

EXISTUJE VZTAH MEZI CHEMICKÝM SLOŽENÍM ROSTLIN JEČMENE BĚHEM VEGETACE, VÝNOSEM A KVALITOU ZRNA?

Luděk HŘIVNA¹⁾, Luděk HOMOLA¹⁾, Iva BUREŠOVÁ²⁾

¹⁾ Mendelova univerzita v Brně; ²⁾ Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Úvod

Problematikou výživy jarního ječmene sírou a vlivem této aplikace na výnos a kvalitu zrna se zabývalo poměrně málo autorů. V literatuře není obsaženo komplexní hodnocení sladovnické jakosti zrna ječmene a sladu po hnojení dusíkem a sírou. V současnosti se ale můžeme s deficitem síry u ječmene běžně setkat (ZHAO ET AL., 1999; SCHERER, 2001). Jak uvádí McGrath, Zhao, 1995, v podmínkách Velké Británie je ječmen často pěstován na lehkých méně úrodných půdách z důvodu zajištění obsahu N v zrnu < 1,8 %. Tyto půdy jsou ale nejvíce ohroženy deficitem síry a existuje velmi málo prací o tom, jak se to na výnosu zrna i jeho kvalitě projeví (Zhao et al.,

2006). Deficit síry je v důsledku odsíření patrný i v jiných regionech Evropy a musíme s ním počítat i v ČR.

Z těchto důvodů jsme se zaměřili na tuto oblast a založili maloparcelní polní pokusy s jarním ječmenem, které probíhaly v letech 2005-2009. Protože příjem síry velmi silně koreluje s příjmem dusíku (Schnug et al., 1998; Ryant, Hřivna, 2004; Malhi, 2007; Jez et al., 2008 aj.), byly použity vždy kombinace dusíkatých a sírných hnojiv, případně byla použita dusíkatá hnojiva se sírou.

Byl zde sledován a hodnocen vliv aplikovaného dusíku a síry na výnos a kvalitu zrna ječmene.

Materiál a metody

V rámci dané aktivity byla zpracována data, získaná z maloparcelního polního pokusu založeného v letech 2005-2009 na lokalitě ZP Agrospol Velká Bystřice. Ve všech letech byl ječmen odrůda Jersey pěstován po předplodině cukrovce. Chrást byl střední orbou zaoran. Schéma pokusu uvádí následující tabulka (tab. 1).

Každá varianta byla 4x opakována. Velikost parcel při aplikaci hnojiv byla 21,6 m² a pro sklizeň byla upravena na 14,3 m² (13 x 1,1 m).

V průběhu vegetace byly odebírány vzorky rostlin, stanovena hmotnost sušiny jedné rostliny a proveden chemický rozbor.

Porost ječmene byl ve všech letech sklizen v plné zralosti maloparcelní sklízecí mlátičkou Sampo. U všech variant byl na místě stanoven výnos a vlhkost zrna. Sklizeň proběhla v roce 2005 2.srpna, v roce 2006 31.července, v roce 2007 18.července v roce 2008 28.července a v roce 2009 4. srpna. Ze všech variant pokusu byly odebrány vzorky zrna, u kterých byla stanovena objemová hmotnost (obilní měřič), přepad zrna nad sítem 2,5 a 2,8mm (Steineckerovo prosévadlo), obsah N-látek (dle Kjeldahla) a škrobu (dle Ewerse) (BASAŘOVÁ A KOL., 1992). Soubor získaných a hodnocených dat uvádí následující tabulka (tab.2).

Tab. 1 Schéma pokusu na lokalitě Velká Bystřice

Termín aplikace	Po vzejití (DC 13)		Počátek sloupkování (DC 31)		Celkem (kg.ha ⁻¹)	
	Varianta	Typ hnojiva	N (kg.ha ⁻¹)	Typ hnojiva	N (kg.ha ⁻¹)	N
1	-	-	0	0	0	0
2	LAV 27	30			30	0
3	LAV 27	30	DAM	20	50	0
4	SA	30			30	36
5	SA	30	SAM	20	50	42
6	DASA	30			30	15
7	DASA	30	SAM	20	50	21
8	SAM	30			30	10
9	SAM	30	SAM	20	50	16
10	LAV + S1	30			30	30
11	LAV + S1	30	DAM	20	50	30
12	LAV + S2	30			30	50
13	LAV + S2	30	DAM	20	50	50

Pozn.: LAV 27 – ledek amonný s vápencem (27 % N, 20 % Ca), SA – síran amonný (20,3 % N, 24 % S), DASA (26 % N, 13 % S), SAM (19 % N, 6 % S), DAM (30 % N), S1, S2 – elementární síra (1, 2 – značí velikost dávky).

Tab.2 Soubor hodnocených dat

vegetace	zrno
Obsah N, S (fáze DC 24)	Výnos zrna
Čerpání N, S (fáze DC 24)	Objemová hmotnost
Obsah N, S (fáze DC 31)	Přepad nad sítím 2,5mm
Čerpání N, S (fáze DC 31)	Přepad nad sítím 2,8mm
Obsah N, S (fáze DC 43)	Obsah bílkovin
Čerpání N, S (fáze DC 43)	Obsah škrobu
Obsah N, S (fáze DC 65)	Obsah N
Čerpání N, S (fáze DC 65)	Obsah S

U všech souborů dat byla testována homogenita rozptylu dle Cochran. Vyhodnoceny byly závislosti mezi vybranými faktory korelační analýzou, vypočteny korelační koeficienty na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a $0,01$. Byla provedena regresní analýza, stanovena rovnice regrese a interval spolehlivosti (R) (Stávková Dufek, 2005). Hodnocení bylo provedeno za využití software STATISTICA 8.0 (StatSoft, Inc.).

Výsledky

V rámci daného pozorování byly hodnoceny vztahy mezi všemi výše uvedenými ukazateli. Vybrány pak byly pouze ty vztahy, které vykazovaly minimálně středně silnou a vyšší závislost ($r = 0,3-0,5$).

Při hodnocení vztahů mezi výnosem a vybranými parametry byla stanovena středně silná závislost mezi výnosem a obsahem škrobu ($r = 0,453^{**}$). S růstem výnosu se zvyšovala také hodnota přepadu zrna nad sítím 2,8mm a naopak průkazně klesal přepad zrna nad sítím 2,5mm (tab. 3). Z toho můžeme usoudit, že na přírůstku výnosu se podílí mimo jiné také velikost zrna.

Velikost zrna se také velmi úzce promítala do obsahu škrobu v něm (tab. 4 - 5). S růstem přepadu zrna nad sítím 2,8mm rostl průkazně obsah škrobu ($r = 0,669^{**}$), zvyšoval – li se podíl drobnějších zrn byly trendy opačné a obsah škrobu průkazně klesal ($r = -0,671^{**}$). Úměrně s růstem podílu větších zrn (nad 2,8mm) klesal podíl nad sítím 2,5mm ($r = -0,900^{**}$) a snižoval se obsah bílkovin ($r = -0,543^{**}$) zatímco u přepadu nad sítím 2,5mm obsah N-látek rostl ($r =$

$0,619^{**}$), částečně se zde zřejmě promítlo i čerpání dusíku v pozdní fáze vegetace (DC 65), které s přepadem na sítě 2,5mm slaběji korelovalo ($r = 0,332^{**}$).

Z mechanických znaků byl dále testován vztah mezi objemovou hmotností zrna a ostatními parametry (tab.6). Zde se již projevil negativní vliv příjmu dusíku především v pozdějších fázích vegetace (DC 43, DC 65) na tuto charakteristiku ($r = -0,373^{**}$ a $r = -0,559^{**}$). Bylo rovněž prokázáno, že objemová hmotnost průkazně roste s přepadem zrna nad sítím 2,8mm ($r = 0,810^{**}$), pozitivní roli zde sehrává i obsah škrobu ($r = 0,534^{**}$). Naopak úměrně s růstem objemové hmotnosti klesá hodnota přepadu zrna nad sítím 2,5mm ($r = -0,680^{**}$) a obsah bílkovin ($r = -0,659^{**}$). To znamená, že čím větší je objemová hmotnost, tím více je v obilní masě zastoupeno velkých zrn a tím nižší je i obsah bílkovin v zrnu.

Slabší kladná závislost byly pozorována mezi obsahem škrobu a obsahem síry v zrnu ječmene (tab.7).

Tab. 3 Hodnocení vztahů mezi výnosem, kvalitou zrna ječmene

Interakce	Korelační koeficient	Rovnice regrese
Výnos x 2,5mm	$r = -0,435^{**}$	$y = 101,115 - 8,5384 \cdot x$
Výnos x 2,8mm	$r = 0,416^{**}$	$y = -49,2567 + 13,4728 \cdot x$
Výnos x škrob	$r = 0,453^{**}$	$y = 56,8979 + 0,9643 \cdot x$
Výnos x obsah S zrno	$r = 0,454^{**}$	$y = 0,0465 + 0,0128 \cdot x$

Tab. 4 Hodnocení vztahů mezi přepadem zrna nad sítím 2,8mm, kvalitou zrna ječmene

Interakce	Korelační koeficient	Rovnice regrese
2,8mm x 2,5mm	$r = -0,900^{**}$	$y = 65,6755 - 0,5445 \cdot x$
2,8mm x škrob	$r = 0,669^{**}$	$y = 61,7269 + 0,044 \cdot x$
2,8mm x bílkoviny	$r = -0,543^{**}$	$y = 11,9737 - 0,0247 \cdot x$

Tab. 5 Hodnocení vztahů mezi přepadem zrna nad sítím 2,5mm, kvalitou zrna ječmene a sladu

Interakce	Korelační koeficient	Rovnice regrese
2,5mm x čerpání N (DC65)	$r = 0,332^{**}$	$y = 35,5128 + 0,6111 \cdot x$
2,5mm x škrob	$r = -0,671^{**}$	$y = 66,7214 - 0,073 \cdot x$
2,5mm x bílkoviny	$r = 0,619^{**}$	$y = 8,9528 + 0,0465 \cdot x$
2,5mm x obsah S zrno	$r = -0,485^{**}$	$y = 0,1657 - 0,0007 \cdot x$

Tab. 6 Hodnocení vztahů mezi objemovou hmotností, kvalitou zrna ječmene

Interakce	Korelační koeficient	Rovnice regrese
OH x čerpání N (DC43)	$r = -0,373^{**}$	$y = 187,2701 - 2,1468 \cdot x$
OH x čerpání N (DC65)	$r = -0,559^{**}$	$y = 317,1748 - 3,9468 \cdot x$
OH x 2,5mm	$r = -0,680^{**}$	$y = 210,1751 - 2,6119 \cdot x$
OH x 2,8mm	$r = 0,810^{**}$	$y = -287,8244 + 5,1413 \cdot x$
OH x škrob	$r = 0,534^{**}$	$y = 49,2864 + 0,2228 \cdot x$
OH x bílkoviny	$r = -0,659^{**}$	$y = 23,1679 - 0,1896 \cdot x$

Tab. 7 Hodnocení vztahů mezi obsahem škrobu v zrnu, kvalitou zrna ječmene

Interakce	Korelační koeficient	Rovnice regrese
škrob x obsah S zrno	$r = 0,403^{**}$	$y = -0,202 + 0,0053 \cdot x$

Na obsah bílkovin v zrnu ječmene má především vliv koncentrace dusíku v pletivech a jeho příjem během vegetace (tab. 8). Z tohoto pohledu musíme vidět, že zatímco v počátečních fázích vegetace se tato závislost prakticky neuplatňuje a je zde dokonce vztah opačný (DC 24), především v důsledku tvorby výnosotvorných prvků (odnoží), které mají spíše zředovací efekt z pohledu obsahu N-látek v zrnu, později je již ale tento

vztah kladný (DC43, DC65). V době kvetení porostu se jednalo již o středně silnou až silnou závislost ($r = 0,608^{**}$, $r = 0,596^{**}$). Podobné i když ne tak výrazné vztahy byly prokázány v čerpání síry a jejím obsahu v pletivech během vegetace. Byl rovněž potvrzen negativní vztah mezi obsahem bílkovin a škrobu ($r = -0,503^{**}$) v zrnu.

Tab. 8 Hodnocení vztahů mezi obsahem bílkovin v zrnu, kvalitou zrna ječmene

Interakce	Korelační koeficient	Rovnice regrese
bílkoviny x obsah N (DC24)	$r = -0,602^{**}$	$y = 8,9749 - 0,4009 \cdot x$
bílkoviny x čerpání N (DC43)	$r = 0,465^{**}$	$y = -53,1878 + 9,3014 \cdot x$
bílkoviny x obsah N (DC65)	$r = 0,608^{**}$	$y = -0,3746 + 0,1779 \cdot x$
bílkoviny x čerpání N (DC65)	$r = 0,596^{**}$	$y = -98,0941 + 14,62 \cdot x$
bílkoviny x obsah S (DC24)	$r = -0,446^{**}$	$y = 0,5993 - 0,0235 \cdot x$
bílkoviny x čerpání S (DC43)	$r = 0,379^{**}$	$y = -3,2984 + 0,715 \cdot x$
bílkoviny x obsah S (DC65)	$r = 0,540^{**}$	$y = -0,0399 + 0,0197 \cdot x$
bílkoviny x čerpání S (DC65)	$r = 0,569^{**}$	$y = -11,4448 + 1,6827 \cdot x$
bílkoviny x škrob	$r = -0,503^{**}$	$y = 71,696 - 0,7298 \cdot x$

Závěr

Bylo prokázáno, že příjem dusíku a síry během vegetace ovlivňuje řadu technologických parametrů charakterizujících kvalitu zrna ječmene a promítá se tak i do kvality sladu a sladiny, čímž může být ovlivněna celá technologie výroby piva. Z pěstitelského hlediska je pak nutné si uvědomit, že:

- Přírůstek výnosu zrna je ovlivněn velikostí zrna a to i zrna $\geq 2,8\text{mm}$
- S růstem přepadu zrna nad sítem 2,8mm roste průkazně obsah škrobu v něm
- Úměrně s růstem podílu větších zrn ($\geq 2,8\text{mm}$) klesá podíl nad sítem 2,5mm a snižuje se obsah bílkovin v zrně

- Objemová hmotnost zrna průkazně roste s přepadem zrna nad sítem 2,8mm, úměrně s tím klesá podíl drobnějších zrn a bílkovin v zrně
- V počátku vegetace je obsah N a S v sušině rostlin a příjem dusíku a síry rostlinou v negativním vztahu k obsahu bílkovin v zrně, později ve druhé polovině vegetace je tomu naopak - tomu je nezbytné podřídit i hnojení dusíkem a dusík v pozdějších fázích vegetace aplikovat pouze na základě půdní a listové diagnostiky.

Použitá literatura

- Basařová, G., et al.: Pivovarsko-sladařská analytika. Merkanta s r.o. Praha. 1992, 388.
- Jez, J., et. al. (2008): Sulfur: A Missink Link between Soils, Crops, and Nutrition. Madison, WI : American Society of Agronomy : Crop Science Society of America : Soil Science Society of America: 323 p.
- Malhi, S. S., Gan, Y., Raney, J. P. (2007): Yield, seed quality, and sulfur uptake of Brassica oilseed crops in response to sulfur fertilization. Agron J. , 99 (2): 570–577.
- McGrath, S.P., Zhao, F.J. (1995): A risk assessment of sulfur deficiency in cereals using soil and atmospheric deposition data, Soil Use and Management 11: 110–114.
- Ryant, P., Hřivna, L. (2004): The effect of sulphur fertilisation on yield and technological parameters of wheat grain. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sec.E 59, 4: 1669-1678
- Scherer, H.W. (2001): Sulphur in crop production-invited paper. European Journal of Agronomy 14: 81-111
- Schnug E. (1988): Quantitative und qualitative Aspekte der Diagnose und Therapie der Schwefelversorgung von Raps (*Brassica napus* L.) unter besonderer Berücksichtigung glukosinolatärmer Sorten. Habilitationsschrift (Dsc. Thesis) Agrarwiss. Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- Stávková, J., Dufek, J. (2005): Biometrika. MZLU v Brně. 194 s.
- Zhao, F.J., Hawkesford, M.J., Mc Grath, S.P. (1999): Sulphur assimilation and effect on yield and quality of wheat. Journal of Cereal Science, 30 (1): 1-17
- Zhao F.J., Fortune, S., Barbosa V.L. et al. (2006) : Effects of sulphur on yield and malting quality of barley. Journ. of Cereal Sci.. 43, (3): 369-377
- Zbíral, J. (2002): Analýza půd I. Jednotné pracovní postupy, 2.vydání, ÚKZÚZ Brno: 197 s.
- Zbíral, J. a kol. (2005): Analýza rostlinného materiálu. Jednotné pracovní postupy. ÚKZÚZ Brno: 192 s.

Kontaktní adresa

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

Příspěvek vznikl jako výstup projektu MŠMT s názvem
„Výzkumné centrum pro studium obsahových látek ječmene a chmele“ č. 1M0570.