

THE QUALITY OF SPRING BARLEY IN DEPENDENCE OF PLANT NUTRITION OF NITROGEN AND SULPHUR

KVALITA ZRNA JEČMENE V ZÁVISLOSTI NA VÝŽIVĚ DUSÍKEM A SÍROU

Vavroušová P., Hřivna L.

Department of Food Technology, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Czech Republic

E-mail: petravavrousova@seznam.cz, hrivna@mendelu.cz

ABSTRACT

In 2006 and 2007 in small-plot field trials established on plots of the Agrospol agricultural enterprise in Velká Bystřice near Olomouc we explored the effect of nitrogen and sulphur applied in various types of sulphuric fertilisers (ammonium sulphate and elementary of sulphur) with nitrogenous corrections on yields and mechanical grain quality of barley grain (chemical composition of grain, volume weight, number full grains, content of starch and nitrogen matters). Species of spring barley Jersey was placed in this experiment. In 2006 yield of grain increasing on on concentration of sulphur in barley, where were application of ammonium sulphate on basic fertilization. There were also increase fertilize of nitrogen volume weight of grain and there were production heavier grains. Correction negatively influencing content of starch but vice versa increasing content of nitrogen matters. In 2007 were yield with application of ammonium sulphate as same as with application of elementary sulphure.

Keywords: barley, nitrogen, sulphur, yield, grain quality

Acknowledgments: Příspěvek vznikl jako výstup projektu MZe s názvem „Inovace pěstitelských technologií sladovnického ječmene vývojem diagnostických metod pro vyhodnocení struktury porostu, zdravotního a výživného stavu“ č. 1G58038 a projektu MŠMT s názvem „Výzkumné centrum pro studium obsahových látek ječmene a chmele“ č. 1M0570.

ÚVOD

Síra plní v rostlinách mnoho funkcí. Má nezastupitelnou roli v primárním i sekundárním metabolismu rostlin. Enzymy obsahující síru se účastní i redukce nitrátů (MENGEL, 1991). Jestliže rostliny obsahují méně sirných aminokyselin (cystein, methionin), je inhibována syntéza bílkovin, stoupá obsah ostatních volných aminokyselin a zvláště amidů a nitráty se hromadí. U obilnin se vizuálně nedostatek síry projevuje menšími a užšími listy, kratšími a tenšími stébly. Rostliny tvoří méně klasů s menším počtem zrn v kláscích. Dodatečná aplikace dusíkatých hnojiv vede jen k dalšímu zhoršení stavu rostlin (HANEKLAUS, SCHNUG, 1994).

Mezi dusíkem a sírou byla prokázána interakce v příjmu. Nemá-li rostlina k dispozici dostatek síry, může se efekt hnojení dusíkem snížit (MCGRATH ET ZHAO, 1996, HRIVNA ET AL., 2001). Na druhou stranu při nadměrném hnojení dusíkem v kombinaci se sírou můžeme kvalitu ječmene ovlivnit negativně. Luxusní příjem dusíku vede k jeho vysokému obsahu v zru. Obsah dusíku přitom vykazuje negativní korelaci k obsahu extraktu v sušině sladu a snižuje se hodnota Kolbachova čísla.

Síra má také vliv na kvalitativní parametry sladu, resp. z něj vyráběného piva. Za určitých podmínek může v průběhu sladování z aminokyselin cysteinu a methioninu vznikat dimethylsulfid (DMS), který nepříznivě ovlivňuje sensorickou kvalitu piva. DMS vzniká v průběhu sladování a poté také při výrobě piva z jeho prekurzorů (PDMS) (ŠUSTA, HAVLOVÁ, 1996).

MATERIÁL A METODIKA

Pokus, ve kterém byl ověřován v letech 2006-2007 vliv hnojení dusíkem a sírou na výnos a kvalitu zrna sladovnického ječmene, byl založen na pozemku patřícím do katastru zemědělského podniku Agrospol Velká Bystřice. Pozemky se nachází v klimatickém regionu mírně teplém, mírně vlhkém. Půda je středně těžká, půdní typ hnědozem. Zemědělský podnik hospodaří bez živočišné výroby, tzn. že všechny posklizňové zbytky zaorává.

Do pokusu byla zařazena odrůda ječmene jarního Jersey. Jedná se o polopozdní sladovnickou odrůdu. Cílem bylo zjistit vliv síranové a elementární síry aplikované při vzcházení porostu a prováděných korekcí dusíkem (LAV 27) během vegetace na výnos a technologické parametry zrna ječmene. Pokus byl uspořádán do následujících variant hnojení (tab.1).

Tab. 1 Schéma pokusu

| varianta | odrůda | Forma síry-zákl.hnojení | Korekce-termín aplikace N | Dávka N při korekci |
|----------|--------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1 | Jersey | Síranová (50 kg S/ha) (síran amonný) 40 kg N/ha vzcházení porostu | 4. list | Nižší 0 |
| 2 | | | | Vyšší 30 |
| 3 | | | Konec odnož. | Nižší 0 |
| 4 | | | | Vyšší 30 |
| 5 | | | ½ sloupkování | Nižší 0 |
| 6 | | | | Vyšší 30 |

| | | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|
| 7 | Elementární síra (50 kg S/ha) (močovina) 40 kg N/ha vzcházení porostu | 4.list | Nižší 0 |
| 8 | | | Vyšší 30 |
| 9 | | Konec odnož. | Nižší 0 |
| 10 | | | Vyšší 30 |
| 11 | | ½ sloupkování | Nižší 0 |
| 12 | | | Vyšší 30 |

LAV 27 - ledek amonný s vápencem (27 % N, 9 % Ca) , síran amonný (20,3 % N, 24 % S), močovina (46%N)

Během vegetace byly po provedených korekcích odebírány vzorky rostlin a zeminy. U odebraných vzorků rostlin byla stanovena hmotnost sušiny 1 rostliny a v sušině celých rostlin pak stanoven obsah N, P, K, Ca, Mg a S. Obsah N byl stanoven Kjeldahlovou metodou (Zbíral, 1994) a ostatní živiny po mineralizaci v HNO₃ a H₂O₂ v uzavřeném mikrovlnném systému metodou ICP OES.

Sklizeň byla provedena maloparcelní sklízecí mlátičkou. Byl stanoven výnos zrna a jeho chemické složení. Současně byly stanoveny technologické parametry zrna. Z mechanických znaků objemová hmotnost na obilním měřiči, podíl přepadu zrna na síť 2,5mm na Steineckerově prosévadle, obsah škrobu polarimetricky dle Ewerse a obsah N-látek dle Kjeldahla (Basařová, 1992). U odebraných vzorků zrna a slámy byla rovněž provedena chemická analýza na obsah jednotlivých živin.

Tab. 2..Průběh povětrnosti

| Měsíc | průměr teplot 05-06 | průměr teplot 06-07 | normál (°C) | úhrn srážek 05-06 (mm) | úhrn srážek 06-07 (mm) | normál (mm) |
|----------|------------------------|------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| září | 16,1 | 17,2 | 13,8 | 33,8 | 9,2 | 47 |
| říjen | 9,8 | 11,2 | 8,7 | 7,4 | 15,7 | 36 |
| listopad | 2,8 | 6,2 | 3,1 | 50,7 | 54,5 | 36 |
| prosinec | -1,1 | 2,4 | -0,4 | 58,8 | 26,6 | 26 |
| leden | -7,2 | 3,4 | -2,0 | 25,8 | 30,5 | 22 |
| únor | -2,5 | 3,3 | -0,3 | 43,7 | 28,1 | 18 |
| březen | 0,8 | 6,4 | 3,9 | 51,2 | 42,2 | 25 |
| duben | 10,2 | 11,5 | 8,9 | 62,4 | 5,4 | 33 |
| květen | 14,2 | 16,2 | 14,3 | 98,6 | 89,4 | 61 |
| červen | 18,6 | 20,1 | 17,1 | 67,9 | 17,2 | 70 |
| červenec | 23,6 | | 18,9 | 1 | | 71 |
| srpen | 17,0 | | 18,7 | 136 | | 57 |

VÝSLEDKY A DISKUZE

Z výnosových výsledků roku 2006 je zřejmé, že aplikace dusíku v průběhu vegetace ve formě prováděných korekcí má svoje opodstatnění. Svou roli zde sehrává také volba dusíkatého hnojiva pro hnojení na počátku vzcházení. Z tohoto pohledu se jako vhodnější jevílo hnojení močovinou. Úloha síry byla z pohledu tvorby výnosu v r. 2006 méně

významná. Zatímco u variant, kde byl při základním hnojení aplikován síran amonný, došlo k výraznému zvýšení koncentrace síry v rostlinách, u elementární síry tomu tak nebylo.

Svou roli zde zřejmě sehrál i průběh povětrnosti, chladný půdní profil v jarních měsících a následně srážkově nadnormální duben a květen (viz.tab.2). Největší efekt hnojení dusíkem byl zaznamenán u varianty 8, kde byla korekce provedena po základním hnojení močovinou hned na počátku odnožování. Největší přírůstek výnosu po provedené korekci byl pak stanoven u varianty 4 a činil ve srovnání s kontrolní (1.variantou) 450kg.

V roce 2007 byl výnos u variant, kde byl při základním hnojení aplikován síran amonný podobný jako u variant s aplikací elementární síry. Také zde svou roli zřejmě sehrál průběh povětrnosti, chladný půdní profil v jarních měsících a následně srážkově chudý duben, který neumožnil příjem a utilizaci dusíku z aplikovaných hnojiv (tab. 3).

Tab. 3 Výnos zrna za rok 2006 a 2007

| varianta | průměr opakování rok 2006 | průměr za skupinu rok 2006 | průměr opakování rok 2007 | průměr za skupinu rok 2007 |
|----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | 6,789 | 6,899 | 7,584 | 7,274 |
| 2 | 7,171 | | 6,822 | |
| 3 | 6,61 | | 7,408 | |
| 4 | 7,239 | | 7,563 | |
| 5 | 6,668 | | 7,25 | |
| 6 | 6,916 | | 7,016 | |
| 7 | 7,384 | 7,364 | 7,841 | 7,287 |
| 8 | 7,525 | | 6,598 | |
| 9 | 7,248 | | 7,403 | |
| 10 | 7,468 | | 7,285 | |
| 11 | 7,211 | | 7,301 | |
| 12 | 7,347 | | 7,293 | |

V roce 2006 ve většině případů zvýšilo přihnojení dusíkem objemovou hmotnost zrna a ovlivněny byly také podíly zrna na sítěch. Po aplikaci síranu amonného byl zaznamenán vyšší podíl (přepad) zrna na sítě 2,5 mm, svou roli zde zřejmě sehrálo to, že u těchto variant byl v průměru nižší výnos, což přispělo k vývinu a tvorbě většího zrna.

Vyšší počet klasů na jednotku plochy u variant po korekcích a poměrně rychlý průběh dozrávání porostu v roce 2007 snížil výrazně objemovou hmotnost zrna a podíl přepadu zrn na sítě 2,2mm (tab. 4 a tab. 5).

Tab. 4 Objemová hmotnost v kg/hl za rok 2006 a 2007

| varianta | průměr opakování rok 2006 | průměr za skupinu rok 2006 | průměr opakování rok 2007 | průměr za skupinu rok 2007 |
|----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | 69,438 | 69,299 | 62,550 | 62,710 |
| 2 | 69,825 | | 63,150 | |
| 3 | 69,450 | | 63,025 | |
| 4 | 68,038 | | 61,988 | |
| 5 | 69,513 | | 62,800 | |

| | | | | |
|----|--------|---------------|--------|---------------|
| 6 | 69,531 | | 62,750 | |
| 7 | 69,188 | 69,204 | 63,125 | 62,277 |
| 8 | 69,350 | | 62,175 | |
| 9 | 68,988 | | 62,750 | |
| 10 | 69,213 | | 61,588 | |
| 11 | 68,863 | | 62,625 | |
| 12 | 69,625 | | 61,400 | |

Tab. 5 Podíl (přepad) zrna na síť 2,5mm (rok 2006 a 2007)

| Varianta | průměr opakování rok 2006 | průměr za skupinu rok 2006 | průměr opakování rok 2007 | průměr za skupinu rok 2007 |
|----------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 93,196 | 91,548 | 63,75 | 62,678 |
| 2 | 93,093 | | 62,79 | |
| 3 | 93,326 | | 67,11 | |
| 4 | 87,363 | | 59,23 | |
| 5 | 92,841 | | 64,41 | |
| 6 | 89,47 | | 58,78 | |
| 7 | 92,435 | 91,486 | 65,49 | 62,400 |
| 8 | 91,396 | | 58,54 | |
| 9 | 91,775 | | 65,73 | |
| 10 | 90,633 | | 61,74 | |
| 11 | 91,171 | | 64,47 | |
| 12 | 91,508 | | 58,40 | |

Zatímco poměr N:S v sušině nadzemní hmoty, který je směrodatný pro hodnocení účinku síry, byl u variant se síranem amonným během vegetace výrazně užší oproti variantám s elementární sírou, v zrna byl obsah síry i poměr N:S vyrovnaný (tab.6). Prováděné korekce poměr N:S zvláště pak v roce 2007 rozšiřovaly.

Tab. 6 Chemické složení zrna

| varianta | [% v suš.] rok 2006 | | Poměr N:S rok 2006 | [% v suš.] rok 2007 | | Poměr N:S rok 2007 |
|----------|---------------------|-------|-----------------------|---------------------|-------|-----------------------|
| | N | S | | N | S | |
| 1 | 1,83 | 0.135 | 13,56 | 1,90 | 0,164 | 11,59 |
| 2 | 1,69 | 0.128 | 13,2 | 1,95 | 0,162 | 12,04 |
| 3 | 1,61 | 0.123 | 13,09 | 1,85 | 0,156 | 11,86 |
| 4 | 1,74 | 0.129 | 13,49 | 1,92 | 0,158 | 12,15 |
| 5 | 1,66 | 0.124 | 13,39 | 1,85 | 0,164 | 11,28 |
| 6 | 1,79 | 0.137 | 13,07 | 1,95 | 0,166 | 11,75 |
| 7 | 1,65 | 0.125 | 13,2 | 1,95 | 0,166 | 11,75 |
| 8 | 1,91 | 0.134 | 14,25 | 1,95 | 0,169 | 11,54 |
| 9 | 1,73 | 0.131 | 13,21 | 1,90 | 0,163 | 11,66 |
| 10 | 1,80 | 0.137 | 13,14 | 1,90 | 0,169 | 11,24 |
| 11 | 1,66 | 0.127 | 13,07 | 1,86 | 0,157 | 11,85 |
| 12 | 1,86 | 0.136 | 13,68 | 1,94 | 0,165 | 11,76 |

V roce 2006 se prováděné korekce negativně projeví na obsahu škrobu v obilkách. Nejhorší dopad měla poslední prováděná korekce, která snižovala obsah škrobu v obilkách o více jak 1% bez ohledu na použité hnojivo v období vzcházení.

Prováděné korekce naopak v průměru zvyšovaly obsah dusíkatých látek. Nejvíce se obsah N-látek zvýšil po druhé (hnojeno SA), respektive po 1. a 2. korekci (hnojeno MO). Poslední korekce se výrazněji na chemickém složení zrna neprojevila. Můžeme předpokládat, že se zde projevil negativně vliv povětrnosti ve druhé polovině vegetace, kdy byl půdní profil značně proschlý.

Vyšší počet klasů na jednotku plochy u variant po korekcích a poměrně rychlý průběh dozrávání porostu v roce 2007 se také negativně odrazilo ve sklizňových výsledcích, zvýšil se podíl bílkovin v zrně a naopak snížil obsah škrobu (tab. 7, tab. 8).

Tab. 7 Obsah škrobu (%) za rok 2006 a 2007

| varianta | průměr opakování rok 2006 | průměr za skupinu rok 2006 | průměr opakování rok 2007 | průměr za skupinu rok 2007 |
|----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | 63,438 | 63,168 | 60,995 | 60,722 |
| 2 | 63,113 | | 60,888 | |
| 3 | 63,545 | | 61,048 | |
| 4 | 63,38 | | 60,625 | |
| 5 | 63,33 | | 60,73 | |
| 6 | 62,203 | | 60,048 | |
| 7 | 63,435 | 63,597 | 61,813 | 60,766 |
| 8 | 63,115 | | 60,467 | |
| 9 | 63,598 | | 61,34 | |
| 10 | 63,81 | | 60,045 | |
| 11 | 64,4 | | 60,413 | |
| 12 | 63,223 | | 60,52 | |

Tab. 8 Obsah N-látek (%) za rok 2006 a 2007

| varianta | průměr opakování rok 2006 | průměr za skupinu rok 2006 | průměr opakování rok 2007 | průměr za skupinu rok 2007 |
|----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | 10,685 | 10,708 | 11,633 | 11,781 |
| 2 | 10,845 | | 11,948 | |
| 3 | 10,443 | | 11,388 | |
| 4 | 10,948 | | 12,11 | |
| 5 | 10,41 | | 11,535 | |
| 6 | 10,92 | | 12,07 | |
| 7 | 10,84 | 10,815 | 11,528 | 11,755 |
| 8 | 10,955 | | 12,303 | |
| 9 | 10,9 | | 11,355 | |
| 10 | 10,95 | | 11,873 | |
| 11 | 10,363 | | 11,54 | |
| 12 | 10,885 | | 11,933 | |

ZÁVĚR

V roce 2006 byl výnos zrna ječmene příznivě korekcemi dusíkem prováděnými během vegetace ovlivněn. V roce 2007 byl trend opačný. Suché jaro zhoršilo využití dusíku z aplikovaných hnojiv ve fázích růstu, kde se rozhoduje o výnosu zrna, tj odnožování a počátku sloupkování.

Korekce prováděné dusíkem během vegetace v roce 2006 zvyšovaly objemovou hmotnost zrna, v roce 2007 byl trend opačný. Po hnojení síranem amonným byla objemová hmotnost zrna i podíl předního zrna v obou letech vyšší.

Poměr N:S v sušině nadzemní hmoty, který je směrodatný pro hodnocení účinku síry, byl u variant se síranem amonným během vegetace výrazně užší oproti variantám s elementární sírou, v zrně byl obsah síry i poměr N:S vyrovnán. Prováděné korekce poměr N:S rozšiřovaly.

Prováděné korekce zvyšovaly obsah dusíkatých látek v zrně, negativně byl ovlivněn obsah škrobu

LITERATURA

Basařová et al. (1992): Pivovarsko-sladařská analytika. Merkanta s.r.o., Praha. 388s.

Hřivna L., Richter R., Lošák T. (2001): The effect of the content of water-soluble sulphur in the soil on the utilisation of nitrogen, on the yields and quality of winter rape. Rostlinná výroba, 47(1): 18-22.

McGrath S.P., Zhao F.J. (1996): Sulphur uptake, yield responses and interaction between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of Agriculture Science, 126: 53-62.

Mengel K. (1991): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena: Gustav Fisher Verlag, 1991, 466s.

Schnug E., Haneklaus S. (1994): Sulphur deficiency in *Brassica napus*. Landbauforschung Völkenrode, 31s.

Šusta J., Havlová P (1996): Studium tvorby dimethylsulfidu v průběhu sladování. Kvasný průmysl 42 (11): 346-349.

Zbíral J. (1994): Stanovení vodorozpustné síry v půdě. Analýza půd II. S. 5/24.