



Český  
modrý mák z.s.

---

# 18. MAKOVÝ OBČASNÍK

Mák v roce 2019



Únor 2019

Sborník referátů  
ČZU v Praze

Občasník je vydán při příležitosti seminářů **MÁK v ROCE 2019** konaných:

**11. 2. 2019, Libčany**, okr. Hradec Králové

**12. 2. 2019, Vsisko**, okres Olomouc

**13. 2. 2019, Větrný Jeníkov**, okr. Jihlava

**14. 2. 2019, 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](mailto:info@ceskymodrymak.cz)

*Občasník vznikl za podpory projektů:*

*- MZe NAZV QJ1510014 Snížení rizikovosti pěstování máku,*

*- TAČR TG03010020 Využití stresových testů a stimulace osiva máku jarního a řepky ozimé pro výrazné zlepšení kvality osiva a kompletnosti porostu*

Odborní garanti: Ing. Pavel Cihlář, Ph.D.  
Ing. Vlastimil Mikšík, Ph.D.  
Mgr. Stanislava Koprdová, 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](http://www.af.czu.cz)  
165 21 Praha 6 - Suchdol  
tel. 22438 2535, fax: 22438 2535  
e-mail: [CIHLAR@AF.CZU.CZ](mailto:CIHLAR@AF.CZU.CZ)



**ISBN 978-80-213-2930-0**

# VLIV LOKALITY A VYBRANÝCH HNOJIV NA OBSAH KADMIA V SEMENI MÁKU SETÉHO

Antonín VACULÍK, Jana POSLUŠNÁ  
Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk

Mák má v českém zemědělství tradiční zastoupení, maková semena se používají v potravinářství především jako pochutina. Makovina se pak využívá ve farmakologickém průmyslu, jelikož mák obsahuje žádané alkaloidy pro výrobu léčiv.

Kadmium je mákem dobře přijímáno a v rostlině se šíří akropetálně (směrem vzhůru). Proto je nejvíce kadmia v rostlině máku obsaženo právě v makových semenech. Obsah kadmia v makových semenech ve stopovém množství je téměř pravidlem, proto se jeho koncentrace sleduje. Po vstupu České republiky do EU vstoupila v platnost Nařízení 1881/2006/ES, kde jsou uvedeny limity obsahu kadmia v rostlinné produkci vybraných plodin, jako jsou listová a kořenová zelenina, pěstované houby, sója, brambory a obiloviny, nicméně pro mák tato směrnice maximální přípustný limity neudává. V ČR platí Vyhláška MZe č. 399/2013 Sb., kdy maximální obsah kadmia v máku je stanoven na 0,8 mg.kg<sup>-1</sup>.

Průměrné výsledky obsahu kadmia v makovém semeni z polních pokusů s fungicidy založených v letech 2016 a 2017 jsou vedeny v tabulce č. 1. Nejvíce kadmia ve vzorcích z fungicidních pokusů bylo naměřeno v Šumperku (0,751 mg/kg) v roce 2016 a v Opavě (0,641 mg/kg) v roce 2017. Celkově bylo nejméně kadmia naměřeno u odebraných vzorků z lokality Lešany v roce 2017.

**Tabulka č. 1: Obsah kadmia ve vzorcích máku z polních pokusů s fungicidy, 2016–2017**

Ročník/Lokalita	Průměrný obsah kadmia v máku (mg/kg)			
	Šumperk	Opava	Červený Újezd	Lešany
2016	0,751	0,397	0,401	0,440
2017	0,310	0,641	0,282	0,250

Odběr vzorků z provozních ploch máku byl proveden na celkem 41 lokalitách, kdy majorita vzorků pocházela z Olomouckého anebo Moravskoslezského kraje. Průměrný obsah kadmia ze vzorků z provozních polí dosahoval 0,338 mg/kg. Obsah kadmia ve vzorcích z provozních polí s mákem jsou uvedeny v tab. č. 2. Nejméně kadmia v máku bylo naměřeno u vzorku z Chromče (0,119 mg/kg), nejvíce pak u vzorku z lokality Jakartovice Deštné (0,773 mg/kg).

**Tabulka č. 2: Obsah kadmia ve vzorcích z provozních polí s mákem (mg/kg), 2016–2017**

Lokalita	Cd (mg/kg)	Lokalita	Cd /mg/kg)
Krásné údolí	0,322	Jakartovice Deštné podél cesty	0,658
Kněžves Horesedy	0,433	Komárov	0,227
Mohelnice	0,538	Slavkov u vodojemu	0,309
Šumperk Ceramtec	0,123	Zlatníky na kopci	0,203
Kolšov	0,191	Otice u zelárny	0,256
Mohelnice II (směr Loštice)	0,216	Chvalíkovice u rybníka	0,259
Chromč	0,119	Milostovice alkoholka	0,247
Dolní Studénky	0,242	Chlebičov	0,385
Slavkov směr na Zlatníky	0,623	Tábor	0,280
Milotice nad Opavou	0,411	Dolní Životice západ	0,242
Opava u hranice s Polskem	0,234	Stěbořice u cesty	0,338
Stěbořice směr Nový Dvůr	0,320	Velké Heraltice	0,333
Opava pod sv. Annou	0,256	Vetřkovice	0,386
Hořejší Kunčice	0,371	Jakartovice	0,720
Otice u sopky	0,476	Neplachovice	0,222
Bohdanovice	0,272	Jakartovice Deštné	0,773
Slavkov u vodojemu	0,266	Jaktař u STK	0,206
Dolní Životice	0,549	Rohov	0,258
Vršovice	0,376	Opava za Stříbrným jezerem	0,194
Milostovice západ	0,188	Pusté Jakartice	0,600
Opava u školky	0,238		

Výsledky analýz vzorků odebraných z polních pokusů i provozních ploch s mákem vykazují, že ve všech vzorcích bylo naměřeno stopové množství kadmia. Mák patří mezi plodiny, které snadno akumulují kadmium z půdy ve svých pletivech stejně jako např. pšenice tvrdá, len nebo některé druhy zeleniny jako hlávkový salát nebo špenát.

Průměrný obsah kadmia ve vzorcích fungicidních pokusů činil 0,434 mg/kg. Průměrný obsah kadmia ve vzorcích máku odebraných z provozních ploch činil 0,338 mg/kg. Naměřené hodnoty se blíží k průměrnému obsahu kadmia v máku odebraných v letech 2004 až 2009, který činil 0,64 mg/kg. Obsahem kadmia v máku se také zabývali v zahraničí. Monitoringem obsahu kadmia v máku pěstovaného v Austrálii byl zjištěn průměrný obsah kadmia 0,250 mg/kg, oproti tomu v Německu naměřili průměrný obsah kadmia v semenech modrého máku 0,793 mg/kg. Bylo tedy potvrzeno, že na obsah kadmia v máku má vliv lokalita pěstování. Stopové množství v makovém semeni bylo naměřeno u všech odebraných vzorků, nicméně žádný vzorek máku získaný v letech 2016 a 2017 neobsahoval kadmia více, než je jeho povolený limit stanovený vyhláškou.

V letech 2015 až 2017 byly na pokusných lokalitách v Šumperku, Opavě, Troubsku, Červeném Újezdu a Lešanech založeny maloparcelkové pokusy s mákem setým, odrůda Opex. Jednalo se o pokusy s vybranými hnojivy dostupnými na českém trhu. Plně znáhodněné maloparcelkové pokusy byly vedeny ve 4 opakováních. Sklizňová velikost parcel byla 10 m<sup>2</sup>. V době zralosti bylo z každé parcely náhodně odebráno 10 zralých makovic. Pro následné analýzy obsahu kadmia v semeni máku byl pro každou variantu sesypán směsný vzorek semen ze všech čtyř opakování testovaných variant. Pokusy byly koncipovány jako pokusy s hnojivy, kdy bylo každým rokem testováno na několik variant hnojiv aplikovaných v různých termínech fyziologického růstu máku podle doporučení výrobce (Tab. č. 3, 4 a 5). Výsledky obsahu kadmia byly statisticky vyhodnoceny za pomoci Tukey testu ( $p=0,95$ ). V rámci testování hnojiv na obsah kadmia v semeni máku, bylo z celkem 31 typů hnojiv testováno 11 druhů, které obsahují fosfor rozpustný ve vodě (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Z toho bylo pět druhů hnojiv s obsahem fosforu do 5 % a šest druhů hnojiv s obsahem fosforu nad 5 %. V roce 2015 bylo testováno pět variant s hnojivy Fertigreen Combi, Lovohumine N, RootMost, Alga 600 a SoftGuard++, v roce 2016 jedna varianta s hnojivem Retafos Prim a v roce 2017 šest variant s hnojivy Albit, Fertilactyl Starter NPK, Fertileader Axis NP 3-18, Retafos Prim, Florone a Aminocat 30.

V roce 2015 bylo testováno 7 variant aplikovaných hnojiv na 5 pokusných lokalitách. Výsledky obsahu kadmia v semeni máku setého kolísaly v závislosti na pokusné lokalitě. Nejméně kadmia v semeni máku bylo naměřeno ve vzorcích z Lešan a Troubska, nejvíce pak u vzorků z lokalit Opava a Šumperk. V průměru činil obsah kadmia v semeni máku u vzorků ze sledovaných lokalit 0,232 mg.kg<sup>-1</sup> v Lešanech, 0,236 mg.kg<sup>-1</sup> v Troubsku, 0,308 mg.kg<sup>-1</sup> v Červeném Újezdu, 0,434 mg.kg<sup>-1</sup> v Šumperku a 0,522 mg.kg<sup>-1</sup> v Opavě (řazeno vzestupně). Vliv testovaných hnojiv na obsah kadmia v semeni máku nebyl ze získaných výsledků prokázán. V průměru bylo nejméně kadmia v semeni naměřeno u neošetřené kontroly, v rámci lokality tomu však bylo pouze v jednom případě, a to u lokality Troubsko. Ačkoli se získané výsledky obsahu kadmia v semeni máku u jednotlivých variant statisticky liší, nebyl sledován jednotný trend vlivu aplikovaných hnojiv. Získaná data z roku 2015 shrnuje Tabulka č. 6.

V roce 2016 bylo testováno 12 variant na 5 pokusných lokalitách. Na lokalitě Červený Újezd byla část pokusů poškozena, vyhodnoceno bylo tedy jen 9 testovaných variant. Nejnižší obsah kadmia v semeni máku byl zaznamenán opět na lokalitě Lešany, nejvíce kadmia v semeni máku bylo stanoveno u vzorků z lokality Šumperk. V průměru činil obsah kadmia v Lešanech 0,278 mg.kg<sup>-1</sup>, v Troubsku 0,413 mg.kg<sup>-1</sup>, v Opavě 0,465 mg.kg<sup>-1</sup>, v Červeném Újezdu 0,532 mg.kg<sup>-1</sup> a v Šumperku 0,730 mg.kg<sup>-1</sup>. Tučně zvýrazněné hodnoty obsahu kadmia v tab. č. 6 přesahují povolený limit 0,8 mg.kg<sup>-1</sup> semene máku. Nejvíce jich bylo zaznamenáno u vzorků z lokality Šumperk (testované varianty č. 5, 6, 7, 8 a 12), dále překročila povolený limit varianta č. 11 z lokality Červený Újezd. Průměrné výsledky obsahu kadmia v semeni máku z lokalit Šumperk i Červený Újezd však limit obsahu kadmia splňuje. V průměru bylo nejméně kadmia ve vzorcích z neošetřené kontroly, nicméně v rámci lokality toto splňovaly pouze dva vzorky, a to z Lešan a z Troubska. Získaná data shrnuje tab. č. 7.

V roce 2017 bylo testováno opět 12 variant aplikovaných hnojiv na pěti vybraných lokalitách. Na lokalitě Lešany došlo k poškození části pokusu, a proto bylo vyhodnoceno pouze osm variant. Celkově nejméně kadmia v semeni máku bylo zaznamenáno u vzorků z lokalit Červený Újezd a Lešany, nejvíce pak u vzorků z lokality Opava. V průměru na lokalitu činil obsah kadmia v semeni máku 0,191 mg.kg<sup>-1</sup> v Červeném Újezdu, 0,194 mg.kg<sup>-1</sup> v Lešanech, 0,312 mg.kg<sup>-1</sup> v Šumperku, 0,353 mg.kg<sup>-1</sup> v Troubsku a 0,527 mg.kg<sup>-1</sup> v Opavě. V průměru nejméně kadmia obsahovaly vzorky z variant 5 a 6 (pod 0,3 mg.kg<sup>-1</sup>), po

nich následovaly výsledky z neošetřené kontroly. V Opavě však vzorky z neošetřené kontroly obsahovaly nejvíce kadmia ve srovnání s testovanými variantami na dané lokalitě. Získaná data shrnuje tab. č. 8.

Jak ukazují průměrné výsledky obsahu kadmia v závislosti na lokalitě, tak i v závislosti na testovaném aplikovaném hnojivu. Pouze v roce 2016 byl překročen limit na lokalitě Šumperk, kdy u jednotlivých vzorků testovaných variant byl naměřen zvýšený obsah kadmia ve vzorcích semene máku (v rozmezí 0,812 až 0,854 mg.kg<sup>-1</sup>), ale v průměru obsahu kadmia na lokalitu limit nebyl překročen. Také na lokalitě Červený Újezd byl překročen stanovený limit u jedné varianty, kdy naměřený obsah kadmia v máku činil 0,860 mg.kg<sup>-1</sup>. Stopový obsah kadmia v semenech máku se stává prakticky pravidlem, jelikož kadmium je rostlinami přijímáno z půdy daleko lépe než třeba olovo a bioakumulace způsobuje vyšší koncentraci kadmia v semenech rostliny než v půdě, na které je mák pěstován.

Z naměřených hodnot vyplývá, že na obsah kadmia v semeni máku má výrazný vliv lokalita pěstování. Nejvíce kadmia bylo naměřeno u vzorků z lokality Opava a Šumperk, nejméně pak z Lešan a z Červeného Újezdu. U všech analyzovaných vzorků byla přítomnost kadmia zjištěna, jednotlivé hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 0,132 mg.kg<sup>-1</sup> do 0,860 mg.kg<sup>-1</sup>. Bylo potvrzeno, že aplikace testovaných hnojiv zvyšuje obsah kadmia ve sklizené produkci, protože z průměrných výsledků vyplývá, že nejméně kadmia bylo naměřeno u vzorků z nehnojených kontrol. Při srovnání průměrných výsledků obsahu kadmia v makovém semeni z hnojených variant s obsahem fosforu a bez něj bylo zjištěno, že u hnojených variant bez obsahu fosforu byl obsah kadmia vyšší než u variant hnojených hnojiv s obsahem fosforu, nicméně rozdíl není statisticky průkazný. Průměrný obsah kadmia v semeni máku u hnojených variant s hnojivem obsahujícím fosfor činil 0,350, 0,448 a 0,315 mg.kg<sup>-1</sup>, kdežto u hnojených variant bez obsahu fosforu činil obsah kadmia v makovém semeni 0,362, 0,498 a 0,342 mg.kg<sup>-1</sup> (výsledky z let 2015, 2016 a 2017). Obsah fosfátů u aplikovaných hnojiv tedy statisticky nezvyšoval obsah akumulovaného kadmia v semenech máku oproti ostatním aplikovaným hnojivům.

**Tabulka č. 3: Seznam aplikovaných hnojiv do máku v roce 2015**

Varianta	Aplikovaná hnojiva v dávce a termínu dle doporučení výrobce
1	Neošetřená kontrola
2	TS Impuls, TS Květa
3	Fertigreen Kombi, Borosan Humine, Zinkosol Forte
4	Lovohumine N, Borosan Humine, Zinkosol Forte
5	RootMost, Alga 600
6	RootMost, SoftGuard++, Alga 600
7	RootMost, SoftGuard++, CaBoron, Alga 600, ProZinc, AmiCa

**Tabulka č. 4: Seznam aplikovaných hnojiv v máku v roce 2016**

Var.	Aplikovaná hnojiva do máku	Var.	Aplikovaná hnojiva do máku
1	Nehnojená kontrola	7	NanoFYT Si
2	Oilstart Fluid	8	UPOL 1
3	ZinStart	9	UPOL 2
4	BorStart	10	UPOL 3
5	Retafos prim, Bór 150	11	TS Eva
6	Retafos prim, Bór 150, Campofort Special Zn	12	Terra-SorbFoliar

**Tabulka č. 5: Seznam aplikovaných hnojiv v máku v roce 2017**

Var.	Aplikovaná hnojiva do máku	Var.	Aplikovaná hnojiva do máku
1	Nehnojená kontrola	7	Retafos prim, Bór 150, Campofort Special Zn
2	Albit	8	NanoFYT Si
3	Vitalic	9	PlantAktiv, Aminocat, Microcat, Florone
4	Fertilactyl Starter	10	TS Eva
5	Fertileader Axis	11	TS Sentinel
6	Retafos prim, Bór 150	12	TS Silva

Tabulka č. 6: Výsledky obsahu kadmia v semeni máku ve vzorcích z roku 2015

Var./Lokalita	Obsah kadmia v semeni máku (mg.kg <sup>-1</sup> )					
	Šumperk	Opava	Červený Újezd	Lešany	Troubsko	průměr
1	0,417e	0,494f	0,269e	0,202b	0,192g	0,315f
2	0,429d	0,502e	0,431a	0,219b	0,230c	0,362b
3	0,459c	0,559a	0,285d	0,182b	0,224d	0,342d
4	0,543a	0,544c	0,336c	0,202b	0,258b	0,377a
5	0,534b	0,486g	0,238g	0,200b	0,200f	0,332e
6	0,415f	0,550b	0,350b	0,208b	0,219e	0,348cd
7	0,242g	0,517d	0,252f	0,414a	0,328a	0,351c

Pozn.: Tukey test, p=0,95.

Tabulka č. 7: Výsledky obsahu kadmia v semeni máku ve vzorcích z roku 2016

Var. /Lokalita	Obsah kadmia v semeni máku (mg.kg <sup>-1</sup> )					
	Šumperk	Opava	Červený Újezd	Lešany	Troubsko	Průměr
1	0,667g	0,409g	0,538c	0,216k	0,235j	0,413l
2	0,652i	0,448f	0,533d	0,227j	0,447d	0,461g
3	0,640j	0,565b	0,481f	0,252g	0,328i	0,453j
4	0,683f	0,616a	0,371i	0,233i	0,512a	0,483e
5	<b>0,823c</b>	0,347h	0,402h	0,279e	0,356h	0,441k
6	<b>0,842b</b>	0,300i	0,508e	0,238h	0,385g	0,455i
7	<b>0,812d</b>	0,315i	0,622b	0,342c	0,416f	0,501c
8	<b>0,814d</b>	0,480d	na	0,259f	0,428e	0,495d
9	0,584k	0,467e	na	0,387a	0,391g	0,457h
10	0,662h	0,565b	na	0,222j	0,467c	0,479f
11	0,730e	0,573b	<b>0,860a</b>	0,370b	0,480b	0,603a
12	<b>0,854a</b>	0,506c	0,477g	0,311d	0,520a	0,534b

Pozn.: Tukey test, p=0,95; na – výsledky nejsou k dispozici.

Tabulka č. 8: Výsledky obsahu kadmia v semeni máku ve vzorcích z roku 2017

Var./Lokalita	Obsah kadmia v semeni máku (mg.kg <sup>-1</sup> )					
	Šumperk	Opava	Červený Újezd	Lešany	Troubsko	Průměr
1	0,280i	0,580a	0,233c	0,170f	0,245l	0,302g
2	0,238k	0,541e	0,185f	0,214a	0,353f	0,306f
3	0,293g	0,579b	0,278a	0,204c	0,338h	0,338cd
4	0,423b	0,522g	0,260b	0,177e	0,342g	0,345b
5	0,269j	0,500i	0,160h	0,167g	0,308j	0,281i
6	0,189l	0,566c	0,132j	0,199d	0,374e	0,292h
7	0,438a	0,524f	0,186f	0,210b	0,322i	0,336d
8	0,300e	0,495k	0,163g	0,213a	0,453a	0,325e
9	0,284h	0,563d	0,197d	na	0,304k	0,337cd
10	0,299f	0,499j	0,147i	na	0,438b	0,346b
11	0,357d	0,459l	0,162g	na	0,382d	0,340c
12	0,380c	0,506h	0,191e	na	0,384c	0,365a

Pozn.: Tukey test, p=0,95; na – výsledky nejsou k dispozici.

## Kontaktní adresa

Ing. Antonín Vaculík, Ph.D., Ing. Jana Poslušná, Agritec Plant Research s.r.o., Zemědělská 2520/16, 787 01 Šumperk, e-mail: vaculik@agritec.cz

Práce vznikla za finanční podpory projektu MZe NAZV QJ1510014 a institucionální podpory Ministerstva zemědělství ČR č. RO1818.



Tento porost máku patřil v suchém roce k těm lepším, sklizeň 7. 8. 2018 (o.Kladno)

---

## 18. MAKOVÝ OBČASNÍK

# Mák v roce 2019

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: 88

Rok vydání: 2019

Určeno: účastníkům semináře

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou

**ISBN 978-80-213-2930-0**