

HOMOGENITA A MODIFIKACE SLADU II.

Klíčení zrna, chuť piva

Ing. VRATISLAV PSOTA, CSc., Ing. JIŘÍ ŠUSTA, RNDr. KAREL KOSAŘ, CSc.
VÚPS, a. s., Sladařský ústav, Brno

Klíčová slova: slad, index klíčení, homogenita, modifikace, posklizňové dozrávání, chuť piva

1. ÚVOD

Homogenita a modifikace sladu jsou v současné době často skloňované termíny označující úroveň rozluštění sladu. Tyto termíny je možno definovat následovně.

Homogenita (jednotnost, uniformita, stejnorodost) je vlastnost partie (skupiny, šarže, vzorku), kterou mají všichni jedinci téže partie na stejné úrovni. Co se týče sladu, jedná se o stejnou úroveň rozluštění zrn sladu v dané partii.

Termínem modifikace (rozluštění) jsou označovány změny, ke kterým došlo v znu, zejména v endospermu v průběhu sladování.

Význam homogenity a modifikace vyplývá z následujícího. Homogenní a dobře modifikovaný (rozluštěný) slad má řadu cenových předností: omezuje potíže se zcukřením, zkvalitňuje a zkracuje proces rmoutování a omezuje problémy se zcezováním a filtrací [1].

Partie ječmene před sladováním obsahuje obilky, které se liší svou velikostí, tvarem, energií a rychlostí klíčení, enzymatickým potenciálem, ale také množstvím a kvalitou

zásobných látek, buněčných stěn atd. Homogenitu lze zlepšit tříděním obilek před sladováním, sladováním v době, kdy je míra rychlosti klíčení největší, a odrudovou čistotou sladované partie ječmene [2].

Cílem práce bylo zjistit, jak je homogenita a modifikace ovlivněna kvalitou klíčení a mícháním partií sladů. Dále bylo snahou zjistit, jak může hloubka modifikace ovlivnit chuťové vlastnosti finálního výrobku.

2. MATERIÁL A METODY

2.1. Index klíčení

Cílem metody je stanovit procento klíčení a rychlost klíčení obilek [3]. Metoda je založena na stejném principu jako metoda pro sledování energie klíčení [4].

Pro určení klíčivosti a indexu klíčení se používá 4×100 obilek.

Na dno každé ze čtyř Petriho misek (standardní plastické Petriho misky, vnitřní průměr 85 mm, vnější průměr 90 mm) jsou umístěny dva filtrační papíry (bílý Whatman No.1, 85 mm, Cat. No.1001085). Do každé Petriho misky je na papír vloženo 100 obil-

lek tak, aby každé zrno mělo dobrý kontakt s papírem. Poté jsou napipetovány 4 ml vody (destilovaná nebo vodovodní voda, která obsahuje méně než 0,2 mg/l volného chlóru). Misky jsou zakryty víčky. K zabránění vypařování jsou umístěny všechny zavičkované Petriho misky do utěsněného polyethylenového sáčku. Inkubace probíhá v termostatu (s vytápěním, chlazením a ventilačním zařízením umožňujícím dosáhnout teploty $20 \pm 0,2$ °C v kterémkoliv místě). Po $24 \pm 0,5$, 48 ± 1 a 72 ± 1 hodinách od přidání vody jsou Petriho misky z polyethylenového sáčku vyjmuty a naklíčené obilky jsou odstraněny a spočítány. Po vyjmutí naklíčených obilek po 24 a 48 hodinách jsou Petriho misky překryty víčky a opět uzavřeny do polyethylenového sáčku a vloženy do termostatu.

Obilka při určování, zda je naklíčená či nikoliv, leží v horizontální poloze (obr. 1). Jako naklíčená je definována, když je alespoň vidět koleorhiza (bílá špička na bazální konci obilky). Zrno není definováno jako naklíčené, je-li vyvinuta pouze stříška.



Obr. 1 Index klíčení Foto: Z. Oráč

Každý pár fotografií ukazuje dvě obilky z ventrální a dorzální strany

Výpočet procenta klíčivosti

Procento zrn s viditelným klíčením během 72 hodin vypočteme dle vzorce:

$$\text{Procento klíčení} = \frac{(n_{24} + n_{48} + n_{72})}{400} \times 100\%$$

kde n_{24} , n_{48} a n_{72} jsou celkové počty vyklíčených obilíků ze čtyř Petriho misek

Výpočet indexu klíčení [3]

Nejprve vypočteme průměrný čas klíčení (MGT) pro naklíčené obilky jako $MGT = (n_{24} + 2n_{48} + 3n_{72}) / (n_{24} + n_{48} + n_{72})$, kde n_{24} , n_{48} a n_{72} jsou celkové počty obilíků vyjmutých po 24, 48 a 72 hodinách.

$$\text{Index klíčení} = \frac{10}{MGT}$$

Výsledek je zaokrouhlen na jedno desetinné místo.

2.2. Stupeň rozluštění – metoda s calcofluorem (Carlsberg)

Metoda byla popsána v předchozím článku [5].

2.3. Systém mikroskladování

Pro mikroskladování se používá podíl obilíků ječmene vytříděného na síti 2,5 mm. Mikroskladování začínalo po ukončení posklizňového dozrávání v listopadu v mikroskladovně fy Seeger.

Mikroskladování vzorků ze státních odrůdových pokusů předchází výběr stanic podle obsahu bílkovin v znu kontrolních odrůd. Do pokusů nejsou vzaty vzorky ze stanic, kde kontrolní odrůdy vykazují více než 12 % bílkovin v obilce ječmene.

Vzorky ječmene pro mikroskladování byly skladovány za laboratorních podmínek, v obalech dodaných ÚKZÚZ. Mikroskladování probíhá následujícím způsobem (tab. 1).

Tab. 1 Mikroskladování vzorků

Parametry	Rozpětí
Čas (h)	
Celková doba skladování	144 ± 1
z toho máčení	72
klíčení	72
Stupeň domočení (%)	
Počátek klíčení	45 ± 1
Konec klíčení	43 ± 1
Teplota (°C)	
Máčení	14
Klíčení	14
Počátek hvozdění	30 ± 2
Konec hvozdění	70 ± 2

Odrůdy jarního i ozimého ječmene musí být skladovány stejně. Nesmí být použity přísady.

Poznámky:

Délka jednotlivých namáček se stanovuje na základě příjmu vody kontrolními odrůdami z dané zkušebny.

Ke vzorku, který nedosahuje stanoveného stupně domočení, je chybějící voda po ukončení namáčky dodána dokropením, max. však 30 ml vody na 0,5 kg vzorku. Je-li chybějící množství vody větší, mikroskladovací zkouška se opakuje s delší dobou namáčky. Mikroskladovací zkouška se opakuje i v případě, že stupeň domočení je i na počátku klíčení (tj. po namáčce) vyšší než 46,5 %.

Z tabulky 1 je zřejmé, že postup mikroskladování je velice podobný postupu používanému pro mikroskladování vzorků v rámci pokusů EBC. Výrazným rozdílem je pouze délka celého procesu. V České republice je volen postup kratší o 24 h (pokusy EBC se zahraničními odrůdami se zpracovávají podle postupu doporučeného EBC).

2.4. Posklizňové dozrávání

Posklizňové dozrávání bylo sledováno pomocí energie a indexu klíčení. Ihned po sklizni byly odebrány vzorky osiva odrůd Akcent a Rubín. Vzorky byly vyčištěny a vytříděny. K pokusům byl použit pouze podíl předního zrna nad 2,5 mm. Ihned po sklizni a dále po třech, šesti, devíti a dvanácti týdnech po sklizni byla u vzorků stanovována energie a index klíčení metodou uvedenou v bodě 2.1.

2.5. Míchání sladů

Vliv míchání sladů byl simulován pomocí analyzátoru rozluštění sladu (Haffmans). Přístroj a metoda byly popsány v předchozím článku [5]. Destičky se slady odrůdy Akcent a Rubín byly vkládány do analyzátoru tak, jako by se jednalo o jeden vzorek. Analyzátor poté vypočítal homogenitu a modifikaci této směsi. Tento postup umožnil objektivní porovnání hodnot výchozích sladů s hodnotami dosaženými u směsi z těchto sladů.

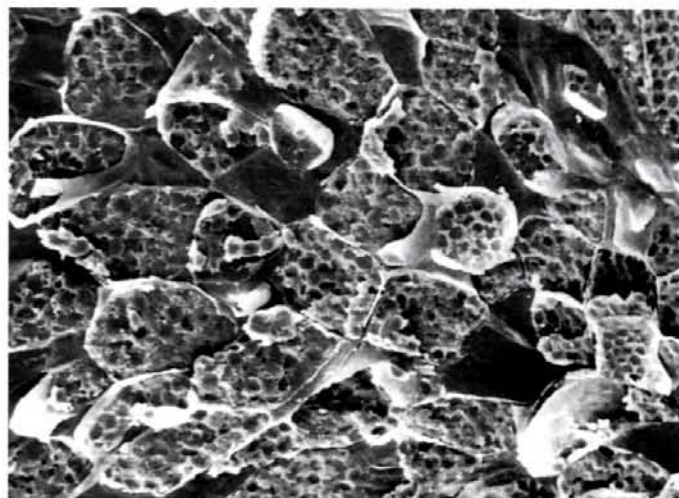
2.6. Pokusné várky

Byly připraveny mladiny (metodou používanou při stanovení fermentability) z přelustěného, rozluštěného a nedoluštěného sladu. Slad se vyráběl standardním postupem (tab. 1) a odlišoval se pouze stupněm do-

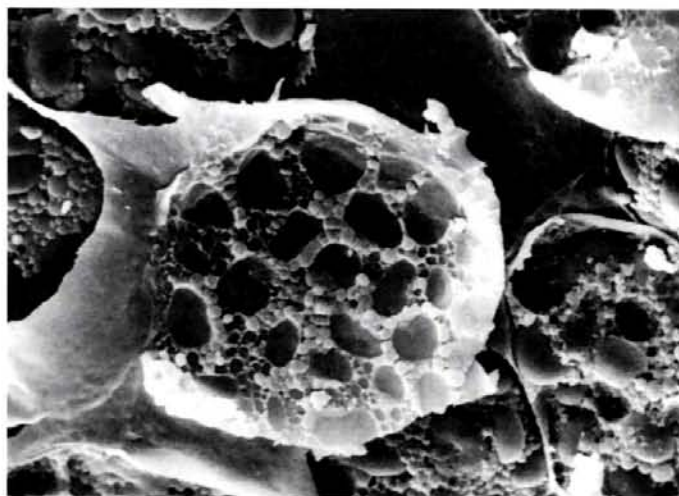
močení (41%, 45 %, 49 %). Dokvašování probíhalo v PET lahvích 14 dnů při teplotě 5 °C.

3. VÝSLEDKY A DISKUZE

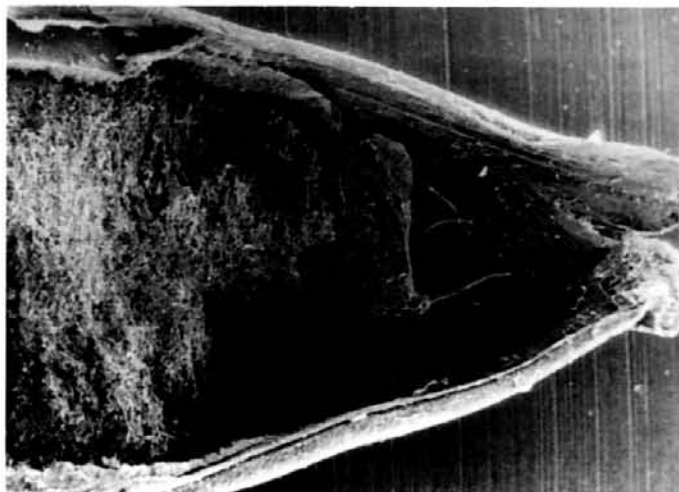
Klíčící embryo je místem tvorby gibberelinů, látek fytohormonální povahy, které jsou



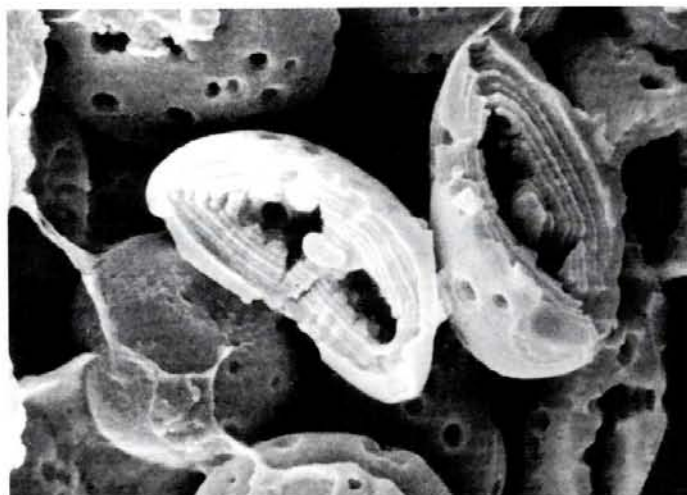
Obr. 2 Příčný lom obilíky ječmene před sladováním (zvětšeno 250×). Zřetelně jsou vidět buňky endospermu naplněné škrobovými zrnky a lomem porušené buněčné stěny. Foto J. Lhotecký MZLU Brno.



Obr. 3 Příčný lom obilíky ječmene před sladováním (zvětšeno 1000×). Detailní záběr na jednu buňku endospermu s velkými a malými škrobovými zrnky. Foto J. Lhotecký MZLU Brno.



Obr. 4 Podélný lom zrnem sladu (zvětšeno 50×). V pravé části je vidět jamka po vyloupeném klíčku (embryu). V levém horním rohu je válcovitý zbytek stříčky (koleoptile). Foto J. Lhotecký MZLU Brno.



Obr. 5 Podélný lom zrnem sladu (zvětšeno 5000×). Na obrázku jsou enzymaticky silně rozrušená velká škrobová zrna. Vrstvy uvnitř škrobových zrn jsou selektivně odbourávány, což dává rozrušeným zrnům vrstevnatý vzhled. Na povrchu škrobových zrn jsou vidět otvory způsobené amylolytickými enzymy. Foto J. Lhotecký MZLU Brno.



Obr. 6 Podélný lom zrnem sladu (zvětšeno 1700×). Na obrázku jsou vidět velká škrobová zrna a zbytky buněčných stěn. Foto J. Lhotecký MZLU Brno.

transportovány do aleuronové vrstvy. V aleuronové vrstvě indukují tvorbu především proteolytických a amylolytických enzymů, které způsobují odbourávání buněčných stěn a škrobového endospermu. Rozluštění endospermu postupuje asymetricky od oblasti embrya. Postup luštění zrna je zřejmý z obrázků (obr. 2–6). Rychlost luštění je závislá na vnějších podmínkách a též na vlastní aktivitě embrya a aleuronové vrstvy. Aktivita těchto částí obilky je výrazně ovlivněna odrůdou a fyziologickým stavem (délkou posklizňového dozrávání) [6].

Z grafu (obr. 7) je zřejmé, že mezi odrůdami Akcent a Rubín existuje výrazný rozdíl v délce posklizňového dozrávání. Energie klíčení obou sledovaných odrůd nabyla přibližně stejných hodnot dvanácti týdnů po sklizni. Na základě tohoto znaku nelze tedy tyto odrůdy již dále odlišit.

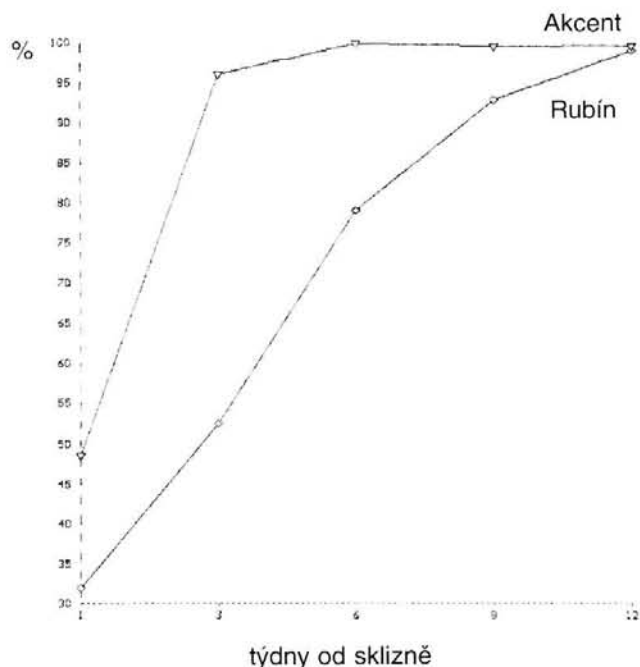
Pro sladovnické účely se požaduje, aby sladovaná partie ječmene měla energii klíčení 95 % po 72 h [4], za přijatelnou se považuje i hodnota 95 % po 5 dnech [7]. Bylo

však zjištěno, že ani jedna z těchto metod nemusí zajistit vysokou kvalitu [8]. Z tohoto důvodu byla přijata doplňková metoda „index klíčení“, která vyjadřuje míru rychlosti klíčení [3].

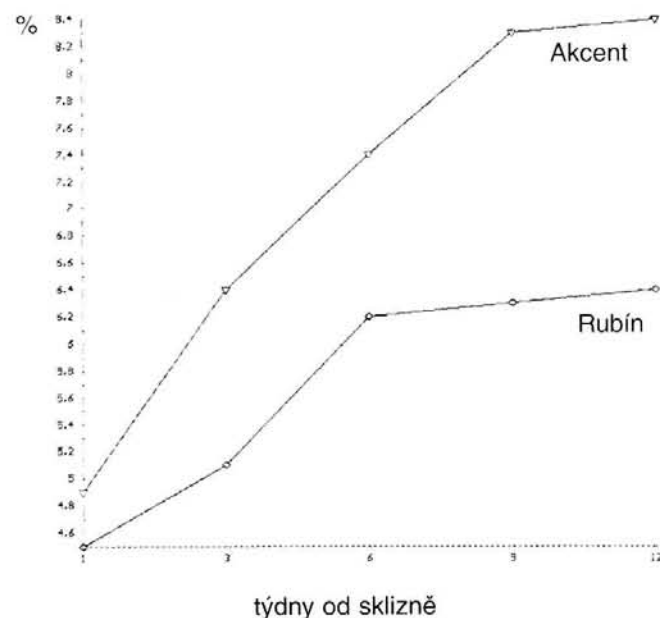
Hodnoty indexu klíčení byly u obou sledovaných odrůd výrazně odlišné ještě dvanactý týden po sklizni (obr. 8).

Dosažené výsledky dokazují, že index klíčení lépe předpovídá chování dané partie ve sladovně než pouze hodnoty energie klíčení. Jednotné a rychlé klíčení je předpokladem výroby dobře rozluštěného a homogenního sladu.

U provozních sladů byl pozorován negativní vliv míchání ječmene na homogenitu vyrobeného sladu. Po smíchání dvou, případně více partií ječmene došlo ve většině případů k poklesu hodnot homogenity ve srovnání se slady vyrobenými z jedné ucelené partie ječmene [9].



Obr. 7 Energie klíčení (P. Jakartice 1996)



Obr. 8 Index klíčení (P. Jakartice 1996)

V praxi je běžné míchání sladů k dosažení určité hodnoty některého parametru požadovaného zákazníkem, např. Kolbachova čísla. Mícháním je sice dosaženo požadované hodnoty daného znaku, avšak ve valné většině případů dochází k poklesu hodnot homogenity modifikace. Čím větší je rozdíl v úrovni modifikace míchaných partií sladů, tím větší bude pokles úrovně homogenity výsledné směsi (tab. 2).

Z tabulky 2 je zřejmé, že homogenita směsi naměřená přístrojem se liší od homogenity vypočítané zprůměrováním tím více, čím více se od sebe obě výchozí partie v tomto znaku odlišují. Hodnoty modifikace naměřené přístrojem a modifikace vypočítané zprůměrováním se naopak v podstatě shodují.

Tab. 2 Míchání sladů

ODRŮDY poměr	RUBÍN : AKCENT 1 : 2	RUBÍN : AKCENT 1 : 1	RUBÍN : RUBÍN 1 : 1
K _z	43,9 40,6	43,1 44,7	43,9 43,1
M _z	82,8 69,6	80,5 70,6	82,8 80,5
H _z	75,9 70,1	76,0 67,6	75,9 76,0
	směs	směs	směs
K _p	41,7	43,9	43,5
M _p	74,0	75,6	81,7
M _z	74,6	75,7	81,7
H _p	72,0	71,8	76,0
H _z	69,9	69,4	75,9

Vysvětlivky:

K_z, M_z, H_z – hodnoty Kolbachova čísla, modifikace a homogenity naměřené přístroji.

K_p, M_p, H_p – hodnoty Kolbachova čísla, modifikace a homogenity vypočítané zprůměrováním.

Tab. 3 Jakostní znaky pokusných sladů

Vzorek	A1	A2	A3
SLAD			
vláha %	7,3	8,4	7,4
BZ %	11,0	10,6	10,6
E %	80,6	81,0	80,7
KČ	38,7	44,0	45,7
B _{rozp.} %	74	80	84
DM j. WK	275	320	330
F %	65	78	85
barva j.EBC	3,0	3,0	3,3
V cP	1,54	1,48	1,45
pH	5,96	5,84	5,82
M	85	91	98
PIVO			
polyfenoly mg/100 ml	141	151	160

Vysvětlivky: BZ – bílkoviny v zrna, E – extrakt, KČ – Kolbachovo číslo, DM – diastatická mohutnost, B_{rozp.} – rozpustné bílkoviny, F – friabilita, V – viskozita, M – modifikace.

Speciálním požadavkům pivovarů, pokud se týká jakosti sladu, lze mnohdy vyhovět právě jen mícháním různých partií ječmene i sladu. Při výrobě těchto směsí je nutno se vyhnout míchání partií ječmene s nejednotným klíčením.

Směs různých partií sladů není podřadným produktem, ale speciálním výrobkem

pro určitého zákazníka. Avšak směs partií s výsokce odlišným rozluštěním nemůže přinést žádoucí výsledky. Je-li špatně rozluštěný slad smíchán s dobře rozluštěným sladem, projeví se negativní účinky sladů s nehomogenním klíčením např. ztrátou výtežku, problémy s filtrací, případně i nespokojivou nebiologickou trvanlivostí [1].

Různá úroveň modifikace sladu má vliv nejen na ekonomiku výroby, ale i na kvalitu výsledného výrobku, ke které patří chuťové vlastnosti. V tabulce 3 jsou uvedeny některé jakostní znaky pokusných sladů určených pro výrobu piva, které bylo po dozrání degustováno a hodnotilo se i z hlediska obliby. Pro degustaci byl použit trojúhelníkový test. Všichni hodnotitelé se shodli jak v určení rozdílů, tak i obliby. Ve většině případů udávali i stejné závady v chuti.

Zkouška byla provedena jen jednou a měla pouze informativní charakter, a to potvrdit či vyvrátit informaci o senzorických změnách v chuti piva. Zvýšený obsah polyfenolů u vzorku A3 byl pravděpodobně příčinou drsnější chuti (tab. 4), což je dáno stupněm rozluštění sladu, tj. jeho modifikací.

4. ZÁVĚR

– Homogenita a modifikace byla ovlivňo-

Tab. 4 Vyhodnocení degustační zkoušky

Vzorek	Pořadí	Nejčastěji udávané závady v chuti
A1	2	svíravá chuť
A2	1	esterová chuť
A3	3	drsná chuť

vána úrovní vitality obilek v dané partii ječmene.

- Délka posklizňového dozrávání vykazovala výrazné meziodrůdové rozdíly.
- Homogenita směsi sladu klesala se stoupajícími rozdíly v úrovni rozluštění a homogenity míchaných partií sladů.
- Hloubka modifikace ovlivnila chuťové vlastnosti mladiny. Mladina z přelustěného sladu vykazovala drsnější chuť.
- U piva vyrobeného z přelustěného sladu byl zjištěn zvýšený obsah polyfenolů.

LITERATURA

- [1] WACKERBAUER, K., ZUFALL, C.: Brauwelt International 15, 1997, s. 22
- [2] PALMER, G. H.: EBC Symposium Malting Technology: Andernach 1994, Nürnberg Carl, 1995, s. 2.
- [3] RIIS, P., BANG-OLSEN, K.: Proc. Eur. Brew. Conv. Congr., Lisbon, 1991, s. 101
- [4] Analytica EBC, 1987, Chapter 3.6.
- [5] HAVLOVÁ, P., ŠUSTA, J., PSOTA, V.: Kvasný Prum. 44, 1998, s. 92
- [6] PALMER, G. H.: Cereal Science Technology, Aberdeen University Press, 1989, s. 61
- [7] Brautechnische Analysenmethoden, MEBAK, 1979, 121
- [8] AASTRUP, S., RIIS, P., HANSEN, J. R.: Proc. Eur. Brew. Conv. Congr., Zurich, 1989, s. 171
- [9] PSOTA, V., ŠUSTA, J.: Homogenita a modifikace sladu. (Záv. zpráva), VÚPS Brno, 1996

Lektoroval Mgr. Roman Novotný
Do redakce došlo 2. 10. 97