

ZMĚNY OBSAHU HOŘKÝCH LÁTEK PŘI KVAŠENÍ V CYLINDROKÓNICKÝCH TANCÍCH

Ing. JIŘÍ ŠROGL, Plzeňský Prazdroj, a. s., doc. ing. JAROSLAV ČEPIČKA, VŠCHT Praha, Ing. PAVEL PRŮCHA, Plzeňský Prazdroj, a. s.

Klíčová slova: pivo, hořké látky, kvašení, cylindrokónické tanky

1. ÚVOD

Spotřeba piva je v přímé souvislosti s jeho oblibou, kterou určuje jeho kvalita hodnocená senzorickými vjemy spotřebitelů. Ty však mohou vykazovat značnou variabilitu nejen mezi jednotlivci, ale i mezi vybranými skupinami populace, mezi geografickými oblastmi a mění se i s časem. V určité lokalitě, ohraničené zpravidla působností daného výrobce, jsou konzumenti na základě dlouholetých zkušeností navyklí na pivo charakteristických vlastností, u nichž požadují stálost a standardnost. Jednou ze základních chutí, pro pivo tak charakteristickou, je hořkost, odvozená od obsahových složek nejdražší pivovarské suroviny, chmele. Ekonomické důvody v posledních letech však posunují vývoj pivovarské technologie k modernějším technologiím, které často znamenají změněné podmínky v chemismu přeměn hořkých chmelových látek. To souvisí s nebezpečím změny charakteristických kvalitativních, zejména sensorických, znaků piva se všemi důsledky s tím spojenými.

Plzeňská piva Prazdroj a Gambrinus se svým specifickým sensorickým profilem stala v minulosti základním představitelem nejoblíbenějšího typu piva u nás a i světově velmi významným. Jeho typickou vlastností je intenzivní hořkost s jemným až mírně drsným charakterem [1]. Optimální sladění hořkosti s ostatními organoleptickými vlastnostmi, zejména plností chuti a řízem, je příčinou jeho vysoké obliby.

Ačkoliv hořkost může být vyvolána látkami o značně odlišném chemickém složení [2], je u piva způsobena především skupinou cyklopentatrienových derivátů odvozených od chmelových pryskyřic [3], především iso- α -hořkými kyselinami a v mnohem menší míře i některými dalšími deriváty. Iso- α -hořké kyseliny mají pravděpodobně rozhodující vliv nejen na intenzitu, ale i na charakter hořkosti. Vnímání hořké chuti není izolovaný proces, ale uplatňují se u něho různé faktory, jako pH, chemická struktura, molekulární konfigurace, disociace a interakce aktivních látek, ustanovování membránového potenciálu v receptorových buňkách, způsob konzumace aj. [4, 5, 6, 7]. Vývoj poznatků o chemické podstatě hořkosti piva začal s objevením chemické struktury chmelových pryskyřic [8] a pokračoval objasněním chemických reakcí a fyzikálně-chemických dějů při

chmelovaru [3, 9, 10, 11], kdy dochází k největším kvalitativním změnám hořkých kyselin včetně jejich až 50 % ztrát.

Dalším úsekem technologie, kdy se mění především kvantitativní obsah iso- α -hořkých kyselin je kvašení.

Změny fyzikálně-chemických podmínek v souvislosti s činností kvasinek, vedou k adsorpci hořkých kyselin na povrch kvasničných buněk, k vynášení hořkých látek do kvasných dek a k dalším chemickým přeměnám a interakcím hořkých kyselin. Již Windisch se spolupracovníky [12] zjistili až 35 % ztráty hořkých látek během hlavního kvašení v závislosti na typu použitých kvasnic. Později byly tyto poznatky doplněny a podrobněji rozvedeny řadou prací [13, 14, 15, 16, 17, 18, 24, 25], při nichž byla objasněna role oxidu uhličitého, teploty, kmenu a fyziologického stavu kvasnic a technologických podmínek. Současně byl zkoumán vliv hořkých kyselin a jejich různých derivátů na charakter hořkosti [4, 6, 19, 20, 21].

Z dosud publikovaných poznatků o změnách hořkých kyselin během kvašení a o jejich vlivu na sensorické vlastnosti piv je zřejmé, že technologie a fyzikálně chemické procesy probíhající při ní mají zásadní vliv na sensorický profil vyrobeného piva. V této souvislosti je proto nezbytné nutné zachovat při změně technologie původní složení i skladbu hořkých látek v té míře, aby nedošlo k výrazné změně charakteru vyráběného piva.

V letech 1993–94 probíhá velmi rozsáhlá modernizace našich pivovarů. Při tom je podstatnou změnou zejména zavedení nového systému kvašení — přechod na cylindrokónické tanky. Jde o technologickou změnu, která v zemích západní Evropy proběhla už přibližně před 15 až 20 lety a její vliv na vlastnosti piva se od té doby intenzivně zkoumá. Je samozřejmé, že je nutno při tak podstatné změně technologie pozměnit i některé podmínky, které ovlivňují průběh kvašení. Jednou z podstatných změn je např. skutečnost, že při využití moderního zařízení nelze sbírat z mladého piva po skončeném hlavním kvašení kvasnou deku. To vede k obavám, zda nemůže dojít k odlišnému využívání hořkých látek z chmele a chmelových preparátů, které jsou nepochybně podstatnou součástí kvasných dek.

V roce 1975 jsme v Plzeňských pivovarech provedli rozsáhlé pokusy, které byly zaměřeny na

úbytek hořkých látek (isosloučenin) během hlavního kvašení mladiny v klasickém zařízení. Považujeme za užitečné seznámit naši pivovarskou veřejnost s některými poznatky, vyplývajícími ze zjištěných výsledků a srovnat je s dosavadním pokusným provozem cylindrokónických tanků v období od roku 1993.

2. METODIKA

2.1 Technologie klasického kvašení v kvasných kádích

Objem dřevěných kvasných kádí 30 hl, objem ocelových a betonových kádí 140 až 150 hl. Teplota hlavního kvašení 4,4 °C (zákvasná teplota) až 9,5 °C (maximální teplota kvašení). Zkvašované mladiny: a) 12 % světlé, čisté sladové (pro sudové pivo), b) 12 % světlé s 10 % surogací sacharosou (pro láhvové pivo). Chmelení výhradně přírodním žateckým chmelem v dávkách: a) 370 g/hl, b) 350 g/hl. K úpravě výchozí koncentrace isosloučenin v zakvašovaných mladínách byl použit izomerovaný extrakt Hop Steiner ze SRN. Po prokvašení se z povrchu mladého piva sbírala na dvakrát kvasná deka. Poprvé dva dny před sudováním a podruhé v den sudování. Použité provozní kmeny kvasnic: G, H, W, D vždy v dávce 0,4 l hustých kvasnic na 1 hl mladiny. Obsah kyslíku v zakvašené mladíně: 4 až 7 mg/l. Použité kvasničné kmeny: W, D — hlubokoprokvašující kmeny s menším sklonem k flokulaci, G — středně prokvašující kmen s dobrou flokulační schopností, H — nízkoprokvašující kmen s vysokou flokulační schopností.

2.2 Technologie moderního kvašení v CKT

Objem cylindrokónických tanků 1 800 hl a 3 300 hl. Teplota hlavního kvašení od 6,0 °C (zákvasná teplota) do 9,0 °C (maximální teplota kvašení): 8. den po zakvašení se mladé pivo při teplotě okolo 9 °C přečerpá do dokvašovacího tanku, kde se do 24 h zchladí na 0 °C. Uvedená teplota se udržuje po celou dobu dokvašování a zrání, tj. cca 45 dnů. Zkvašované mladiny: 12 % světlé, čisté sladové (pro sudové i láhvové pivo). Chmelení v dávce 10 g α -hořkých kyselin na 1 hl horké mladiny. K chmelení se používá 50 % přírodního žateckého chmele, 25 % granulovaného žateckého chmele a 15 % chmelového extraktu. Používá se výhradně kvasničný kmen W v dávce $15 \cdot 10^6$ buněk v 1 ml. Obsah kyslíku v zakvašené mladíně: 6 až 8 mg/l. Koncentrace rozpuštěného kyslíku ve spílané mladíně byla upravována provzdušněním pomocí keramické svíčky na zvolené hodnoty.

2.3 Analytické metody

Isosloučeniny byly stanoveny podle metodiky EBC [22], obsah kyslíku v mladíně elektrochemic-

ky přístrojem OXY-56 (WTW — SRN), zbytkový extrakt pyknometricky a koncentrace kvasinek byla určena počítáním [23].

3. VÝSLEDKY A DISKUSE

Vliv obsahu rozpuštěného kyslíku ve spílané mladíně na úbytek isosloučenin během hlavního kvašení při klasické technologii ukazují výsledky v tabulce 1. Pokusy byly prováděny s mladínami provzdušněnými keramickou svíčkou na různý obsah rozpuštěného kyslíku.

Tabulka 1. Vliv provzdušnění mladiny na úbytek isosloučenin při hlavním kvašení

Počáteční obsah kyslíku [mg/l]	Zdánlivý extrakt*) [% hm]	Isosloučeniny [JH]
3,65	6,15	47,0
4,82	6,96	48,0
6,35	5,79	46,5
7,23	5,83	47,8
8,25	5,79	44,3

*) Pozn.: Vzorke mladého piva byly analyzovány vždy v 8. den hlavního kvašení.

V odborné literatuře se sice uvádí, že úbytek hořkých látek během hlavního kvašení závisí na provzdušnění mladiny, ale tato skutečnost se v našich pokusech nepotvrdila.

V roce 1975 se používaly 4 kvasničné kmeny lokálně označované G, D, H a W. Úbytek isosloučenin během hlavního kvašení v závislosti na použitím kvasničném kmenu ukazují výsledky v tabulce 2.

Tabulka 2. Vliv kvasničného kmene na úbytek isosloučenin během hlavního kvašení

Kvasničný kmen	Počet pokusů	Obsah isosloučenin		
		původní [JH]	úbytek [JH]	[%]
G	5	51,7	13,4	25,9
D	4	53,7	12,9	24,0
H	4	54,6	11,8	21,6
W	2	51,6	13,4	26,0

Přehled výsledků sledování úbytku isosloučenin v průběhu hlavního kvašení je uspořádán do tabulky 3. Zvlášť byly sledovány podmínky u obou typů kvasných kádí, dřevěných o obsahu 30 hl a nerezových a betonových o obsahu 140 až 150 hl.

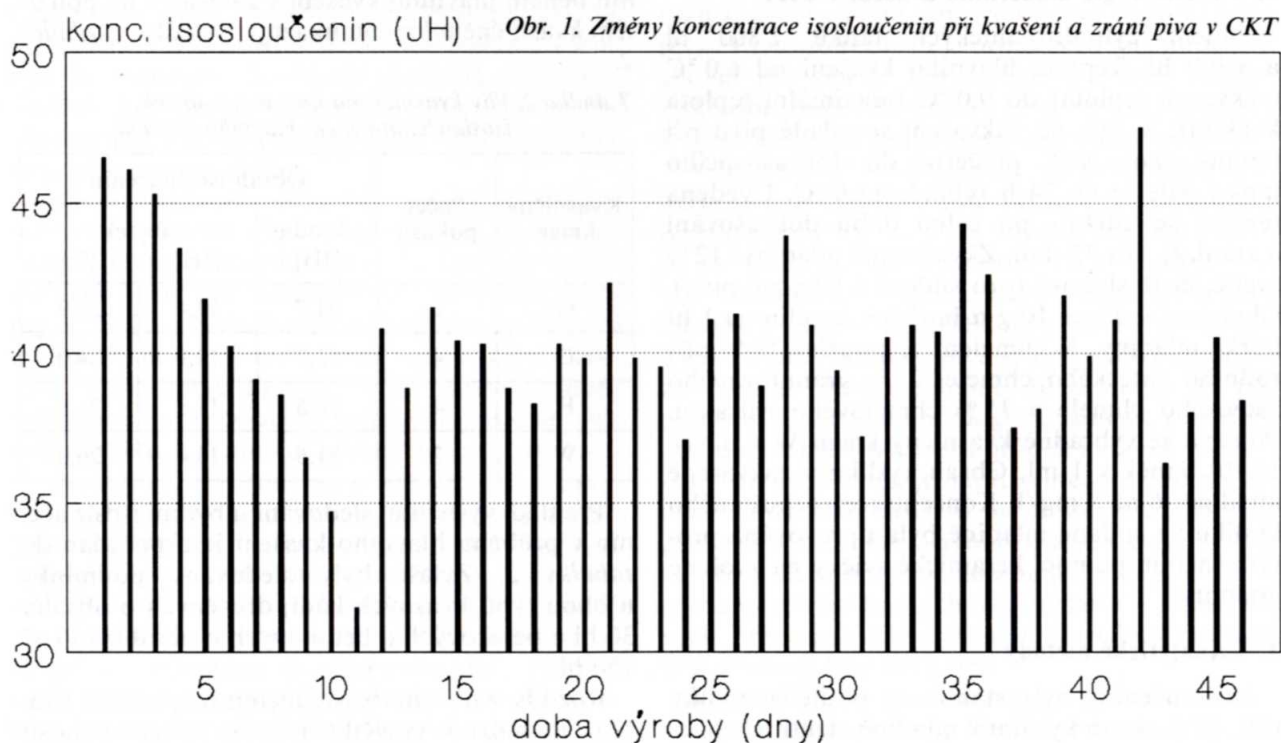
Rozdíly v obsahu isosloučenin na počátku kvašení je možno vysvětlit jednak nevyrovnaností

Tabulka 3. Průběh obsahu isosloučenin v kvasicích mladínách během hlavního kvašení v různých typech kvasných kádí [JH]

Doba kvašení (dny)	Mladina nesurogovaná (100 % sladu)		Mladina surogovaná (10 % sacharosy)	
	objem kádě		objem kádě	
	30 hl	140—150 hl	30 hl	140—150 hl
1	53,9	55,1	51,2	51,3
2	55,0		49,9	51,6
3	49,4	53,0		
4	44,9	49,9		
5	43,5	46,9	43,7	44,7
6	42,1	45,7	40,6	43,6
7	42,1	42,8	38,1	41,3
8	41,3	41,3	36,0	38,9
9	42,0			
10	40,9	41,6	34,8	40,4
11	42,4	42,3	35,8	40,3
12		44,4	35,8	39,9
13	42,3	42,4		
Celkový úbytek isosloučenin [JH] [%]	11,6	12,7	15,6	11,4
	21,5	23,0	30,0	22,2

Tabulka 4. Změny koncentrace isosloučenin v kvasicích mladínách během hlavního kvašení v závislosti na jejich výchozí koncentraci [JH]

Doba kvašení (dny)	Mladina nesurogovaná (100 % sladu)		Mladina surogovaná (10 % sacharosy)	
	s přidavkem iso-extraktu	srovnávací mladina	s přidavkem iso-extraktu	srovnávací mladina
1	66,3	57,2	54,3	49,3
2	60,6	55,0	54,7	47,9
3	59,6	54,8	—	—
4	—	—	—	—
5	54,5	51,3	48,6	42,1
6	53,0	50,1	43,9	38,1
7	52,8	46,6	40,8	35,9
8	51,3	42,5	37,3	34,6
9	48,1	42,0	—	—
10	48,0	41,0	39,1	35,2
11	—	—	39,5	46,0
12	—	—	39,4	36,1
13	48,1	42,0	—	—
Celkový úbytek isosloučenin [JH] [%]	18,2	15,2	14,9	13,2
	27,5	26,6	27,4	26,8



aplikovaných šarží žateckého chmele, jednak kolísáním teploty kvašení u 30 hl dřevěných kvasných kádí, kde se kvasící médium nechladilo ponorným chladičem, ale pouze vnější atmosférou.

Vliv absolutní hladiny obsahu isosloučenin v mladínách na jejich úbytek v průběhu hlavního kvašení byl sledován na řadě provozních várek, kde byla výchozí koncentrace isosloučenin v mladínách upravována na různou hladinu přidávkem isomerovaného extraktu (Hop Steiner — SRN). Výsledky jsou shrnuty do *tabulky 4*.

Výsledky sledování obsahu isosloučenin během hlavního kvašení a dokvašování v CKT během pokusného provozu v letech 1993 až 1994 u sledovaných pokusných várek jsou graficky znázorněny na *obrázku 1*.

Při pokusech v roce 1975 se projevila ztráta isosloučenin během hlavního kvašení 18 až 30 % původního obsahu. Na konci hlavního kvašení obsah isosloučenin ve většině případů nepatrně vzrůstal. Bylo to zřejmě způsobeno rozpouštěním kvasných dek, například při jejich sbírání, neboť je známo, že značnou část kvasných dek tvoří komplexy hořkých látek s bílkovinami, které se mohou zpětně rozpouštět. Podle obsahu isosloučenin v mladém pivu se v té době regulovala zpětně dávka chmele, ovšem pouze podle hmotnosti, nikoli podle reálného obsahu α -hořkých kyselin.

V uvedeném období bylo dále zjištěno, že během dokvašování piva se obsah isosloučenin měnil již jen nepatrně, zpravidla klesl pouze o 1 až 2 JH.

Pokusný provoz CKT v letech 1993 až 1994 není dosud zcela ukončen a pokračuje dále. Do současné doby proběhlo přes 50 pokusných kvašení, při nichž se postupně technologické podmínky ustálily na uvedených hodnotách. Přesto je nutno uvést, že v úbytku hořkých látek jsou značné odlišnosti od klasické výroby. V první fázi kvašení obsah isosloučenin klesá podle očekávání, i když v průměru o něco méně než u výroby piva klasickým kvasným postupem. Přecherpáním piva do druhé fáze kvašení (dokvašování) obsah isosloučenin opět stoupá a je v dalším průběhu fermentace velmi kolísavý. V průměru však je úbytek isosloučenin během celého technologického procesu velmi nestejný a mezi jednotlivými pokusy byly značné odlišnosti. Dá se tedy říci, že při kvašení v CKT se prokazatelně složky kvasných dek rozpouštějí v pivu a neulpí v dostatečné míře na stěnách kvasných nádob. Uvedená skutečnost má svou příznivou stránku v lepším využití hořkých látek.

Literatura

- [1] CUŘÍN, J.: Kvas. prům., **33**, 1987, s. 233.
- [2] BELITZ, H. D., WIESER, H.: Food Rew. Int., **1**, 1985, s. 271.
- [3] VERZELE, M.: J. Inst. Brew., **71**, 1965, s. 232.

- [4] WEYH, H.: Brauwelt, **130**, 1990, s. 2179.
- [5] WEYH, H.: Mschr. Brauwis., **31**, 1978, s. 121.
- [6] ČEPIČKA, J., STREJČEK, F., POKORNÝ, J.: Mschr. Brauwis., **10**, 1992, s. 329.
- [7] STREJČEK, F., POKORNÝ, J., ČEPIČKA, J.: Potr. vědy, **10**, 1992, s. 1.
- [8] WINDISCH, W.: Ber. d. dtsh. chem. Ges., **58**, 1926, s. 672.
- [9] LAWS, D. R. J.: J. Inst. Brew., **74**, 1968, s. 178.
- [10] SPETSIG, L. O.: J. Inst. Brew., **74**, 1968, s. 346.
- [11] SCHUR, F., PFENNIGER, H.: Brew. Guard., **107**, 1978, s. 41, 52.
- [12] WINDISCH, W. et al.: Woch. Brau., **48**, 1931, s. 501, 511.
- [13] RIEDL, W., KELLNER, M.: Brauwissenschaft, **20**, 1967, s. 312.
- [14] DIXON, I. J., LEACH, A. A.: J. Inst. Brew., **74**, 1968, s. 63.
- [15] KRAUSS, G.: Mschr. Brau., **24**, 1971, s. 304.
- [16] ROBERTS, R.: J. Inst. Brew., **62**, 1976, s. 282.
- [17] NARZIß, L., REICHENEDER, E., NEIDHARDT, W.: Brauwelt **116**, 1976, s. 460.
- [18] FOSTER, A., BECK, B., ANDEREGG, P.: Mschr. Brauwiss., **41**, 1988, s. 236.
- [19] SALAČ, V.: Brauwelt, **113**, 1973, s. 227.
- [20] HLAVÁČEK, I., ŠROGL, J., PESLER, J.: Kvas. prům., **27**, 1981, s. 29.
- [21] ONO, M. et al.: J. Am. Soc. Brew. Chem., **45**, 1987, s. 70.
- [22] Analytica EBC, 3rd Edition, Schweizer-Brauerei Rndsch., Zürich, 1975.
- [23] VANČURA, M. et al.: Pivovarsko-sladařská analytika, 1. vydání, SNTL, Praha 1966
- [24] NĚMEC, O.: Změny obsahu hořkých látek během kvašení (Diplomová práce), VŠCHT, Praha 1975.
- [25] ŠROGL, J. et al.: Řešení problematiky dávkování chmele podle obsahu hořkých látek (Informativní zpráva 76/2), Západočeské pivovary, n. p., Plzeň 1976.

Lektoroval Ing. Jan Voborský
Do redakce došlo 10. 8. 1994

Šrogl, J. — Čepička, J. — Průcha, P.: Změny obsahu hořkých látek při kvašení v cylindrokónických tancích. Kvas. prům., **40**, 1994, č. 10, s. 296—300.

Při porovnání klasického kvašení v kádích s moderním postupem technologie kvašení v CKT jsou zřetelné rozdíly v bilanci isosloučenin. Isosloučeniny, které poklesnou během hlavního kvašení v CKT, se ve významné míře znovu rozpouštějí v dokvašujícím pivu. Toto rozpouštění není pravidelné a silně kolísá, což může ovlivnit standardnost chuti. Při kvašení v CKT se tím však dosáhne lepšího využití hořkých látek.

Šrogl, J. — Průcha, P. — Čepička, J.: The Changes of Bitter Substances Contents during Fermentation in Cylindro-conical Vessels. Kvas. prům., **40**, 1994, Nr. 10, pp. 296—300.

In comparing the traditional fermentation process in vessels with advanced fermentation tech-

nology in cylindro-conical ones, there cone distinctly forward the differences in the balance of bitter substancis. The loss of bitter substancis is lower in fermentations using cylindro-conical vessels. Hence, by applying this technology, a better utilization of hops bitter substances can be expected, approx. up to 10 %, which will reflect in a lower consumption of the alfa bitter acid.

Šrogl, J. — Průcha, P. — Čepička, J.: Änderungen des Bitterstoffgehaltes bei Gärung in ZKG-Tanks
Kvas. prům., 40, 1994, Nr. 10, S. 296—300.

Bei Gegenüberstellung der traditionellen Gärung in Bottichen dem modernen Verfahren in ZKG-Tanks haben sich markante Unterschiede mit Rücksicht auf die Bilanz von Bitterstoffen hervor. Der Verlust von Bitterstoffen liegt beim in ZKG-Tanks vorgenommenen Gärungsprozess niedriger. In Anlehnung an diese Technologie

kann man also eine bessere Ausnutzung von Hopfenbitterstoffen erwarten, ca. um 10 %, die sich in einem kleineren Verbrauch an alfa-Bittersäure widerspiegelt.

Шрогл, И.—Чепичка, Я.—Пруха, П.: Изменения содержания горьких веществ при брожении в цилиндрикоконических танках. Квас. прум., 40, 1994, № 10, стр. 296—300.

При сопоставлении классического брожения в чанах с современным способом технологии брожения в ЦКТ находятся выразительные разницы в балансе изосоединений. Убыток изосоединений при брожении в ЦКТ более низок. При приложении этой технологии, следовательно, можно ожидать улучшенное использование горьких веществ хмеля, приблизительно на 10 %, которое отразится в более низком потреблении α -горькой кислоты.