

## HODNOCENÍ SKLIZNĚ JEČMENE 2005 – PIVOVARSKÁ ČÁST

### QUALITY OF BARLEY FROM 2005 CROP – BREWERY SECTION

JOSEF ŠKACH, KAREL NIKOLAI, JOSEF PROKEŠ<sup>1)</sup>

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Lipová 15, 120 44 Praha 2, e-mail: skach@beerresearch.cz

<sup>1)</sup> Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Sladařský ústav Brno, Mostecká 7, 614 00 Brno, e-mail: prokes@brno.beerresearch.cz

**Škach, J. – Nikolai, K. – Prokeš, J.: Hodnocení sklizně ječmene 2005 – pivovarská část.** Kvasny Prum. 52, 2006, č. 3, s. 83–86.

V práci byla sledována kvalita sladů z celkem osmi pěstebních oblastí České republiky a pěti odrůd jarního ječmene ročníku 2005. Pro statistické hodnocení vztahu kvalitativních parametrů sladu s kvalitou piva je využito korelačních koeficientů. Mezi zjištěné zajímavé souvislosti patří např. aktivita lipoxygenasy s obsahem prekursorů dimethylsulfidu ve sladu či obsah aminodusíku v mladině s barvou piva.

Ve stupni rozluštění sladů byl zjištěn rozdíl mezi jihomoravskou a západočeskou oblastí. Rozdíl mezi těmito oblastmi se projevil i v dosažitelném prokvašení a barvě piva. Prakticky ve všech případech byl zjištěn příliš vysoký obsah alfa-aminodusíku v mladinách i při příznivě nízkém obsahu bílkovin ve sladu, který je pro ročník 2005 charakteristický. Všechna piva měla velmi dobrou filtrovatelnost a obsah beta-glukanů ve sladech byl také příznivý. I za těchto podmínek byla zjištěna statisticky významná souvislost mezi rizikovým potenciálem stanoveným z homogenity sladu metodou Carlsberg a filtrovatelností piva. Výsledky naznačují výrazně vyšší výpovědní hodnotu tohoto kritéria oproti běžně užívaným analytickým parametrům. Senzorické hodnocení profilu připravených piv ukázalo pouze minimální rozdíly.

**Škach, J. – Nikolai, K. – Prokeš, J.: Evaluation of Barley Crop 2005 – Brewery Section.** Kvasny Prum. 52, 2006, No. 3, p. 83–86.

In this work, the quality of malts from eight growing regions of the Czech Republic and five spring barley varieties of the year 2005 was monitored. Correlation coefficients were used for the statistical evaluation of the relation between the qualitative parameters of malt and beer quality. Among the interesting correlations found belongs for example the lipoxygenase activity and the dimethylsulphide precursor content in malt or the correlation between the amino nitrogen content and beer colour.

There was found a difference in the degree of modification of malts between the South Moravian and the West Bohemian regions. This difference proved also in the attainable degree of attenuation and beer colour. Almost in all cases, a high content of alpha-amino nitrogen was found in hopped worts, even if the protein content in malt was favourably low, which is characteristic for 2005. All beers had a very good filterability; the beta-glucan content in malts was also very favourable. Even under these conditions, a statistically significant correlation was found between the risk potential determined from malt homogeneity by the Carlsberg method and beer filterability. Compared with commonly used analytical parameters, the results indicate a significantly higher predication value of this criterion. The sensorial evaluation of the profile of the brewed beers showed only a minimum difference.

**Škach, J. – Nikolai, K. – Prokeš, J.: Die Auswertung der Gersternte 2005 – Brauteil.** Kvasny Prum. 52, 2006, Nr. 3, S. 83–86.

In der Arbeit wurde die Malzqualität aus den 8 Anbaugebieten und 5 Sommergerstensorten Jahrgang 2005 verfolgt. Für die statistische

Auswertung der Beziehung von qualitativen Malzparametern und der Bierqualität wurden Korrelationskoeffiziente ausgenutzt. Unter festgestellten interessanten Beziehungen können z.B. die Lipoxygenaseaktivität mit dem Dimethylsulfidprekursorgehalt im Malz oder der Aminostickstoffgehalt in der Würze mit der Bierfarbe genannt werden.

Der Unterschied im Malzauf Lösungsgrad wurde zwischen Südmährischen- und Westtschechischenanbaugebiet festgestellt. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Anbaugebieten waren auch im Endvergärungsgrad und in der Farbe des Bieres. Ein hoher Alpha-Aminostickstoff in den Würzen konnte fast in allen Fällen auch bei dem niedrigeren Eiweißgehalt im Malz (was typisch für den Jahrgang 2005 ist) analysiert werden. Alle Biere wiesen eine gute Filtrierbarkeit auf, der Betaglukangehalt im Malz blieb auch sehr günstig. Unter diesen Bedingungen wurde eine statistisch bedeutende Beziehung zwischen dem durch Carlsbergmethode aus der Homogenität des Malzes festgestellten Risikopotential und der Bierfiltrierbarkeit zusammengefasst. Die Ergebnisse andeuten ausdrucksvoll einen höheren Aussagenwert dieses Kriteriums im Vergleich mit den häufig angewandten analytischen Parametern. Die sensorische Auswertung von den getesteten Bieren konnte nur eine minimale Unterschiede demonstriert werden.

**Шках, Й. – Николай, К. – Прокеш, Й.: Оценка качества ячменя урожая 2005 г.** Kvasny Prum. 52, 2006, No. 3, стр. 83–86.

Было исследовано качество солодов изготовленных из пяти сортов ярового ячменя урожая 2005 г., выращиваемых в восьми областях в Чешской республике. Для статистической оценки отношения параметров качества солода и качества пива были использованы коэффициенты корреляции. Были получены интересные знания напр. о связи активности липоксигеназы с содержанием прекурсоров DMS в солоде или о связи содержания аминокислот азота в сусле с цветом пива.

Была определена разница в степени растворения солодов выращиваемых в южной Моравии и в западной Чехии. Разница между этими областями проявилась также в достижимой степени сбраживания и в цвете изготовленных пив. Практически во всех случаях было определено высокое содержание альфа-аминного азота в сусле и при благоприятно низком содержании белков в солоде, чем отличается урожай 2005 г. Все пива отличались очень хорошей фильтруемостью, содержание бета-глюканов было также хорошее. Даже при этих условиях была определена статистически значительная связь между потенциалом риска определенным на основе гомогенности солода методом Carlsberg и фильтруемостью пива. Результаты намечают более высокое значение высказывания этого критерия по сравнению с обыкновенно применяемыми аналитическими параметрами. Сенсорная оценка профиля изготовленных пив показала только минимальные разницы.

**Klíčová slova:** ječmen, slad, hodnocení kvality  
**Keywords:** barley, malt, quality assessment

#### 1 ÚVOD

Stalo se již tradicí, že kvalitativní hodnocení jakosti sklizně sladovnických ječmenů prováděné Sladařským ústavem v Brně je následně doplněno o čtvrtprovozní výrobu piv ze sladů vyráběných v pivovarských či obchodních sladovnách v příslušných pěstebních oblastech České republiky.

Tato část projektu je zaměřena na posouzení vlivu sladů vyrobených z ječmenů z ur-

čitých oblastí v témže ročníku, na analytické aspekty a výslednou senzorickou kvalitu piva [1].

Výsledky hodnocení nejsou ovšem ovlivněny pouze vlastní sklizňovou oblastí ječmene, ale především odrůdou a technologií sladování v jednotlivých sladovnách. Z těchto důvodů se v posledních letech přistoupilo k rozšíření pivovarské části projektu. Sladovny z příslušných pěstebních oblastí poskytují vzorky sladu i s rozlišením zpracovávaných odrůd sladovnických ječmenů.

#### 2 MATERIÁL A METODIKA

##### 2.1 Testované slady

K testování byly získány slady vyrobené z ječmenů sklizně 2005 v pivovarských či obchodních sladovnách v následujících oblastech České republiky (v závorce je uveden číselný kód použitý v tabulkách):

- západočeská / Jersey (č. 1)
- západočeská / Prestige (č. 2)
- středočeská / Jersey (č. 3)
- severomoravská / Kompakt (č. 4)

[illegible]

Tab. 4 Chemický rozbor mladiny

Analytický parametr	Jednotka	1	2	3	4	5	6	7	8
Koncentrace extraktu	%	12,59	12,76	12,64	12,42	12,3	12,53	12,59	12,83
Barva	j.EBC	12,95	12,6	13,77	13,43	11,1	14,8	11,6	10,6
pH		5,69	5,67	5,64	5,63	5,67	5,6	5,6	5,5
Izosloučeniny	mg/l	58	56	58	55	60	54	55	56
Alfa-aminodusík	mg/l	298	290	320	291	230	283	263	283
Celkové polyfenoly	mg/l	230	243	258	273	259	253	259	245

Tab. 5 Chemický rozbor piva

Analytický parametr	Jednotka	1	2	3	4	5	6	7	8
Extrakt zdánlivý	% hm.	2,72	2,82	2,85	3,07	2,85	2,88	3,08	3,27
Extrakt skutečný	% hm.	4,6	4,74	4,74	4,9	4,68	4,74	4,93	5,09
Extrakt dosažitelný	% hm.	2,41	2,51	2,37	2,61	2,2	2,55	2,58	2,73
Alkohol	% obj.	5,2	5,32	5,26	5,07	5,06	5,16	5,14	5,04
Původní extrakt	% hm.	12,47	12,77	12,68	12,56	12,34	12,54	12,68	12,69
Prokvašení zdánlivé	%	78,15	77,9	77,56	75,53	76,88	77,05	75,73	74,21
Prokvašení skutečné	%	64,63	64,48	64,19	62,55	63,6	63,76	62,73	61,52
Prokvašení dosažitelné	%	80,67	80,34	81,3	79,21	82,17	79,65	79,65	78,48
Barva	J.EBC	9,74	9,48	10,14	9,9	7,84	8,84	8,17	7,37
pH		4,83	4,77	4,78	4,82	4,67	4,73	4,74	4,77
Izosloučeniny	j.h.	23	21	20	20	22	23	24	22
Celkový rozpustný dusík	mg/l	817	750	811	783	632	704	732	687
Alfa-aminodusík	mg/l	187	150	175	180	117	133	150	153
Celkové polyfenoly	mg/l	201	235	226	237	216	234	209	213
Diacetyl	mg/l	0,2	0,19	0,21	0,18	0,09	0,06	0,06	0,09
Oxid uhličitý	%	0,51	0,55	0,55	0,55	0,59	0,57	0,6	0,6
Pěnivost NIBEM	s	238	247	233	220	202	230	222	214
Filtrovatelnost dle Essera	g	222	194	258	571	400	500	364	360
Čiřost	j.EBC	0,42	0,44	0,37	0,37	0,35	0,36	0,36	0,38

Prestige a Jersey naopak vykázaly výrazně horší rizikový potenciál bez zřetelné souvislosti s oblastí výroby či obsahem beta-glukanů. Malá souvislost rizikového potenciálu s obsahem beta-glukanů vyplývá z podstaty jeho výpočtu na základě homogenity a míry rozluštění. Pro toto hodnocení je rozhodující skladba beta-glukanů. Podle autorů metody nerozluštěná sladová zrna obsahují v nehomogenních částech vysoký podíl kritických beta-glukanů s vysokým potenciálem k tvorbě gelů [5].

Za pozornost stojí i poměrně značné rozdíly v aktivitě lipoxygenasy (LOX), která je všeobecně považována za jeden z faktorů ovlivňujících senzickou stabilitu piva. Slady z odrůd Kompakt, Tolar a Malz vykazují v daném souboru příznivě nízkou aktivitu lipoxygenasy oproti sladům z odrůd Jersey a Prestige, u kterých je tato aktivita dvoj- až trojnásobná. Je však třeba poznamenat, že z tak malého souboru výsledků nelze jednoznačně určit vztah mezi hodnotou LOX a testovými odrůdami. Aktivita lipoxygenasy je samozřejmě značně ovlivněna tepelnou inaktivací při hvozďení [8] a dotahovací teplota také determinuje množství prekursorů dimethylsulfidu (PDMS) ve sladě [9]. Výsledky v tab. 1 ukazují, že rovněž obsah PDMS u sladů Kompakt, Tolar a Malz jsou až na jednu výjimku nižší, než u odrůd Jersey a Prestige, a v případě vzorku č. 1 s nejvyšší aktivitou lipoxygenasy je nejvyšší obsah PDMS (5,4 mg/kg), tedy nad limitem 5,0 mg/kg, který je všeobecně považován za hranici přijatelnosti. Korelační koeficient mezi LOX a PDMS je v našem souboru výsledků

0,663. Je tedy pravděpodobné, že významným faktorem byl i použitý způsob hvozďení.

### 3.2 Hodnocení meziproductů

Zcukřování rmutů bylo sledováno jodovou zkouškou v intervalu 5 min od začátku prodlevy při 72 °C. U všech várek bylo podle očekávání zcukření dokonale do 15 min. Velký důraz byl kladen na jednotný postup při čtvrtprovozním scezování. Časy potřebné pro jednotlivé fáze scezování shrnuje tab. 2. Průměrná délka scezování byla 53 minut s tím, že rozdíl mezi minimální a maximální dobou je 9 minut, což představuje 17 % průměrné hodnoty. To by v provozních podmínkách znamenalo významné komplikace. Při zkoumání vztahu zjištěných hodnot s kvalitou použitých sladů se ale ukazuje, že nelze najít vysvětlení. Korelační vztahy s obsahem beta-glukanů ( $r = -0,437$ ), friability ( $r = 0,393$ ), rizikového potenciálu ( $r = -0,112$ ) i dalších parametrů sladů jsou zcela neprůkazné. Je tedy třeba přijmout za prokázané, že v našich podmínkách, tak jako u většiny čtvrtprovozních zařízení, je scezování ovlivněno jinými faktory, než kvalitou sladů.

Hodnocení lomu vyražené mladiny (tab. 3) bylo prováděno po 10 minutách od ukončení chmelovaru. Čirý lom byl zjištěn u sladů Tolar a Malz ze středomoravské oblasti a u sladů Jersey ze středočeské oblasti bez zřejmé souvislosti s relevantními kvalitativními parametry sladů.

Chemický rozbor mladiny shrnuje tab. 4. Poněkud překvapivé jsou z pohledu charakteristiky českého typu piva nižší barvy mladiny s koncentrací cca 12,5 % extraktu, jejichž

průměr je 12,6 j. EBC s rozptylem od 10,6 do 14,8 j. EBC. Zjištěná barva mladiny nekoreluje ani s barvou sladů, ani s barvou po povaření sladiny. Slabý náznak korelace byl zaznamenán pouze s obsahem aminodusíku v mladině ( $r = 0,584$ ), pravděpodobně díky tvorbě barevných produktů reakcí aminokyselin se sacharidy při rmutování a chmelovaru. Souvislost barvy mladiny s odrůdou ječmene resp. z něho vyrobeného sladů se rovněž neprokázala. V případě tří vzorků sladů Jersey je rozptýl barvy mladiny od 10,60 do 13,77 j. EBC, což se blíží rozptýlu celého souboru. Naproti tomu v případě možnosti porovnání dvou oblastí (sladovny) na dvou stejných odrůdách se ukazuje, že mladiny ze sladů z jiho-moravské oblasti jsou o 1–2 j. EBC nižší, než v případě sladů ze západočeské oblasti. To naznačuje význam použité technologie v konkrétní sladovně, případně klimatických podmínek pro pěstování ječmene v nasávací oblasti sladovny.

Obsah aminodusíku v mladinách s výjimkou vzorku č. 5 (Tolar, středomoravská oblast) výrazně převyšuje běžně doporučovanou úroveň nutnou pro správnou výživu kvasinek, která je u 12% mladiny 200–250 mg/l. Nadměrnému množství aminodusíku se přičítá negativní dopad na senzickou stabilitu piva.

### 3.3 Hodnocení pív

Výsledky analytického hodnocení pív shrnuje tab. 5. Podíváme-li se na výsledky hleděním zaostřeným na charakteristické znaky českého typu piva [10, 11], je třeba konstatovat, že dobře vyhovují výsledky do-

Tab. 6 Senzorický profil pív

Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8
Říz	3,18	3	3	2,73	3,09	3	3,05	3
Plnost	2,73	2,77	2,77	2,91	2,82	2,8	2,82	2,82
Hořkost	2,73	2,59	2,5	2,55	2,32	2,14	2,55	2,2
Doznívání hořkosti	3	2,68	2,77	2,82	2,32	2,5	2,91	2,64
Trpkost	1,32	1,09	1,23	1,36	1,18	1,18	1,45	1,09
Sladkost	1,18	1,09	1,41	1,55	1,27	1,09	1,27	1,64
Kyselost	0,91	0,91	0,91	1	1,27	1,09	1,09	1
<b>Cizí vůně a chuť:</b>								
ovocná	1,41	1,55	1,5	1,5	1,27	1,5	1,5	1,36
diacetylová	0,64	0,68	1,27	1,27				1
Celkový subjektivní dojem	3,78	4,05	4,45	4,57	4,36	4,21	4,13	4,58

sažitelného prokvašení i rozdílu mezi zdánlivým a dosažitelným prokvašením. Souvislost dosažitelného prokvašení s odrůdou však najít nelze, protože, obdobně jako v případě barvy mladiny, dosažitelné prokvašení u odrůdy Jersey ze tří oblastí prakticky pokrývá celý rozptyl tohoto kritéria (78,48–81,30 %). Výjimkou je pouze hodnota pro slad Tolar ze severomoravské oblasti (82,17 %). Náznak souvislosti je možno nalézt s původem sladu, když odrůdy Prestige a Jersey vykazují nižší hodnoty, než stejné odrůdy z oblasti západočeské, což je rovněž obdoba s barvou mladiny. Při zkoumání obecné souvislosti dosažitelného prokvašení piva s analytickými parametry sladu se ukázalo, že slabou korelaci je možno nalézt s friabilitou sladu ( $r = 0,6791$ ) a prokvašením sladiny ( $r = 0,6454$ ). Pro další kritéria je korelace zanedbatelná. Např. pro relativní extrakt při 45 °C je  $r = 0,3038$  a pro diastatickou mohutnost je  $r = -0,0801$ .

Barva piva je z pohledu českého typu nižší až nízká. Vztahy s odrůdou a pěstebním místem kopírují souvislosti diskutované u dosažitelného prokvašení. Jedinou výjimkou v tomto případě je, že slad Jersey pokrývá celý rozsah stanovených hodnot (7,37–10,14 j. EBC). Vztah s parametry sladu naznačují korelační koeficienty s barvou sladu ( $r = 0,7812$ ) a barvou po povaření ( $r = 0,7462$ ). Význam alfa-aminodusíku pro barvu ilustrují korelace s alfa-aminodusíkem mladiny ( $r = 0,7340$ ) a piva (0,6982).

pH pív v intervalu 4,67 až 4,83 je pro české pivo na horní hranici obvyklých hodnot bez zřejmých souvislostí s odrůdou či původem sladu. Je však třeba podotknout, že jako varní voda slouží voda z pražské vodovodní sítě. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u odrůdy Tolar, nejvyšší u sladu Jersey ze západočeské oblasti. Nenašel se ani vztah s prokvašením piva ( $r = 0,1048$ ), ani s pH mladiny ( $r = 0,0717$ ).

Obsah celkových polyfenolů je vysoký. Zřejmě souvisí s vysokou dávkou hořkých látek (13 g/hl) a 50% podílem žateckého chmele. Rolí také hraje skutečnost, že piva nebyla upravena adsorbentem polyfenolů. Vysoká dávka hořkých látek byla použita

s ohledem na zkušenosti se ztrátami hořkosti v čtvrtprovozních podmínkách. Korelace mezi obsahem polyfenolů v pivu a v mladině je zanedbatelná ( $r = 0,5101$ ).

Pěnovost piva patří mezi nejlépe sledované kvalitatívni parametry piva. Rozptyl hodnot v našem souboru je velký (202 až 247 s). Ani nejvyšší výsledek však nelze bez výhrad označit za uspokojivý. Souvislost pěnivosti nebyla nalezena s většinou parametrů sladu. Náznak korelace byl zjištěn pouze u friability ( $r = 0,5897$ ). Vyšší korelace byla ale zjištěna s obsahem oxidu uhličitého ( $r = -0,6851$ ). Negativní vztah pěnivosti a obsahu  $\text{CO}_2$  je na první pohled překvapivý. Vysvětlení je možno hledat v obsahu  $\text{CO}_2$ , který se pohyboval v rozsahu 0,51 až 0,60 %, což je důsledek provizorního dokvašování v sudech KEG, bez možnosti řízeného hrazení. Při takto vysokém obsahu  $\text{CO}_2$  je problematické dosažení jeho odpovídající vazby na extraktové složky a už pravděpodobně nestačí ani povrchové napětí piva a pěna se rychleji rozpadá.

Filtrovatelnost piva je důležitá jak z kvalitativního, tak ekonomického hlediska. S uspokojením lze konstatovat, že dosažené čirosti pív jsou velmi dobré a rovněž hodnoty filtrovatelnosti s jednou výjimkou (Prestige, západočeská oblast) převyšují 200 g, což je hranice pro velmi dobrou filtrovatelnost. Za těchto podmínek nepřekvapuje, že se nepodařilo najít souvislost s dobou scezování, obsahem beta-glukanů a zákalem sladiny. Slabý náznak korelace je pozorovatelný u relativního extraktu 45 °C a friability. O to pozoruhodnější je relativně vysoký korelační koeficient mezi rizikovým potenciálem a filtrovatelností ( $r = -0,8480$ ). Naše výsledky tak naznačují velkou užitečnost tohoto moderního analytického kritéria kvality sladu.

Neopomenutelným kvalitativním hodnocením piva je jeho senzorická analýza. Výsledky stanovení senzorického profilu jednotlivých vzorků ukazuje tab. 6. Zaznamenané rozdíly do jednoho bodu dokumentují vysokou vyrovnanost pív prakticky ve všech kritériích. Ze zkušenosti není pravděpodobné, že by se za těchto malých diferencí proká-

zalo statisticky významné rozlišení v trojúhelníkovém testu. Výjimkou může být diacetylová vůně, která dobře kopíruje zjištěné rozdíly v obsahu diacetylu v pivech. Ten ovšem souvisí především s průběhem hlavního kvašení, případně dokvašování. Celkový subjektivní dojem v rozmezí 3,8 až 4,6 bodu odpovídá běžně dosahované kvalitě v našich čtvrtprovozních podmínkách.

#### 4 ZÁVĚR

Hodnocený výběr sladů ze sklizně ječmene ročníku 2005 naznačuje jejich dobrou kvalitu. Výběr odrůd v jednotlivých pěstelských oblastech neumožňuje přesvědčivé rozlišení kvality mezi jednotlivými odrůdami. Ukázal se však rozdíl mezi jihomoravskou a západočeskou oblastí u sladů Prestige a Jersey ve stupni rozluštění, dosažitelném prokvašení a barvě piva. Pro seriózní stanovení odlišností mezi odrůdami Prestige a Jersey však není dostatek dat. Pro podrobnější hodnocení by bylo vhodné zpracovat plán testování odrůd v daném ročníku ve všech zúčastněných oblastech.

I při příznivém obsahu bílkovin ve sladu bylo množství alfa-aminodusíku v mladinách vyrobených klasickým dvourmutovým postupem příliš vysoké. To potvrzuje nutnost optimálního nastavení rozluštění sladu pro výrobu piva českého typu.

Významné je zjištění velmi dobré korelace filtrovatelnosti piva s nově používaným kritériem rizikového potenciálu sladu, které se vyhodnocuje z objektivně měřené homogenity metodou Carlsberg. Výsledky naznačují výrazně vyšší vypovědní hodnotu oproti běžně užívaným analytickým parametrům jako je obsah beta-glukanů, friabilita apod.

Senzorické hodnocení ukázalo pouze minimální rozdíly mezi pivy ze zkoumaných vzorků sladu.

Lektoroval Mgr. Roman Novotný  
(SLADOVNY SOUFFLET ČR, a.s.)  
Do redakce došlo 8. 2. 2006

#### Literatura

- [1] Hrabák, M., Nikolai, K., Prokeš, J.: Hodnocení sklizně ječmene 2004 – pivovarská část. Kvasny Prum. **51**, 2005, s. 78.
- [2] European Brewery Convention: Analytica EBC. 5. Vyd. Verlag Hans Carl, Gerrenke-Fachverlag, Nürnberg, 1998.
- [3] Basařová, G. a kol.: Pivovarsko-sladařská analytika, Merkanta, Praha, 1994.
- [4] Šusta, J., Havlová, P., Prokeš, J.: Vliv jakosti sladu na charakter piva. Výzkumná zpráva. VÚPS, Brno, 1998.

- [5] Konrad, Ch.: Rizikový potenciál sladu. Kvasny Prum. **48**, 2002, s. 274.
- [6] Čejka, P., Kellner, V., Čulík, J., Horák, T., Jurková, M.: Moderní metody hodnocení výsledků senzorické analýzy. Kvasny Prum. **48**, 2002, s. 114.
- [7] Lustig, S. a kol.: Proc. Eur. Brew. Conv., Brussels, 14.-18.5.1995, Oxford University Press, Oxford, 1995, s. 499.
- [8] Hämäläinen, J.J. a kol.: Proc. Eur. Brew. Conv., Brussels, 14.-18.5.1995, Oxford University Press, Oxford, 1995, s. 201.

- [9] Foerster, C. a kol.: Proc. Eur. Brew. Conv., Brussels, 14.-18.5.1995, Oxford University Press, Oxford, 1995, s. 475.
- [10] Kellner, V. a kol.: Charakterizace rozdílů senzorických profilů mezi skupinami tuzemských a zahraničních pív. Výzkumná zpráva., VÚPS, Praha, 2000 a 2003.
- [11] Čejka, P., Kellner, V., Čulík, J., Horák, T., Jurková, M.: Charakterizace piva českého typu. Kvasny Prum. **50**, 2004, s. 3.