek na nižší příjem Cd rostlinami. V případě kompostů je však potřeba upřesnit, že předpokládáme použití zemědělských kompostů, nikoliv průmyslových, kde byly například použity čistírenské kaly.

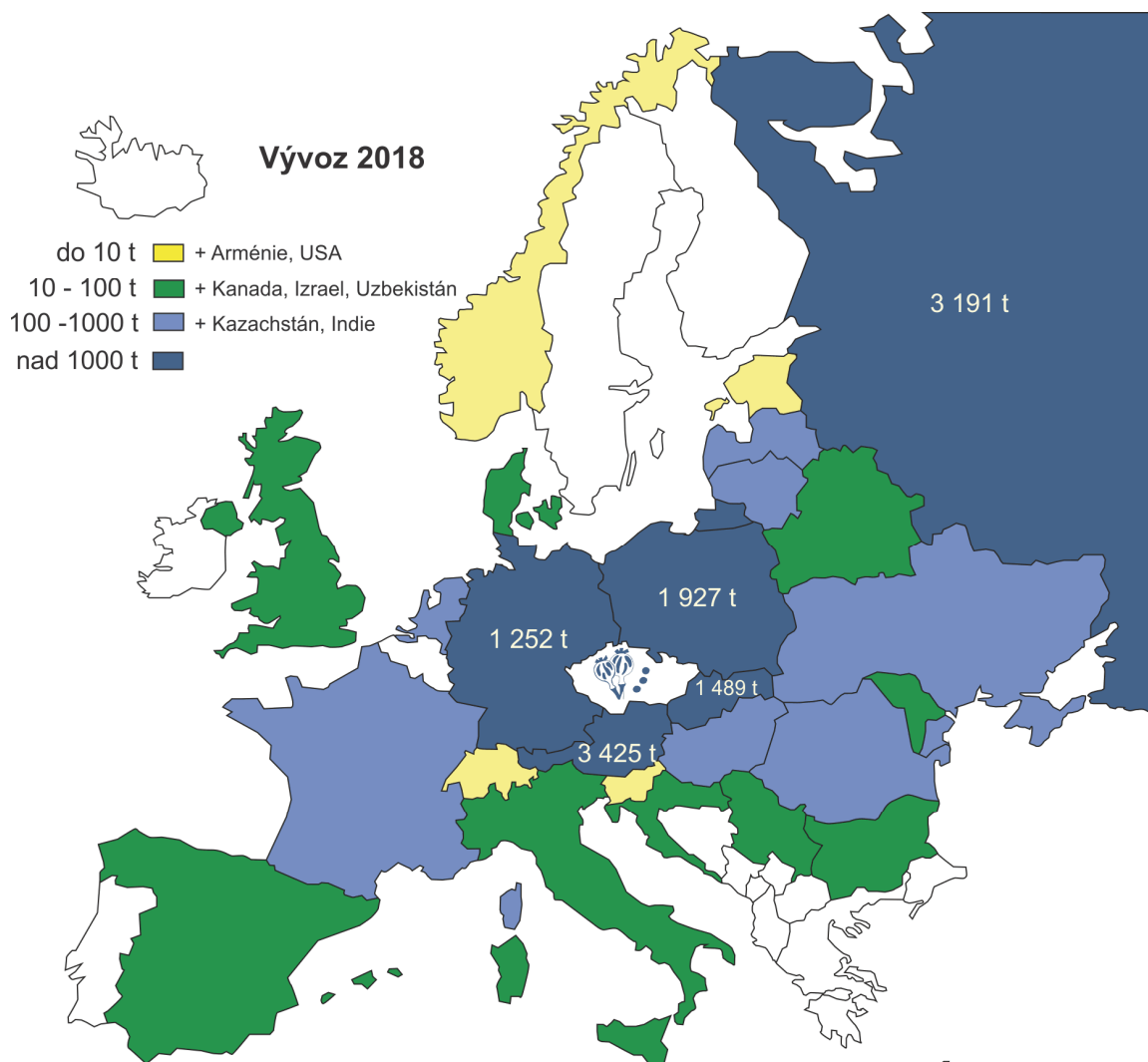
- Ke snížení příjmu kadmia mohou přispět také hnojiva s jílovými minerály (např. bentonitem, zeolitem apod.).
- Některé publikace se oprávněně obávají pří-
sunu Cd ve fosforečných hnojivech a doporu-
čují například aplikovat tato hnojiva již
k předplodině. S ohledem na poznatky o cho-
vání fosforu v půdě (malé mobility a silné
sorpci na minerální podíl půdy), a nárokům
máku na fosfor však tento postup nedoporuču-
jeme. Zárukou by měl být výběr hnojiva od
„ověřeného“ dodavatele, případně stanovení
obsahu Cd ve hnojivu. Přímé hnojení fosfo-
rem k máku (např. před výsevem) působí pří-
znivě.
- Hlavním faktorem při posuzování rizika a
eliminaci příjmu Cd je výběr vhodných lokalit
a pozemků. V blízkosti průmyslových oblastí,
kde je větší znečištění ovzduší, je obsah Cd
v půdě vyšší. Kontaminace půdy a „ovzduší“
zvyšují riziko akumulace tohoto prvku
v semeni máku.

Použitá literatura je k dispozici u autorů

Kontaktní adresa

Ing. Jindřich Černý, Ph.D.; Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, FAPPZ, Česká zemědělská
univerzita v Praze, e-mail: cernyj@af.czu.cz

Poděkování: Tento příspěvek byl připraven s využitím poznatků získaných při řešení Specifického výzkumu
„S projekt“ MŠMT ČR - GA FAPPZ č. SV19-03-21140.



Vývoz máku ze sklizně 2018 (od září 2018 do srpna 2019). Dle ČSÚ a ČMM.

19. MAKOVÝ OBČASNÍK

Mák v roce 2020

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze

Autor: kolektiv autorů

Druh publikace: Sborník referátů

Tisk: tiskárna TIGRAS, s.r.o., Hlavní 21, Klíčany, 250 69 Vodochody

Náklad: 420 ks

Počet stran: 120

Rok vydání: 2020

Určeno: účastníkům semináře

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou

ISBN 978-80-213-3004-7