



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](mailto: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](http://www.af.czu.cz)  
165 00 Praha 6 - Suchdol  
tel. 737 185 733  
e-mail: [MIKSIK@AF.CZU.CZ](mailto:MIKSIK@AF.CZU.CZ)



**ISBN 978-80-213-3004-7**

# CO MŮŽE OVLIVŇOVAT PH PŮD PŘI PĚSTOVÁNÍ MÁKU?

Jindřich ČERNÝ, Jiří BALÍK, Martin KULHÁNEK, Ondřej SEDLÁŘ

Česká zemědělská univerzita v Praze

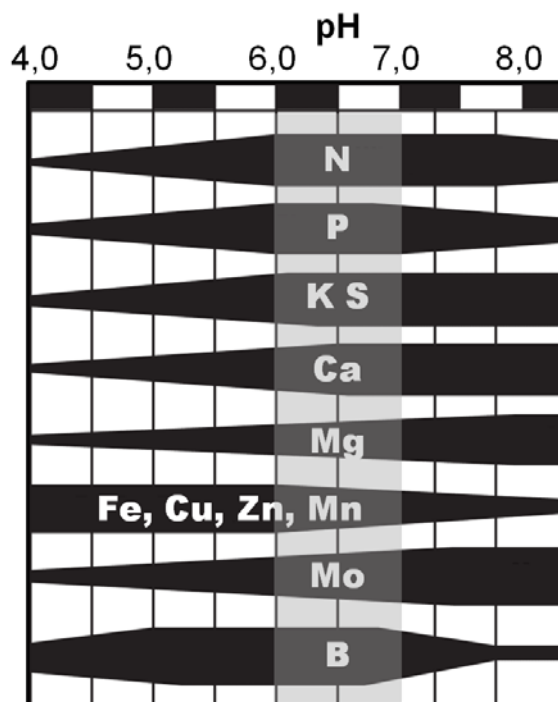
## Úvod

Pěstování máku je úzce spojeno s výběrem stanoviště. Při rozhodování o zařazení máku na určitý půdní blok by měla být posouzena půdní reakce (pH). Půdní reakce významně ovlivňuje chemické, fyzikální a biologické půdní vlastnosti a tím i většinu procesů, které v půdě probíhají. Pokud budeme sledovat další půdní vlastnosti, jako je například struktura, přístupnost živin, obsah a kvalita organické hmoty aj., zjistíme, že tyto parametry jsou s hodnotou pH také úzce provázány.

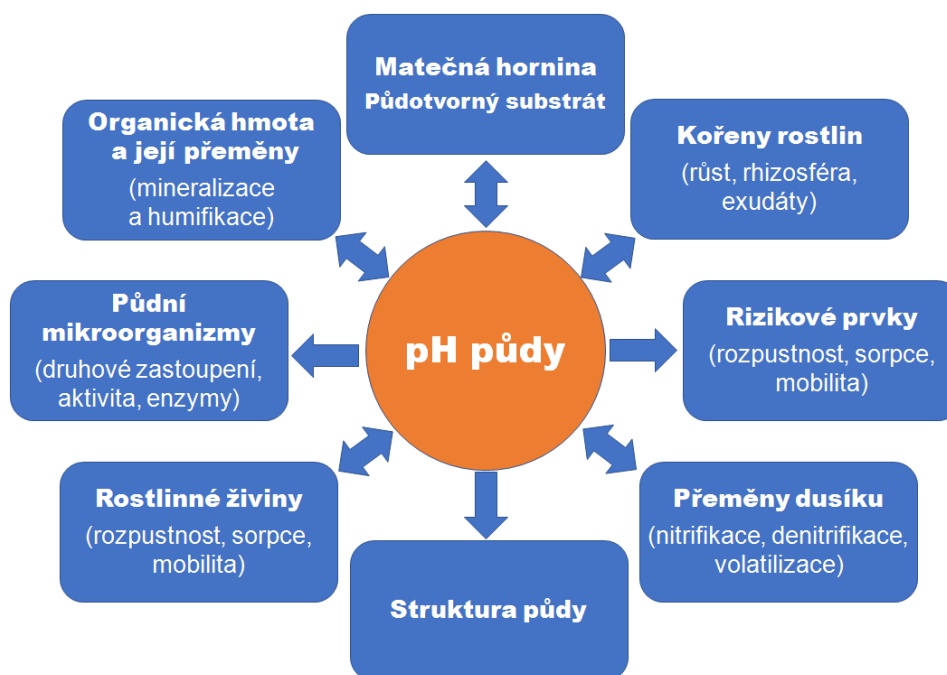
Hodnotu pH půdy je potřeba posuzovat v širších souvislostech s ostatními půdními vlastnostmi, jako je složení matečných hornin (minerální podíl půdy), obsah a kvalita organické hmoty (organický podíl půdy) a podmínky pro její mineralizaci, sorpční schopnost půdy apod. Mezi významné faktory, které ovlivňují pH půdy patří také klimatické podmínky stanoviště, topografie, hnojení, zpracování půdy a další. Významné jsou i změny pH v půdním roztoku, které ovlivňují například kořenovou zónu rostlin (rhizosféru), rozpouštění/srážení látek, a tím i obsah a mobilitu živin v půdním roztoku apod. Schématické znázornění vztahů je na obrázku 1, přičemž některé jsou obousměrné, některé jen jednosměrné. V tomto příspěvku se nebudeme zabývat všemi

souvislostmi, ale především se zaměříme na ty, které jsou úzce spojeny s pěstováním máku.

Obr. 2: Znázornění vlivu výměnného pH půd na přístupnost živin pro rostliny



Obr. 1: Schémat. znázornění vztahů mezi pH půdy a půdními vlastnostmi, které souvisejí s pěstováním máku.



## Vhodné pH půd pro pěstování máku

Půdy pro pěstování máku by měly mít pH kolem 6,5 (výměnné pH – viz dále). Tato hodnota je „optimální“ například z pohledu předpokládané rozpustnosti většiny živin. Při vyšší nebo nižší hodnotě pH klesá přístupnost některých živin (obr. 2). Při uvedeném pH také dobře probíhají přeměny organické hmoty v půdě (mineralizace a humifikace), příznivé procesy přeměn dusíku, vhodné je zastoupení vápníku v sorpčním komplexu a půdním roztoku apod. V relativních podmínkách půdních procesů však termín „optimální“ nelze zcela dobře aplikovat. Proto jsou většinou hodnoty vhodného pH pro mák uváděny v rozmezí 6,2 – 6,8. Tyto hodnoty jsou vymezeny mezi kategoriemi „slabě kyselá - neutrální“ (tab. 1). Některé publikace tento rozsah rozšiřují do inter-

valu 5,7 – 7,2. To však platí pouze za předpokladu, že půdní vlastnosti nabízejí rostlinám máku jiné přínosy, jako například vhodná vododržnost, dostatečný obsah aktuálně přístupných živin v půdním roztoku, dobrá půdní struktura apod.

**Tabulka 1: Kategorie půd podle výměnného pH (AZZP)**

Hodnota pH	Kategorie
do 4,5	extrémně kyselá
4,6 - 5,0	silně kyselá
5,1 - 5,5	kyselá
5,6 - 6,5	slabě kyselá
6,6 - 7,2	neutrální
7,3 - 7,7	alkalická
nad 7,7	silně alkalická

## Stanovení hodnoty pH v půdě

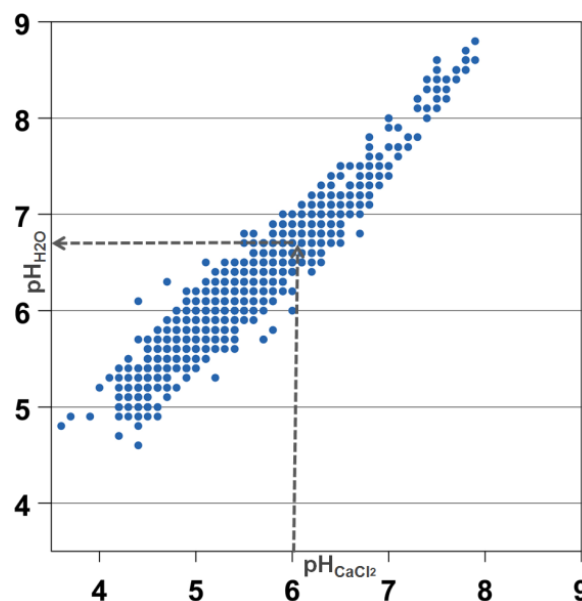
Uvedené hodnoty pH jsou vyjádřeny jako tzv. **výměnné**, tedy stanovené v roztoku neutrální soli chloridu vápenatého (nejčastěji 0,01 mol/L  $\text{CaCl}_2$  –  $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ ) nebo chloridu draselného (často 0,2 mol/L  $\text{KCl}$  –  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ). Obě extrakční činidla mají ve výsledku velmi těsný vztah a „je celkem jedno“, jaký postup použije laboratoř, kde si pěstitel nechá pH stanovit. Principem stanovení je, že ionty vápníku (nebo draslíku) z uvedených extrakčních činidel vytěsní vodíkové ionty ze sorpčního komplexu půdy. Jejich množství pak můžeme stanovit, dnes nejčastěji pH metrem s vhodnou elektrodou.

Hodnoty pH ( $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ ) pro konkrétní pozemky jsou také dostupné z výsledků agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP), které v rámci ČR zajišťuje ÚKZÚZ. Pěstitel má tyto údaje k dispozici na portálu farmáře (služba LPI\_AZP01C). Pro pěstování máku je však doporučeno tyto údaje doplnit nebo aktualizovat vlastními rozbory, resp. rozbory laboratoře a to ze dvou důvodů.

- I. Plocha na jeden půdní vzorek AZZP je poměrně velká a činí 7 ha v bramborářské oblasti a 10 ha v řepářské a kukuřičné oblasti. Zejména u menších půdních bloků, kde je mák často pěstován, tato plocha odběru vzorků neumožní vyjádřit případnou variabilitu změn pH na pozemku (tzv. plošnou nevyrovnanost).
- II. Cyklus AZZP je šestiletý a pokud nemáme k dispozici „novější“ výsledky, může na půdách náchylnějších k acidifikaci nastat změna pH, která jiným pěstovaným plodinám neva-

dila, ale na mák může působit negativně. To platí zejména u pozemků, které nebyly vápněny odpovídající dávkou vápence (viz dále).

**Obr. 3: Vztah mezi aktivním a výměnným pH (upraveno podle Gazey a Azam, 2018)**



K problematice stanovení pH ještě doplníme, že kromě výměnného pH se můžeme setkat ještě s tzv. **aktuálním (aktivním) pH**, pro jehož stanovení se využívá jako extrakční činidlo destilovaná voda. Aktuální pH zahrnuje tedy pouze volné vodíkové ionty a oproti výměnnému má vyšší hodnoty, přibližně o 0,3 – 1,2 jednotky (obr. 3). Je to dáno tím, že při stanovení aktivního pH „měříme“ méně vodíkových iontů (pouze z půdního roztoku), než při stanovení výměnného

pH (volné vodíkové ionty + uvolněné ze sorpčního komplexu). A jelikož vodíkové ionty okyselují, je výměnné pH nižší. Správněji bychom uvést, že pH je vlastně vodíkový exponent (záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů),

## Nároky máku na vápník

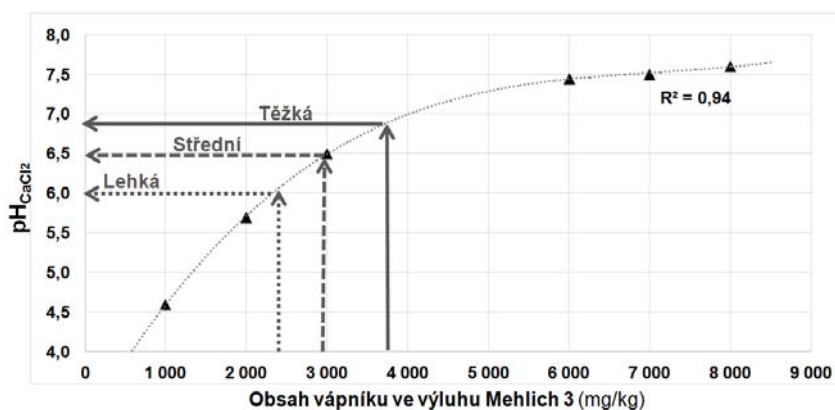
Mák má na vápník velké požadavky. Biologický odběr vápníku sice nedosahuje potřeb jako řepka nebo cukrovka (>150 kg/ha), ale je náročnější než obilniny (<40 kg/ha). Průměrná potřeba máku, s ohledem na výnos, je **kolem 60 kg Ca/ha** (85 kg CaO/ha) – viz. dále. Díky slabšímu kořenovému systému si však vápník obtížně osvojuje, a proto vyžaduje dostatečný obsah přístupného vápníku v půdě. Hodnoty pH s obsahem přístupného vápníku v půdě velice těsně koreluje (graf 1). Potenciálně přístupné formy vápníku jsou především poutány na půdní sorpční komplex (tzv. výměnný vápník). V rámci AZZP je stanovován jeho obsah výluhem Mehlich 3 (obdobně jako jiné živiny, např. fosfor, draslík, hořčík). V tabulce 2 jsou uvedena kritéria pro hodnocení obsahu vápníku v půdě, přičemž pro pozemky kde bude pěstován mák, by měl být obsah vápníku na úrovni „dobrý“. Těsná korelace je i mezi obsahem vápníku v půdním roztoku (extrahovaný vodou), přičemž se snižují se hodnotou pH (a tedy klesajícím

jenž zavedl roku 1909 dánský fyzik S. P. L. Sørensen.

obsahem výměnného Ca) je tato závislost téměř lineární. Snížení obsahu vápníku v půdním roztoku tak zhoršuje jeho přijatelnost rostlinami. Při nízkém obsahu Ca v půdě, a tedy nízkých hodnotách pH je také prokázána vyšší koncentrace mobilních iontů hliníku (graf. 2), které zhoršují růst kořenů, případně působí až toxicky. Mák patří mezi plodiny, které na vyšší koncentraci iontů hliníku reagují velice citlivě.

V případě nároků máku na vápník je nezbytné také upozornit, že ani vyšší hodnoty pH a s tím související vyšší obsah Ca v půdě a půdním roztoku není žádoucí. Snižuje se jednak přístupnost mikroprvků důležitých pro mák, zejména bóru, zinku, manganu, a také makroprvků – hořčíku, případně draslíku. Nevyvážená výživa pak přispívá k omezení fyziologických procesů (fotosyntézy, hospodaření s vodou, využití dusíku apod.) zhoršení růstu a poklesu výnosu.

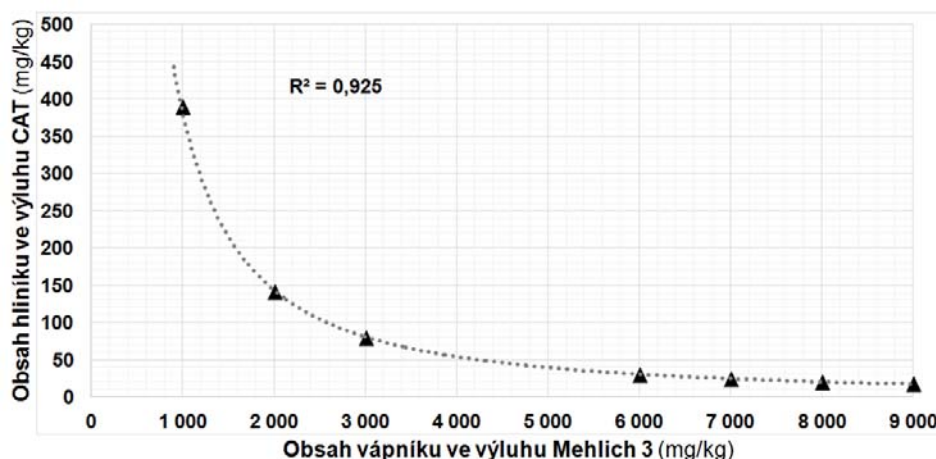
Graf. 1: Vztah mezi hodnotou  $pH_{CaCl_2}$  a obsahem  $Ca_{M3}$  v půdě s vyznačením optimálních hodnot podle půdního druhu. Výsledky z dlouhodobých polních pokusů KAVR na různých stanovištích (n= 192).



Tabulka 2: Kategorie obsahu Ca ve výluhu Mehlich 3 (AZZP)

Obsah	Obsah Ca (mg/kg) podle půdního druhu		
	Lehká	Střední	Těžká
Nízký	do 1000	do 1100	do 1700
Vyhovující	1001-1800	1101-2000	1701-3000
<b>Dobrý</b>	<b>1801-2800</b>	<b>2001-3300</b>	<b>3001-4200</b>
Vysoký	2801-3700	3301-5400	4201-6600
Velmi vysoký	nad 3700	nad 5400	nad 6600

**Graf 2: Vztah mezi obsahem lehce extrahovatelného hliníku ( $Al_{CAT}$ ) a  $Ca_{M3}$  v půdě. Výsledky z dlouhodobých polních pokusů KAVR na různých stanovištích (n= 192).**

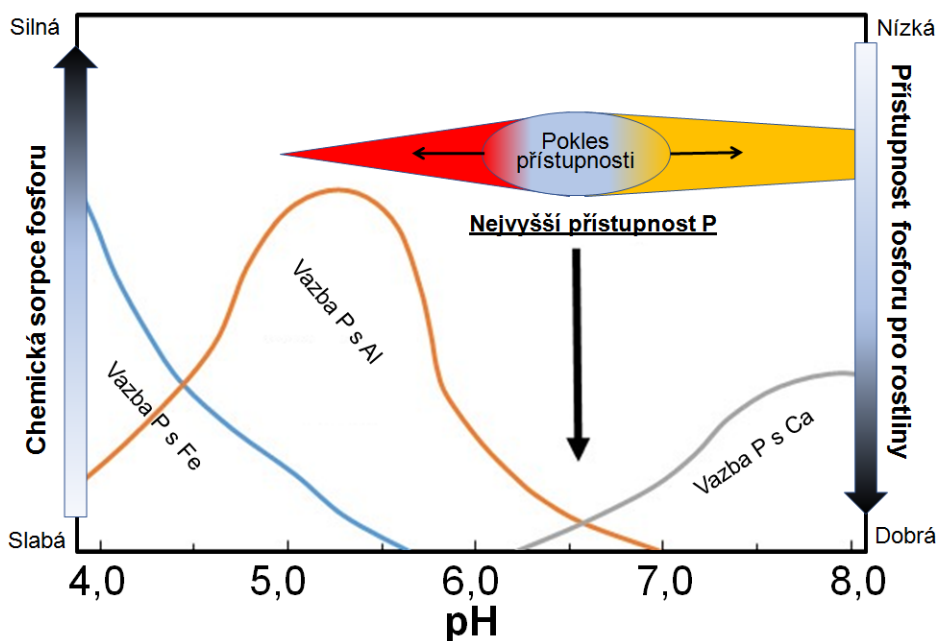


### Vliv pH na přijatelnost fosforu

Přestože o vlivu pH, resp. obsahu vápníku na přijatelnost jiných prvků jsme se zmínili v předcházejícím odstavci, otevřeme tuto problematiku ještě jednou. Z pohledu živin patří mák mezi plodiny vyžadující „vyšší“ obsah fosforu v půdním roztoku. Z poznatků o fosforu a jeho mobilitě v půdě však jednoznačně vyplývá, že koncentrace „aktuálně“ přijatelného fosforu v půdním roztoku bývá velice nízká, řádově v tisícinách, nebo desetínách mg P v jednom litru (L) půdního roztoku. U běžných půd se uvádí koncentrace v rozmezí 0,01 – 0,2 mg/L, u půd s vyšším obsahem fosforu, nebo na hnoje-

ných/úrodných půdách až 0,8 mg P/L. Na přijatelnost fosforu má velký vliv pH. Jako „optimální“ je uváděna hodnota kolem 6,5. Při vyšším pH klesá rozpustnost přijatelných forem fosforu (zejména  $H_2PO_4^-$ ) vlivem vytváření méně rozpustných hydrogen-fosforečnanů vápenatých ( $CaH_2PO_4$ ), případně slabě rozpustných fosforečnanů vápenatých –  $Ca_3(PO_4)_2$ . Výrazně nižší rozpustnost fosforu však nastává v kyselých půdách, kdy se zvyšuje obsah iontů hliníku (graf 3) a dochází k tvorbě nerozpustných fosforečnanů hlinitých (obr. 4).

**Obr. 4: Vliv pH půdy na přístupnost fosforu**



## Význam vápníku v rostlinách máku

Jak již bylo uvedeno, mák je na vápník poměrně náročný. Odběrový normativ je uváděn kolem 50 kg Ca/tunu semen, ale s ohledem na kolísání výnosů vykazuje po přepočtu poměrně široké rozpětí (35-80 kg Ca na jednu tunu semen). Je to dáno tím, že vápník je využíván vegetativními orgány (kořeny, stonky, listy), jako u ostatních polních plodin, ale vysoký obsah vápníku je také v semenech. Průměrný obsah Ca v semenech máku je uváděn kolem 14 000 mg/kg, tj. 14 kg/t, což je téměř třicetkrát více, než v zrnu pšenice (500 mg/kg). Pokud doplníme, že jedna tuna slámy máku obsahuje kolem 11 kg Ca, lze vypočítat, že celkový odběr vápníku při výnosu jedné tuny máku a přibližně 4 tun makoviny je kolem 60 kg Ca/ha.

Vápník u máku není důležitý jen z pohledu „obecného“ působení živiny, které najdeme ve většině publikací o vápníku. V nich je uváděna stavební funkce pro zpevnění buněčných stěn, kde propojuje pektiny. Vápník je také složkou buněčných membrán, v nichž působí na stabilizaci a prostorové uspořádání a s tím související jejich semipermeabilitu (polopropustnost). Uvedené působení zvyšuje pevnost a elasticitu pletiv, snižuje riziko jejich poškození (praskání, lámání apod.) a je také dokumentována vyšší odolnost

### Vápnění půd pro pěstování máku

Od fyziologie rostlin se ještě jednou vrátíme k půdě. Pro úpravu pH a obsahu vápníku v půdě je většinou nejvhodnější vápnění mletými vápenci (příp. dolomity). Vápnění je nutné vztahovat k půdním vlastnostem a pěstovaným rostlinám. Od půdních vlastností se odvíjí nejen dávka, případně druh použitých vápenatých hmot, ale také doba působení. Nezbytné je zohlednit půdní druh, sorpční schopnost půdy (KVK), případně hloubku zpracovávání půdy, objemovou hmotnost půdy aj. Po vápnění nedochází jen ke změně pH, ale jsou také mobilizovány živiny, je podporována mikrobiální aktivita, a tím i zrychlen rozklad organické hmoty. To také přispívá k lepšímu růstu rostlin a vyšším výnosům. S ohledem na zákonitosti výživy rostlin nemůže být toto působení dlouhodobé. Po určité době zase dochází u většiny půd k okyselování, po rozložení organické hmoty uvolňování živin ustává a výnosy začnou klesat. Z těchto principů je odvozeno známé pořekadlo „vápnění obohacuje otce, ale ochuzuje syny“. Proto je nutné v osevním postupu spolu s vápněním vhodně používat další minerální a organická hnojiva, sloužící jako zdroj živin či

proti chorobám. Významné je také fyziologické působení vápníku, kde na membránách ovlivňuje příjem živin, působí na růst kořenů (zejména kořenového vlášení), je prokázán příznivý vliv Ca na dlouhivý růst buněk. V posledních letech je stále více sledováno působení vápníku jako signálního iontu, a s tím související jeho vliv na eliminaci stresových faktorů (např. chlad, poškození porostů, sucho apod.).

Velký význam má vápník při opylování máku. U vlčího máku bylo popsáno klíčové působení vápníku ve vztahu k oplození, kdy vápník indukuje procesy omezující klíčení vlastního pylu. Tato fyziologická reakce zabraňující oplození pylem z geneticky shodné rostliny (tzv. autoinkompatibilita) je geneticky podmíněná a předpokládá se stejné působení u ostatních rostlin rodu *Papaver*. Přestože u máku setého je popisována tzv. fakultativní cizosprašnost (možnost opylení i vlastním pylem), má na vytváření semen vliv především „cizí pyl“. Pokud jsou ale v době kvetení nepříznivé podmínky (chladno, deštivo apod.), cizosprašení neproběhne a vzniká bezsemennost. Je popisováno, že bezsemennost, nebo malý počet vytvořených semen může snížit výnos až o tři čtvrtiny, avšak na rostlinách není patrné žádné poškození.

organické hmoty. **Působení vápnění spolu s hnojením ostatními hnojivy musí být chápáno komplexně.** S ohledem na výše uvedené skutečnosti je proto vhodné zařadit mák po předplodině, která byla vápněna, na pozemky organicky hnojené, a případně lze na podzim vápnit nižší dávkou i před mák.

Potřebu vápnění půdy lze odečíst z tabulek (tab. 3), ale je možné i vypočítat podle obsahu vápníku v půdě (tab. 2). Pokud bychom na střední půdě měli obsah Ca 2 000 mg/kg, což odpovídá přibližně pH 5,8 (graf 1) a požadovali bychom zvýšení obsahu vápníku alespoň na 2 500 mg/kg (tj. pH kolem 6,3), pak pro hloubku 20 cm ornice použijeme následující výpočet.

1 hektar = 10 000 m<sup>2</sup>, při hloubce 20 cm (0,2 m) odpovídá objemu ornice 2 000 m<sup>3</sup> (10 000 x 0,2). Objemová hmotnost střední půdy (suché půdy) se pohybuje kolem 1,4 g/cm<sup>3</sup>, což je 1,4 t/m<sup>3</sup>. Hmotnost ornice do hloubky 20 cm je při uvedených parametrech **2 800 t/ha** (2 000 m<sup>3</sup>/ha x 1,4 t/m<sup>3</sup>). Pokud potřebujeme navýšit obsah Ca o 500 mg/kg, tedy 500 g/t (0,5 kg/t), pak dávka vápníku bude představovat **1 400 kg Ca/ha**

(2 800 t/ha x 0,5 kg/t). To je přibližně **4,2 t vápence** při obsahu vápníku 33 %. Takovou dávku by bylo vhodné rozdělit alespoň na dvě poloviny v průběhu osevního postupu. Z tabulky 3, nebo tohoto výpočtu vyplývá, že **pro úpravu pH je potřeba zvolit odpovídající dávku** a nízké dávky některých vápenatých hnojiv nebudou mít odpovídající účinek.

Pro zmírnění vlivu okyselování půd je také vhodné volit vhodná dusíkatá hnojiva. Pro tyto účely je nejvhodnější LAV/LAD, jehož využití k máku je vhodné i s ohledem na vyrovnaný po-

měr amonné a nitrátové formy ve hnojivu. Tímto však již odbočujeme od tématu tohoto příspěvku. Avšak ještě doplníme, že obdobně, jako ve vápenicích není vápník z LAV/LAD (ledek amonný **s vápencem/dolomitem**) bezprostředně přístupný, jelikož se v hnojivech nachází v „uhličitanové“ formě  $[CaCO_3/CaMg(CO_3)_2]$ . Pro přímé doplnění vápníku do půdního roztoku by byl vhodnější ledek vápenatý  $[Ca(NO_3)_2]$ , nebo jeho vodné roztoky (např. LOVO CaN). Jejich použití by bylo možné pro přihnojení během vegetace.

**Tab. 3. Doporučené dávky melioračního vápnění podle pH a půdního druhu (Vaněk a kol., 2012)**

Půda	Dávka Ca (t Ca/ha), 20 cm ornice							Maximálně přístupná jednorázová dávka vápnění (t Ca/ha)
	pH							
	<4,5	5,0	5,5	5,8	6,0	6,3	6,7	
Písčítá	1,0	0,5	-	-	-	-	-	0,70
Hlinitopísčítá	2,5	1,5	1,0	0,5	-	-	-	1,10
Písčitohlinitá	4,5	2,7	2,0	1,5	1,0	0,5	-	1,45
Hlinitá	5,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	2,10
Jílovitohlinitá, jíł	6,5	4,2	3,3	2,5	2,0	1,5	0,9	2,50

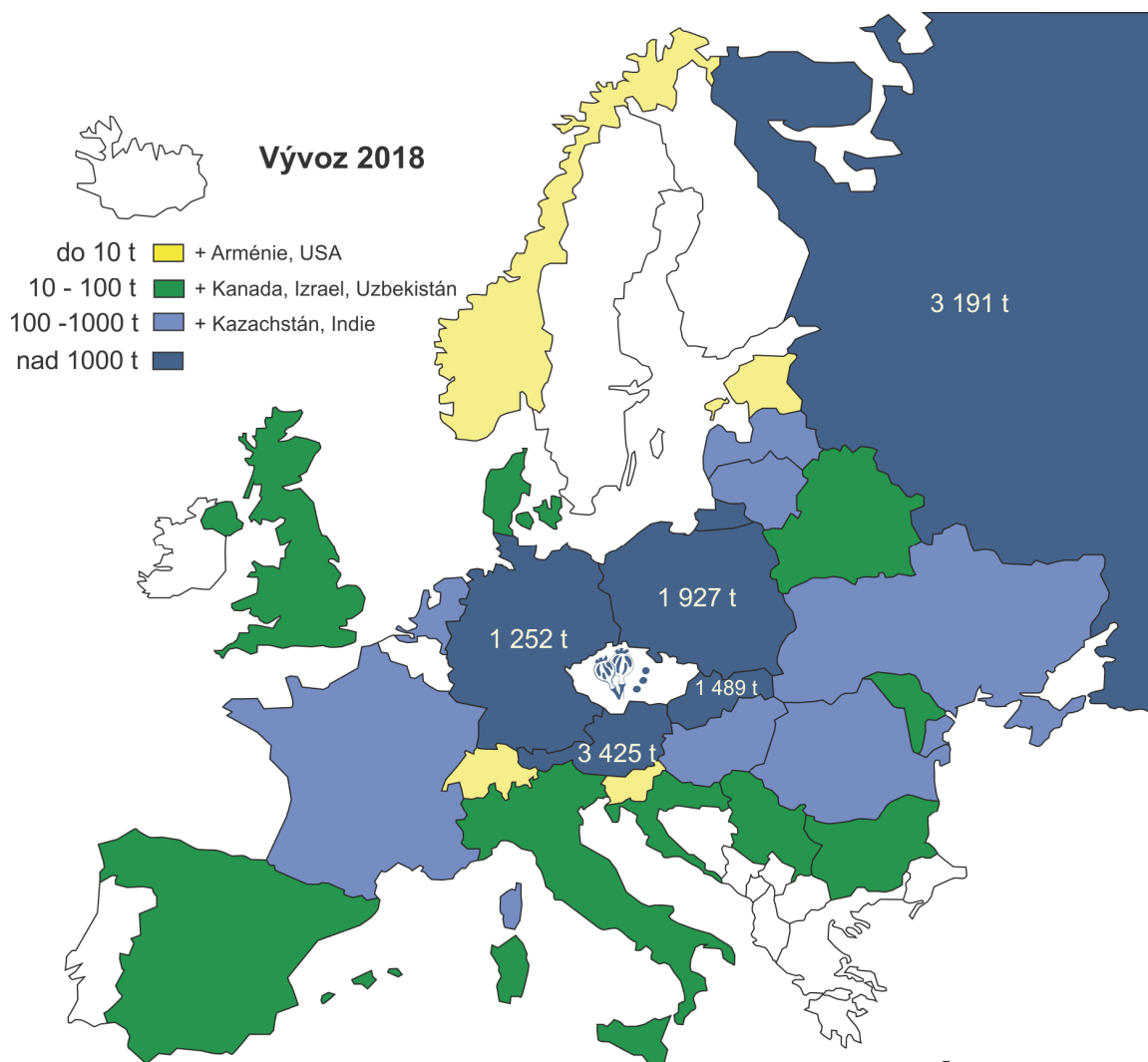
*Šedě vyznačené dávky nelze aplikovat jednorázově*

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**