

VLIV APLIKACE TUHÝCH HNOJIV V KOMBINACI S MIMOKOŘENOVOU VÝŽIVOU NA VÝNOS A KVALITU ZRNA SLADOVNICKÉHO JEČMENE

Luděk HRIVNA, Renáta DUFKOVÁ, Veronika KOUŘILOVÁ, Roman MACO, Viera ŠOTTNÍKOVÁ,
Tomáš GREGOR

Mendelu v Brně

Souhrn: V maloparcelním pokusu byla aplikována k jarnímu ječmeni tuhá N (LAV 27), NP (FertiSTART 36 NP) a NPK (FertiSTART 42 NPK) hnojiva v růstové fázi BBCH 14. Současně byla testována i mimokořenová aplikace listového hnojiva CereaSTART s majoritním obsahem P ve fázi BBCH 21 a BBCH 50. Aplikace tuhých hnojiv FertiSTART zvyšovala výnos zrna o 113-168 kg/ha, mimokořenová výživa hnojivem CereaSTART o 379-468 kg/ha. Foliární aplikace hnojiva CereaSTART přispěla k vyšší objemové hmotnosti zrna a HTZ. U všech variant s aplikací hnojiv FertiSTART a CereaStart byly N-látky v zrně nižší ve srovnání s kontrolní variantou. Nejvyšší obsah škrobu v zrně byl stanoven po aplikaci FertiSTART 36 NP (35,17 %).

Klíčová slova: sladovnický ječmen, tuhá hnojiva, kapalná hnojiva, listová výživa, výnos zrna, kvalita zrna

Úvod

Do počátku sloupkování rostliny ječmene přijímají podle Baiera et al. (1988) z celkového množství živin až 54 % N, 46 % P, 63 % K, 50 % Ca a 33 % Mg. Rozhodující příjem dusíku je během odnožování a další intenzivnější příjem byl pozorován až na konci sloupkování a během metání porostu. Podobnou dynamiku vykazují také fosfor a síra, jejíž příjem velmi úzce koreluje s příjmem dusíku (Hřivna, 2011). Jak uvádí Hřivna et al. (2018) sladovnický ječmen vyžaduje monitorování výživného stavu v průběhu celé vegetace. Vždyť cca 30-50 % živin porost odebírá až během konce sloupkování a v průběhu metání porostu. Důležité je, aby rostliny ječmene měly k dispozici dusík v době, kdy ho skutečně potřebují (Delogu et al., 1998), jeho aplikace je nezbytná hned před setím, případně v raných fázích vývoje porostu. To platí i pro ostatní živiny, především draslík a také fosfor. Draslík zasahuje do celé řady metabolických procesů. Významná je jeho účast v procesu fotosyntézy a dýchání. Podporuje tvorbu cukru, syntézu škrobu a pozitivně ovlivňuje dusíkatý metabolismus. Příjem draslíku zpravidla úzce koreluje s příjmem dusíku a bylo potvrzeno (Hřivna et al., 2018), že jeho příjem je v průběhu vegetace dokonce vyšší než u dusíku. Nedostatek draslíku se projevuje omezenou tvorbou vysokomolekulárních látek (Richter

et al., 2001). Působí na jemnost pluch, příznivě působí na obsah škrobu v zrně, na kyprost endospermu a snižuje obsah dusíkatých látek v zrně. Vysoká hladina draslíku inhibuje tvorbu odnoží, výrazně zvyšuje obsah hrubých bílkovin v sušině zrna, snižuje obsah škrobu, extraktivnost sladu, Kolbachovo číslo a relativní extraktivnost při 45 °C (Zimolka et al., 2006).

Fosfor patří mezi nejdůležitější stavební živiny ve výživě rostlin. Zásoba přijatelného fosforu v půdách klesá a fosfor se postupně stává limitujícím prvkem výnosu a kvality produktu (Kunzová, 2009). Ovlivňuje fotosyntézu, transport látek, převod asimilátů na škrob (Mehrvaz et al., 2008). Fosfor je pro rostliny velmi důležitým prvkem, protože pomáhá správnému vývoji kořenového systému. Je nezbytný pro tvorbu semen, syntézu proteinů a enzymů, ale také je nezbytný pro téměř všechny aspekty růstu rostlin (Abbas et al., 2016). Nejvýraznější působení je hlavně v půdách chudých na fosfor, může ale také příznivě působit i tam, kde je ho relativně dostatek. Funguje velmi dobře i při mimokořenové výživě. Potvrzují to i výsledky pokusů, ve kterých byla testována poměrně pozdní aplikace tuhých N, NP a NPK hnojiv a mimokořenová výživa listovým hnojivem s vysokým podílem fosforu.

Materiál a metody

V průběhu roku 2020 byl založen maloparcelní polní pokus, ve kterém bylo ověřováno uplatnění hnojiv firmy SOUFFLET AGRO a.s. ve výživě jarního ječmene. Byl sledován výnos zrna a jeho kvalita. Pokus byl založen na pozemku patřícím do katastru zemědělského podniku Agropol Velká Bystřice. Pozemky se nachází v klimatickém regionu mírně teplém, mírně vlhkém. Půda je středně těžká, půdní typ hnědozem. Vyseta byla odrůda ječmene Bojos (19. 3. 2020)

s výsevkem 3,5 MKS. Předplodinou byla kukuřice, posklizňové zbytky byly zapraveny. Aktuální průběh povětrnosti v nejdůležitějších měsících včetně agrochemických vlastností pozemku i obsahu Nmin v půdě je prezentován v článku „Možnosti uplatnění dusíku a fosforu v kombinaci s mimokořenovou výživou při pěstování jarního ječmene“.

Pokus byl uspořádán do následujících variant hnojení (tab. 1). Každá varianta byla 5x opakována.

Tab. 1 Schéma pokusu

Var.	Základní hnojení (BBCH 14)	Přihnojení LAV 27 (BBCH 30)	Celkem N kg/ha	Celkem P ₂ O ₅	Listová výživa CereaSTART 3 l/ha
			kg/ha	kg/ha	
1	Ledek 150 kg/ha	100 kg/ha	67,5	0	
2	FertiSTART 36 NP 200 kg/ha	131 kg/ha	67,5	40	
3	FertiSTART 42 NPK 167 kg/ha	213 kg/ha	67,5	40	
4	Ledek 150 kg/ha	100 kg/ha	67,5	0	BBCH 21
5	Ledek 150 kg/ha	100 kg/ha	67,5	0	BBCH 50

Poznámka: Přihnojení ledkem bylo provedeno tak, aby dávka N byla u všech variant shodná.

Tab. 2 Testovaná hnojiva

Hnojivo	Složení
FertiSTART 36 NP	NP 16:20 + 12 % S + 0,05 % B + 0,01 % Zn
FertiSTART 42 NPK	NPK 6:24:12 + 2 % Ca + 5 % S + 0,05 % Zn
CereaSTART	P ₂ O ₅ 440 g, K ₂ O 76 g, MgO 100 g

V průběhu vegetace byly mimo aplikaci testovaných hnojiv prováděny standardní agrotechnické zásahy, tj. aplikace morforegulatorů a fungicidů. Charakteristika testovaných hnojiv je uvedena v tab. 2.

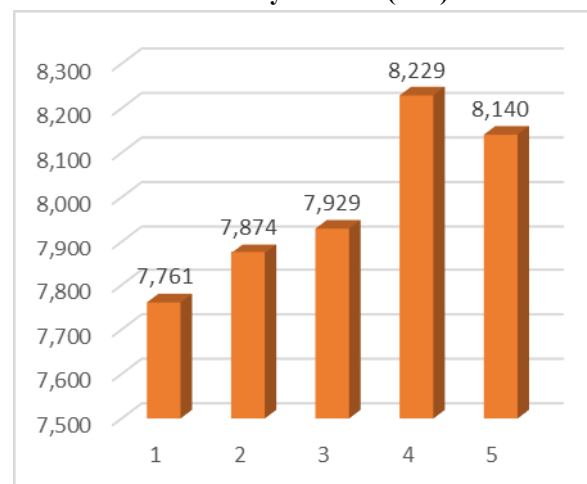
Sklizeň byla provedena maloparcelní sklizecí mlátičkou a z každého opakování byl odebrán vzorek zrna k dalším analýzám. U vzorků zrna bylo provedeno třídění a stanoveny podíly na sítích 2,5 a 2,8 mm a

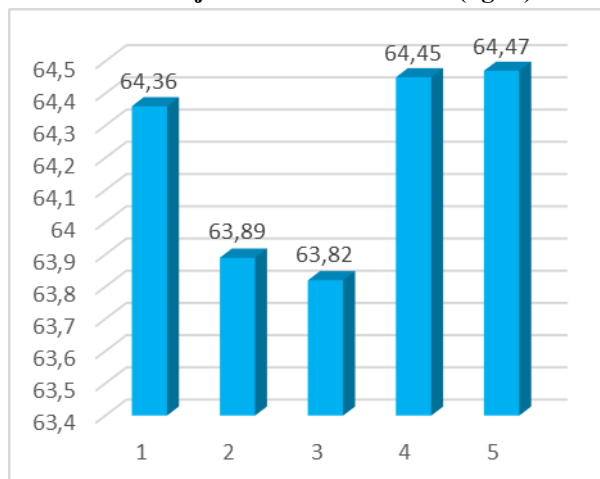
propad, na obilním měřiči byla stanovena objemová hmotnost zrna a rovněž byla stanovena HTZ. Z chemických analýz byl stanoven obsah N-látek dle Kjeldahla a škrobu polarimetricky dle Ewarse (BASAROVÁ ET AL., 1992). Výsledky byly vyhodnoceny dostupnými statistickými metodami v programu Microsoft Excel 2010.

Výsledky a diskuze

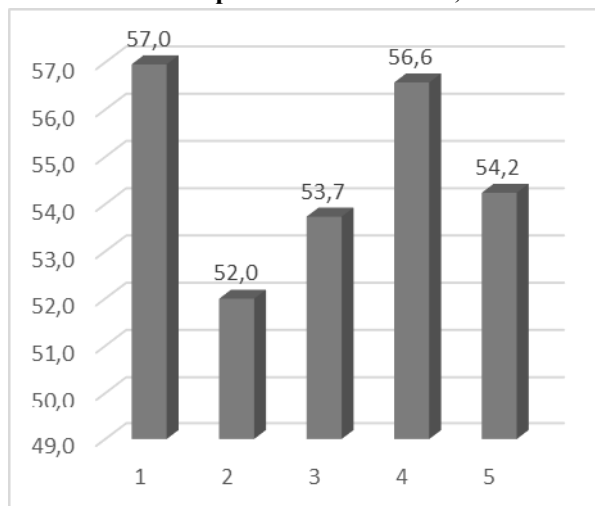
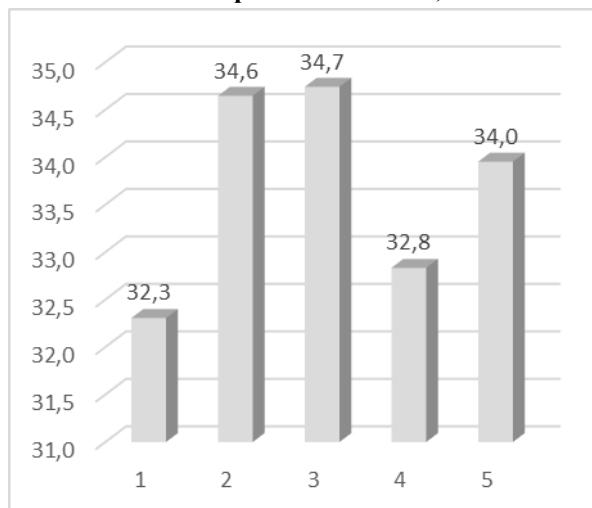
Sklizňové výsledky jsou uvedeny v grafu 1. Porost byl v době sklizně téměř nepolehlý. Výnosy zrna byly poměrně vysoké. Nejvyšší výnos byl stanoven u varianty s ranější aplikací mimokořenové výživy (CereaSTART). Celkově můžeme konstatovat, že mimokořenová výživa ovlivnila výnos zrna velmi příznivě. Stejně tak hnojení hnojivy FertiSTART můžeme hodnotit pozitivně. Přírůstek oproti kontrolní variantě se u variant s hnojivy FertiSTART pohyboval od 113 kg, u varianty, kde byl aplikován společně s dusíkem pouze fosfor (var. 2), do 168 kg/ha, při hnojení N,P i K (var. 3). Mimokořenová výživa pak zvyšovala výnos zrna o 379-468 kg/ha. Větší efekt měla ranější aplikace (var. 4). Svoji roli zde sehrál zřejmě vliv ročníku, který se vyznačoval značným suchem v první polovině vegetace, následně bylo vláhy dostatek. Dá se předpokládat, že tuhá hnojiva, aplikovaná v BBCH 14 se nemohla tak výrazně projevit jako aplikace mimokořenové výživy. Porost v důsledku sucha špatně vzcházela a byl nevyrovnaný, později po květnových srážkách došlo k dynamické tvorbě vegetativních i generativních orgánů a překotnému příjmu živin, k čemuž nadstandardní hnojení přes list výrazně pomohlo. Přesto, jak uvádí HRIVNA (2010), i aplikace tuhých P-hnojiv až na vzházející porost má své efekty, což naše pokusy potvrdily. Dostatek fosforu již v počátku vegetace přispívá k rozvoji odnoží a klásků,

ve druhé polovině vegetace, následně ovlivňuje tvorbu zrna (RÖMER A SCHENK, 1997). To mělo význam především z pohledu výnosu zrna, částečně ale utrpěly kvalitativní parametry, především u variant 2 a 3 s aplikací tuhých hnojiv, která se v důsledku sucha neměla možnost tak projevit.

Graf 1 Výnos zrna (t/ha)

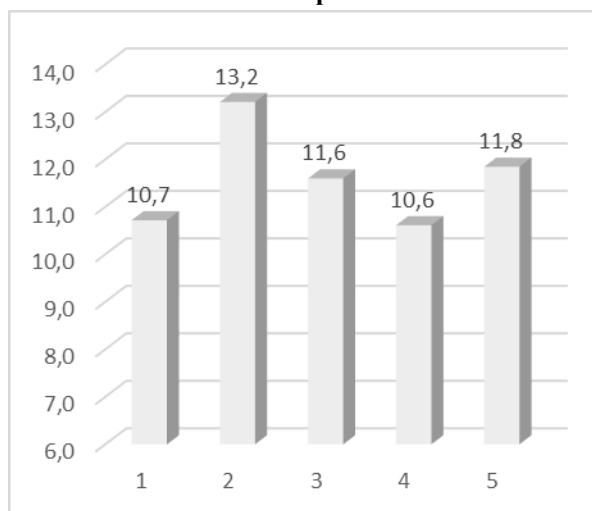
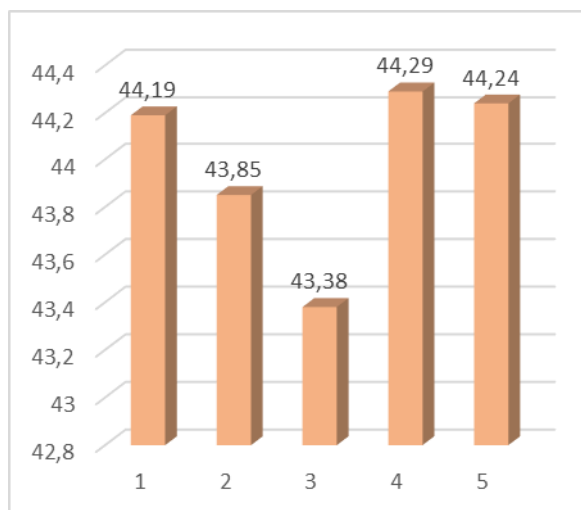
Graf 2 Objemová hmotnost zrna (kg/hl)

Objemová hmotnost zrna byla průměrná (graf 2). Pohybovala se v rozmezí 63,82-64,47 kg/hl. U variant s aplikací hnojiv FertiSTART byla nižší, naopak mimokořenová výživa hnojivem CereaSTART se projevila pozitivně.

Graf 3 Přepad zrna nad sítí 2,8mm**Graf 4 Přepad zrna na sítě 2,5mm**

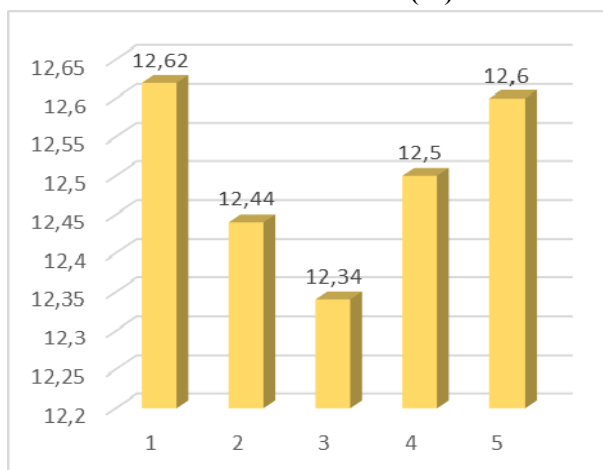
Využitelnost zrna byla dobrá. Přepad zrna nad sítí 2,5 mm, který je součtem frakcí 2,8 a 2,5 mm (graf 3 a 4), se pohyboval v rozmezí 86,6-89,4 %. To odpovídá hodnotám propadu zrna od 10,6 do 13,2 % (graf 5). Nejvyšší kvalitou zrna se vyznačovala var. 4 s časnou mimokořenovou aplikací CereaSTART. Naopak nejhorší parametry byly stanoveny u var. 2 (FertiSTART 36 NP).

Hmotnost tisíce zrn odpovídala svým rozpětím předchozím mechanickým vlastnostem zrna a pohybovala se v rozmezí od 43,38 g u var. 3 do 44,29 g u var. 4. Potvrdila se vazba mezi vysokým podílem sladařsky využitelných zrn u varianty 4 a hmotností zrn (graf 6). PŘÍKOPA (2005) uvádí, že fosfor zvyšuje kvalitativní parametry zrna, to se potvrdilo především u mimokořenové výživy, kde byla u obou variant zaznamenána vyšší objemová hmotnost zrna a HTZ.

Graf 5 Propad zrna**Graf 6 Hmotnost tisíce zrn**

Obsah dusíkatých látek (graf 7) korespondoval s vysokým obsahem přístupného dusíku v půdním profilu. Nejvyšší byl u kontrolní varianty (12,62 %), naopak nejprůzračnější po aplikaci dusíku společně s fosforem, případně i draslíkem v hnojivech FertiSTART (12,34-12,44 %).

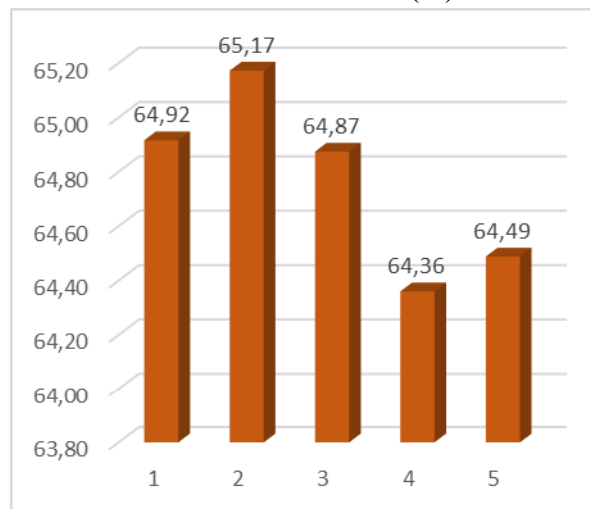
Graf 7 Obsah N-látek (%)



Obsah škrobu do jisté míry korespondoval s výnosem zrna a s výjimkou kontroly negativně koreloval i s obsahem N-látek. U variant s nižším výnosem a nižším obsahem dusíku byl jeho obsah vyšší.

K podobným závislostem dospěl i HŘIVNA ET AL. (2012). Nejvyšší obsah škrobu byl stanoven po aplikaci FertiSTART 36 NP (graf 8).

Graf 8 Obsah škrobu (%)



Závěr

Dosažené výsledky byly výrazně ovlivněny průběhem povětrnosti. Přesto se potvrdilo, že aplikace tuhých hnojiv nejenom před setím má své opodstatnění. Aplikace P i K společně s dusíkem pozitivně ovliv-

nila výši výnosu zrna. Mimokořenová výživa především fosforem pak přispěla nejenom k výraznému nárůstu výnosu zrna, ale přispěla také k jeho vyšší technologické kvalitě.

Seznam použité literatury

- Abbas, W., Anwar, S., Akram, W., Shah, W. A., Islam, M., Iqbal, B., Iqbal, A. et al. (2016). Response of Barley varieties to Phosphorus and Sulphur levels. *Pure and Applied Biology*, 5(2): 247-254.
- Baier, J., Smetánková, M., Baierová, V. (1988). Diagnostika výživy rostlin. Institut výchovy a vzdělávání MZV ČSR v Praze. Vydání 1. AGRODAT. 284 p.
- Basařová, G., Čepička, J., Doležalová, A., Kahler, M., Kubíček, J., Poledníková, M., Voborský, J. (1992). Pivovarsko-sladařská analytika. Praha: Merkanta, 385 p.
- Delogu, G., Cattivelli, L., Pecchioni, N., De Falcis, D., Maggiore, T., Stanca, A. M. (1998). Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 9 (1): 11-20.
- Hřivna, L. (2010). Vliv tuhých průmyslových hnojiv obsahujících fosfor na výživný stav rostlin ječmene. In.: Sborník z konference „Sladovnický ječmen - přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“, 8.-11.2. 2010. 47- 48.
- Hřivna, L. (2011). Racionální výživa jarního ječmene. *Úroda = Půda a úroda: časopis pro rostlinnou produkci*. 2011. 2011(2): 10-16.
- Hřivna, L., Burešová, I., Sapáková, E. (2012) Vztah mezi výnosem, kvalitou zrna ječmene a čerpáním N a S během vegetace. In.: Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. *Úroda* 12/2012, vědecká příloha časopisu. s. 114-117
- Hřivna, L., Malý, J., Maco, R., Zigmundová, V., Burešová, I. (2018). Dynamika příjmu živin porosty jarního ječmene v roce 2017 v regionu Čechy. In.: *Kompendium 2018. Velká Bystřice: Spolek pro ječmen a slad*, 2018, 33-35.
- KUNZOVÁ, E. (2009). Výživa rostlin a hnojení fosforem. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Mehrvarz, S., Chaichi, M. R., Alikhani, H. A. (2008). Effects of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment*, 3 (6): 822-828.
- Příkopa, M. (2005) Ječmen jarní, hnojení fosforem. [online]. Mendelu, 2005 [cit. 2021-1-8]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/jecmen_jarni.htm
- Richter, R., Hřivna, L., Cerkal, R. (2001). Výživa a hnojení ozimé řepky. SZPO Praha, 42 p.
- Römer, W., Schenk H. (1997). Influence of genotype on phosphate uptake and utilization efficiencies in spring barley. *European Journal of Agronomy* 8 (3-4): 215-224.
- Zimolka, J. et al., (2006). Ječmen - formy a užitkové směry v ČR. ProfiPress, Praha, 200 p.

Kontaktní adresa

Prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna, Mendelova univerzita v Brně, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Tel. 5 45133196, 602 759968, e-mail: hřivna@mendelu.cz

Tato práce vznikla za podpory Interní grantové agentury AF-IGA-2020-IP050.