

HODNOCENÍ VÝNOSU, SLADOVNICKÉ KVALITY ZRNA JEČMENE, SLADU A PRODUKCE PIVA PO DIFERENCOVANÉM HNOJENÍ DUSÍKEM A SÍROU

Luděk HRIVNA¹⁾, Luděk HOMOLA¹⁾, Iva BUREŠOVÁ²⁾

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

Úvod

Hnojení sírou může do jisté míry ovlivnit i kvalitu zrna ječmene [1]. Ke změnám kvality dochází již tím, že aplikace S - hnojiv vede ke zvýšení výnosu zrna [2]. Pozdější aplikace S prováděná před metáním podporuje relativní snížení koncentrace dusíku v zrně ječmene [3]. Proto, aby byla zajištěna odpovídající kvalita produkce, doporučují [4] pro odlišné skupiny polních plodin různé dávky síry. Obilniny, v to zahrnujíc pšenici i sladovnický ječmen, by měly dostat dávku pro výnos 5 - 7 t.ha⁻¹ zrna na úrovni cca 20 - 40 kg S.ha⁻¹. Vlivem aplikace síry na výnos a kvalitu zrna ječmene se zabývali podrobněji [5]. U pěti z osmi pokusů prokázali zvýšení výnosů zrna v rozmezí 0,2 - 1,2 t.ha⁻¹ (4,7-22,5 %). Budoucí kvalitu zrna, jak uvádí [6],

poznáme již na základě chemického rozboru nezralých zrn. Je-li obsah S nad úroveň 0,23 % a poměr N:S pod hodnotou 8, můžeme očekávat vysokou a sladařsky kvalitní sklizeň. Síra se v ječném zrně vyskytuje převážně ve formě volných sírných aminokyselin. Za určitých podmínek mohou v průběhu sladování vznikat z těchto látek sloučeniny ovlivňující nepříznivě sensorickou kvalitu piva. Patří k nim např. dimethylsulfid (DMS) a jeho prekursor S-methyl-L-methionin (SMM), které se tvoří při klíčení [7]. SMM se působením zvýšených teplot při hvozdnění a v průběhu varního procesu rozkládá za vzniku DMS. Tato látka v koncentracích již okolo 35 - 40 μg.l⁻¹ může být v pivu sensoricky nepříznivá [8].

Materiál a metody

Tento pokus navazuje na předcházející článek na straně 15 - *Vliv hnojení dusíkem a sírou na dynamiku růstu...*. Z pokusu 1 byly odebrány z jednotlivých variant vzorky zrna ječmene. U vzorků byla stanovena objemová hmotnost (obilní měřič), podíly přepadu zrna nad sítem 2,8 a 2,5 mm (Steineckerovo proséadlo), obsah N-látek (dle Kjeldahla) a škrobu (dle Ewerse). U vybraných vyříděných vzorků zrna ječmene byly

provedeny mikroskladovací zkoušky dle metodiky EBC a stanoveny parametry sladu včetně ukazatelů sladovnické jakosti. Na základě stanoveného výnosu sladařsky využitelného zrna, vyhodnocení obsahu extraktivních látek a stanovení dosažitelného stupně prokvašení byla vypočtena teoretická produkce 10^o piva z jednotky plochy.

Výsledky

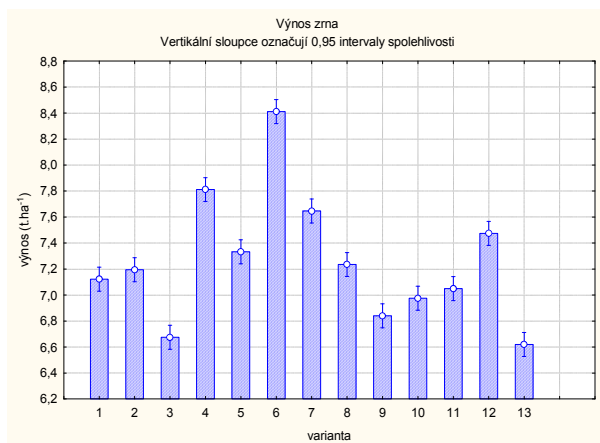
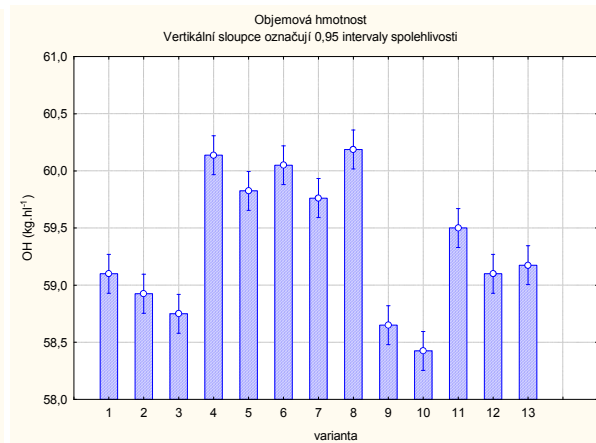
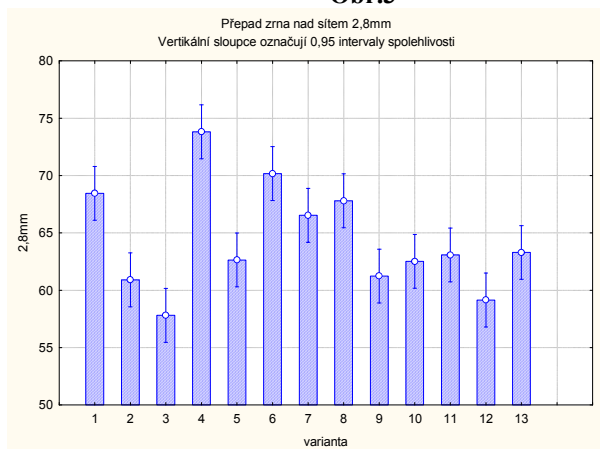
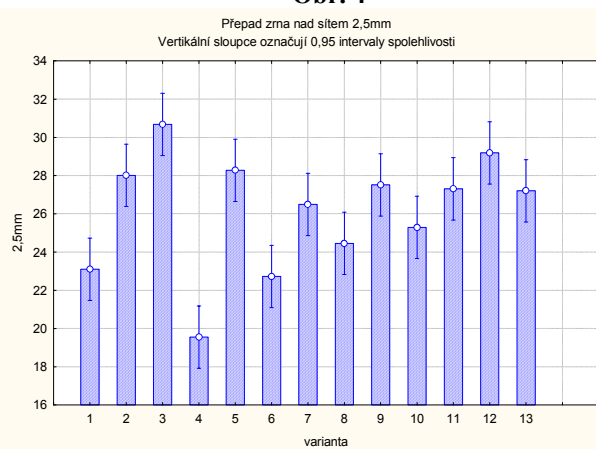
Nejvyšší výnos zrna byl stanoven po aplikaci nižší dávky hnojiva DASA (var.6), nejnižší výnos byl zaznamenán po aplikaci hnojiva LAV 27 (N2) s vyšší dávkou elementární síry (var. 13). Z výnosových výsledků je zřejmé, že aplikace vyšší dávky dusíku (50 kg N.ha⁻¹) působila na výnos zrna spíše depresivně, naopak nižší dávka N (30 kg N.ha⁻¹) výnos oproti kontrole s výjimkou var. 10 zvyšovala (obr.1). Svou roli zde zřejmě sehrál vysoký obsah N_{min} v půdě (tab.1) před založením pokusu a také vysoký obsah lehce hydrolyzovatelného dusíku, pro jehož mineralizaci byly velmi dobré podmínky. Tento stav se odrazil v tom, že i rost-

liny ječmene na kontrolní variantě deficitem dusíku během vegetace netrpěly. Objemová hmotnost zrna byla u všech variant nízká (Obr. 2). Přepad zrna nad sítem 2,8 mm byl nejvyšší po aplikaci nižší dávky N v síranu amonném (var. 4). Použití hnojiv obecně ale podíl této velikostní frakce zrna spíše snižovalo (Obr. 3). Vyšší dávka dusíku se s výjimkou variant s aplikací elementární síry (var. 10-13) opět projevila nepříznivě. To se pak odrazilo v přepadu zrna nad sítem 2,5 mm (Obr. 4). Nejvyšší podíl plných zrn byl stanoven u var. 4,6 a 7 (obr. 5).

Tab.1 Obsah N_{min} (mg N.kg⁻¹) a lehce hydrolyz. N (kg.ha⁻¹) před založením pokusu

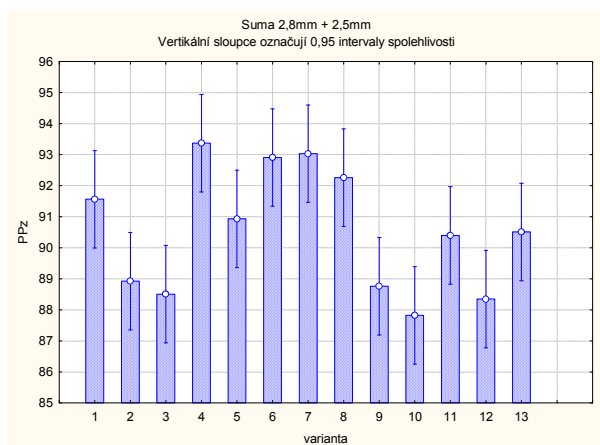
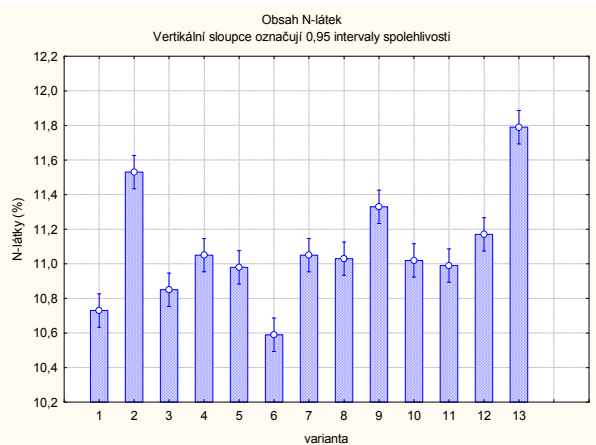
| Profil | N-NH ₄ | N-NO ₃ | N _{min} | N-min _{LH} | N _{LH} |
|----------|-------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------|
| 0-30 cm | 1,583 | 27,097 | 28,680 | 72,6 | 327 |
| 30-60 cm | 0,833 | 15,338 | 16,171 | 48,1 | 217 |

Poznámka: N_{min}, N_{minLH} - mg.kg⁻¹ zeminy, N_{LH} - lehce hydrolyz. N (kg N.ha⁻¹).

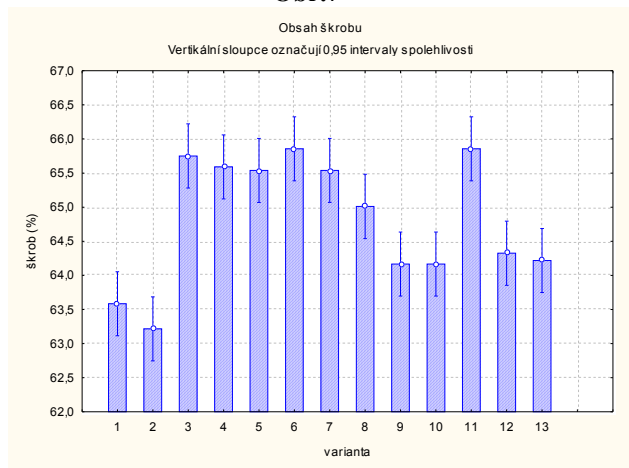
Obr.1**Obr. 2****Obr.3****Obr. 4**

Obsah N-látek v zrna ječmene byl nevyrovnaný a ne vždy platilo, že s růstem dávky N-hnojiva roste i obsah dusíku v zrna ječmene. Negativně se zde projevovalo zřejmě i polehnutí porostu (Obr. 6). Za pozitivní můžeme považovat i to, že aplikace hnojiv přispěla k vyššímu obsahu škrobu v zrna ječmene (obr. 7).

Výhodná byla v daném ročníku aplikace nižší dávky dusíku se současnou aplikací síry (viz var. 4,6,8). Samotná vyšší dávka N bez síry (var. 3), pak rovněž pozitivně obsah škrobu v zrna ječmene ovlivnila. I přesto, že porost byl polehlý, obsah dusíkatých látek se pohyboval v přijatelném rozmezí 10,7-11,8%.

Obr.5**Obr.6**

Obr.7



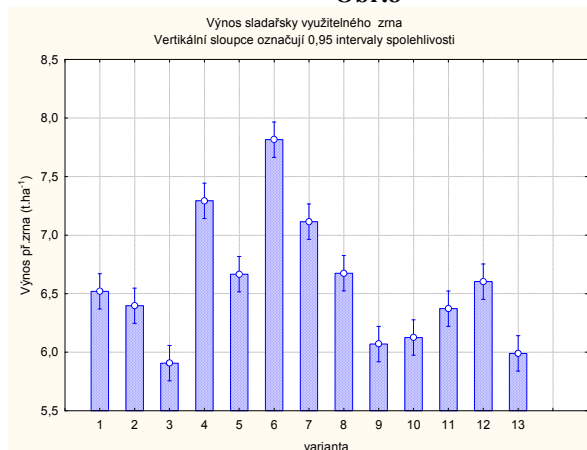
Ječné zrnko z jednotlivých variant bylo podrobeno mikroskladování. Během máčení přijímalo nejrychleji vodu zrnko z variant hnojených pouze dusíkem. Apli-

kace síry se zde neprojevila. I konečný stupeň domočení zrna byl nejvyšší u dusíkatých variant (tab. 2). Nejvyšší extraktivnost mělo zrnko z var. 4, tj. tam kde byl aplikován v rámci časného přihnojení síran amonný. Podobně se projevila i aplikace hnojiva DASA (var. 6) a ledku s elementární sírou (var.13). U většiny variant se sírou byl stanoven i vyšší relativní extrakt a dosažitelný stupeň prokvašení než u kontrolní varianty. Nejvyšší kvalitu (USJ=6) vykazovalo zrnko u var.4, tj. po aplikaci síranu amonného při vzcházení porostu. Na základě výsledků třídění zrna a mikroskladování byla následně vypočtena produkce sladařsky využitelného zrna, extraktu a 10° piva z hektaru. Výsledky prezentují obr. 8-10. Nejvyšší produkce sladařsky využitelného zrna, sladu i piva z jednotky plochy byla stanovena u var. 6, tj. po aplikaci hnojiva DASA. Obecně platilo, že vyšší dávka dusíku produkci piva ovlivnila ve většině případů v daném ročníku negativně.

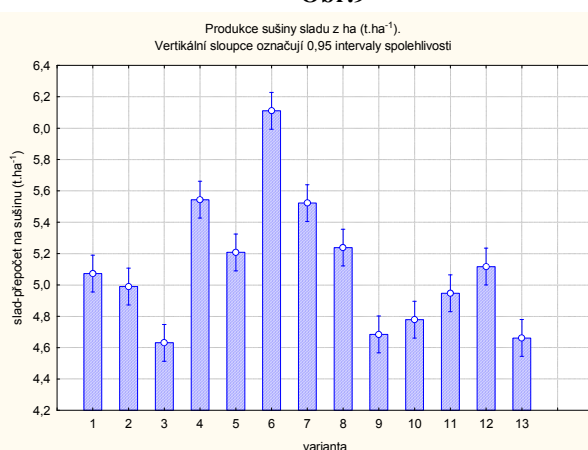
Tab.2 Výsledky mikroskladovacích zkoušek

| zrno | jedn. | varianta | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Objemová hmotnost | kg | 62,6 | 62,4 | 62,2 | 63,1 | 61,9 | 62,6 | 61,6 | 63,0 | 62,7 | 62,8 | 63,7 | 62,0 | 62,5 |
| Klíčivost H2O2 72h | % | 96,8 | 96,3 | 95,8 | 96,8 | 95,0 | 96,3 | 95,8 | 96,0 | 94,8 | 96,8 | 97,5 | 96,0 | 96,3 |
| Obsah vláhy v ječmeni | % | 10,5 | 10,6 | 10,6 | 10,4 | 10,8 | 10,8 | 10,4 | 10,5 | 10,4 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,4 |
| Obsah škrobu v ječmeni | % | 66,2 | 65,8 | 65,3 | 66,1 | 66,1 | 65,7 | 66,1 | 64,7 | 64,1 | 65,4 | 65,5 | 66,9 | 65,3 |
| Obsah bílkovin v ječmeni | % | 11,7 | 12,0 | 12,2 | 11,7 | 11,1 | 11,6 | 11,2 | 11,5 | 11,9 | 11,8 | 11,4 | 11,4 | 12,0 |
| Obsah vody po 1. Namočení | % | 34,5 | 39,7 | 45,0 | 33,9 | 34,6 | 34,2 | 34,2 | 34,5 | 35,4 | 34,9 | 34,4 | 34,3 | 35,0 |
| Obsah vody po 2. Namočení | % | 42,6 | 43,0 | 43,4 | 42,2 | 42,8 | 42,5 | 42,8 | 42,8 | 43,5 | 43,3 | 42,8 | 43,3 | 43,3 |
| Obsah vody po 3. Namočení | % | 45,2 | 45,9 | 46,7 | 46,4 | 45,1 | 45,1 | 45,2 | 45,1 | 45,0 | 45,1 | 45,1 | 45,1 | 45,1 |
| Stupeň domočení | % | 45,0 | 45,8 | 46,5 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 |
| Sladovací výtěžek | % | 91,1 | 91,4 | 91,6 | 89,1 | 91,3 | 91,4 | 90,8 | 91,7 | 90,3 | 91,1 | 90,8 | 90,7 | 91,0 |
| Ztráty v kořínkách | % | 4,3 | 4,3 | 4,2 | 5,5 | 4,1 | 4,3 | 4,3 | 3,7 | 4,7 | 4,2 | 4,5 | 4,5 | 4,3 |
| Ztráty prodáváním | % | 4,7 | 4,5 | 4,2 | 5,4 | 4,6 | 4,3 | 4,9 | 4,6 | 5,0 | 4,7 | 4,7 | 4,8 | 4,7 |
| slad | | | | | | | | | | | | | | |
| varianta | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Obsah vody ve sladu | | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,4 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,5 | 4,3 | 4,4 | 4,1 | 4,4 |
| Stékání | | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá | čirá |
| Zákal NEF 15° | j.EBC | 1,27 | 1,1 | 0,96 | 1,40 | 1,47 | 1,49 | 1,34 | 0,99 | 1,42 | 1,26 | 0,93 | 1,08 | 1,03 |
| Zákal NEF 90° | j.EBC | 1,17 | 1,0 | 0,90 | 1,14 | 1,24 | 1,24 | 1,11 | 0,92 | 1,20 | 1,06 | 0,86 | 0,99 | 1,06 |
| Extrakt v moučce | % | 82,4 | 82,3 | 82,1 | 82,8 | 82,0 | 82,5 | 82,1 | 82,3 | 82,6 | 81,9 | 82,2 | 81,8 | 82,6 |
| Relativní extrakt 45°C | % | 44,0 | 43,2 | 42,3 | 47,5 | 42,8 | 44,0 | 44,8 | 44,4 | 44,5 | 44,8 | 44,3 | 44,7 | 43,5 |
| Stupeň prokvašení | % | 81,1 | 81,3 | 81,4 | 81,7 | 80,3 | 81,4 | 81,4 | 82,0 | 81,1 | 80,8 | 81,7 | 81,5 | 81,3 |
| Diastatická mohutnost | j.WK | 351 | 365,5 | 380 | 455 | 425 | 399 | 365 | 351 | 340 | 376 | 382 | 355 | 388 |
| Obsah bílkovin ve sladu | % | 10,8 | 11,2 | 11,5 | 11,2 | 10,7 | 11,0 | 10,5 | 11,1 | 11,1 | 10,9 | 10,9 | 10,8 | 11,6 |
| Rozpustný dusík | mg/100mg | 91 | 92,0 | 93 | 100 | 89 | 91 | 92 | 94 | 95 | 96 | 94 | 96 | 93 |
| Kolbachovo číslo | | 47,3 | 46,3 | 45,3 | 50,4 | 47,0 | 46,4 | 49,1 | 47,3 | 48,1 | 49,4 | 48,5 | 49,4 | 44,8 |
| Friabilita | % | 77,9 | 77,9 | 77,8 | 86,1 | 76,9 | 75,7 | 79,7 | 75,2 | 77,6 | 73,7 | 77,9 | 76,1 | 74,2 |
| Betaglukany | mg/l | 581 | 580,0 | 579 | 292 | 554 | 552 | 536 | 486 | 440 | 534 | 560 | 509 | 618 |
| Hodnocení USJ | | 4,9 | 4,7 | 4,5 | 6,0 | 4,2 | 5,1 | 4,6 | 4,9 | 5,1 | 4,0 | 4,7 | 3,9 | 5,1 |

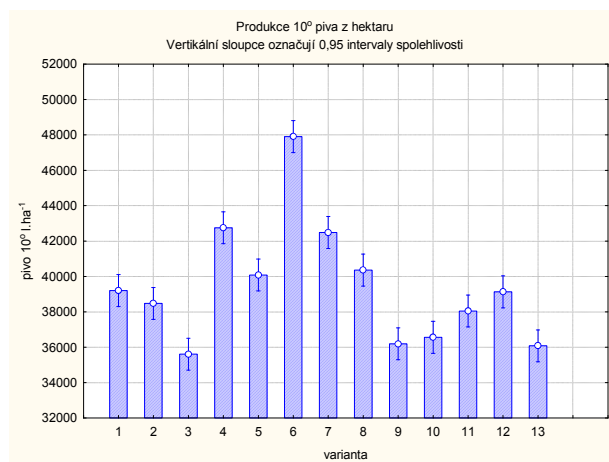
Obr.8



Obr.9



Obr.10



Závěr

Výsledky pokusu byly do značné míry negativně ovlivněny průběhem povětrnosti během dozrávání porostu. Vyšší dávky dusíku (50kg N.ha⁻¹) působily na výnos zrna spíše depresivně. Zrno mělo nízkou objemovou hmotnost. Přepad zrna nad sítem 2,8mm byl nejvyšší po aplikaci nižší dávky N v síranu amonném. Nejvyšší podíl plných zrn byl stanoven u var. 4, 6 a 7, tyto vari-

anty vykazovaly také vysoký obsah škrobu v zrně. Během máčení přijímalo nejrychleji vodu zrno z variant hnojených pouze dusíkem. Aplikace síry se zde neprojevila. Nejvyšší produkce sladařsky využitelného zrna, sladu i piva z jednotky plochy byla stanovena u var. 6, tj. po aplikaci hnojiva DASA.

Použitá literatura

1. Hřivna, L., Ryant P., Prokeš, P. (2007): Vliv hnojení ječmene dusíkem a sírou na výnos a technologické parametry zrna a sladu. *Agrochémia*. 3/2007: 7-13
2. Tandon H.L.S., Messick, D.L. (2002): Practical sulphur guide. The Sulphur Institute, Washington, DC.
3. McGrath, S.P., Zhao, F.J., Blake-Kalff, M.M.A. (2002): Crop quality effects of sulphur and nitrogen. HGCA conference 2002: Agronomic intelligence: the basis for profitable production: 12.1-12.12
4. Tandon H.L.S., Messick, D.L. (2002): Practical sulphur guide. The Sulphur Institute, Washington, DC.
5. 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
6. Potarzycki, J., Grzebysz, W. (2007): Effect of phosphoric fertilizers as a source of sulphur on malt barley total and technological grain yields. *Plant Soil Environ.*, 53, 2007 (9): 395-402
7. Narziss, L., Mienader, H., Bourjan, T. (1979): Der Einfluß von Parameter der Maltz und Würzeherstellung auf den Gehalt an Dimethylsulfid und dessen Verläufer. *Brauwissenschaft*. 32: 62-69
8. Basařová, G., Šavel, J., Basař, P., Lejsek, T. (2010): Pivovarství, teorie a praxe výroby piva. Vydavatelství VŠCHT Praha: 863 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

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