

VLIV ZÁSoby ŽIVIN V PŮDĚ A ÚROVNĚ HNOJENÍ NA PRODUKČNÍ UKAZATELE JEČMENE JARNÍHO (*HORDEUM VULGARE* L.)

P. Škarpa

Došlo: 20. dubna 2006

Abstract

ŠKARPA, P.: *Effect of soil nutrients reserves and level of fertilisation on production parameters of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2006, LIV, No. 4, pp 91–98*

The effect of three different doses of basic fertilisers and a subsequent pre-sowing supplementary fertilisation on production parameters (yield of grain, number of spikes, and thousand grains weight) was evaluated using experimental data obtained within the framework of a one-year pot experiment with spring barley (*Hordeum vulgare* L.) established at the Department of Agrochemistry and Plant Nutrition, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno in 2003. Results of statistical analysis indicated that the yield of grain was significantly influenced by different doses of fertilisers especially on sandy soils. As compared with control, the second highest dose of fertilisers (i.e. 83 kg N, 31 kg P and 92 kg K.ha⁻¹) increased the yield by 91.7 % and the third one (i.e. 113 kg N, 43 kg P and 125 kg K.ha⁻¹) even by 124.8 %. This increase in the grain yield was positively affected above all by increasing doses of nitrogen fertilisers. A pre-sowing application of P, K and Mg showed also a positive effect on grain yield not only on sandy but above all on clay soils (as compared with non-fertilised control, this increase ranged from 40.6 to 50.2%). Fertilisation showed also a marked effect on the number of spikes. This factor showed a similar trend as the yield of grain. The thousand grains weight was not significantly influenced on both soil types. This value was increased (by 2.9% to 14.8%) after the application of fertilisers prior to sowing but the difference was statistically non-significant.

barley, fertilisation, yield of grain, number of spikes, thousand grains weight

Ječmen jarní (*Hordeum vulgare* L.) patří mezi obilniny, které vyžadují vysoké nároky na úroveň vegetačních faktorů, podmínky prostředí a průběh počasí (ZIMOLKA, 1999). Správná volba stanoviště je první podmínkou pro dosažení vysoce kvalitní produkce. Podle produkčního potenciálu půd je nejvhodnější pro pěstování ječmene typická řepařská výrobní oblast a nejlepší části oblasti obilnářské (PETR, 2004). Z pohledu České republiky se jedná převážně o Polabskou nížinu, nižší polohy Středočeské pahorkatiny a střední Moravu s centrem úrodné Hané (KOSAŘ *et al.*, 1997). Mezi významné činitele ovlivňující stabilitu výnosu a dobrou kvalitu jarního ječmene patří rovněž klima daného ročníku a půdní typ

(CONRY, 1994). Nejlepšími půdami pro jeho pěstování jsou úrodné černozemě, degradované černozemě, hnědozemě, ilimerizované hnědozemě a rendziny. Z pohledu půdního druhu se jedná o půdy střední (ZIMOLKA, 1999). Rovněž dobrá zásoba přístupných živin v půdě je jedním z nezbytných předpokladů ovlivňující růst a vývoj sladovnického ječmene (RICHTER, RYANT, 2002; PŘÍKOPA, *et al.*, 2005). Ječmen jarní velmi citlivě reaguje na jednotlivé pestiřské zásahy spolu s hnojením, a proto má v soustavě hospodaření na orné půdě specifické postavení. Citlivost ječmene na výživu a hnojení vyplývá z toho, že v porovnání s ostatními obilninami má slabší kořenový systém, krátké vegetační období, v průběhu kte-

rého musí být přijato velké množství živin a slabší transpirační proud (FECENKO, LOŽEK; 2000). Také KULÍK (1995) uvádí, že nejen ročník, předplodina a odrůda, ale i cílená aplikace živin je významný faktor působící na produkci a kvalitu ječmene.

K zajištění požadovaného výnosu jarního ječmene je potřeba vytvořit adekvátní výživářské podmínky, aby se daný genetický materiál mohl produkčně a kvalitativně realizovat. Živiny z hnojiv a půdní zásoby se podílejí významnou měrou na syntetických procesech a tvorbě biomasy. Při jejich nedostatku jsou tyto procesy redukovány, dochází ke snížení výnosů, což v návaznosti rozhoduje o ekonomické stabilitě pěstitele.

MATERIÁL A METODIKA

V pokusném objektu Ústavu agrochemie a výživy rostlin na MZLU v Brně byl v roce 2003 založen jednoletý vegetační nádobový pokus s ječmenem jarním odrůdy Kompakt (poloraná odrůda nízkého typu

se středně velkým zrnem a velmi dobrou výtěžností zrna). Jako substrát byla použita zemina z dlouhodobých stacionárních hnojařských pokusů založených ÚKZÚZ, odebraná z lokalit Staňkov (okres Domažlice) a Svitavy (okres Svitavy) na podzim roku 2002. Základní charakteristika pokusných stanovišť je uvedena v tabulce I.

Na zmíněných lokalitách byly v polním pokusu každoročně do půdy aplikovány organickým a minerálním hnojením živiny, a to ve třech úrovních (Tab. II).

V nádobovém experimentu bylo u každé z lokalit založeno šest variant hnojení ve čtyřech opakováních. Před setím bylo ke každé z úrovní hnojení na půdě lehké (varianty 2, 4, 6) dohnojen P (KH_2PO_4) a K (KCl) na obsah dobrý a Mg (MgCl_2) na obsah vyhovující. U půdy těžké (varianty 8, 10 a 12) byl P, K i Mg dohnojeny na obsah dobrý. Schéma pokusu a zásoba přístupných živin v půdě zjištěná po dohnojení metodou AAS ve výluhu půdy extrakčním činidlem Mehlich III (ZBÍRAL, 2002) jsou uvedeny v tabulce III.

I: Základní charakteristika lokalit

Lokalita	Výrobní oblast	Nadmořská výška	Půdní druh	Půdní typ
Svitavy	BVO	460	lehká	kambizem luvická
Staňkov	BVO	370	těžká	hnědozem modální

II: Dávky živin do půdy v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$

Úroveň hnojení	Živiny ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)			NPK
	N	P	K	
I	0	0	0	0
II	25 + 58	8 + 23	35 + 57	206
III	25 + 88	8 + 35	35 + 90	281

III: Schéma pokusu a zásoba přístupných živin v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ zeminy (Mehlich III)

Lokalita	Úroveň hnojení	Varianta hnojení	pH/ CaCl_2	Zásoba přístupných živin ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)			
				P	K	Mg	Ca
Svitavy lehká p.	I	1	5,7	54	100	30	1305
		2		79	157	82	1305
	II	3	6,0	91	143	48	1407
		4		91	158	85	1407
	III	5	6,2	83	154	42	1547
		6		83	165	80	1547
Staňkov těžká p.	I	7	6,0	73	114	148	1493
		8		82	259	229	1493
	II	9	6,2	72	146	148	1493
		10		81	273	225	1493
	III	11	6,1	74	137	127	1419
		12		81	268	218	1419

Jarní ječmen byl vyset do vegetačních nádob 3. dubna 2003. Pokus probíhal ve vegetační hale a ošetřování spočívalo v pravidelné závlivce destilovanou vodou na hodnotu 60 % maximální vodní kapacity. 22. dubna (DC 11) bylo provedeno přihnojení N u každé nádoby bez ohledu na lokalitu a variantu v dávce 0,4 g N na nádobu (DAM 390) a 21. května (DC 32) ledkem amonným v dávce 0,2 g N na nádobu. V průběhu experimentu bylo provedeno ošetření pokusných rostlin aplikací fungicidu Falcon proti padlí travnímu (*Blumeria graminis*) a insekticidu Karate 2,5 WG proti mšicím. Sklizeň 15 rostlin na nádobu proběhla 10. července v plné zralosti.

Po sklizni byly hodnoceny kvantitativní charakteristiky výnosu, a to výnos zrna (g.nádoba^{-1}), počet klasů (ks.nádoba^{-1}) a HTS (g). Úroveň sledovaných ukazatelů byla statisticky vyhodnocena v programu STATISTICA 7.1, metodou analýzy variance s následným testováním dle Tukeye, při 95% hladině významnosti ($p \leq 0,05$). Závislost mezi jednotlivými produkčními charakteristikami byla vyjádřena korelačními koeficienty r , a indexem korelace R^2 .

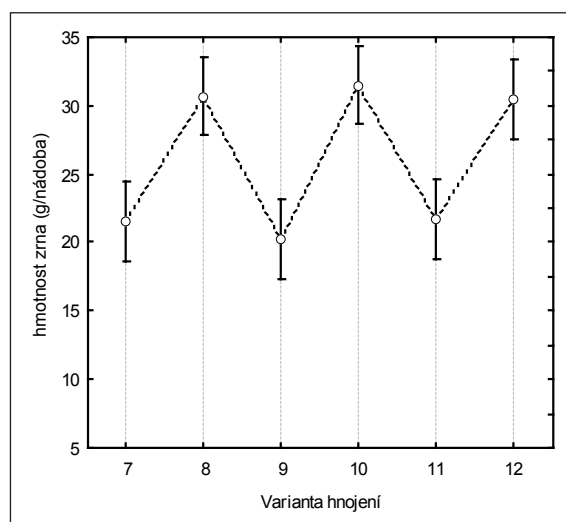
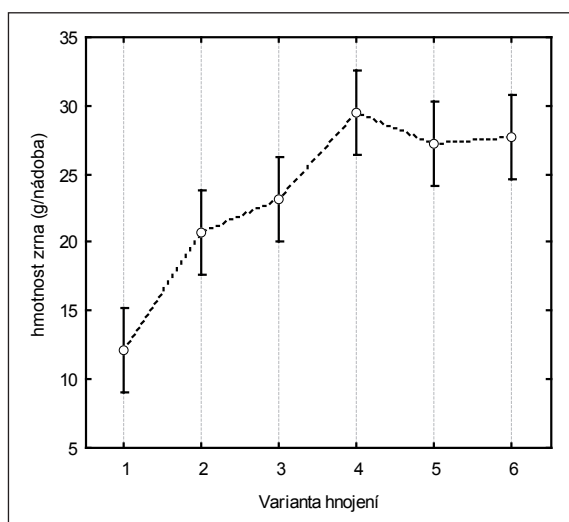
VÝSLEDKY A DISKUSE

Ve výnosu zrna ječmene jarního byl zjištěn mezi oběma půdními druhy rozdíl, nikoliv však statisticky průkazný [$F(1;46) = 2,24$, $p = 0,142$]. Na půdě lehké (Svitavy) byl zaznamenán jeho průměrný výnos, bez ohledu na variantu hnojení, na úrovni 23,41 g na nádobu, na půdě těžké (Staňkov) o 11,1 % vyšší (26,02 g.nádoba^{-1}).

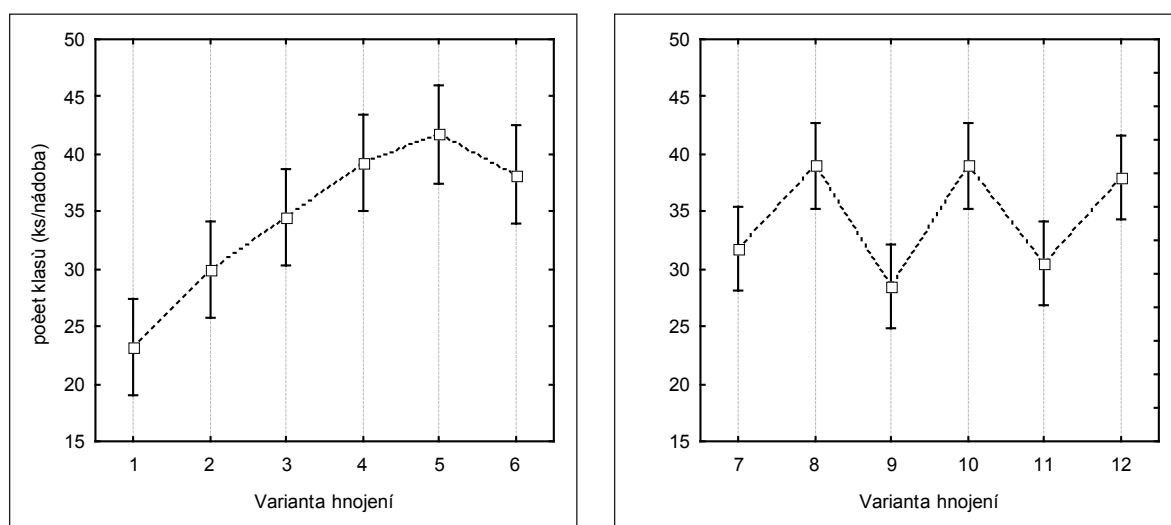
Ze statistického hodnocení vyplynulo, že výnos zrna byl průkazně ovlivněn různou intenzitou základního hnojení zejména na půdě lehké [$F(2;11) = 18,03$, $p < 0,001$]. Na variantě 3. a 5. byl výnos v porovnání s variantou 1. statisticky průkazně vyšší, a to

o 91,7 %, respektive 124,8 % (Tab. IV). Toto navýšení produkce zrna pozitivně ovlivnily zejména stupňované dávky dusíkatých hnojiv (Tab. II). K podobným závěrům dospěli TICHÝ *et al.* (1991), KANDERA (1994), FLAŠAROVÁ a ONDERKA (1997) a CERKAL *et al.* (2001). POLÁK *et al.* (1998) doporučují při pěstování jarního ječmene v bramborářské výrobní oblasti dávku N na úrovni 40–50 kg.ha^{-1} po organicky hnojených okopaninách a dávku 50–60 kg.ha^{-1} po obilninách. LEBAIL a MEYNARD (2003) uvádějí závislost výnosu na celkově absorbovaném dusíku na úrovni 61–78 %. Předpokládáme, že i zvýšená úroveň P, K a Mg hnojení ovlivnila výnos zrna. Například podle LEKEŠE *et al.* (1985) zvyšuje draslík výnos ječmene v případě, že jej rostliny přijímají ve vyrovnaném poměru k dusíku a fosforu. PŘÍKOPA (2005) uvádí vysokou korelaci mezi sklizňovým indexem a obsahem P, Ca a Mg. I v našem experimentu se přihnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem výrazněji projevilo na zvýšení produkce zrna [$F(5;18) = 19,13$, $p < 0,001$]. Na obr. 1 je patrné, že u všech variant dohnojených těmito živinami se jeho výnos zvýšil, statisticky průkazně ($p \leq 0,05$) však pouze u I. úrovně hnojení (o 71,9 %). Pouze 1,8 % navýšení vlivem předseťového hnojení bylo zjištěno u III. úrovně hnojení (mezi var. 5. a 6.).

Na půdě těžké se hnojení projevilo na výnosu zrna podstatně v menší míře, než tomu bylo na půdě lehké. Mezi variantami hnojenými pouze základním hnojením (7., 9. a 11.) nebyly zjištěny signifikantní rozdíly [$F(2;9) = 0,18$, $p = 0,840$]. Jejich výnosy se statisticky průkazně [$F(5;18) = 15,37$, $p < 0,001$] lišily teprve při porovnání s variantami hnojenými před setím (Obr. 1). Toto hnojení mělo za následek zvýšení výnosu zrna u IV. úrovně hnojení o 42,8 %, u V. úrovně o 55,2 % a u VI. úrovně hnojení o 40,6 % (Tab. IV).



1: Hmotost zrna v závislosti na stupňovaných dávkách hnojiv (Tukey, $p \leq 0,05$)



2: Počet klasů v závislosti na stupňovaných dávkách hnojiv (Tukey, $p \leq 0,05$)

Podobně jako výnos zrna byl ovlivněn hnojením také počet klasů, viz obr. 2. Na půdě lehké [$F(2;9) = 13,81$, $p < 0,001$] byl zjištěn jeho statisticky průkazně nejvyšší počet na variantě kontrolní (var. 1). Na variantách 3. a 5. byla zjištěna úroveň tohoto znaku o 48,1; respektive 79,4 % vyšší. Shodně jako u výnosu zrna ječmene byl počet klasů ovlivněn především stupňovanou dávkou dusíkatých hnojiv. Rovněž v pokusu CERKALA *et al.* (2001) měla zvýšená dávka N pozitivní vliv na počet klasů. Mezi sledovanými variantami však nezjistili statisticky průkazné rozdíly. Hnojiva aplikovaná v našem pokusu před setím zapříčinila navýšení počtu klasů na nádobu pouze u I. a II. úrovně hnojení (mezi var. 1. a 2. o 28,8 % a var. 3. a 4. o 13,9 %), nikoliv však statisticky průkazně ($p \leq 0,05$). Na půdě těžké se statisticky významné rozdíly v počtu klasů mezi variantami hnojenými základním hnojením neprokázaly [$F(2;9) = 0,55$, $p = 0,597$] (Obr. 2). Rozdíly v jejich počtu se projeví teprve až po hnojení P, K a Mg před setím [$F(5;18) = 7,33$, $p < 0,001$]. Zvýšení zásoby přístupných živin v půdě mělo za následek navýšení sledovaného faktoru u všech úrovní hnojení, signifikantně ($p \leq 0,05$) však pouze mezi variantou 9. a 10. (V. úroveň hnojení). Zde zvýšilo předsetíové hnojení jejich počet o 10,5 klasu na nádobu (o 36,8 %).

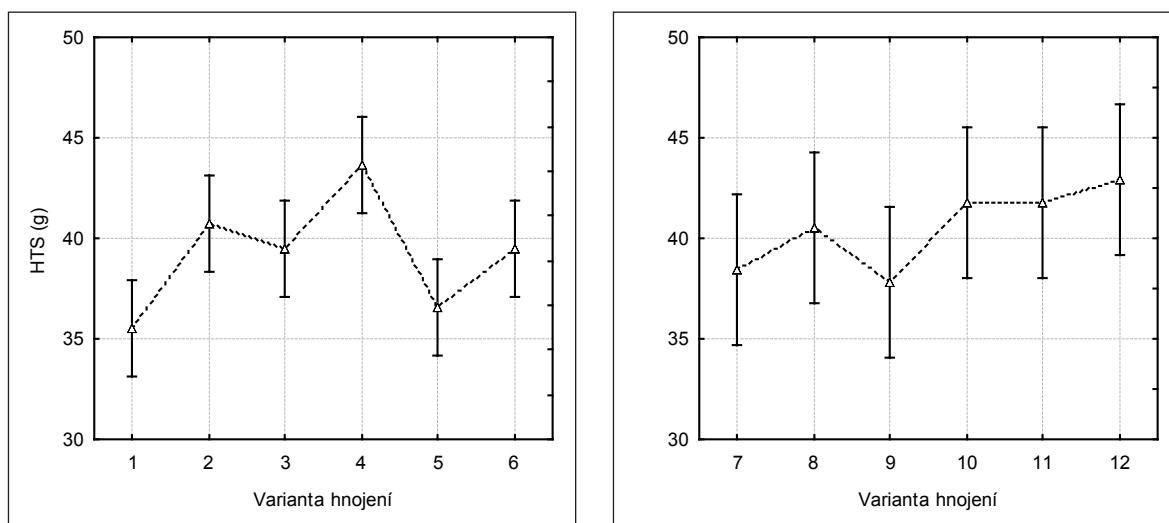
Rovněž jako u výnosu nebyl v počtu klasů zjištěn mezi půdními druhy signifikantní rozdíl [$F(1;46) = 0,01$, $p = 0,982$]. Bez ohledu na varianty hnojení byl na lehké i těžké půdě zaznamenán jejich shodný průměrný počet (35,5 klasu na nádobu).

Hmotnost tisíce semen se podobně jako výnos zrna a počet klasů mezi sledovanými půdními druhy signifikantně nelišila [$F(1;46) = 1,59$, $p = 0,214$]. Na půdě těžké (Staňkov) byla HTS oproti půdě lehké vyšší pouze o 3,3 %.

Hmotnost semen se při srovnání s variantou nehnojenou (var. 1) zvýšila na kombinaci 3. o 11,1 % a kombinaci 5. o 3,1 %. Na lehké půdě však nebyla statisticky průkazně ovlivněna základním hnojením [$F(2;9) = 2,17$, $p = 0,170$]. Podobně FRANČÁKOVÁ (1985) uvádí nízký vliv intenzity hnojení na změnu HTS ječmene. Její pokusy dokazují, že HTS je nejvíce ovlivněna výběrem odrůdy. Z práce CERKALA *et al.* (2001) dokonce vyplývá, že zvýšená aplikace N do půdy signifikantně redukovala HTS. Tito autoři uvádějí ročník jako faktor, který HTS ovlivňuje nejvíce. Po předsetíovém přihnojení se v našem experimentu u všech úrovní hnojení HTS zvýšila, ale pouze u I. úrovně hnojení statisticky průkazně ($p \leq 0,05$). Zde představoval rozdíl mezi kombinací 1. a 2. 14,8 %.

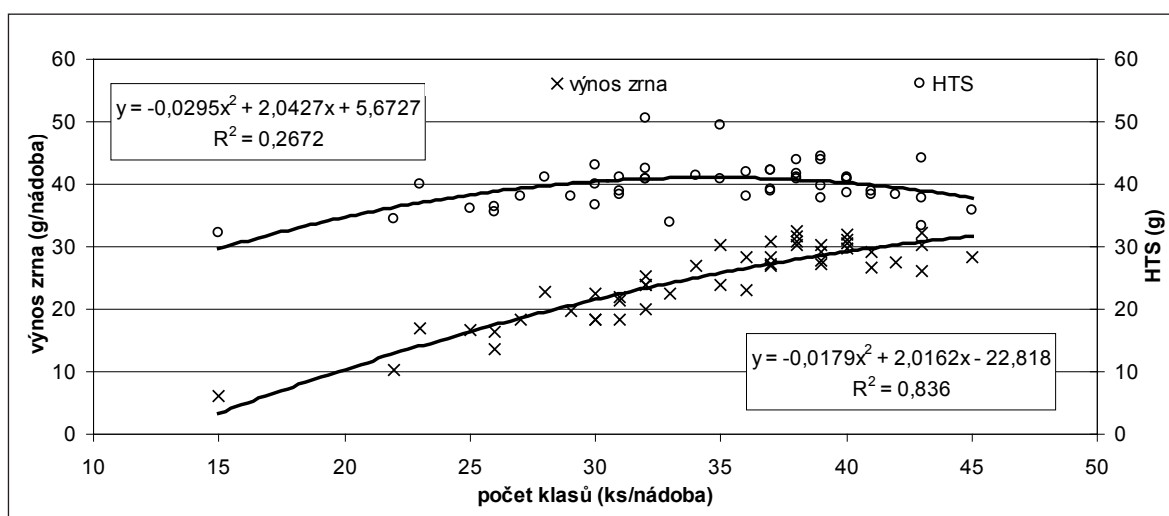
Z obr. 3 je patrné, že na půdě těžké se hmotnost tisíce semen vlivem stupňovaných dávek základního hnojení signifikantně nezvýšila [$F(2;9) = 1,10$, $p = 0,374$]. Podobně jako na půdě lehké zvýšilo předsetíové přihnojení HTS na všech úrovních hnojení, nikoliv však průkazně ($p \leq 0,05$).

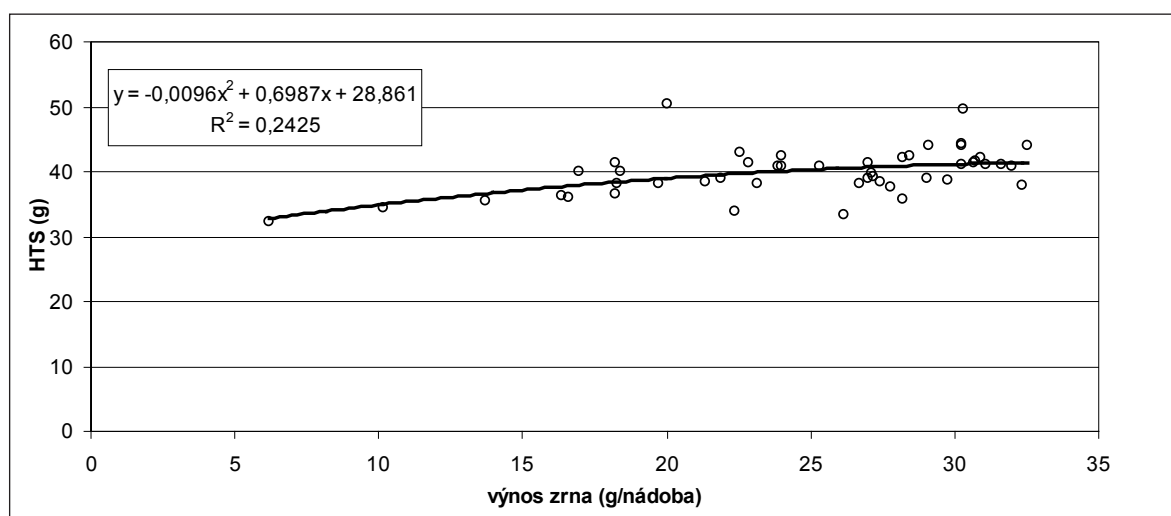
Kromě vlivu rozdílné zásoby přístupných živin v půdě způsobené stupňovaným hnojením na produkční charakteristiky ječmene jarního byly v práci sledovány rovněž korelace mezi jednotlivými ukazateli výnosu. Jak uvádí obr. 4, počet klasů měl nejvýraznější vliv na výnos zrna, vyjádřený korelačním koeficientem $r = 0,914$. Vysokou korelaci ($r = 0,948$) mezi těmito charakteristikami uvádějí ve své práci rovněž SVOBODOVÁ a MÍŠA (2004). Hmotnost tisíce semen byla ovlivněna počtem klasů středně ($r = 0,517$). Korelační koeficient $r = 0,492$ udává rovněž střední závislost HTS na výnosu zrna, znázorněnou na obr. 5.

3: HTS v závislosti na stupňovaných dávkách hnojiv (Tukey, $p \leq 0,05$)

IV: Sledované produkční ukazatele

Lok.	Var. hnoj.	Výnos (g/nád.)	Rel. %	Rel. %	Počet klasů (ks/nád.)	Rel. %	Rel. %	HTS (g)	Rel. %	Rel. %
Svitavy (lehká p.)	1	12,1	100,0	100,0	23,3	100,0	100,0	35,52	100,0	100,0
	2	20,8	171,9	171,9	30,0	128,8	128,8	40,76	114,8	114,8
	3	23,2	191,7	100,0	34,5	148,1	100,0	39,48	111,1	100,0
	4	29,4	243,0	126,7	39,3	168,7	113,9	43,63	122,8	110,5
	5	27,2	224,8	100,0	41,8	179,4	100,0	36,61	103,1	100,0
	6	27,7	228,9	101,8	38,3	164,4	91,6	39,45	111,1	107,8
Staňkov (těžká p.)	7	21,5	100,0	100,0	31,8	100,0	100,0	38,40	100,0	100,0
	8	30,7	142,8	142,8	39,0	122,6	122,6	40,56	105,6	105,6
	9	20,3	94,4	100,0	28,5	89,6	100,0	37,78	98,4	100,0
	10	31,5	146,5	155,2	39,0	122,6	136,8	41,77	108,8	110,6
	11	21,7	100,9	100,0	30,5	95,9	100,0	41,73	108,7	100,0
	12	30,5	141,9	140,6	38,0	119,5	124,6	42,96	111,9	102,9

4: Závislost výnosu zrna (g.nádoba⁻¹) a HTS (g) na počtu klasů (ks.nádoba⁻¹)



5: Závislost HTS (g) na výnosu zrna (g.nádoba⁻¹)

SOUHRN

Cílem jednoletého vegetačního nádobového pokusu bylo posoudit vliv zásoby živin v půdě a následného předseťového hnojení na výnos zrna, počet klasů a HTS ječmene jarního (*Hordeum vulgare* L.), odrůdy Kompakt. Z výsledků vyplynulo, že výnos zrna byl průkazně ovlivněn různou intenzitou hnojení zejména na půdě lehké. Výnos se při srovnání s kontrolou zvýšil na 2. úrovni hnojení (83 kg N, 31 kg P a 92 kg K.ha⁻¹) o 91,7 %, na 3. úrovni (113 kg N, 43 kg P a 125 kg K.ha⁻¹) o 124,8 %. Toto navýšení výnosu pozitivně ovlivnily zejména stupňované dávky dusíkatých hnojiv. Podobně i předseťové dohnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem pozitivně ovlivnilo produkci zrna a to jak na půdě lehké, tak zejména na půdě těžké (navýšení oproti půdě před setím nepřihnojené od 40,6 do 50,2 %). Výrazný vliv hnojení se projevil rovněž na počtu klasů. Trend ve vývoji tohoto faktoru byl shodný s výnosem zrna. HTS nebyla signifikantně ovlivněna stupňovanými dávkami hnojiv ani na lehké a ani na těžké půdě. Předseťové hnojení HTS zvýšilo u všech sledovaných variant (od 2,9 do 14,8 %) nikoliv však statisticky průkazně.

ječmen, hnojení, výnos zrna, počet klasů, hmotnost tisíce semen

Řešené téma bylo součástí grantového projektu NAZV QD1326 s názvem „Stabilizace půdní úrodnosti z pohledu výživy rostlin fosforem a draslíkem“.

LITERATURA

- CERKAL, R., ZIMOLKA, J. a HŘIVNA, L.: Using plough down of sugar beet tops to affect the production parameters of spring barley in a maize-growing region. *Rostlinná výroba*, 2001, 47: 319–325
- CONRY, M. J.: Comparative effect of six cultivars at four rates of nitrogen on the grain yield and grain quality of spring-sown matting barley in Ireland. *Journal of Agricultural Science*, 1994, 122: 343–350
- FECENKO, J. a LOŽEK, O.: *Výživa a hnojení polních plodin*. SPU Nitra, 2000, 442
- FLAŠAROVÁ, M. a ONDERKA, M.: Tvorba a kompenzace výnosových prvků u vybraných odrůd jarního ječmene. *Rostlinná výroba*, 1997, 43: 449–454
- FRANČÁKOVÁ, H.: Vplyv stupňovaných dávk dusíka a doby aplikácie dusíkatých hnojív na kvalitu zrna jarného jačmeňa. *Rostlinná výroba*, 1985, 31: 807–815
- KANDERA, M.: Účinok hnojenia dusíkom na úrody zrna jarného jačmeňa a jeho kvalitu. *Rostlinná výroba*, 1994, 40, 577–585
- KOSAŘ, K., PROKEŠ, J., PSOTA, V., ONDERKA, M. a VÁŇOVÁ, M.: *Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování*. ÚZPI, Praha, 1997, 45
- KULÍK, D.: The effect of some intensification factors on the spring barley yield. *Rostlinná výroba*, 1995, 41: 1–4
- LEBAIL, M. a MEYNARD, J. M.: Yield and protein concentration of spring malting barley: The effect

- of cropping systems in the Paris Basin (France). *Agronomie*, 23, 2003, 13–27
- LEKEŠ, J., BENDA, J., BRÜCKNER, F., KOPECKÝ, M., MINAŘÍK, F., PŘÍKRYL, K., VOŇKA, Z. a ZENIŠČEVA, L.: *Ječmen*. SZN Praha, 1985. 312
- PETR, J.: Postavení a problémy pěstování jarního ječmene v českém obilnářství. In *Sborník z konference „Řepařství & Sladovnický ječmen 2004“*. ČZU Praha, 2004, 161–164
- POLÁK, B., VAŇOVÁ, M. a ONDERKA, M.: *Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene*. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha, 1998, 39
- PŘÍKOPA, M., RICHTER R., ZIMOLKA, J. a CERKAL, R.: The influence of the year, fore-crops and fertilization on yield and content of crude protein in spring barley. *Plant, Soil and Environment*, 2005, 51: 144–150
- PŘÍKOPA, M.: *Diagnostika výživného stavu rostlin jarního ječmene při různých předplodinách*. Doktorská disertační práce, MZLU Brno, 2005, 145
- RICHTER, R., RYANT, P.: Výživa a hnojení obilnin. In *Sborník příspěvků odborného semináře „Nové aspekty v pěstování obilovin“*, MZLU Brno, 2002, 3–15
- SVOBODOVÁ, I., MÍŠA, P.: Effect of drought stress on the formation of yield elements in spring barley and the potential of stress expression reduction by foliar application of fertilizers and growth stimulator. *Plant, Soil and Environment*, 2004, 50: 439–446
- TICHÝ, F., KOPECKÝ, M., SOUČEK, A.: Vliv intenzifikačních faktorů na výnos a kvalitu jarního ječmene. *Rostlinná výroba*, 1991, 37: 53–68
- ZBÍRAL, J.: *Analýza půd I - jednotné pracovní postupy*. ÚKZÚZ, 2002, 197
- ZIMOLKA, J.: Inovační přístupy v technologii pěstování sladovnického ječmene. *Ječmenářská ročenka 2000*, VÚPS, Praha, 1999, 104–109

Adresa

Ing. Petr Škarpa, Ph.D., Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

