

Změny karbonylových látek při dokvašování piva

663.44

Ing. JAN VOBORSKÝ, Ing. MIROSLAV KAHLER, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Klíčová slova: *pivo, dokvašování, karbonylové látky, rmutování, surogace, mladina, senzorika*

ÚVOD

Podmínkou pro uplatnění nových technologických metod směřujících k intenzifikaci kvasného procesu je dosažení požadované kvality hotového výrobku. Srovnatelnou technologií je klasický postup s dodržáním předepsaných podmínek. Podrobné analytické zachycení změn látek ovlivňujících charakter piva při klasické technologii umožňuje nalézt vhodné podmínky pro intenzifikační postupy bez negativního vlivu na konečnou kvalitu piva.

Při kvašení mladiny vzniká činností kvasinek řada vedlejších metabolitů, které mají přímý vliv na

vytvoření senzorického charakteru piva. Tvorba těchto sloučenin je závislá na vlastnostech kmene kvasnic, složení mladiny a na podmínkách kvasného procesu. Uvedená práce je zaměřena především na sledování změn karbonylových látek při dokvašování a jejich působení na chuť a vůni piva. Určení senzorického účinku jednotlivých sloučenin v pivu je velmi obtížné, protože jejich vliv může být maskován nebo naopak zesílen přítomností ostatních složek, jež vytvářejí aróma a chuť. Současně s karbonylovými látkami se proto také sledovaly koncentrace vyšších alkoholů, esterů a nižších mastných kyselin.

Karboonylové látky obsažené v pívu lze rozdělit z hlediska jejich vzniku a senzoričského významu do tří skupin. *Nasycené aldehydy* vznikají převážně při hlavním kvašení a podílejí se na celkovém charakteru piva. Jejich tvorba, kromě ethanal, který je přímým produktem metabolismu sacharidů, souvisí s biosyntézou aminokyselin [1]. Bezprostředními prekurzory jsou 2-oxokyseliny. Nasycené aldehydy se mohou také tvořit při odbourání aminokyselin Streckerovou reakcí. Při této reakci, kromě aldehydu, který má o jeden atom uhlíku v molekule méně než vstupující aminokyselina, vzniká ještě aminoketon [2, 3, 4, 5]. Nejčastějšími produkty uvedeného odbourání jsou 2-methylpropanal, 3-methylbutanal, 2-fenylethanal, benzaldehyd a methional.

Vicinální diketony, diacetyl a 2, 3-pentandion, vznikají při biosyntéze valinu a isoleucinu [6]. Jejich tvorbu může výrazně ovlivnit vybraný kmen kvasinek a podmínky při kvašení [7]. Rychlost redukce diacetylu při dokvašování je jedním z ukazatelů zralosti piva [8].

Třetí skupinou karboonylových látek v pivě jsou *nenasycené aldehydy*, které se vyskytují převážně až ve stočeném pívu a jsou příčinou chuťových anomálií, jež souvisejí se stárnutím piva [2, 3, 9, 10]. Aldehydy s dvojnou vazbou vznikají oxidací nenasycených mastných kyselin [11, 12, 13]. Tuto reakci katalyzuje přítomnost těžkých kovů, zářivá energie, teplo a kyslík. Podle Hashimotoa a Kuroiwa [14] se uplatňují při tvorbě nenasycených aldehydů jako prekurzory isohumulony a vyšší alkoholy. Akceptorem vodíku při oxidaci vyšších alkoholů jsou melanoidiny, jejichž přítomnost pro tuto reakci je nutná [15]. Z isohumulonů vznikají aldehydy oxidačním odbouráním postranních řetězců. Obě tyto reakce katalyzuje účinek světla a riboflavin [16].

Největší podíl karboonylových látek tvoří nasycené aldehydy, jejichž hlavní složkou je ethanal. Jeho koncentrace v pivě se pohybuje od 3 do 15 mg.l⁻¹, při vyšším množství se projevuje syrová neharmonická chuť. Ostatní nasycené aldehydy se vyskytují obvykle v podprahových koncentracích. Nenasycené aldehydy se negativně uplatňují již při velmi nízkých koncentracích a jejich intenzita účinku se zvyšuje s počtem uhlíků v molekule. Nejvýznamnějším členem nenasycených aldehydů z hlediska škodlivosti je trans-2-nonenal, jehož prahová hodnota vnímání je 0,1 až 0,5 μg.l⁻¹. Tento aldehyd je často označován jako indikátor lepenkové příchuti. Jeho koncentrace nepřekročí obvykle hodnotu 0,25 μg.l⁻¹, i když oxidace piva pokračuje dále, protože se současně rozkládá. Při stárnutí piva se výrazně zvyšuje koncentrace těchto aldehydů: trans-2-butenal, trans-2-heptenal, trans-2-oktenal, trans-2-nonenal, 2-methylpropanal, 3-methylbutanal a oktanal. Velmi dobrým ukazatelem stárnutí piva je trans-2-butenal [17]. Jeho koncentrace se trvale zvyšuje v závislosti na stárnutí piva a lze ji snadno analyticky kontrolovat headspace metodou.

Ze senzoričského hlediska má podstatný význam obsah diacetylu, protože jeho prahová koncentrace je nízká a snadno se při výrobě piva překročí. Všechny technologické zásahy, jež podporují tvorbu 2-acetohydroxykyselin vedou současně ke zvýšení obsahu diacetylu a 2,3-pentandionu.

ANALYTICKÉ METODY

Izolace karboonylových látek

Karboonylové látky se izolují z piva vakuovou destilací a destilát se jímá v roztoku 2,4-dinitrofenylhydrazinu, ve kterém se srážejí příslušné hydrazony. Z těchto získaných hydrazonů se původní sloučeniny regenerují před vlastním stanovením plynovou chromatografií reakcí s kyselinou 2-oxoglutarovou [18, 19].

K destilaci se odměří 500 ml zchlazeného piva, přidá se vnitřní standard o známé koncentraci (5 mg 4-heptanonu v 1 ml) a několik kapek oktanolu proti pění. Destiluje se při teplotě 45 až 50 °C ve vakuu (35 mm Hg). Ve dvou předlohách, zapojených za sebou a chlazených na 0 °C, je 0,2 % roztok 2,4-dinitrofenylhydrazinu v 7,5 % HCl. Oddestiluje se 200 ml piva, obsah z předloh se spojí a nechá se přes noc při laboratorní teplotě stát, aby se dokonale vyloučily hydrazony. Sraženina se potom přefiltruje přes filtrační kelímek (G 4), filtrát se dvakrát vytřepe 50 ml dichlormethanu, rozpouštědlo se odpaří a odparek se přidá k hlavní sraženině a promývá se tak dlouho, až zmizí reakce na chloridy. Po vysušení sraženiny při 105 °C (3 h) se kelímek zváží a množství hydrazonů se přepočte na litr piva.

K regeneraci karboonylových látek se navažuje na skleněnou lodičku 5 mg hydrazonů, 5 mg NaHCO₃ a 20 mg kyseliny 2-oxoglutarové. Směs se promíchá a v pyrolyzační komůrce se vyhřeje na 200 °C. Uvolněné karboonylové látky se dávkují průtokem nosného plynu přes pyrolyzační komůrku přesně 30 s na kolonu plynového chromatografu.

Izolace těkavých látek

Pod výrazem „těkavé látky“ jsou zahrnuty sloučeniny z piva, které těkají s vodní párou. Extrakci destilátu se získají především složky vyšších alkoholů, esterů, nižších mastných kyselin a terpenů. K destilaci se odměří 500 ml vychlazeného piva, přidá se vnitřní standard o známé koncentraci (5 mg hexanolu v 1 ml) a oddestiluje se 400 až 450 ml piva. Destilát se jímá v hlavní předloze, která je spojena s dalšími dvěma předlohami, chlazenými na 0 °C a - 60 °C. Spojené destiláty se potom extrahují 24 h v perkolátoru směsí pentan + dichlormethan (2 + 1). Extrakt se odvodní bezvodým Na₂SO₄ a přebytek rozpouštědla se odpaří při 40 °C. Zbytek po destilaci se použije k vlastní analýze plynovou chromatografií.

Podmínky při chromatografickém dělení

	Karboonylové látky	Těkavé látky
Zakotvená fáze	Hallcomid M 18 (smočení 10 %)	FFAP (smočení 8 %)
Nosič	Chromosorb W, silan. 80—100 mesh	Chromosorb G, silan. 80—100 mesh
Kolony	skleněné, 2 m dlouhé, vnitřní Ø 3,2 mm	
Nosný plyn N ₂	průtok 22 ml . min ⁻¹	průtok 32 ml . min ⁻¹

Přídavný plyn H ₂	průtok 20 ml . min ⁻¹	průtok 28 ml . min ⁻¹
Teplota vstřikovací komůrky	220 °C	220 °C
Detektor FID, teplota	220 °C	265 °C
Teplota termostatu	Výchozí 50 °C konečná 135 °C	48 °C 235 °C
Program teploty	4 °C . min ⁻¹	
Posun papíru	6,3 mm . min ⁻¹	

Senzorická analýza

Senzorické vlastnosti pív se hodnotily profilovou zkouškou chutnosti [20, 21, 22]. Základem bylo pětibodové schéma, ve kterém se hodnotila ta kritéria, jež mohou být ovlivněna změnami karbonylových a těkavých látek. Slovní hodnocení a číselná transformace jsou uvedeny v *tabulce 1*. Senzorické zabarvení jednotlivých sledovaných látek a jejich prahové koncentrace jsou shrnuty podle literárních údajů v *tabulce 2*.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Ve čtyřech sériích (*tabulka 3*) se sledovaly změny karbonylových a těkavých látek při dokvašování 10 a 12 % pív. Mladiny se připravily jednotným dvourmutovým postupem v modelové čtvrtprovozní varně VÚPS (objem studené mladiny je 22 litrů). Pro obě koncentrace mladiny se použil stejný slad a stejná surogace (80 % sladu, 12 % sacharosy a 8 % ječného šrotu). V každé sérii se připravily čtyři várky, které se před sudováním rozdělily ve stejném poměru do čtyř nerez ocelových tlakových ležáckých nádob (objem 19 litrů), aby se zajistilo stejné složení mladých pív pro odběr vzorků při dokvašování. Základní teplota u všech várek se udržovala v rozsahu 6 až 6,5 °C, maximální teplota v rozmezí 8,4 až 9 °C. Množství várečných kvasnic (kmen Holešovice B, sbírka VÚPS, kmen č. 3) odpovídala provozní dávce 500 ml hustých kvasnic na hl mladiny. Mladá piva se sudovala při zdánlivém prokvašení 68 až 71 % a dokvašovala při 2,5 až 1 °C. Hradicí přetlak se udržoval na 80 kPa.

Tabulka 1. Schéma senzorického hodnocení

Číselná transformace	1	2	3	4	5
Celková intenzita vůně	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
Odchylka ve vůni	žádná	velmi slabá	slabá	středně výrazná	silně výrazná
Odchylka v chuti	žádná	velmi slabá	slabá	středně výrazná	silně výrazná
Plnost	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
Cepkový subjektivní dojem	velmi dobrý	dobry	průměrný		velmi špatný

Tabulka 2. Přehled prahových koncentrací některých těkavých sloučenin [26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34]

Označení sloučenin	Prahová koncentrace vnímání (mg . l ⁻¹)	Slovní vyjádření	
		vůně	chuti
2- a 3-methylbutanol	50—84	medicinální, alkoholické aróma	medicinální, alkoholická
2-methylpropanol	90—130	alkoholická	silnější alkoholový roztok
2-fenylethanol	45—100	po růžích	medicinální
Ethylacetát	33—50	esterová	nakyslá, ovocná
3-methylbutylacetát	2—3	hrušková, banánová,	nahořklá, banánová
Ethylhexanoát	0,25—0,35	jablečná	jablečná
Ethyltanoát	0,8—1	jablečná	nahořklá, připálená, ovocná při vyšší koncen.
Octová kyselina	175—200	nakyslá	kyselá, octová
Máslaná kyselina	2,2	po starém tuku	mírně nakyslá
Isovalerová kyselina	3,5—4	po starém chmelu	nakyslá, po starém sýru
Heptanová kyselina	5—8	po kozině, potu	po zkaženém tuku
Oktanová kyselina	4,5—13	nakyslá	mýdlová, po zkaženém tuku
Dekanová kyselina	10	po žluklém tuku	lojová, mýdlová
Ethanal	25—35	mírně ostrá, po listech	ovocná
Propanal	5	po trávě	ovocná, nakyslá
2-methylpropanal	0,5—1	po melounu, ovocná	nahořklá, po fermeži
Butanal	0,5—1	po melounu,	hořká, po fermeži
2-methylbutanal	1—1,25	ovocná	nakyslá, trpká
3-methylbutanal	0,5—0,6	po nezralém ovoci	jablečná
Hexanal	0,35	po víně	hořká
Hexenal	0,6	po listech	svravá, hořká
Oktanal	0,04	po pomerančové slupce	hořká
Diacetyl	0,15—0,2	po másle	nahořklá, máslaná
Acetoin	10	po dřevě, zemitá	nakyslá
2,3-pentandion	0,9—1	po másle	po starém másle

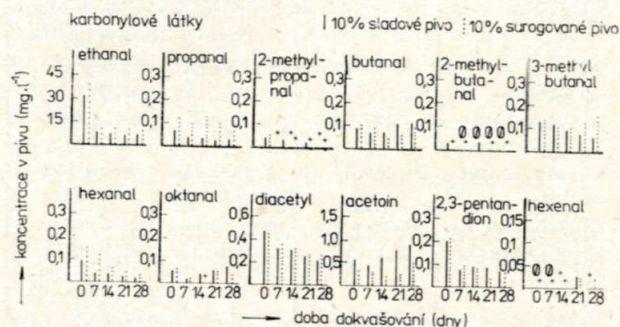
VÝSLEDKY A DISKUSE

Změny karbonylových látek

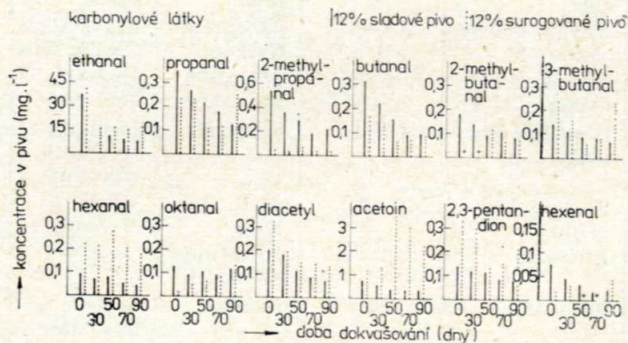
Kvantitativní změny karbonylových látek jsou graficky vyznačeny na *obr. 1* a *2*. Obsah ethanalu, který byl u obou typů pív nejvyšší při sudování,

Tabulka 3. Schéma odběru vzorků

Druh piva	Doba ležení odběr vzorku (dny)			
	7	14	21	28
10% sladové	7	14	21	28
10% surogované	7	14	21	28
12% sladové	30	50	70	90
12% surogované	30	50	70	90



Obr. 1. Změny karbonylových látek v 10% sladovém a surogovaném pivu při dokvašování. + stopové množství, Ø pod hranici detekce



Obr. 2. Změny karbonylových látek ve 12% sladovém a surogovaném pivu při dokvašování. + stopové množství

klesl po zahrazení ve velmi krátké době přibližně o 60 % a v dalším průběhu dokvašování se již prakticky neměnil. Surogovaná piva obsahovala větší množství karbonylových látek, kromě butanalu, oktalanu a acetoinu u 10 % pív a 2-methylpropanalu, butanalu a 2-methylbutanalu u 12 % pív.

Obsah diacetylu, podle kterého se obvykle posuzuje zralost piva, měl při dokvašování klesající tendenci, avšak u 10 % pív se snížil ani za čtyři týdny ležení pod koncentrací 0,2 mg.l⁻¹. Pokles obsahu diacetylu při dokvašování je závislý na teplotním režimu. Při našich pokusech se zchladilo mladé pivo během 24 hodin na teplotu 2,5 °C, a proto odbourávání diacetylu bylo pomalejší než v provozních podmínkách. V závislosti na obsahu diacetylu měla by proto 10 % sladová piva dokvašovat minimálně tři týdny, zatímco surogovaná piva by vyžadovala prodloužit dobu ležení ještě o jeden týden. Koncentrace acetoinu a 2,3-pentandionu zůstala hluboko pod prahovou hodnotou (tab. 4).

Zralost 12 % pív podle obsahu diacetylu odpovídá pro sladová piva padesátidenní době ležení a

pro surogovaná piva sedmdesátidenní době ležení. Příznivější průběh redukce diacetylu při dokvašování 12 % pív se projevil u surogovaných vzorků výrazně vyšším obsahem acetoinu a 2,3-pentandionu, i když také tyto dvě sloučeniny nepřekročily prahovou koncentraci.

Tabulka 4. Chemický rozbor pív

Doba ležení	21 dní		70 dní	
	10%		12%	
Druh piva	sla- dové	suro- gova- né	sla- dové	suro- gova- né
Původní konc. mladiny (%)	10,05	10,15	11,84	12,16
Ethanol (%)	3,26	3,47	3,93	4,20
Zdánlivé prokvašení (%)	78,7	82,7	79,5	82,6
Dosažitelné prokvašení (%)	79,8	83,0	80,0	84,5
pH	4,42	4,55	4,38	4,55
Kyselost (ml NaOH) (c = 1 mol.l ⁻¹)	1,8	1,6	2,3	1,9
Isosloučeniny (JH)	22,5	21,8	28,5	29,0
Pěnovost (s.cm ⁻¹)	62	54	73	56
CO ₂ (%)	0,34	0,32	0,43	0,39

Z celkového hlediska klesala u sladových pív koncentrace karbonylových látek v závislosti na době ležení, kromě obsahu acetoinu, butanalu a oktalanu u 10 % pív a oktalanu u 12 % pív. U surogovaných pív obdobný průběh nebyl jednoznačný, protože koncentrace některých sledovaných složek po dosažení zralosti piva, posuzované podle obsahu diacetylu, se zvyšovala. Možnost překročení prahové koncentrace při stáčení pív byla zjištěna pouze u oktalanu (12 % piva) a diacetylu (10 % piva). Obsah ostatních karbonylových sloučenin se pohyboval pod příslušnou prahovou hodnotou.

Změny těkavých látek

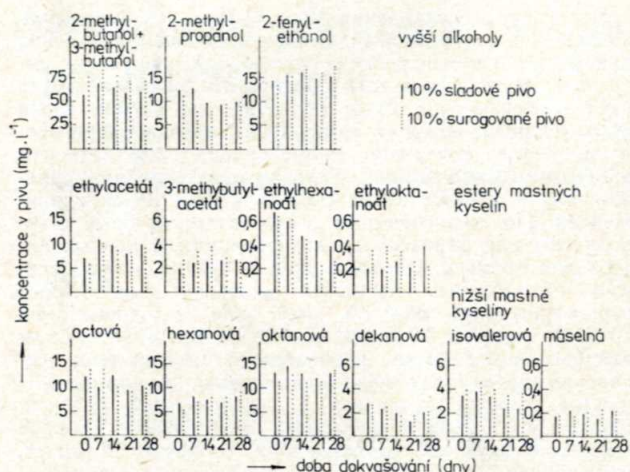
Vedle karbonylových látek ovlivňuje do značné míry senzorické vlastnosti piva také přítomnost vyšších alkoholů, esterů a mastných kyselin. Obsah sledovaných složek je vyznačen na obr. 3 a 4.

Vyšší alkoholy

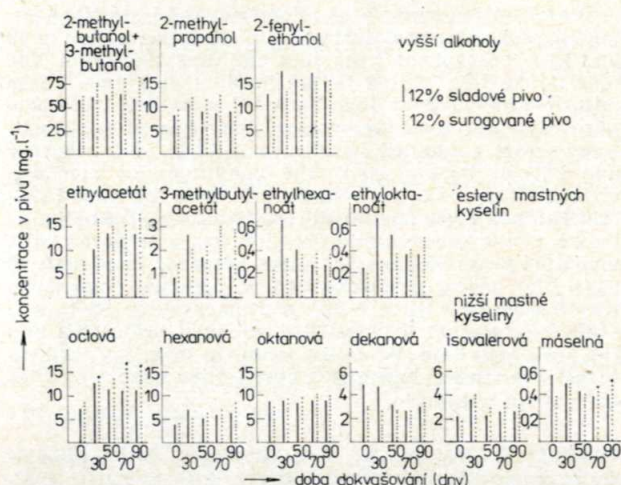
Vznik vyšších alkoholů je závislý na obsahu dusíkatých živin v substrátu. Při sníženém množství těchto látek se zvyšuje koncentrace vyšších alkoholů v pívě. Tato tendence je patrna při zkvašování surogovaných mladin. Piva z těchto várek obsahovala vyšší množství 2-methylbutanolu a 3-methylbutanolu. Celková koncentrace vyšších alkoholů se v průběhu dokvašování snižovala, naopak měla mírně stoupající sklon.

Estery mastných kyselin

Tvorbu esterů podporuje přítomnost kyseliny pantothenové, vyšší koncentrace asimilovatelného dusíku, vyšší teplota, koncentrace kyslíku a nízká zákvasná dávka kvasnic [23, 24]. Hlavní podíl z celkového množství esterů připadá na ethylacetát. Ze



Obr. 3. Změny vyšších alkoholů, esterů mastných kyselin a nižších mastných kyselin v 10% sladovém a surogovaném pivo při dokvašování



Obr. 4. Změny vyšších alkoholů, esterů mastných kyselin a nižších mastných kyselin v 12% sladovém a surogovaném pivo při dokvašování

senzorického hlediska má největší význam 3-methylbutylacetát, ethylhexanoát a ethyloktanoát.

Surogovaná 10 % piva měla po třídenním ležení příznivější kvantitativní zastoupení sledovaných esterů než piva sladová. Zejména obsah ethylhexanoátu a ethyloktanoátu byl nižší. Při stáčení 10% sladových piv byla zjištěna nadprahová koncentrace u ethylhexanoátu a 3-methylbutylacetátu, v surogovaných pivech pouze u 3-methylbutylacetátu. U 12 % sladových piv byl naopak nižší obsah všech esterů mezi 70 až 90 dny dokvašování. Ve 12 % surogovaných pivech po padesátidenním ležení byla v oblasti prahových hodnot koncentrace 3-methylbutylacetátu. U sladových várek měly všechny estery po sedmdesáti dnech ležení podprahové koncentrace. S ohledem na obsah esterů je vhodná doba ležení u surogovaných várek 50 dnů, u čistě sladových várek 70-dnů.

Nižší mastné kyseliny

Hlavní podíl nižších mastných kyselin vzniká při kvasném procesu. Jejich škodlivý účinek se může

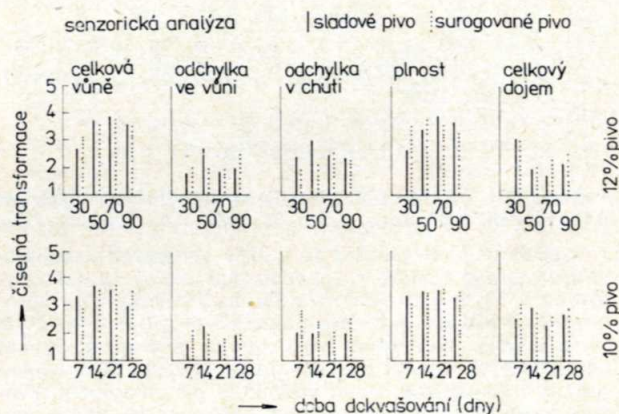
zvýraznit, jestliže jsou při dokvašování vhodné podmínky pro zvýšenou exkreci z kvasnic [25, 26, 27]. Rychlost vylučování mastných kyselin z buněk podporuje vyšší teplota v závislosti na množství a fyziologickém stavu kvasinek v sudovaném pivo. Kromě chuťových závad, jež způsobují především kyseliny isovalerová a hexanová, mají negativní účinek na trvanlivost pěny kyselina oktanová a dekanová. Koncentrace sledovaných mastných kyselin je vyjádřena graficky na obr. 3 a 4.

Mezi třetím a čtvrtým týdnem ležení nebyly výrazné koncentrační rozdíly u sladových a surogovaných 10 % piv, avšak koncentrace kyseliny isovalerové (surogované várky), hexanové a oktanové se pohybovaly na hranici prahových hodnot. U 12 % piv dosahovaly prahovou koncentraci mezi 50 až 70 dny dokvašování pouze u surogovaných várek kyselina isovalerová a hexanová. Negativní vliv na trvanlivost pěny má kyselina oktanová při koncentraci vyšší než 10 mg.l⁻¹ a kyselina dekanová při koncentraci nad 4 mg.l⁻¹. Uvedené koncentrační hranice byly překročeny pouze u 10 % piv obou typů mladín, a to u kyseliny oktanové.

Analytické údaje vedlejších metabolitů doplňují chemické rozbory pokusných piv (tab. 4).

Senzorické změny

Senzorické hodnocení piv, stočených v daných časových intervalech dokvašování, doplňují závěry, získané na základě analytických výsledků karbonylových a těkavých látek.



Obr. 5. Senzorické změny 12% a 10% sladových a surogovaných piv při dokvašování

Celková vůně u 12 % piv byla nejintenzivnější mezi 50. až 70. dnem ležení, u 10 % piv po třech týdnech ležení. Současně u těchto vzorků byla zjištěna nejmenší odchylka od ideální harmonické vůně. Podle hodnot odpovídajících nejmenším chuťovým odchylkám, nejvyšší plnosti piva a nejlepšímu celkovému dojmu (obr. 5) lze považovat za optimální dobu ležení pro surogovaná 12 % piva 50 dní, pro sladová piva 70 dní. U 10 % piv je optimální doba dokvašování tři týdny.

Literatura

- [1] EÄRWALD, G.: Brauwelt, **114**, 1974, s. 159.
- [2] BLOCKMANS, C. et al.: Proc. EBC, 1975, s. 699.

- [3] BLOCKMANS, C. et al.: Proc. EBC, 1979, s. 279.
- [4] TRESSL, R.: Mschr. Brauerei, **32**, 1979, s. 240.
- [5] KOSSA, T. et al.: Mschr. Brauerei, **32**, 1979, s. 249.
- [6] DELLWEG, H.: Tgztg. Brauerei, **65**, 1968, s. 916.
- [7] NARZI, L. et al.: Brauwelt, **124**, 1984, s. 494.
- [8] HOFFMANN, S.: Mschr. Brauerei, **28**, 1975, s. 82.
- [9] DALGLIESH, C. E.: Proc. EBC, 1977, s. 19.
- [10] NARZI, L. et al.: Mschr. Brauerei, **38**, 1975, s. 396.
- [11] TRESSL, R. et al.: Proc. EBC, 1979, s. 119.
- [12] DROST, B. W. et al.: Proc. EBC, 1971, s. 451.
- [13] VAN DE MEERSCH, J. et al.: Proc. EBC, 1983, s. 525.
- [14] HASHIMOTO, N., KUROIWA, Y.: Proc. ASBC, 1975, s. 104.
- [15] BLOCKMANS, C. et al.: Proc. EBC, 1981, s. 347.
- [16] HASHIMOTO, N., ESHIMA, T.: J. Inst. Brew., **85**, 1978, s. 136.
- [17] NARZI, L. et al.: Mschr. Brauwiss., **38**, 1985, s. 472.
- [18] DREWS, B. et al.: Mschr. Brauerei, **19**, 1966, s. 145.
- [19] HASHIMOTO, N.: Rept. Res. Lab. Kirin Brewery Co. Ltd., 1966, č. 9, s. 1.
- [20] TILGNER, D. J.: Organoleptická analýza potravin, SVTL Bratislava, SNTL Praha, 1961.
- [21] ČUŘÍN, J.: Kvas. prům., **16**, 1970, s. 156.
- [22] ČUŘÍN, J.: Kvas. prům., **23**, 1977, s. 198.
- [23] WACKERBAUER, K. et al.: Brauwiss., **33**, 1980, s. 91.
- [24] WACKERBAUER, K., BENDER, G.: Mschr. Brauwiss., **36**, 1983, s. 210.
- [25] MIEDANER, H. et al.: Brauwelt, **122**, 1982, s. 666.
- [26] NARZI, L. et al.: Brauwelt, **123**, 1983, s. 1354.
- [27] VAN DE MEERSCH, J. et al.: Proc. EBC, 1979, s. 789.
- [28] MEILGAARD, M. C.: Techn. Quart. MBAA **12**, 1975, s. 151.
- [29] NARZI, L. et al.: Mschr. Brauwiss., **38**, 1985, s. 396.
- [30] HANNACK, H.: Brauwelt, **113**, 1973, s. 699.
- [31] HARRISON, G. A. F.: J. Inst. Brew., **76**, 1970, s. 486.
- [32] NARZI, L., MIEDANER, H., GRESSER, A.: Brauwelt, **123**, 1983, 1139.
- [33] ROSCULET, G.: Brew. Digest, **45**, 1970, s. 64.
- [34] ROSCULET, G.: Brew. Digest, **46**, 1971, s. 68.

Voborský, J. - Kahler, M.: Změny karbonylových látek při dokvašování piva. Kvas. prům. **33**, 1987, č. 8—9, s. 269—274.

V průběhu dokvašování 10 a 12% sladových a surogovaných pív se sledovaly koncentrační změny 12 karbonylových a 13 dalších těkavých látek. Výsledky jsou zpracovány graficky. K těmto pokusům se připravily čtyři série mladín jednotným rmutovacím postupem. Sypání surogovaných mladín obsahovalo vedle sladu 12% sacharosy a 8% ječného šrotu. Podmínky při rmutování, kvašení a dokvašování byly u všech várek stejné. Podle analytických výsledků, jež se získaly u vzorků analyzovaných v daných časových intervalech během dokvašování, lze považovat za optimální dobu ležení pro 12% surogovaná piva 50 dní, pro sladová piva 70 dní. U 10% pív obou typů mladín byly zjištěny nejnižší koncentrace sledovaných sloučenin po třech týdnech ležení. Analytické údaje se dobře shodovaly se senzorickým hodnocením. Při překročení uvedené optimální doby ležení se senzorické vlastnosti pív, zejména 12%, zhoršovaly.

Воборски, Я. - Калер, М.: Изменения карбонильных веществ при дображивании пива. Квас. прум. **33**, 1987, № 8—9, стр. 269—274.

В течение дображивания 10 и 12%-ных и суррогированных пив исследовались концентрационные изменения двенадцати карбонильных и тринадцати летучих веществ. Результаты обработаны графически. Для этих экспериментов были подготовлены четыре серии сусла единым методом затирания. Засыпка суррогированных сусел содержала кроме солода 12% сахарозы и 8% ячменного помола. Условия при затирании, сбраживании и дображивании были для всех варок одинаковыми. По аналитическим результатам, которые были получены для образцов анализированных в данных интервалах времени в течение дображивания, можно считать оптимальным временем выдержки для 12-ных суррогированных пив 50 дней, для солодовых пив 70 дней. В случае 10%-ных пив обоих типов сусла были найдены самые низкие концентрации исследуемых соединений после трех недель выдержки. Аналитические данные хорошо сходились с сенсорической оценкой. После превышения приведенного оптимального времени выдержки вкусовые свойства пив, особенно 12%-ных, ухудшались.

Voborský, J. - Kahler, M.: Changes of Carbonyl Compounds During After-Fermentation. Kvas. prům. **33**, 1987, No. 8—9, pp. 269—274.

Concentration changes of 25 carbonyl and volatile compounds were observed during the after-fermentation of 10 and 12% beers made from malt and unmalted grain. The results are represented in the form of diagrams. These experiments comprise four series of wort that were prepared by a unit mashing process. The throw of the substituted worts contained besides malt 12% of saccharose and 8% of barley grist. The conditions of mashing, fermentation and after-fermentation were the same in all four batches. From analytical results follows: the optimum length of the procedure is for 12% beers prepared from unmalted grain 50 days, for beers prepared from malt 70 days. The lowest concentrations of detected compounds were found after three weeks of fermentation. There was a good agreement between the sensorial evaluation and the analytical data. When the optimum length of fermentation was ceased the sensorial properties, especially with 12% beers, got worse.

Voborský, J. - Kahler, M.: Veränderungen der Karbonylstoffe bei der Nachgärung des Bieres. Kvas. prům. **33**, 1987, Nr. 8—9, S. 269—274.

Im Verlauf der Nachgärung 10 und 12% Biere mit und ohne Malzsurrogation wurden die Konzentrationsveränderungen der 12 Karbonyl- und 13 weiteren flüchtigen Stoffe verfolgt. Die Ergebnisse sind grafisch dargestellt. Zu diesen Versuchen wurden vier Würzenserien bei Anwendung eines einheitlichen Maischeverfahrens zubereitet. Die Schüttung der surrogierten Würzen hat nebst dem Malz 12% der Saccharose und 8% des Gerstenschrotes enthalten. Bei allen Versuchssuden wurden die gleichen Bedingungen des Maischens, der Gärung und Nachgärung eingehalten.

Die Proben wurden in gegebenen Zeitintervallen während der Nachgärung analysiert und nach der erzielten Ergebnissen beträgt die optimale Dauer der Nachgärung bei 12% Bieren mit Malzsurrogation 50 Tage, bei Malzbieren 70 Tage. Bei 10% Bieren aus beiden Würztypen wurden die niedrigsten Konzentrationen der verfolgten Verbindungen nach 3 Wochen Nachgärung festgestellt. Die analytischen Ergebnisse stimmen gut mit der sensorischen Bewertung überein. Bei Überschreitung der ermittelten optimalen Nachgärungsdauer wurde eine Verschlechterung der sensorischen Eigenschaften der Biere, vor allem der 12% Biere, festgestellt.