

SLEDOVÁNÍ PROCESU STÁRNUTÍ NOVÝCH HYBRIDNÍCH ODRŮD BOR, SLÁDEK A PREMIANT

Ing. KAREL KROFTA, Ing. JITKA ZAGOROVÁ, Ing. JIŘÍ KOŘEN, Chmelařský institut Žatec, s.r.o.
JANA TICHÁ, Ing. JAROSLAV URBAN, Chmelařství, družstvo Žatec

Klíčová slova: stárnutí chmele, index skladování chmele, chmelové pryskyřice, α -hořké kyseliny, tvrdé pryskyřice, S-frakce

1. ÚVOD

Enzymová aktivita zeleného chmele je podstatně snížena sušením, ale složení chmele nezůstává konstantní. Rozbíhá se proces stárnutí. Tím se rozumí změny ve složení chmelových pryskyřic, silic a dalších složek chmele způsobené jejich oxidací. Rychlost těchto procesů je ovlivňována řadou faktorů, z nichž nejdůležitější jsou čas, teplota a světlo. Z pивovarského hlediska jsou nejzávažnější změny α - a β -hořkých kyselin, jejichž transformační produkty, vznikající při chmelovaru, vytváří charakteristickou hořkost piva.

Po určité zdržné době, jejíž délka je závislá na odrůdě, je míra ztráty α - a β -hořkých kyselin podle některých autorů [1] dána rychlostí reakce nultého řádu, podle jiných reakcí prvního řádu [2]. Varní zkoušky starších chmelů potvrdily, že hořící síla těchto chmelů neklesá tak rychle, jak by odpovídalo analytickým výsledkům [3]. Oxidací α -hořkých kyselin se znemožňuje jejich izomerizace na žádoucí izo- α -kyseliny. Na druhé straně je zřejmé, že některé oxidační produkty chmelových pryskyřic mají hořící schopnost. Oxidační produkty jsou více polární než samotné α - a β -hořké kyseliny, a proto jsou více rozpustné ve vodě a polárních rozpouštědlech [3]. Wain [4] zjistil, že pivovarská hodnota chmelů s nízkým poměrem α/β (1:1) klesá pomaleji než u chmelů s vysokým poměrem (3:1). Dynamika poklesu obsahu α - a β -hořkých kyselin je odrůdově závislá. Mnoho oxidačních produktů není dosud jednoznačně identifikováno, stejně jako není specifikován jejich příspěvek k hořkosti piva. Náznaky na tuto problematiku nejsou dosud jednotné. Ono [5] definovala ve chmelu tzv. S-frakci. Označení „S“ má zřejmě význam jako suma Σ , protože se jedná o skupinu blíže nespecifikovaných látek, které se při chromatografické (HPLC) analýze chmelových pryskyřic eluují před α - a β -hořkými kyselinami. Uvádí, že piva chmelená s vyšší dávkou S-frakce mají silnou a nepříjemnou hořkost. Naproti tomu Wackerbauer [6] zjistil, že jiné transformační produkty hořkých kyselin než iso- α -kyseliny mají pouze slabou hořící sílu. I přes tato rozporuplná zjištění většina pivovarů z kvalitativního hlediska preferuje chmele a chmelové produkty s definovaným složením chmelových pryskyřic. Schmidt a Johansen [7] provedli testy stárnutí chmele při různých teplotách (12–37 °C) v kyslíkové a dusíkové atmosféře. Zjistili, že α -hořké kyseliny se při vyšších teplotách v dusíkové atmosféře transformují převážně na iso- α -kyseliny, zatímco v kyslíkové atmosféře dochází k výraznému nárůstu S-frakce. Na základě kvantifikace S-frakce definovali šestibodo-

vou stupnici jako nový kvalitativní parametr pro stupeň degradace chmelových pelet.

Proces stárnutí chmele lze např. sledovat na základě úbytku α -hořkých kyselin s časem. Tento postup je časově i ekonomicky náročný. Užitečnou informací může poskytnout stanovení obsahu tvrdých pryskyřic. Nejběžnějším kritériem ztráty α - a β -hořkých kyselin a míry stárnutí chmele při skladování a manipulaci je tzv. index skladování chmele, známý z anglického překladu „Hop Storage Index“ jako HSI [8]. Je definován jako poměr absorbancí toluenového extraktu chmele v prostředí alkalického methanolu při 275 a 325 nm. Hořké kyseliny v uvedeném prostředí absorbují při 325 nm mnohem více než při 275 nm. Oxidační rozkladné produkty absorbují naopak mnohem více při 275 nm. Z tohoto důvodu je poměr absorbancí A_{275}/A_{325} citlivým indikátorem míry oxidačních reakcí ve chmelu. Změny HSI dobře koreluje s obsahem tvrdých pryskyřic [9]. Bylo zjištěno, že rychlost ztráty chmelových pryskyřic po sklizni se za srovnatelných podmínek u jednotlivých odrůd liší. Některé studie [10] klasifikují komerční chmelové odrůdy do několika skupin na základě ztráty α - a β -hořkých kyselin po 6 měsících skladování při normálních teplotách. Za nejstabilnější odrůdu z tohoto hlediska považována odrůda Cluster (ztráta <10 %), následují Galena, Nugget, Talisman, Wye Challenger aj. (10–20 %), pro Žatecký poloraný červeňák se uvádí ztráta 20–40 %. Skladování chmele a chmelových produktů při nízkých teplotách, nejlépe v inertní atmosféře nebo ve vakuu, rychlost degradačních reakcí podstatně zpomaluje. V tomto směru jsou nejstabilnější chmelové extrakty [11].

Skladovatelnost je jedním z parametrů, který se dnes často uvádí při charakterizaci chmelových odrůd podobně jako např. obsah α -hořkých kyselin nebo zastoupení kohumolonu. Je vyjádřena jako podíl α -hořkých kyselin z původního množství, vyjádřený v procentech, po 6 měsících skladování při pokojové teplotě. O nových hybridních odrůdách Bor, Sládek, Premiant, které jsou v rámci odrůdové přestavby českého chmelařství zaváděny do praxe, nejsou v tomto ohledu k dispozici žádné údaje. Z tohoto důvodu byl po sklizni 1997, ve spolupráci Chmelařského institutu a družstva Chmelařství v Žatci, založen dlouhodobý pokus sledování procesu stárnutí v českých hybridních odrůdách. Výsledky tohoto pokusu a jeho celkové hodnocení jsou předmětem tohoto sdělení.

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

K provedení pokusu byly zpracovány partie hlávkového chmele hybridních odrůd

(Bor, Sládek, Premiant) a Žateckého poloraného červeňáku (Klon 72) na 30 kg baloty o rozměrech 0,5 × 0,5 × 0,5 m. Baloty byly umístěny na 5. půdě Nové balírný družstva Chmelařství v Žatci a zde skladovány v neklimatizovaných prostorech při normálních teplotách. Průběh teplot ve skladovacím prostoru byl monitorován. Z těchto hranolů byly, počínaje zářím, odebrány vzorky hlávek k chemickým rozborům. Při každém odběru byl vzorkován nový balot, a to tím způsobem, že celkový vzorek sestával z 8 dílčích vzorků odebíraných v rozích krychlového balotu. Celková hmotnost vzorku byla cca 200 g. V období září 97 – březen 98 bylo tímto způsobem odebráno 5 vzorků v přibližně 6 týdenních intervalech. Vedle toho byl jeden balot od každé odrůdy umístěn v klimatizovaném skladu družstva Chmelařství. Vzorkování klimatizovaného balotu bylo provedeno jednorázově na konci pokusu v březnu 1998.

Všechny odebrané vzorky byly po homogenizaci analyzovány na obsah a složení chmelových pryskyřic (veškeré a tvrdé pryskyřice) modifikovanou Wöllmerovou metodou (EBC 7.3.4/7.5), obsah a složení hořkých kyselin HPLC metodou (EBC 7.4.1/7.7) a stanovení indexu skladování chmele (HSI) podle metody ASBC, Hops 6 [12, 13]. Dvojí označení u EBC metod (původní/nové) je uvedeno z důvodu přečíslování metod v nové edici Analytiky EBC, která je v platnosti od 1.1.1998. Chromatografická analýza chmelových pryskyřic byla provedena na koloně Nucleosil RP C18 (Macherey Nagel, Germany), 250 × 4,6 μ m, 5 μ m a kapalinovým chromatografu Shimadzu LC-10A s detektorem DAD při vlnové délce 314 nm. Průtok mobilní fáze o složení methanol, voda, kyselina fosforečná 850/170/2,5 obj. byl 0,8 ml/min. Pro stanovení indexu skladování chmele byl použit UV-VIS spektrofotometr GBC Cintra 10. U každého vzorku byla provedena dvě stanovení, údaje uvedené ve výsledkové části jsou aritmetickým průměrem výsledků obou analýz.

3. VÝSLEDKY A DISKUSE

Dynamika stárnutí jednotlivých odrůd je významně ovlivněna podmínkami skladování bezprostředně po sklizni, kde klíčovou roli hraje především teplota. V tab. 1 jsou zaznamenány průměrné denní teploty v období září – 1997/březen – 1998 tak, jak byly naměřeny automatickou meteorologickou stanicí Chmelařského institutu v Žatci. Průměrná denní teplota je stanovena jako aritmetický průměr teplot v 7.00, 14.00 a 21.00 hodin s tím, že večerní hodnota se

Tabulka 1. Průměrné denní venkovní teploty a průměrné teploty v neklimatizovaném skladu (září 1997 – březen 1998)

Den	Průměrná denní teplota (°C)													
	září 1997		říjen		listopad		prosinec		leden 1998		únor		březen	
	venkovní	sklad	venkovní	sklad	venkovní	sklad	venkovní	sklad	venkovní	sklad	venkovní	sklad	venkovní	sklad
1	17,8	21,0	14,1	14,5	-1,4	4,0	2,2	4,5	-1,4	3,5	-12,0		3,4	
2	18,6	21,0	11,3	15,0	2,7	4,5	0,7	4,0	0,5	3,5	-9,6		6,1	
3	20,1	21,5	9,2		2,2	4,5	1,9		6,7	4,0	-1,4		10,1	
4	18,7	21,5	12,1		-0,8	4,0	1,8		5,3	4,5	-5,4		17,0	
5	19,5	21,5	13,2		-1,8	4,0	0,3		6,0	5,0	-3,7		6,5	
6	18,0	21,5	10,2		2,4	3,5	1,4		4,1	5,0	2,6		4,7	
7	17,5	20,5	10,9		9,4	4,0	2,7		7,7	5,0	0,8		10,1	
8	18,5	20,0	15,9		6,4	5,0	1,8		8,8	5,5	2,5		7,3	
9	16,2	19,5	19,8		3,8	5,0	-0,4		10,5	7,0	4,3		-1,0	
10	12,1	18,0	14,3		4,5	5,0	6,8		6,2	7,0	7,1		-1,1	
11	12,2	17,0	11,3		3,7	5,0	10,3		-1,0	6,0	7,8		-0,4	
12	16,0	17,5	8,6		6,3	5,5	7,7	6,0	-2,0	5,0	10,0		-0,3	
13	12,5	17,0	7,6		7,0	5,5	4,2	5,5	-2,0		11,4		2,2	
14	10,1	16,0	5,9		2,5	6,0	2,8	5,5	-1,6		12,7		5,4	
15	10,3	15,5	5,9		2,0	6,0	-3,3	2,5	-0,5		11,7		1,9	
16	11,0	15,5	3,1		3,8	6,0	-8,2	-2,0	3,5		11,2		6,7	
17	13,5	15,5	1,7		3,7	6,0	-4,3	-2,5	3,8		4,3		8,5	
18	15,4	16,0	3,6		-0,3	4,5	-4,2	-2,5	1,9		5,8		8,4	
19	11,8	15,5	3,9		-2,4	4,0	-2,8	3,8	6,8		3,7			
20	7,2	15,0	6,2		-3,1	3,0	-0,2	-2,0	2,0		3,9		1,8	
21	7,0	14,5	0,1		-0,6	2,5	1,6	-1,0	0,4		0,3		1,3	
22	9,1	14,5	-1,6		0,3	2,5	1,1	-0,5	0,1		4,2		0,0	
23	13,5	14,5	4,3		1,2	2,5	1,7	0,0	-1,2		5,5		1,0	
24	10,8	14,5	4,7		1,8	2,5	4,9	0,5	-1,5		8,0		0,0	
25	10,1	15,0	5,8		1,4	2,5	9,3	3,0	-2,3		9,8		0,0	
26	11,7	15,0	2,0		2,1	2,5	7,6	4,5	-6,1		10,3		0,1	
27	12,2	15,0	-2,5		2,5	3,0	4,8	5,0	-8,1		9,3		5,7	
28	8,8	14,5	-4,3		2,8	3,0	3,6	5,0	-4,6		5,9		11,6	
29	11,5	14,0	-0,8		3,6	3,5	2,9	5,0	-0,6				10,2	
30	13,9	14,5	0,5		4,6	3,5	0,1	5,0	-1,0				6,9	
31			2,9	4,5			-2,1	4,0	-7,1				9,5	
Maxim.	20,1	21,5	19,8		9,4	6,0	10,3	6	10,5		12,7		11,6	
Minim.	7,0	14,5	-4,3		-3,1	2,5	-8,2	-2,5	-8,1		-12		-1,1	
Průměr	13,5	17,1	6,4		2,3	4,1	1,8	2,3	1		4,4		4,8	

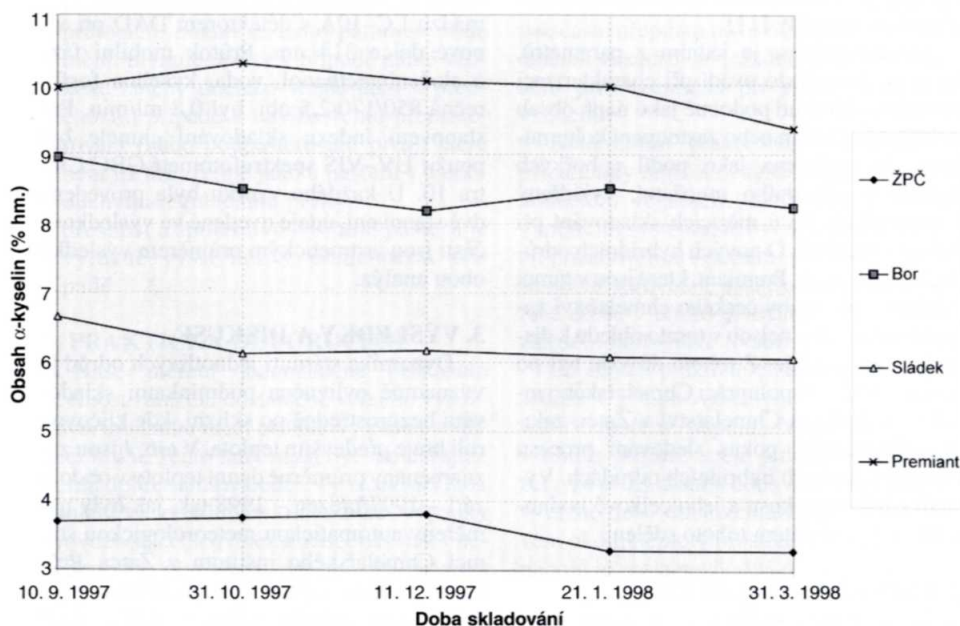
Tabulka 2. Obsahy α -hořkých kyselin (doba skladování 7 měsíců)

Odrůda	Obsah α -hořkých kyselin (% hm.) v pův.						Klimatizace
	10. 9. 1997	31. 10.	11. 12.	29. 1. 1998	31. 3.	31. 3. 1998	
ŽPČ	3,68	3,74	3,80	3,28	3,28	3,43	
Bor	8,95	8,49	8,18	8,51	8,24	8,17	
Sládek	6,64	6,11	6,16	6,08	6,06	6,19	
Premiant	9,95	10,30	10,05	9,97	9,37	9,40	

ŽPČ – Žatecký poloraný červeňák

Tabulka 3. Pokles obsahu α -hořkých kyselin

Odrůda	Pokles (% rel.)	
	100 (Max – Min)/Max	
ŽPČ	13,7	
Bor	8,6	
Sládek	8,7	
Premiant	6,8	

Obr. 1 Pokles obsahu α -kyselin

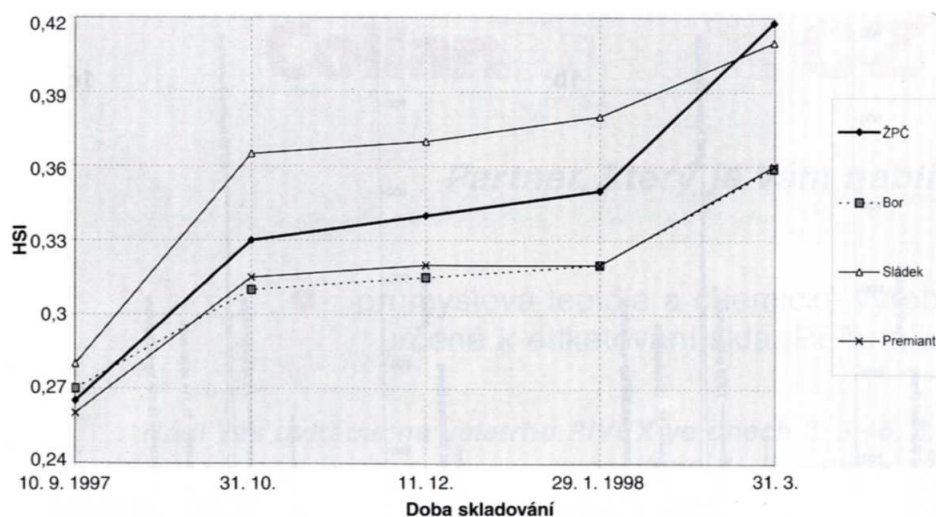
započítává dvakrát. Ve stejné tabulce jsou dále uvedeny teploty monitorované ve skladovacím prostoru, maximální, minimální a průměrná teplota v měsíci, a to jak venkovní, tak skladovací. Z hodnot uvedených v tab. 1 je zřejmé, že teploty ve skladovacím prostoru v průběhu září 1997 byly poměrně vysoké a pohybovaly se převážně v rozmezí 10–20 °C. Teprve v druhé polovině října poklesly teploty na hodnoty srovnatelné s klimatizovaným skladem. Zatímco venkovní teploty poměrně značně kolísají, průběh teplot ve skladu je podle očekávání mnohem vyrovnanější, zpravidla o několik stupňů vyšší a kopíruje vnější teploty s určitou časovou prodlevou. Krátkodobé výkyvy venkovních teplot se ve skladovacím prostoru významně neprojeví. V klimatizovaném skladu byla teplota velmi vyrovnaná a pohybovala se v rozmezí 4 ± 1 °C.

V tab. 2 a na obr. 1 jsou uvedeny výsledky stanovení obsahu α -hořkých kyselin metodou HPLC ve všech vzorcích sledovaných odrůd postupně odebíraných v období září 1997/březen 1998. Obsah α -hořkých kyselin v jednotlivých odběrových termínech nevykazuje ani u jedné odrůdy rovnoměrný pokles (viz obr. 1), ale je naopak typický řadou výkyvů, které jsou převážně způsobeny aditivním vlivem těchto faktorů:

- nehomogenita partií chmele před založením pokusu
- vzorkování a manipulace se vzorkem před analýzou
- rozšířená nejistota výsledků analýz.

Vyjádří-li se pokles α -hořkých kyselin jako míra rozdílu maximální a minimální hodnoty naměřených v časové řadě (tab. 3), vychází pro hybridní odrůdy pokles v rozmezí 6,8–8,7 %, u Žateckého poloraného červeňáku 13,7 % původního obsahu. Zastoupení kohumulonu a kolupulonu, které jsou uvedeny v tab. 4, ukazují, že oba tyto parametry se v průběhu stárnutí podstatně nemění a pohybují se v rozmezí rozšířených nejistot analytické metody. Zastoupení kohumulonu resp. kolupulonu lze tak použít k identifikaci odrůdy i u starších chmelů.

Dalším ukazatelem stárnutí chmele je obsah tvrdých pryskyřic, který se stanovuje vázkovou analýzou (metoda EBC 7.5) jako rozdíl obsahu celkových a měkkých pryskyřic. Výsledky jejich stanovení, provedených v průběhu stárnutí, jsou uvedeny v tabulce 5. U tvrdých pryskyřic je důležitý nejen jejich absolutní obsah, ale též relativní podíl z celkových pryskyřic, neboť hodnota absolutního obsahu je značně ovlivněna povětrnostními podmínkami a posklizňovým zpracováním. Je patrné, že obsah tvrdých pryskyřic s časem stoupá a dosahuje po sedmi měsících po sklizni u všech odrůd 2–3 % hm. Na rozdíl od obsahu α -hořkých kyselin je trend nárůstu obsahu tvrdých pryskyřic pravidelnější. Nejvyšší absolutní obsahy tvrdých pryskyřic byly již od založení pokusu zjištěny u odrůdy Sládek. V relativním vyjádření k obsahu celkových pryskyřic nejvíce tvrdých pryskyřic obsahují odrůdy Sládek a Žatecký poloraný červeňák. Odrůdy



Obr. 2 Průběh indexu stárnutí chmele během 7 měsíčního skladování

Bor a Premiant mají relativní obsah tvrdých pryskyřic přibližně o 20–30 % nižší.

Velmi užitečným a analyticky snadno stanovitelným měřítkem stárnutí chmele je index skladování chmele (HSI), jehož hodnota není příliš ovlivněna chybami ve vzorkování ani mechanickou nehomogenitou vzorkovaného chmele. Výsledky stanovení HSI v průběhu stárnutí jsou shrnuty v tab. 6 a graficky znázorněny na obr. 2. Trend průběhu hodnot HSI je u všech odrůd podobný a lze jej rozdělit do tří časových úseků:

Časový úsek po sklizni	Charakteristika
1. 1 – 2 měsíce	Nárůst HSI z hodnot 0,26–0,28 po sklizni na úroveň 0,30–0,33 na konci října 1997
2. 3 – 5 měsíců	Výrazné zpomalení růstu HSI na úrovni 0,32–0,35
3. 5 – 7 měsíců	Nárůst HSI na hodnoty 0,41–0,42 u odrůd Sládek a Žateckého poloraného červeňáku, resp. 0,36 u odrůd Premiant a Bor

Tabulka 4. Relativní podíl kohumulonů a kolupulonů v α - a β -hořkých kyselinách

Odrůda	Analog	Obsah ko-analogů (% rel.)					Klimatizace
		10. 9. 1997	31. 10.	11. 12.	29. 1. 1998	31. 3.	
ŽPČ	kohumulon	24,2	23,8	23,5	23,2	23,7	22,4
	kolupulon	39,2	40,2	40,1	39,7	41,1	39,9
Bor	kohumulon	20,0	20,3	20,5	19,9	20,7	20,3
	kolupulon	43,5	44,4	44,6	43,1	44,6	43,8
Sládek	kohumulon	23,0	23,1	22,0	23,0	23,8	22,7
	kolupulon	45,5	45,8	45,4	45,4	46,2	45,6
Premiant	kohumulon	19,0	19,3	19,0	19,1	19,3	19,0
	kolupulon	41,1	41,8	42,0	41,2	42,5	41,2

ŽPČ – Žatecký poloraný červeňák

Tabulka 5. Absolutní a relativní obsah tvrdých pryskyřic

Odrůda	Jednotka	Obsah tvrdých pryskyřic (% hm.)					Klimatizace
		10. 9. 1997	31. 10.	11. 12.	29. 1. 1998	31. 3.	
ŽPČ	% hm. ¹⁾	1,15	1,25	1,62	1,89	2,03	1,98
	% rel. ²⁾	8,3	8,9	11,3	13,6	14,5	13,5
Bor	% hm.	1,35	1,29	1,72	1,86	2,00	1,87
	% rel.	6,5	6,5	8,7	9,5	10,2	9,5
Sládek	% hm.	1,85	1,97	2,50	2,54	2,55	2,86
	% rel.	8,4	9,6	11,9	12,7	12,5	13,5
Premiant	% hm.	1,10	1,00	1,93	2,17	2,26	1,95
	% rel.	5,0	4,3	7,9	9,4	9,9	8,7

¹⁾ absolutní obsah

²⁾ relativní zastoupení vztahované na obsah celkových pryskyřic

Tabulka 6. Hodnoty indexu skladování chmele během 7 měsíčního skladování

Odrůda	Index skladování chmele (HSI)					Klimatizace
	10. 9. 1997	31. 10.	11. 12.	29. 1. 1998	31. 3.	
ŽPČ	0,265	0,330	0,340	0,35	0,418	0,378
Bor	0,270	0,310	0,315	0,320	0,359	0,340
Sládek	0,280	0,365	0,370	0,380	0,410	0,380
Premiant	0,260	0,315	0,320	0,320	0,360	0,350

ŽPČ – Žatecký poloraný červeňák

Z tohoto pohledu zcela nekoresponduje průběh HSI a trend obsahu tvrdých pryskyřic, u kterých se určitá stabilizace v zimních měsících neprojevovala. Nejvyšší index skladování chmele byl po 7 měsících po sklizni zjištěn u Žateckého poloraného červeňáku (0,418). U všech hybridních odrůd byl za stejných skladovacích podmínek naměřen nižší HSI v pořadí Sládek (0,41), Premiant (0,360) a Bor (0,359). Z hlediska dynamiky procesu stárnutí jsou odrůdy Bor a Premiant prakticky identické, v průběhu celého pokusu byly u nich naměřeny nejnižší hodnoty HSI. Naopak nejvyšší hodnoty HSI byly nalezeny u odrůdy Sládek. Hodnota na konci pokusu byla však nižší než u Žateckého poloraného červeňáku. Ve vzorcích z klimatizovaného skladu na konci pokusu byly vesměs zjištěny hodnoty HSI nižší o 3–10 % v porovnání s volně uloženými baloty.

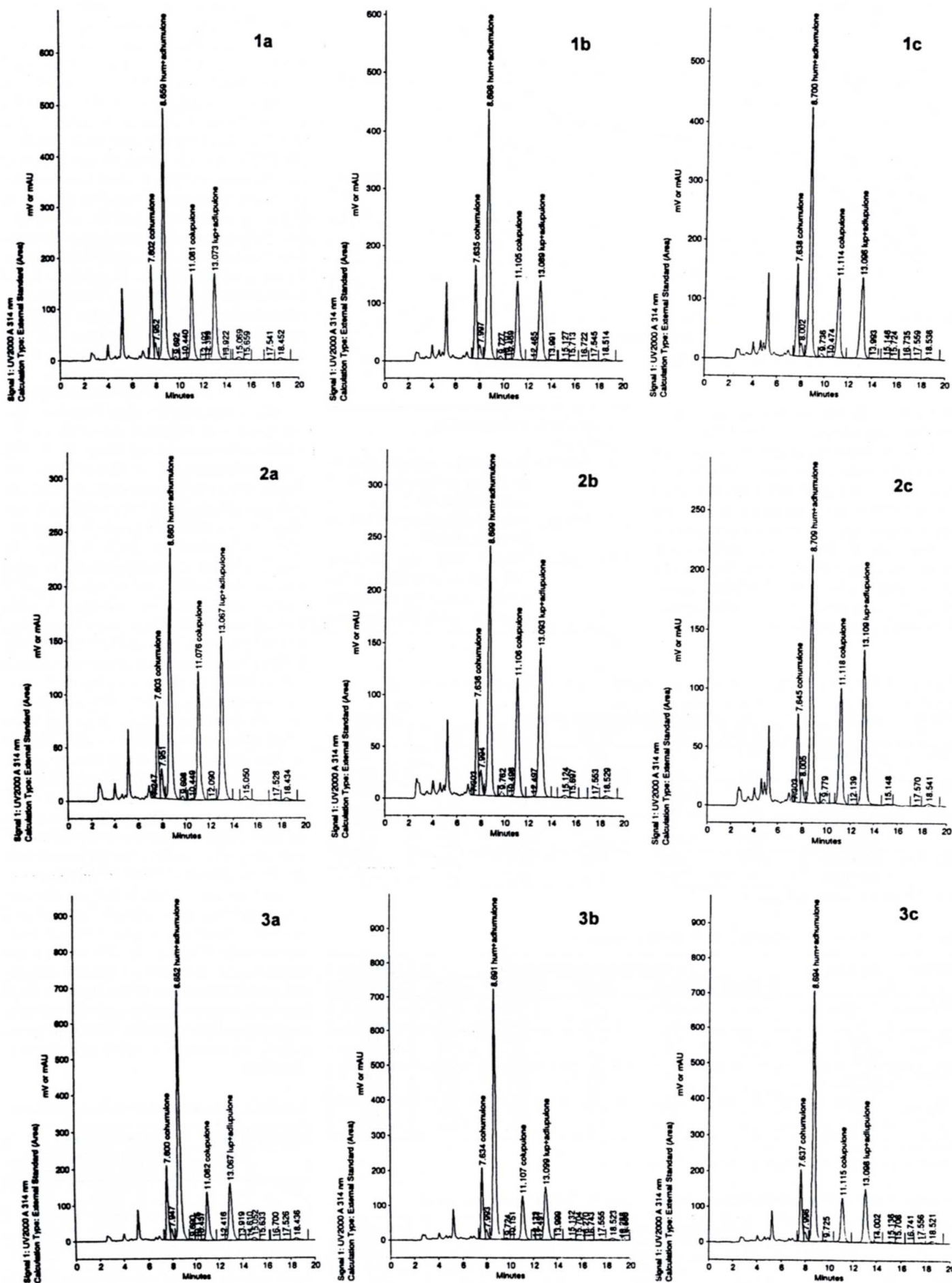
Na obr. 3 jsou uvedeny chromatogramy chmelových pryskyřic odrůd Premiant, Sládek a Žatecký poloraný červeňák vzorků odebraných na začátku pokusu (10. 9. 97), při jeho ukončení (31. 3. 98) po 7 měsících skladování a z balot umístěných v klimatizovaném skladu, které byly rovněž vzorkovány 31. 3. 1998. Porovnáme-li u jednotlivých odrůd absolutní obsah S-fračky (tj. součet obsahů chromatografických pásů v rozmezí elučních časů 2–6 minut) v tab. 7 vidíme, že je nejvyšší u odrůdy Sládek, u všech ostatních odrůd je zřetelně nižší. Relativní obsah S-fračky, vztahovaný na obsah α -hořkých kyselin (tab. 2), je naopak největší u Žateckého červeňáku a Sládky, obě vysookoobsažné odrůdy mají obsah S-fračky v relativním vyjádření méně než poloviční. S tím velmi dobře koresponduje i vyšší relativní obsah tvrdých pryskyřic (viz tab. 5) a hodnoty HSI (tab. 6) u odrůd Sládek a Žatecký poloraný červeňák. Kromě odrůdy Bor je obsah S-fračky ve vzorku z klimatizovaného skladu vyšší než ve vzorku volně uskladněném, ale pouze u odrůdy Sládek je tento rozdíl výraznější a činí 17,8 %. Celkově lze konstatovat, že mezi klimatizovaným skladem a volně uskladněnými chmeli není na konci pokusu, z hlediska obsahu S-fračky, podstatný rozdíl. Příznivý vliv skladování v klimatizovaném prostoru na stárnutí chmele dokazují nižší hodnoty HSI a obsahy tvrdých pryskyřic u všech odrůd (s výjimkou obsahu tvrdých pryskyřic u odrůdy Sládek) na konci pokusu ve srovnání s volně uskladněným chmelem.

Tabulka 7. Obsah S-fračky během skladování

Odrůda	Jednotka	Obsah S-fračky (10 ⁶ elektr. jednotky plochy)		
		10. 9. 1997	31. 3. 1998	Klimatizace
ŽPČ	1	1,163	1,679	1,769
	2	0,316	0,512	0,516
Bor	1	1,276	1,671	1,632
	2	0,142	0,203	0,200
Sládek	1	1,934	2,398	2,825
	2	0,291	0,396	0,456
Premiant	1	1,355	1,749	1,788
	2	0,136	0,187	0,190

1 absolutní počet elektronických jednotek plochy

2 relativní počet jednotek vztahovaný na obsah α -hořkých kyselin



Obr. 3 Chromatogramy HPLC stanovení chmelových pryskyřic:
1 – Sládek, 2 – ŽPČ, 3 – Premiant a – 10. 9. 97, b – 31. 3. 98, c – 31. 8. 98/klimatizace

Collanchemie CZ s.r.o.

Partner, který je Vám nablízku

- průmyslová lepidla a chemické výrobky PALSTAB®
určené k etiketování skla, PETu a kartonáže

**Rádi Vás uvítáme na veletrhu PIVEX ve dnech 2. 3.–6. 3. 1999 v našem stánku 103
v pavilonu Z – I. galerie**

Pozitivní vliv klimatizovaného skladu se projevil především v první fázi bezprostředně po sklizni (září–říjen 1997), kdy volně uložený chmel byl vystaven působení poměrně vysokých teplot. V následujících měsících (listopad 97–únor 98) byly skladovací teploty srovnatelné s klimatizovaným skladem, a proto kvalitativní rozdíly mezi klimatizovaným a neklimatizovaným chmelem nejsou, v časovém horizontu tohoto pokusu, nijak výrazné. To se například projevuje v obsahu α -hořkých kyselin, kdy nehomogenita substrátu a jiné vlivy v některých případech převažují nad logickým zpomalením úbytku α -hořkých kyselin v klimatizovaném skladu.

Zpracovatelská kapacita družstva Chmelářství v Žatci umožňuje, aby v době 6–7 měsíců po sklizni byla převážná část hlávkových chmelů zpracována do granulí. Granulování a adjustace chmelových pelet do inertizovaných, popř. vakuovaných obalů zajišťuje uchování pivovarsky cenných látek chmele, z hlediska potřeb pivovarů na dostatečně dlouhou dobu.

4. ZÁVĚR

Provedené zkoušky stárnutí hybridních odrůd Bor, Sládek a Premiant ukázaly, že jejich skladovací charakteristiky jsou v porovnání se standardním Žateckým poloraným červeňákem příznivější. Ztráta α -hořkých kyselin za podmínek pokusu byla

u Žateckého poloraného červeňáku 13,7 % původního obsahu, u hybridních odrůd činila tato ztráta 8,7 % Sládek, 8,6 % Bor a 6,8 % Premiant. Nejvyšší absolutní obsah tvrdých pryskyřic byl zjištěn u odrůdy Sládek: 1,85 % hm. při založení pokusu, 2,55 % hm. při jeho ukončení. Hodnota indexu skladování chmele na konci 7měsíčního sledování je nejvyšší u Žateckého poloraného červeňáku (0,418), z hybridních odrůd má tento parametr nejméně příznivý odrůda Sládek (0,410). Nejstabilnější jsou z hlediska procesů stárnutí obě vysokoobsažné odrůdy Bor a Premiant, které vykazaly nejnižší úbytky α -hořkých kyselin, nejnižší nárůst obsahů tvrdých pryskyřic a nejpříznivější hodnoty HSI. Porovnávací test s klimatizovaným skladem prokázal pozitivní vliv skladování chmele za nízkých teplot na jeho kvalitu. V poměrně krátkém časovém horizontu pokusu, který zahrnoval zejména měsíce s nižšími průměrnými teplotami, nejsou však rozdíly nijak markantní. Je nepochybné, že příznivý vliv klimatizace by se výrazněji projevil při dlouhodobějším skladování v jarních a zejména letních měsících.

Poznámka: Tato studie byla provedena v rámci grantu č. 7253, financovaného Ministerstvem zemědělství ČR.

LITERATURA

- [1] HUDSON, L. E.: Wallerstein Labora-

- tories Communications **22**, 1959, s. 89.
[2] GREEN, C. P.: J. Inst. Brew. **84**, 1978, s. 312.
[3] HOUGH, J. S. et al.: Malting and Brewing Science, 2nd edition, Chapman & Hall, London, 1991.
[4] WAIN, J., BAKER, C. D.: J. Inst. Brew. **83**, 1977, s. 235.
[5] ONO, M. et al.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **42**, 1985, s. 136.
[6] WACKERBAUER, K., BALZER, U.: Brauwelt **132**, 1992, s. 734.
[7] SCHMIDT, F., JOHANSEN, J. O.: Symposium on Hops, Proceedings, Zoeterwoude 1994, s. 58.
[8] LIKENS, S. T., NICKERSON, G. B., ZIMMERMANN, C.E.: Am. Soc. Brew. Chem., Proc. 1970, s. 68.
[9] SCHMID, J., GANZLIN, G.: Brauwelt **114**, 1974, s. 1139.
[10] NICKERSON, G. B., LIKENS, S. T.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **37**, 1979, s. 184.
[11] FOSTER, A.: Brauwissenschaft **32**, 1979, s. 57.
[12] Analytica – EBC, Methods 7.3.4/7.5, 7.4.1/7.7, 1987, 1998.
[13] American Society of Brewing Chemists, Methods of analysis, (8th ed.), Hops–6, 1992.

Lektoroval doc. Ing. Jaroslav Čepička, CSc.
Do redakce došlo 25. září 1998