

# VLIV DĚLENÝCH DÁVEK DUSÍKATÝCH HNOJIV NA VÝNOS MÁKU

*Effect of split doses of nitrogen fertilizers on poppy seed yield*

Marie ŠKOLNÍKOVÁ, Petr ŠKARPA

Mendelova univerzita v Brně

**Souhrn:** V polním maloparcelkovém experimentu byl hodnocen vliv jednorázové a dělené dávky dusíkatých hnojiv na výnos máku setého. Ve všech variantách s dělenou dávkou byl výnos semene vyšší než při jednorázové aplikaci dusíku. Nejvyšší produkce máku byla dosažena na variantě hnojené hnojivem Alzon neo-N s přihnojením dusíku hnojivem LAD.

**Klíčová slova:** mák, výnos semene, dělená dávka dusíku, inhibovaná dusíkatá hnojiva

**Summary:** The effect of single and split nitrogen application on poppy seed yield was determined in precise small-plot experiment. Poppy seed yield was higher in variants with split dose of nitrogen in comparison with single dose of nitrogen. The highest poppy seed yield was determined in variant with Alzon neo-N in combination with DAN (dolomite-ammonium nitrate).

**Key words:** poppy, seed yield, split dose of nitrogen, nitrogen fertilizers with inhibitors

## Úvod

Česká republika se řadí k hlavním pěstitelům máku pro potravinářské účely. Dusíkatá výživa máku je nezbytná nejen pro správný růst a vývoj, ale i k dosažení rentabilních výnosů vysoké kvality. Efektivnost dusíkatého hnojení ovlivňují ztráty dusíku, které mají zároveň negativní dopad na složky životního prostředí (atmosféra, hydrosféra). Těmto ztrátám lze předcházet využitím hnojiv aditivovaných inhibitory přeměny dusíku, tzv. hnojiv stabilizovaných. Vzhledem k rostoucí intenzifikaci zemědělství se užití stabilizovaných hnojiv jeví jako vhodný prostředek dusíkaté výživy respektující environmentální požadavky moderního zemědělství. Cílem experimentu bylo zjistit vliv dusíkatých hnojiv s inhibitory v systému dělené aplikace na výnos máku setého.

Mák se řadí v České republice mezi tradičně pěstované plodiny, jeho odhadovaná spotřeba v ČR činí 300 g máku na osobu za rok (Vašák et al., 2010). Nároky na výživu máku začínají brzy po vzejití a přetrvávají do období tvorby generativních orgánů (Bechyně et al., 2001) a obzvláště dusík má pro správný růst máku a požadovaný výnos nepostradatelný význam.

Používání dusíkatých hnojiv, jejichž spotřeba v ČR narůstá, je také spojováno se ztrátami dusíku, a to jak vyplavováním, tak plynnými ztrátami. Tyto úniky

dusíku mají negativní vliv na složky životního prostředí a zároveň snižují rentabilitu pěstování rostlin (Edmeades 2004). Ztráty dusíku mohou být při používání běžných dusíkatých hnojiv omezeny agrotechnickými zásahy, jako je správně zvolená doba a metoda aplikace hnojiva nebo dávka hnojiva. Používání hnojiv s inhibitory přeměny dusíku napomáhá k větší redukci ztrát dusíku a přispívá ke zvýšení efektivnosti hnojení (Nielsen, 2006). Nejčastěji se využívá inhibitorů přeměny dusíku ve spojení s močovinou, zejména díky jejímu vysokému obsahu dusíku (46 %) a relativně nízkým nákladům na její výrobu (Trenkel, 1997). Použitím inhibitoru ureázy dochází ke snížení aktivity enzymu ureázy v místě, kde nastává kontakt hnojiva s půdou nebo rostlinou. Následně je rozklad močoviny potlačen do doby, než nastanou větší srážky. Po rozpuštění se močovina jako nepolární molekula  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  dostává do půdního profilu a následným pohybem v půdě dochází k oddělení inhibitoru od močoviny. Poté už může být močovina vlivem ureázy rozložena na  $\text{NH}_4^+$ . Tento kationt je navázán na sorpční komplex a již nedochází k jeho ztrátám (Mráz, 2013). Při využití inhibitorů nitrifikace dochází k omezení aktivity nitrifikačních bakterií v půdě (Frye, 2005). Tyto bakterie umožňují přeměnu  $\text{NH}_4^+$  na  $\text{NO}_3^-$ , tedy dusík, který v humidních podmínkách podléhá relativně rychlému vyplavení.

## Materiál a metody

V polním maloparcelkovém pokusu byl sledován vliv dusíkatých hnojiv s inhibitory jeho přeměny aplikovaných v dělených dávkách na výnos máku setého (*Papaver somniferum* L.). Pokus byl založen na pozemcích Pokusné stanice ŠZP v Žabčicích (jižní Morava, suchá oblast s neutrálními až slabě kyselými půdami, převažující půdní typ černozem, průměrná nadmořská výška 185 m.n.m.). Předplodinou byla ozimá pšenice a jako modelová rostlina byla použita odrůda Major (výsevek 1,5 kg/ha), která byla vyseta 17. 4. 2018. Velikost jedné parcelky byla 20,4 m<sup>2</sup>. Hnojiva byla aplikována dle schématu uvedeného v tabulce 1, všechny varianty byly založeny ve čtyřech

opakováních. První dávka hnojiva byla aplikována předseťově, druhá aplikace proběhla ve fázi 6-8 pravého listu. V experimentu byla testována klasická močovina (46 % N), Alzon neo-N (46 % N), Urea<sup>stabil</sup> (46 % N) a LAD (27 % N). Hnojivo Alzon neo-N je močovina s inhibitorem nitrifikace a inhibitorem ureázy, Urea<sup>stabil</sup> je močovina obsahující inhibitor ureázy.

Ve fázi 6-8 pravých listů byl proveden odběr 10 rostlin z každé varianty pro následné stanovení obsahu makroelementů v nadzemních částech. Rostliny byly usušeny při teplotě 60 °C a následně byly homogenizovány. Poté byly vzorky mineralizovány za využití směsi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a  $\text{H}_2\text{O}_2$  v mikrovlákném systému dle

Zbírala et al. (2005). Obsah dusíku byl stanoven metodou dle Kjeldahla, obsah fosforu byl určen kolorimetricky. Draslík, hořčík a vápník byly stanoveny pomocí atomové absorpční spektrofotometrie (AAS). Pro stanovení obsahu síry byly vzorky rostlinné hmoty také vysušeny, zhomogenizovány a následně mineralizovány ve směsi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a HNO<sub>3</sub> v mikrovlnném systému. Poté byl vzorek analyzován metodou optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) podle Zbírala et al. (2005).

Průběh povětrnosti roku 2018 na lokalitě Žabčice prezentuje klimadiagram v grafu 1.

Sklizeň máku proběhla 31. 7. 2018 s následným stanovením výnosu semen máku u jednotlivých variant hnojení. Vliv hnojení byl statisticky vyhodnocen

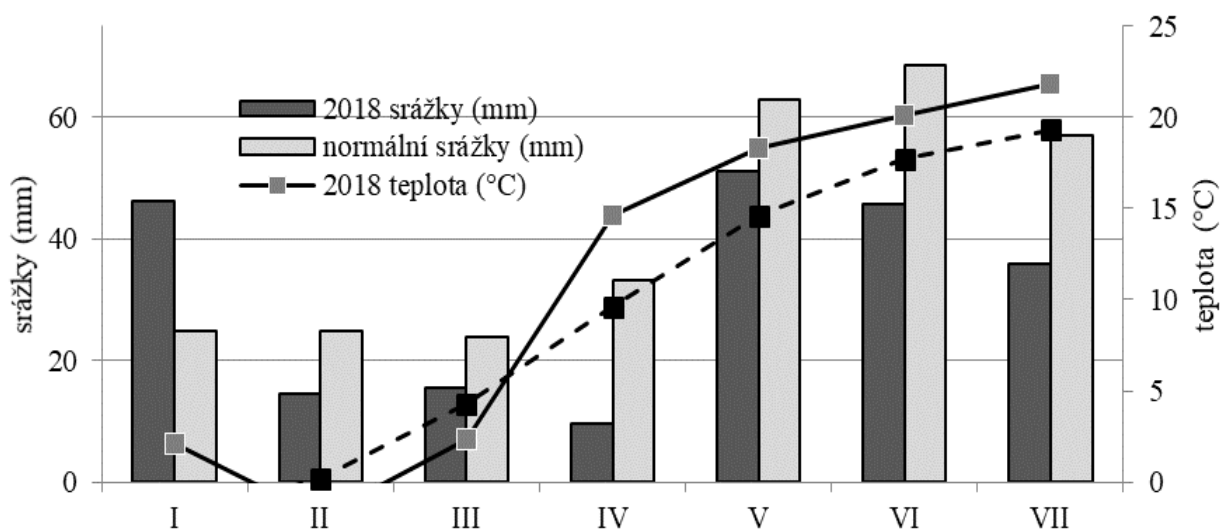
v programu Statistica CZ 12 analýzou rozptylu (ANOVA). Následným testováním dle Fishera (LSD test) při 95 % (p<0,05) hladině významnosti byly hodnoceny rozdíly mezi jednotlivými variantami.

**Tabulka 1 Schéma maloparcelkového pokusu**

Varianta	Hnojivo	Dávka N (kg/ha)
1	Močovina	101
2	Alzon neo-N	101
3	Urea <sup>stabil</sup>	101
4	Močovina + LAD	74 + 27
5	Alzon neo-N + LAD	74 + 27
6	Urea <sup>stabil</sup> + LAD	74 + 27

LAD – ledek amonný s dolomitem

**Graf 1 Klimadiagram pro lokalitu Žabčice**



## Výsledky a diskuze

Výnos máku je velmi ovlivněný počasím v průběhu vegetační sezóny (Fábry et al., 1992), zejména úhrnem, respektive rozložením srážek. Nedostatečné zásobení vodou může způsobit velké ztráty ve výnosu semen (Roubal, 2003). Průběh počasí během vegetace v roce 2018 významně ovlivnil pěstování máku (graf 1), vysoké teploty v kombinaci s nedostatečnými srážkami způsobily na mnoha místech ČR pěstitelům máku velké škody.

Hnojení dusíkem (jednorázová vs dělená aplikace N) se podle výsledků rozborů rostlin provedeném ve fázi 6–8 listu (tab. 2) projevilo na obsahu N v rostlině. Zatím co průměrný obsah N na variantách 1–3 dosáhl úrovně 4,74 %, varianty s dělenou aplikací (var 4–6) vykazovali průměrný obsah N ve výši 4,63 %. Jednorázové hnojení

inhibovanými hnojivými a jejich dělená aplikace v kombinaci s hnojivem LAD se projevila zvýšeným příjmem vápníku a hořčíku (tab. 2). Nejvyšší obsah těchto prvků byl u varianty Alzon neo-N + LAD, kde se obsah Ca a Mg v rostlinách vypěstovaných na variantách hnojených těmito hnojivými zvýšil v porovnání s variantou hnojenou klasickou močovinou o 14 %, respektive 18 %. Rostliny hnojené dělenou dávkou dusíku zvýšily rovněž příjem fosforu, jak prezentuje Tab. 2. Nejvyšší obsah P byl opět u varianty Alzon neo-N + LAD, oproti variantě hnojené močovinou byl vyšší téměř o 20 %.

I přes velmi nízkou úroveň produkce máku v roce 2018 byl po porovnání výnosu jednotlivých variant hnojení patrný pozitivní vliv dělené aplikace dusíku na výnos máku (graf 2). Bez ohledu

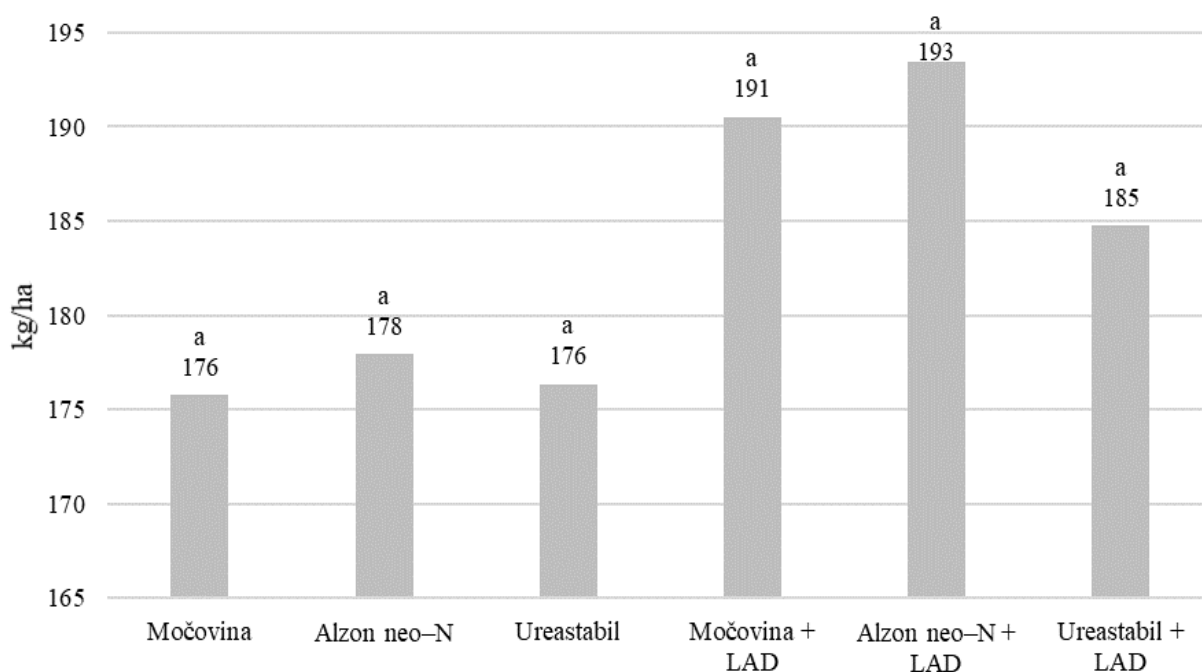
na variantu hnojení dosáhla produkce semen u variant s dělenou aplikací hnojiva v průměru o 7,3 % vyšší úrovně než po aplikaci jednorázové dávky dusíku. Při dělené aplikaci hnojiv byl nejvyšší výnos u varianty Alzon neo-N + LAD (193 kg/ha). Škarpa et al. (2013) uvádějí, že dělená dávka dusíku má pozitivní vliv na vývoj rostlin máku a při vhodných povětrnostních podmínkách může přispět k zvýšení výnosu semen. Lošák a Richter (2004) ve svém experimentu dospěli k závěru, že dělená aplikace dusíku umožňuje rostlinám máku jeho lepší využití a dochází

k zvýšení výnosu a stabilizaci morfinu v makovíně. Pozitivní vliv dělených dávek dusíku na výnos semen zaznamenali ve svých studiích i Laughlin a Chung (1992) a Solanki et al. (1998). Při srovnání jednorázového hnojení byl nejvyšší výnos zaznamenán u varianty Alzon neo-N. U druhé varianty s inhibovaným hnojivem (Urea<sup>stabil</sup>) nebyl v porovnání s neinhibovanou variantou výnos semen ovlivněn. Hendrickson (1992) zmiňuje, že omezení plyných ztrát dusíku po aplikaci hnojiva s inhibátorem ureázy se ne vždy projeví zvýšením výnosu plodin.

**Tabulka 2 Obsah makroprvků v nadzemních částech rostlin máku odebraného ve fázi 6–8 listů**

varianta	% v abs. sušině				
	N	P	K	Ca	Mg
1. Močovina	4,714	0,450	6,053	2,186	0,378
2. Alzon neo-N	4,858	0,466	5,716	2,322	0,381
3. Urea <sup>stabil</sup>	4,645	0,436	4,854	2,338	0,392
4. Močovina + LAD	4,604	0,514	6,137	2,344	0,396
5. Alzon neo-N + LAD	4,569	0,559	5,929	2,499	0,445
6. Urea <sup>stabil</sup> + LAD	4,727	0,499	5,477	2,365	0,386

**Graf 2 Výnos semene máku (kg/ha)**



*Následné testování - jsou-li písmena stejná, není mezi variantami statisticky průkazný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ).*

## Závěr

---

Na základě prezentovaných výsledků byl v polním maloparcelkovém pokusu zaznamenán pozitivní vliv dělené dávky dusíkatého hnojiva na výnos semene máku. Všechny varianty s dělenou

dávkou vykazovaly vyšší výnos než varianty s jednorázovou dávkou, nejvyšší výnos byl zaznamenán u varianty hnojené inhibovaným hnojivem Alzon neo-N přihnojené hnojivem LAD.

## Seznam literatury

---

- Bechyně, M. et al. 2001: Mák. Praha: Agrospoj.
- Edmeades, D.F. 2004: Nitrification and urease inhibitors: A review of the national and international literature on their effects on nitrate leaching, greenhouse gas emissions and ammonia volatilisation from temperate legume-based systems. Hamilton East: Environment Waikato.
- Fábry, A. et al. 1992: Olejniny. Ministerstvo zemědělství ČR.
- Frye, W. 2005: Nitrification inhibition for nitrogen efficiency and environment protection. In: Mosier A., Galloway J. (Eds.), Proceedings of IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers, International Fertilizer Association, Paris, pp. 28-30.
- Hendrickson, L.L. 1992: Corn yield response to the urease inhibitor NBPT: five year summary. Journal of production agriculture, 5 (1): 131–137.
- Laughlin J.C., Chung B. 1992: Nitrogen and irrigation effects on the yield of poppies (*Papaver somniferum* L.). Acta Hort., 306: 466–473.
- Lošák, T., Richter, R. 2004: Split nitrogen doses and their efficiency in poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. Plant Soil Environ., 50(11): 484–488.
- Mráz J. 2013: Močovina a vliv inhibitorů na její uplatnění. Zemědělec, 39. Praha: Profi Press s. r. o.
- Nielsen, R.L. 2006: N Loss Mechanism and Nitrogen Use Efficiency. Purdue Nitrogen Management Workshops. West Lafayette: Purdue University.
- Roubal, T. 2003: Regulace tvorby výnosu a poléhání jarního máku. In Sborník řepka, mák, hořčice. Praha, 19 February. Praha: AF ČZU v Praze, pp. 142–149.
- Solanki, N.S., Sahu, M.P., Sharma, O.L., Arunabh, J., Joshi, A. 1998: Comparative efficiency of top dressing and foliar spray of nitrogen for improving nitrogen use efficiency and productivity of opium-poppy (*Papaver somniferum* L.). Indian Agr., 42: 181–184.
- Škarpa P. et al. 2013: Výživa a hnojení potravinářského máku. Zemědělec, 1. Praha: Profi Press s. r. o.
- Trenkel, M.E. 1997: Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association.
- Vašák J. et al. 2010: Mák. Praha: Powerprint.
- Zbírál J. et. al. 2005: Analýza rostlinného materiálu JPP. ÚKZUZ.

## Kontaktní adresa

---

Ing. Marie Školníková, Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, mail: marie.skolnikova@mendelu.cz

Tento projekt byl podpořen z grantu AF-IGA-IP-2018/015.