

VLIV ROZDÍLNÉ DUSÍKATÉ VÝŽIVY NA VÝNOS A SLADOVNICKOU KVALITU ZRNA JARNÍHO JEČMENE

Stanisław BIELSKI, Wojciech BUDZYŃSKI
University of Warmia and Mazury, Poland

Summary: The study was conducted in 2004 and 2005 on a soil good wheat complex. The aim of study was investigate the effects of eight N fertilization levels on yield and malting quality of spring barley (*Hordeum vulgare L.*) cv. Prestige. The higher N rate (60 kg·ha⁻¹) produced slightly better yield in both years. Division of this N rate was more profitable with relation to single-time application. The higher N rate increased yield level but did not affect protein content the quality of which did not satisfy the requirements of malting. The applied fertilization levels did not differentiate such malt quality features as productivity and diastatic strength. The range of differences in grain and malt quality parameters under the influence of N was smaller than assumed.

Key words: spring barley, nitrogen fertilizer, protein content, malt parameters

Souhrn: Výzkum byl prováděn v letech 2004 – 2005 v obilnářské výrobní oblasti. Účelem výzkumu bylo prozkoumat efekty osmi stupňů dusíkaté výživy na výnos a sladovnickou kvalitu ječmene jarního (*Hordeum vulgare L.*) odrůdy Prestige. Vyšší dávka dusíku (60 kg·ha⁻¹) způsobila mírně vyšší výnos v obou letech. Rozdělení této dávky bylo ziskovější v poměru k jednorázové aplikaci. Vyšší dávka dusíku zvýšila výnos, ale neovlivnila obsah bílkovin. Aplikované úrovně hnojení nerozlišovaly takové znaky kvality sladu jako například friabilitu nebo diastatickou mohutnost. Rozsah rozdílů v kvalitativních parametrech zrna a sladu vlivem dusíku byl menší než se předpokládalo.

Klíčová slova: jarní ječmen, dusíkaté hnojivo, obsah bílkovin, parametry sladu

Úvod

Obsah bílkovin v zrně dokonce i u nejlepších odrůd je modifikován podmínkami určujícími množství minerálního dusíku v půdě. Bylo dokázáno, že variabilita těchto charakteristik je téměř v 90 % případů určována dostupností půdního dusíku, zatímco jen v 7 % genotypem (odrůdou) (Bertholdsson 1998). Proto také většina autorů uvádí, že úroveň dusíkatého hnojení u sladovnického ječmene by měla korelovat s obsahem minerálního dusíku v půdě (Pecio 2003, Budzyński 2005).

Přehnojení dusíkem je spojeno s hrozbou narušení v rovnováhy komodity zrna a zvýšení obsahu bílkovin nad 12 % což vede ke snížení extrahovatelnosti a v případě některých odrůd k narušení poměru mezi rozpustnými a zásobními bílkovinami (Pecio 2002). Další hrozbou z přehnojení je také poléhání s negativními důsledky na výnos a kvalitu (Pecio et al. 2002).

Hlavním úkolem výzkumu bylo stanovit vliv množství dusíku a data aplikace na kvalitu zrna a sladovnickou kvalitu.

Metodika

Polní pokusy (2004 – 2005) byly prováděny na univerzitní výzkumné stanici v Bałcyny poblíž Ostróda (poloha s.š. 53°35', v.d. 19°51'). Pokusy byly založeny na hnědozemích se středním obsahem jílu v obilnářské výrobní oblasti. Půda byla charakterizována středním obsahem fosforu a vysokým obsahem draslíku a hořčíku, byla slabě kyselá (pH_{KCl} = 6,3). Velikost sklizňové parcelky byla 17 m². Rozdílné hladiny a data aplikace dusíkatých hnojiv odpovídaly metodě náhodných čtverců (8 variant ve 4 opakováních) tak jak je prezentováno níže v tabulce.

Dávka N (kg·ha ⁻¹)	Datum aplikace	
	Předset'ové hnojení	Po sloupkování
0	(žádný dusík)	
20	20	---
40	40	---
40	20	20
60	60	---
60	40	20
80	80	---
80	60	20

Jarní ječmen byl vysetý v množství 370 klíčivých semen na 1 m⁻². Za předplodinu bylo zvoleno triticales. Osivo bylo před setím ošetřeno přípravkem Raxil 02 WS (tebuconazole) v dávce 200 g/100 kg zrna. Před setím bylo na pozemek aplikováno 40 kg P₂O₅·ha⁻¹ a 80 kg K₂O·ha⁻¹. Herbicidní ochrana byla zajištěna aplikací Granstar 75 WP + Trend 90 EC v polovině odnožování. Fungicidní ochrana byla provedena přípravkem Tilt Plus 400 EC a proti škůdcům ječmene byl použit Fastac 100 EC.

Určení kvalitativních znaků zrna a sladu bylo provedeno dle metod aplikovaných v Polském seznamu odrůd (Klockiewicz-Kamińska 1998, 2005) a sladových analýz (PKN 1998).

Doba vegetace jarního ječmene v roce 2004 byla charakterizována hojnými srážkami v průběhu kritického období a mírnými teplotami během celé vegetace. Rok 2005 byl suchý během většiny celého vegetačního období, díky tomu byly nízké výnosy.

Výsledky

V letech 2004-2005 experimentů ječmen špatně odnožoval. Na parcelkách bez hnojení byla hustota klasů na 1 m² rovna počtu vysetých semen a v suchém roce 2005 dokonce ještě nižší. Dusíkatá výživa v dávce do 80 kg N/ha⁻¹ vedla k nízkému nárůstu počtu klasů (tab. 1). Rozdíly v počtu zrn v klasu byly malé, nezávislé na dávce dusíku, zejména v suchém druhém roce pokusu. Hmotnost tisíce zrn, zřetelně nižší v roce 2005, byla lepší na parcelkách, kde bylo aplikováno 40 – 80 kg N/ha⁻¹.

Tabulka 1: Výnos zrna a výnosotvorné prvky ječmene jarního v závislosti na úrovni hnojení

Dávka dusíku (kg·ha ⁻¹)	Výnos zrna (q·ha ⁻¹)			Počet klasů (m ²)			Počet zrn v klasu			Hmotnost tisíce zrn (g)		
	2004	2005	průměr	2004	2005	průměr	2004	2005	průměr	2004	2005	průměr
0	42,0	37,8	39,9	410	342	376	18,6	21,4	20,0	52,5	48,0	50,3
20	56,8	43,8	50,3	475	382	429	19,5	20,5	20,0	53,5	49,2	51,3
40	62,1	53,4	57,7	471	491	481	18,8	20,0	19,4	53,4	52,1	52,7
20+20	67,1	52,1	59,6	493	461	477	19,7	21,5	20,6	51,6	52,5	52,1
60	65,4	52,9	59,2	517	468	492	20,4	20,7	20,5	56,3	52,9	54,6
40+20	73,8	60,6	67,2	546	487	516	23,3	20,9	22,1	53,9	48,6	51,2
80	74,2	61,2	67,7	543	528	535	20,6	20,7	20,7	53,3	50,2	51,8
60+20	75,8	64,0	69,9	524	538	531	21,6	21,7	21,7	53,7	51,5	52,6
průměr	58,7	48,0	-	473	429	-	19,4	20,8	-	53,5	50,9	-
LSD (p=0,05)–	7,4			69,9			n.i.			3,0		

V roce hojném na srážky (2004) byl výnos zřetelně vyšší. Na jaře prvního i druhého pokusného roku byl obsah minerálního dusíku ve vrstvě půdy 0 – 90 cm přibližně 71 – 76 kg a výnos zrna byl 4,2 – 4,8 t/ha⁻¹ (parcela 0). Aplikace dusíku v dávce 20 kg N/ha způsobila nárůst výnosu průměrně o 1,04 t/ha⁻¹ (20 %). Nárůst dávky o dalších 20 kg N/ha měl za důsledek další významné zvýšení výnosu o 0,74 t/ha⁻¹ nezávisle na tom, zda byl dusík aplikován pouze před setím nebo byla dávka rozdělena do dvou stejných částí, kde druhá byla aplikována v růstové fázi BBCH-29 (konec odnožování). Efekt aplikace dávky 60 kg N/ha již záležel na metodě hnojení. Na parcelkách bez rozdělení dávek výnos nestoupl nad úroveň N-40 a pouze v případě dvojité aplikace (40+20) stoupl o 0,8 t/ha. Další nárůst v úrovni hnojení již nenabídl významný nárůst výnosu nezávisle na tom, zda byla dávka rozdělena nebo aplikována najednou. Je třeba podotknout, že toto bylo sledováno v průběhu obou let – suchého i vlhkého roku. Výzkumy *Pecia (2002)* ukazují, že hnojení dusíkem v dávce 60 kg N/ha⁻¹ zapříčinilo nárůst výnosu zrna v poměru k nehnojeným parcelkám o více než 1,4 t/ha⁻¹ (t.j. 37 %), hlavně jako důsledek vyššího počtu klasů na jednotku plochy a vyššího počtu zrn v klasu. *Płoszyński (1985)* určil, že vzrůstající hnojení podporuje hlavně odnožování. Stejně závěry uvádějí i *Leszczyńska a Noworolnik (1998)*. Výsledky pokusů *Noworolnika a Suleka (1999)* ukazují, že nárůst výnosů nastupuje od hladiny hnojení dusíkem 50 kg. V případě dávek vyšších se snižuje hodnota hmotnosti tisíce zrn (*Dobrzańska et al. 1985, Koziara et al. 1998*). Další výsledky (*Wróbel 1986, Pecio 2002, Pecio et al. 2002, Pecio, Bichoński 2002, Błażewicz, Liszewski 2003*) ukazují významný nárůst výnosu zrna ječmene ještě při hladině hnojení dusíkem 80 kg.

Zrno získané ze všech hnojených parcelk uspokojuje požadavky pro jeho použití (tab. 2). Z pohledu produkce sladu se ukazuje, že pouze zrno z kontrolních parcelk a z těch s nízkou dávkou dusíku bylo mimo standardy pro energii klíčení. Zrno z ostatních ploch bylo charakteristické velmi dobrou energií klíčení, která dosahovala nejlepší hodnoty (97 %) na parcelkách hnojených dávkami 40 + 20 N/ha⁻¹.

Tabulka 2: Efekt dusíkaté výživy na zrno a jeho sladovnícké parametry

Dávka N (kg·ha ⁻¹)	Přední zrno (%)	Klíčivost (%)	obsah N-látek (% d.m.)	Friabilita (% d.m.)	Kolbachovo číslo (%)	Diastatická mohutnost (WK)
0	99,2	94,8	10,64	89,3	47,23	400
20	98,9	94,2	10,14	88,5	46,85	410
40	98,9	96,4	9,78	88,7	46,25	410
20+20	98,9	95,6	9,82	89,5	46,10	400
60	99,1	95,4	9,48	89,4	48,90	410
40+20	99,0	97,0	9,63	88,1	48,41	410
80	98,9	95,6	9,62	88,9	47,57	350
60+20	98,9	95,8	9,70	88,3	46,39	400

Zrno ze všech parcelk bylo charakteristické relativně nízkým obsahem bílkovin. Nejvyšší obsah bílkovin byl zaznamenán u zrn s nízkými výnosy z nehnojených parcelk. S nárůstem dávek dusíkatého hnojení klesal obsah

bílkovin v zrně. Efekt zředění této komponenty v důsledku vysoce narůstajícího výnosu zrna by mohl toto vysvětlit. Rozdělené dávky dusíku měly pouze menšinový vliv na friabilitu sladu. Nejvyšší friabilita byla zaznamenána u zrna z parcelky hnojené dávkou 40 kg N ha⁻¹, kde byla dávka rozdělena do dvou dílčích (BBCH-00 and BBCH-29). Dusík nezapříčinil významné rozdíly mezi důležitými sladovnickými charakteristikami jako je Kolbachovo číslo nebo diastatická mohutnost. Co se týká Kolbachova čísla, slad ze zrn ze žádných pokusných parcelk nesplnil požadavky polského standardu (35-45%). Slad získaný ze zrn sklizených z parcelk hnojených dávkou 40 kg N ha⁻¹ rozdělenou do dvou dílčích dávek byl charakterizován nejnižší hodnotou tohoto parametru zatímco nejvyšší hodnoty dosáhla zrna z parcelky hnojené 60 kg N ha⁻¹. Na druhou stranu diastatická mohutnost dosáhla maximální hodnoty v případě aplikace dusíku v dávce 40 kg ha⁻¹ před setím. Při nižších i vyšších dávkách bylo dosaženo pouze narušení tohoto parametru.

V případě sladovnického ječmene se doporučuje jej pěstovat na půdách s nízkou přístupností dusíku v půdě (Pecio 2003). Toto je základní podmínka pro získání materiálu s obsahem dusíku pod 11,5 %. Bylo to potvrzeno výsledky, získanými Wróbelem (1986). Dle Kluczyńskiego (1998), dusík aplikovaný v dávce 60-80 kg ha⁻¹ má negativní vliv na vyváženost zrna a zvyšuje obsah bílkovin v zrně. Dle Płoszyńskiego (1985) zvýšené a opožděné hnojení dusíkem zvyšuje obsah dusíku ve zrajícím a zralém zrně. Pecio et al. (2002) ukázal významný rozdíl v obsahu dusíku v zrně při hnojení dávkami 20 a 60 kg N ha⁻¹. Dávka 40 kg N ha⁻¹ aplikovaná jednorázově před setím poskytla optimální dusíkatou výživu pro rostlinu. Výsledky získané z našich pokusů jsou v rozporu s těmi, co získal Pecio (2002), Pecio and Bichoński (2002), Błażewicz and Liszewski (2003).

Dle Kukuła et al. (1999) obsah bílkovin v zrně a další sladovnické hodnotové parametry jsou mnohem významněji ovlivněny klimatickými podmínkami v průběhu vegetace než agrotechnikou. V tomto pokusu byl vliv dusíku na pivovarnickou kvalitu nižší než se předpokládalo v pracovní hypotéze.

Závěry

Dvouleté výsledky polních a laboratorních experimentů nám umožnily sestavit tyto závěry:

1. Výnos sladovnického ječmene, odrůdy Prestige v obilnářské výrobní oblasti se zásobou dusíku v půdě na jaře v hloubce 0 – 90 cm přibližně 75 kg N/ha stoupal až do hladiny hnojení dusíkem 60 kg N ha⁻¹. Tento výsledek byl dosažen jak v suchém tak ve vlhkém roce.
2. Rozdělení dávky 60 kg na 40 kg před setím a druhou dávku po odnožování (BBCH-29) bylo příznivější pro výnos v porovnání s dávkou nedělenou.
3. Růst výnosu pod vlivem stoupajícího dusíkatého hnojení neuspokojil sladovnické požadavky. Aplikované úrovně hnojení nerozlišovaly takové sladovnické parametry jako jsou friabilita nebo diastatická mohutnost. Rozsah rozdílů v zrně a v kvalitě sladu pod vlivem dusíku byl menší než se předpokládalo.

Seznam použité literatury

- Bertholdsson N. O. 1998. Selection methods for malting barley cultivars with more or less stable protein content under varying environmental conditions. *European Journal of Agronomy*, 9: 213-222.
- Budzyński W. 2005. Jęczmień browarny. (w): Rynek i technologie uprawy roślin. Praca zbiorowa pod red. J. Chodkowskiego. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 171-182.
- Błażewicz J., Liszewski M. 2003. Ziarno jęczmienia nagiego odmiany Rastik jako surowiec do produkcji słodów typu pilzneńskiego. *Acta Sci. Pol., Tech. Aliment.* (2) 1: 63-74.
- Dobrzańska A., Goniprowska E., Kepka M. 1995. Właściwości fizyczne ziarna oraz wartość biologiczna białka jęczmienia jarego w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Pam. Puł.*, z. 85: 105-116.
- Klockiewicz-Kamińska E. 1998. Klasyfikacja jakościowa ziarna jęczmienia browarnego w polskiej ocenie odmian. *Pam. Puł.* z. 112: 93-103.
- Klockiewicz-Kamińska E. 2005. Metoda oceny wartości browarnej i klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia. *Wiad. odmianoznawcze*. z. 80: 3-16.
- Kluczyński Z. 1998. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość ziarna zbóż. Wpływ nawożenia na jakość plonów. *Mat. Sym. Olsztyn*, z. 1: 82-102.
- Koziara W., Borówek F., Grześ S. 1998. Elementy struktury plonu jęczmienia jarego w zależności od deszczowania, nawożenia azotem i technologii uprawy. *Pam. Puł.*, z. 112: 115-120.
- Kukuła S., Pecio A., Góralski T. 1999. Związek pomiędzy wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego a zawartością białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, nr 4: 81-89.
- Leszczyńska D., Noworolnik K. 1998. Reakcja odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w warunkach kontrolowanych. *Pam. Puł.*, z. 112: 145-149.
- Noworolnik K., Sulek A. 1999. Porównanie efektywności nawożenia azotem zbóż jarych. *Pam. Puł.*, z. 114: 289-293.
- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agronom.*, 4 (76): 6-112.
- Pecio A. 2003. Uprawa jęczmienia jarego na cele browarne. *Wyd. IUNG Puławy*.
- Pecio A., Bichoński A. 2002. Produkcyjne skutki nawożenia azotem jęczmienia browarnego. *Pam. Puł.*, z. 130/2: 557-564.
- Pecio A., Matysiak R., Bichoński A. 2002. Chemiczna ochrona roślin przed chorobami jako istotny element technologii produkcji jęczmienia browarnego. *Pam. Puł.*, z. 130/2: 565-576.
- Płoszyński M. 1985. Wpływ nawożenia azotem na strukturę plonu jęczmienia jarego na zawartość białka w ziarnie i jego skład aminokwasowy. *Pam. Puł.*, z. 84: 89-101.
- Słód browarny. Metody badań. 1998. Polski Komitet Normalizacyjny.
- Wróbel E. 1986. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna jęczmienia jarego. *Mat. Sym.* z. 1: 122-127.

Adresa autora

Stanisław Bielski dr inż.

Department of Crop Production, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, ul. Oczapowskiego 8, 10-728 Olsztyn	e-mail: stanislaw.bielski@uwm.edu.pl
--	--------------------------------------

Přeložil Ing. Jan Valenta