

VLIV TUNELOVÉ PASTERACE NA SENZORICKOU STABILITU PIVA

I. SLEDOVÁNÍ VLIVU PASTERAČNÍ TEPLOTY

Ing. JAN JANOUŠEK, Ph.D., Pivovar Velké Popovice a. s.

Prof. Ing. GABRIELA BASAŘOVÁ, DrSc., Ústav kvasné chemie a bioinženýrství, VŠCHT Praha

1 ÚVOD

Pasterace piva je v současnosti hojně užívaným prostředkem k docílení mikrobiologické stability tohoto nápoje. V praxi se využívají dva typy pasterace – průtoková [1] a tunelová [2]. Zatímco aplikace prvně jmenovaného typu pasterace nemusí vzhledem k možné kontaminaci při stáčení piva zcela zaručit požadovanou mikrobiologickou stabilitu produktu, správně aplikovaná tunelová pasterace poskytuje v tomto ohledu téměř 100% jistotu. Tepelné působení v průběhu pasterace však může ovlivnit organoleptické vlastnosti piva. Ze sensorického hlediska lze na pasteraci pohlížet jako na zrychlené stažení piva. Relativně krátké vysokoteplotní prodlevy při průtokové pasteraci představují pro sensorické vlastnosti piva jen malé riziko [3], avšak nesrovnatelně delší působení vyšších teplot při tunelové pasteraci piva může znamenat významné riziko nežádoucích sensorických změn, např. vzniku tzv. pasterační příchuti [4]. Při snaze o dosažení co nejdelší trvanlivosti piva mohou být pivovarské technologové vystaveni pokušení výrazného prodloužení doby pasterace či aplikace vyšších pasteračních teplot. Přepasterování piva při tunelové pasteraci pak může v důsledku znamenat zhoršení sensorických parametrů výrobku.

V první části našeho sdělení jsme se zaměřili na zjištění vlivu aplikované pasterační teploty. K tomuto účelu byly zvoleny dvě hodnoty teplot: teplota 63 °C, která je běžně používána při tunelové pasteraci piva v praxi, a teplota 75 °C, která byla vybrána pro objasnění vlivu extrémních pasteračních teplot.

2 MATERIÁL A METODY

2.1 Popis pasteračních zkoušek

Byly použity tři nepasterované ležáky dodané třemi českými pivovary (piva A, B a C) v několika sériích. Piva byla ihned po dodání pasterována v laborator-

ním termostatu při zvolených teplotách po dobu 20 a 40 minut. Doba potřebná k ohřátí piva na příslušnou pasterační teplotu (přibližně 4 až 7 minut) nebyla do pasterační doby zahrnuta. Pasterovaná piva byla uchovávána v lednici a v průběhu nejvýše dvou dnů analyzována. U vzorku C I nebyla pasterace při teplotě 63 °C po dobu 40 minut provedena.

2.2 Analytické metody

Barva piva, obsah diacetylu, redukční kapacita, celkové polyfenoly (podle EBC) a anthokyanogeny (podle Harrise a Ricketse) byly stanovovány spektrofotometricky na spektrofotometru UNICAM 5625 (ATI) [5], oxidované a oxidovatelné polyfenoly nefelometricky po reakci s cinchoninsíranem na nefelometru MZN-93-102 (MZN) [5], 3-methylbutanal, 2-furfural a 2E-nonenal tandemem GC-FID po předchozí extrakci dichlormethanem [6].

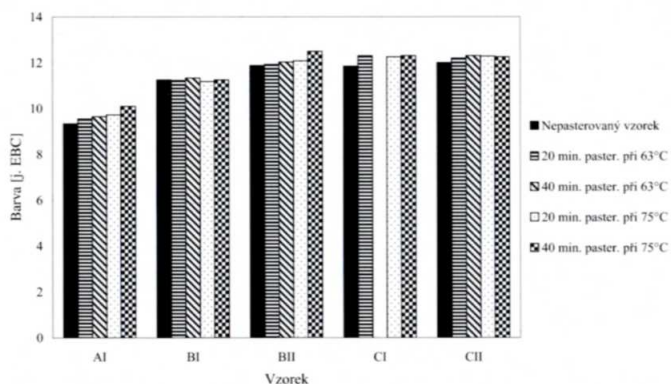
3 VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Vliv teploty pasterace na barvu piva, obsah diacetylu a redukční kapacitu

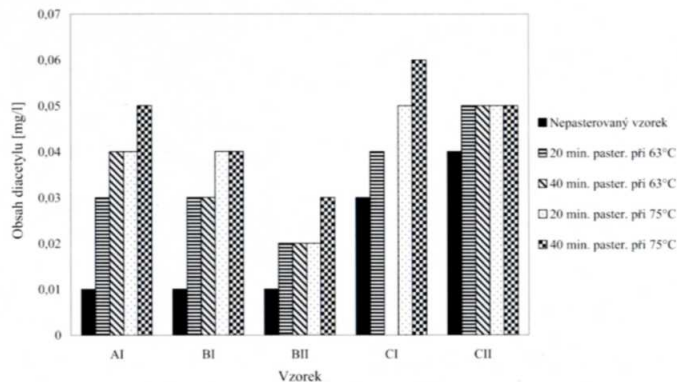
Pasterační zásah se u sledovaných vzorků piva projevil různě intenzivním nárůstem barvy (obr. 1). Míra změn byla u jednotlivých vzorků odlišná a patrně souvisela s rozdílnou výrobní technologií. Naše výsledky potvrdily výzkumy Kieningera a Bikové [7], kteří pozorovali zvýšení barvy piva po 25minutové tunelové pasteraci piva při teplotě 59 až 61 °C. Wackerbauer a Zufall [8] zjistili u piva pasterovaných průtokovou pasterací mírný nárůst barvy u piva pasterační dávkou 500 PU, zatímco nižší tepelné zatížení (15 a 80 PU), odpovídající provozním podmínkám, nemělo na intenzitu barvy vliv. Podle práce Hashimoto a Koikeho [9] se na nárůstu barvy piva vystaveného teplotě 50 °C podílejí především změny preexistujících melanoidinů za tvorby vysokomolekulárních

komplexů, význam reakcí aminokyselin s cukry a oxidace polyfenolů je zanedbatelný. Šavel et al. [10] naopak přikládají podíl oxidace polyfenolů při nárůstu barvy piva velký význam. Přírůstek oxidovaných polyfenolů (obr. 6) se změnou barvy plně nekoreloval. Nelze tedy spolehlivě určit, který mechanismus nárůstu barvy dominoval. Tato práce však prokázala různou náchylnost piva ke změnám barvy piva v průběhu pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C. Barva dvou sledovaných vzorků byla závislá na době i teplotě pasterace (vzorky AI a BII), oba vzorky piva C projevily náchylnost změny barvy již k samotnému tepelnému zásahu, teplota ani doba pasterace již tuto změnu neovlivnily. Jeden vzorek (vzorek BI) vykázal prakticky nezměněnou barvu po různě intenzivním pasteračním zásahu.

Teplota i doba pasterace se projeví nárůstem obsahu diacetylu v pivu (obr. 2). Hodnota zvýšení hladiny této sloučeniny u vzorků z jednotlivých pivovarů kolísala v závislosti na době i pasterační teplotě. Wheeler et al. [4], kteří zjistili vyšší hladiny diacetylu u pasterovaných piva zakoupených v běžném prodeji v porovnání s pivem nepasterovanými, rovněž pozorovali nárůst obsahu diacetylu během pasterace, především pak v pivu s vyšším obsahem O₂. Diacetyl může v pivu vznikat dvěma cestami. Jednou z nich je oxidativní dekarboxylace α -acetolaktátu. Bylo prokázáno [11], že v prostředí s koncentracemi kyslíku nad 1 mg.l⁻¹ je diacetyl výhradním produktem tohoto procesu, zatímco se snižující se hladinou O₂ se vedle diacetylu tvoří ještě acetoin, při koncentraci O₂ pod 0,1 mg.l⁻¹ je 70 až 80 % α -acetolaktátu přeměněno na acetoin. Podle Hardwicka [12] hraje při tvorbě diacetylu v hotovém pivu vystaveném tepelnému působení důležitější roli druhá možná cesta – Maillardovy reakce. Z našich výsledků práce je patrné, že míra nárůstu obsahu diace-



Obr. 1 Změny barvy piva během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C



Obr. 2 Změny obsahu diacetylu v pivu během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C

tylu byla úměrná jak teplotě, tak i době pasterace. Přírůstek hladiny diacetylu v pivech pasterovaných 20 minut při teplotě 63 °C byl 0,01 až 0,02 mg.l⁻¹, v pivech pasterovaných 40 minut při teplotě 75 °C činil 0,01 až 0,03 mg.l⁻¹ oproti nepasterovaným pivům. Nelze přesně určit, který mechanismus hrál hlavní roli v tvorbě diacetylu, avšak poměrně shodné přírůstky diacetylu v pasterovaných pivech naznačují buď relativně srovnatelné hladiny α -acetolaktátu ve všech vzorcích, nebo významný vliv Maillardových reakcí při tvorbě diacetylu během pasterace piva. V žádném ze vzorků však nebyla překročena prahová hranice senzorického vnímání – 0,15 mg.l⁻¹ [13]. Ze získaných výsledků práce rovněž vyplývá, že v praxi běžně aplikovaná pasterační teplota 63 °C a doba 20 minut hladinu diacetylu dramaticky neovlivní.

Jednotlivé vzorky projevily odlišné tendence ke změně redukční kapacity piva v závislosti na teplotě a době pasterace (obr. 3). Pozorované změny byly pravděpodobně závislé na stavu výchozího složení nepasterovaného piva a na jeho fyzikálně-chemických vlastnostech. Z naší práce však nelze jednoznačně předpovědět dopad různé teploty pasterace na redukční kapacitu piva. Pro nárůst redukční kapacity u vzorků BI a CII, a tudíž zdánlivě stabilizující efekt pasterace, zatím nemáme vysvětlení. Kaneda et al. [14] rovněž zaznamenali zlepšení hodnoty redukční kapacity

(ITT) v pivu vystaveném teplotě 60 °C po dobu 4 dní. Autoři tuto skutečnost vysvětlili vznikem blíže nespecifikovaných reduktů a melanoidinů působením vyšší teploty, které příznivě ovlivnily redukční kapacitu piva.

3.2 Vliv teploty pasterace na změny polyfenolových sloučenin piva

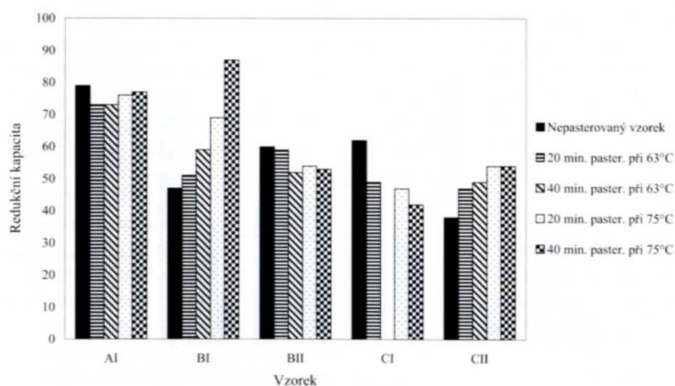
Vliv doby a teploty pasterace na obsah celkových polyfenolů v pivu byl nejednoznačný (obr. 4). Anthokyanogeny ve 4 vzorcích po pasteraci poklesly, doba, ani teplota pasterace nehrály významnější roli (obr. 5). Nárůst obsahu anthokyanogenů po pasteraci byl zaznamenán pouze u jednoho vzorku (CII). Uvedené změny pravděpodobně souvisely s tvorbou polymerovaných sloučenin, poskytujících odlišné výsledky z pohledu absorpce při stanovení [15], v dalších vzorcích (AI a BII) mohl být pokles celkových polyfenolů po 40minutové pasteraci při teplotě 75 °C spojen s poklesem jejich rozpustnosti. Rovněž interakce polyfenolů s bílkovinami mohly ovlivnit získané výsledky. Van Gheluwe et al. [16] pozorovali během pasterace piva rychlý pokles obsahu O₂. Eils et al. [17] zaznamenali během pasterace snížení obsahu rozpuštěného kyslíku z 50 ppb na 20 ppb. Wisk a Siebert [18] pozorovali nižší obsah kyslíku v pivech po pasteraci. Podle Organa [19] byl počáteční rychlý pokles obsahu kyslíku ve skladovaném pivu způsoben reakcí O₂ se snadno oxi-

dovatelnými polyfenoly. Collin et al. [20] prokázali, že v pivu vystaveném teplotě 40 °C při zrychleném stárnutí bylo do polyfenolové frakce inkorporováno více O₂ než při přirozeném stárnutí při pokojové teplotě. Lze předpokládat, že při teplotách námi aplikovaných v rámci pasterace byly reakce polyfenolů s O₂ či jeho reaktivními radikály urychleny, což se projevilo změnami obsahu celkových polyfenolů a anthokyanogenů.

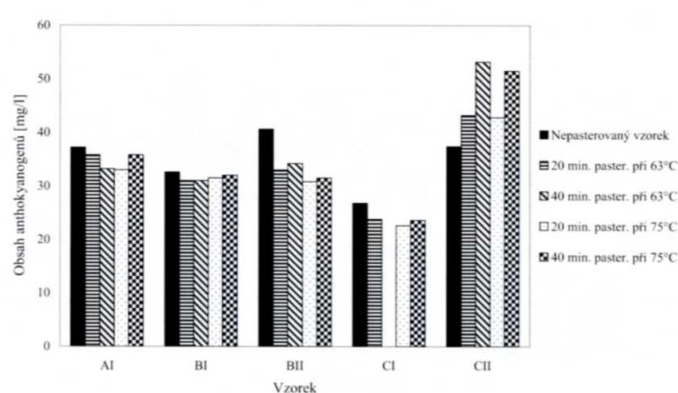
Z výsledků naší práce je patrné, že oxidované polyfenoly měly tendenci k nárůstu v závislosti na intenzitě pasterační zátěže (obr. 6). Byla tím potvrzena inkorporace kyslíku do polyfenolových sloučenin během pasterace. Lze rovněž usoudit, že nejednoznačné změny oxidovatelných polyfenolů souvisely s citlivostí jednotlivých vzorků piva na oxidační změny, která se v průběhu pasterace měnila (obr. 7).

3.3 Vliv teploty pasterace na obsah 3-methylbutanal, 2-furfuralu a 2E-nonenalu v pivu

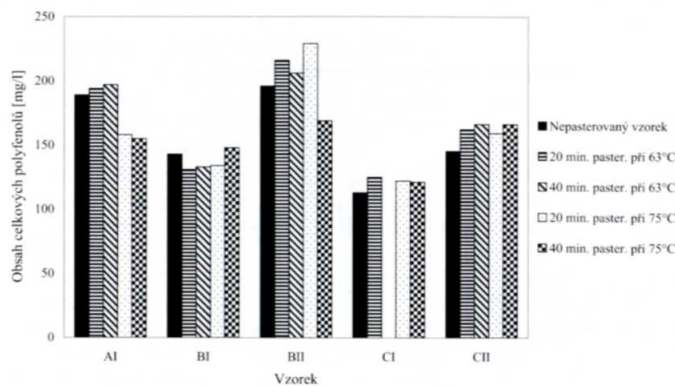
Z výsledků naší práce je patrné, že v průběhu pasterace piva rostl obsah 3-methylbutanal jako s dobou pasterace, tak i s pasterační teplotou, největší přírůstky byly zaznamenány v pivech pasterovaných při teplotě 75 °C po dobu 40 minut (obr. 8). 3-Methylbutanal v pivu vzniká několika cestami. První je oxidace 3-methylbutanolu katalyzovaná melano-



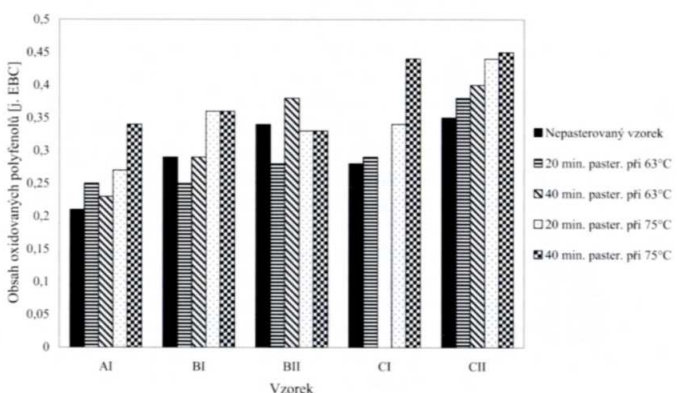
Obr. 3 Změny redukční kapacity piva během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C



Obr. 5 Změny obsahu anthokyanogenů v pivu během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C



Obr. 4 Změny obsahu celkových polyfenolů v pivu během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C



Obr. 6 Změny množství oxidovatelných polyfenolů v pivu během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C

psaným Irwinem et al. [22]. Další možností vzniku 3-methylbutanal je degradace leucinu Streckerovým [23] nebo radikálovým [24] mechanismem. Bylo prokázáno [25], že nárůst obsahu 3-methylbutanal po sedmidenním skladování piva při teplotě 40 °C byl spojen s množstvím O₂ ve stočeném pivu. Grönqvist et al. [26] pozorovali nárůst koncentrace 3-methylbutanal po průtokové pasteraci piva. Thum et al. [27] pozorovali nárůst „Streckerových aldehydů“ v pivu vystaveném po 4 dny teplotě 40 °C. Podle jejich zjištění byl nárůst těchto aldehydů způsoben spíše oxidací příslušných vyšších alkoholů než Streckerovým odbouráváním aminokyselin. Naopak Blockmans et al. [28] zaznamenali po šestiměsíčním skladování pív s přidávkou valinu a leucinu významnější nárůst 2-methylpropanal a 3-methylbutanal v porovnání s kontrolními pivy, což byl podle autorů důsledek Streckerovy degradace příslušných aminokyselin. Z našich výsledků nebylo možné určit, který ze zmiňovaných mechanismů dominoval tvorbě 3-methylbutanal při pasteraci piva, avšak prahovou hranici senzorického vnímání – 600 µg.l⁻¹ [29] – však 3-methylbutanal v žádném z pasterovaných pív nepřekročil.

Obsah 2-furfuralu ve většině vzorků rostl rovnoměrně s pasteračním zatížením piva, jeho změny při vyšší pasterační teplotě byly intenzivnější (obr. 9). 2-Furfural vzniká jako meziprodukt Maillardových reakcí [30]. Předkládané výsledky potvrdily pozorování Brennera

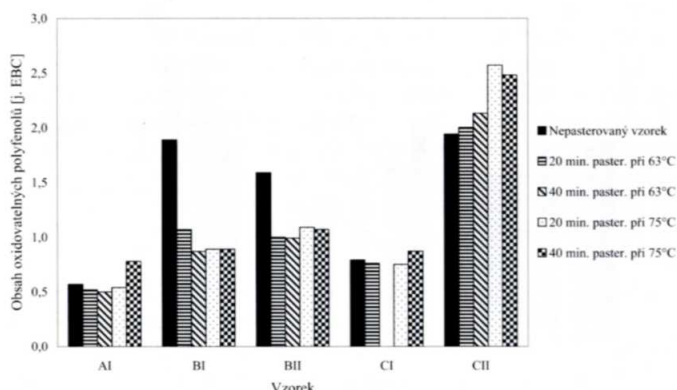
[31], který rovněž zjistil nárůst koncentrace 2-furfuralu v průběhu pasterace. Z obr. 9 je však patrné, že jednotlivé vzorky pív projevily různou náchylnost k nárůstu obsahu 2-furfuralu během pasterace. Jeho nárůst byl u většiny sledovaných pív doprovázen zvýšením barvy, což může indikovat, že při pasteraci probíhaly v pivu Maillardovy reakce. I přes pozorované zvýšení byly koncentrace 2-furfuralu v pasterovaných pivech hluboko pod prahovou hranicí senzorického vnímání stanovenou Meilgaardem et al. [29] – 150 mg.l⁻¹.

Vzorky AI a BII obsahovaly pouze stopová množství 2E-nonenalu, která se během pasterace výrazněji neměnila (obr. 10). U vzorku BI byl zaznamenán nárůst obsahu 2E-nonenalu v pivu pasterovaném při teplotě 75 °C, přičemž tento nárůst nebyl závislý na době pasterace. Oba vzorky piva C vykázaly vyšší hladiny 2E-nonenalu již před pasterací, v průběhu pasteračního zákroku bylo pozorováno zvýšení jeho obsahu, které bylo největší v pivech pasterovaných 40 minut při teplotě 75 °C. Greenhoff a Wheeler [32] zjistili významný nárůst 2E-nonenalu v pivu skladovaném 2 dny při teplotě 60 °C. Protože doba pasterace aplikovaná v rámci naší práce byla nepoměrně kratší, nebylo možné výsledky citovaných autorů potvrdit. Wackerbauer a Zufall [33] při pokusech s průtokovou pasterací piva zjistili, že při teplotě 60 °C koncentrace 2E-nonenalu klesala s dobou pasterace, při teplotách 72 a 84 °C zaznamenali autoři nejprve

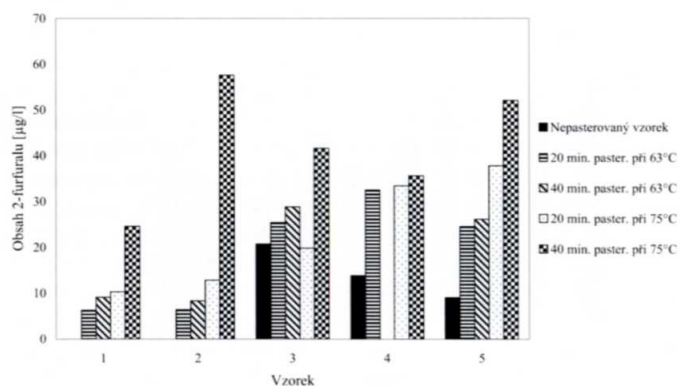
pokles, následovaný strmým nárůstem. Jejich výsledky lze však s těžší porovnávat s našimi pokusy, protože pivo podrobené průtokové pasteraci obsahuje podstatně nižší hladiny O₂ než pivo lahvé, ve kterém se dá očekávat větší intenzita oxidačních reakcí. Nami pozorované změny hladin 2E-nonenalu v průběhu pasterace byly velmi malé, s tendencí k nárůstu s vyšší teplotou pasterace. Mechanismus vzniku 2E-nonenalu v hotovém pivu nebyl dosud plně osvětlen. Kaneda et al. [34] pozorovali, že v průběhu skladování piva při teplotě 60 °C po dobu 5 dnů poklesla hladina kyseliny linolové v pivu o 15 %, avšak jejími degradačními produkty byly pravděpodobně kyseliny, navíc koncentrace kyseliny linolové byla velmi nízká na to, aby mohla hrát významnější roli při tvorbě 2E-nonenalu. Pravděpodobnější se tedy jeví hypotéza uvolnění 2E-nonenalu z některé z jeho preexistujících forem. Zajímavé výsledky Dufoura et al. [35], získané s 2E-butenalem, naznačují, že nárůst obsahu 2E-nonenalu během pasterace lze vysvětlit jeho zpětným uvolněním z 1-hydroxy-2-nonen-1-sulfonátu. Vyšší hladiny 2E-nonenalu ve vzorcích piva C mohly být spojeny s intenzivním varním procesem a s ním spojeným intenzivnějším uvolňováním lipidů a jejich významnější oxidací v průběhu varního procesu.

4 ZÁVĚR

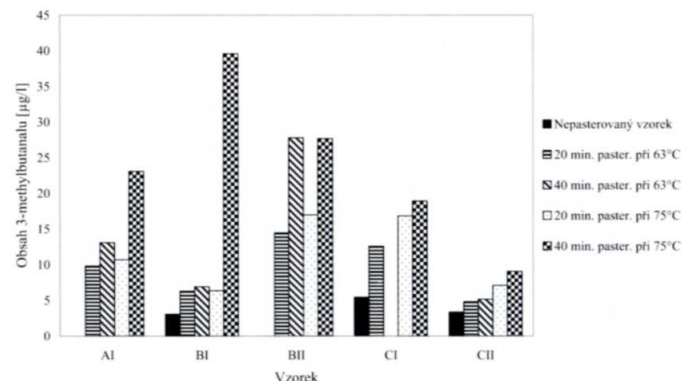
Získané výsledky prokázaly vliv tunelové pasterace na řadu parametrů piva.



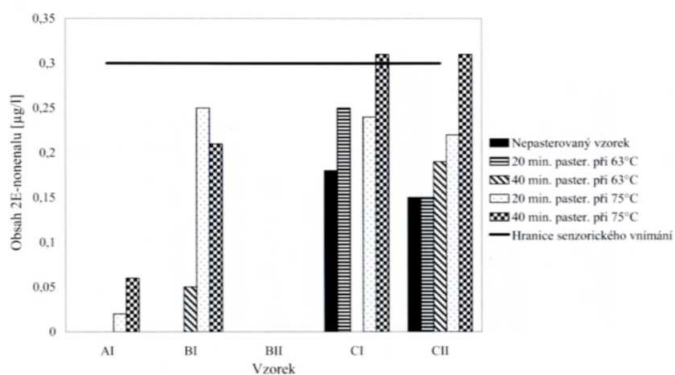
Obr. 7 Změny množství oxidovatelných polyfenolů v pivu během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C



Obr. 9 Změny obsahu 2-furfuralu v pivu během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C



Obr. 8 Změny obsahu 3-methylbutanal v pivu během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C



Obr. 10 Změny obsahu 2E-nonenalu v pivu během pasterace při teplotě 63 °C a 75 °C

Nárůst barvy a obsahu 2-furfuralu naznačil výskyt Maillardových reakcí při tomto procesu, změny polyfenolových složek potvrdily přítomnost oxidačních dějů. Hladina diacetylů v pasterovaných pivech vzrostla, což mohlo být spojeno kromě obecně přijímané oxidační dekarboxylace α -acetolaktátu také s výše zmíněnými Maillardovými reakcemi. Pasterace se rovněž projevila změnami koncentrací 3-methylbutanolu a 2E-nonenalu, což upozorňuje na možné ovlivnění organoleptických vlastností pasterovaných piv. Popsané změny byly u jednotlivých vzorků různě intenzivní a naznačují souvislost s výrobním procesem a použitými surovinami.

Literatura

- [1] DYMOND, G.: Proc. 22nd Conv. Inst. Brew. (Aust. N. Z. Sect.), 1992, s. 164
- [2] HUIGE, N., SANCHEZ, G., SURFUS, J.: Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **26** (1), 1989, s. 24
- [3] WACKERBAUER, K., ZUFALL, C.: Proc. Eur. Brew. Conv. 26th, Maastricht, 1997, s. 639
- [4] WHEELER, R. E., PRAGNELL, M. J., PIERCE, J. S.: Proc. Eur. Brew. Conv. 13th, Estoril, 1971, s. 423
- [5] BASAŘOVÁ, G., a kol.: Pivovarsko-slaďařská analytika 1,2,3, Merkanta, Praha, 1992 (díl 1), 1993 (díl 2 a 3)
- [6] JANOUŠEK J., BASAŘOVÁ, G.: Sledování obsahu vybraných aldehydů v pivu, 1. International Beer and Malt Conference, Bratislava, 22. – 24. 4. 1998
- [7] KIENINGER, H., BIKOVA, V.: Brauwelt **115** (38), 1975, s. 1250
- [8] WACKERBAUER, K., ZUFALL, C.: Brauwelt Int. **15** (2), 1997, s. 90
- [9] HASHIMOTO, N., KOIKE, K.: Rept. Res. Lab. Kirin Brew. Co. Ltd. **14**, 1971, s. 1
- [10] ŠAVEL, J., ZDVIHALOVÁ, D., PROKOPOVÁ, M.: Kvasny Prum. **42** (3), 1996, s. 97
- [11] KAMIYA, T. et al.: Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **30** (1), 1993, s. 14
- [12] HARDWICK, B. C.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **52** (3), 1994, s. 106
- [13] MEILGAARD, M.: Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **12** (3), 1975, s. 151
- [14] KANEDA, H. et al.: Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **32** (2), 1995, s. 90
- [15] DADIC, M.: Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am., **21** (1), 1984, s. 9
- [16] VAN GHELUWE, G. E. A., JAMIESON, A. M., VALY, Z.: Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **7** (3), 1970, s. 158
- [17] EILS, H. G., TEUMAC, F., ZENNER, B.: Proc. Eur. Brew. Conv. 24th, Oslo, 1993, s. 647
- [18] WISK, T. J., SIEBERT, K., J.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **44** (2), 1990, s. 72
- [19] ORGAN, J. G.: Proc. 23th Conv. Inst. Brew. (Asia-Pacific Sect.), 1994, s. 40
- [20] COLLIN, S. et al.: Proc. Eur. Brew. Conv. 26th, Maastricht, 1997, s. 535
- [21] HASHIMOTO, N.: J. Inst. Brew. **78**, 1972, s. 43
- [22] IRWIN, A. J., BAKER, R. L., PIPASTS, P.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **49** (3), 1991, s. 140
- [23] KOSSA, T., BAHRI, D., TRESSL, R.: Mschr. Brauwissenschaft. **32** (5), 1979, s. 249
- [24] ŠAVEL, J., ZDVIHALOVÁ, D.: Proc. Eur. Brew. Conv. 27th, Cannes, 1999, s. 267
- [25] NARZISS, L.: J. Inst. Brew. **92** (4), 1986, s. 346
- [26] GRÖNQVIST, A. et al.: Proc. Eur. Brew. Conv. 24th, Oslo, 1993, s. 421
- [27] THUM, B. et al.: Proc. Eur. Brew. Conv. 25th, Brussels, 1995, s. 491
- [28] BLOCKMANS, C., DEVREUX, A., MASSCHELEIN, C. A.: Proc. Eur. Brew. Conv. 15th, Nice, 1975, s. 699
- [29] MEILGAARD, M., ELIZONDO, A., MOYA, E.: Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **7** (3), 1970, s. 143
- [30] BERNSTEIN, L., LAUFER, L.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **35** (1), 1977, s. 21
- [31] BRENNER, M. W.: Proc. 14th Conv. Inst. Brew. (Aust. N.Z. Sect.), 1976, s. 89
- [32] GREENHOFF, K., WHEELER, R. E.: Proc. Eur. Brew. Conv. 18th, Copenhagen, 1981, s. 405
- [33] WACKERBAUER, K., ZUFALL, C.: Proc. Eur. Brew. Conv. 26th, Maastricht, 1997, s. 639
- [34] KANEDA, H. et al.: J. Agric. Food Chem. **38** (6), 1990, s. 1363
- [35] DUFOUR, J. P. et al.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **57** (4), 1999, s. 138

Lektoroval Ing. Pavel Čejka, CSc.
Do redakce došlo 20. 12. 2000

Janoušek, J. – Basařová, G.: Vliv tunelové pasterace na senzoryckou stabilitu piva. I. Sledování vlivu pasterační teploty. Kvasny Prum. **47**, 2001, č. 7–8, s. 202–205.

Práce uvádí první část výsledků z ověřování vlivu tunelové pasterace na senzoryckou stabilitu piva. Pokusy sledující vliv teploty pasterace prokázaly změny celé řady fyzikálně-chemických parametrů piva. Barva a obsah oxidovaných polyfenolů rostly s pasterační zátěží, zatímco celkové polyfenoly vykazovaly nejednoznačné tendence. Hladiny anthokyanogenů ve většině vzorků poklesly. Obsah diacetylů vzrůstal, přičemž byla naznačena možnost vzniku této sloučeniny Maillardovými reakcemi. Nárůst koncentrací 2-furfuralu, 3-methylbutanolu a 2E-nonenalu v pasterovaných pivech prokázaly možné ovlivnění senzoryckých vlastností piv. Popsané změny byly značně závislé na daných vzorcích piv a ukazují na souvislost s výrobní technologií a použitými surovinami.

Janoušek, J. – Basařová, G.: Effect of Tunnel Pasteurization upon Flavour Stability of Beer. Part 1 Observation of Pasteurization Temperature Effect. Kvasny Prum. **47**, 2001, No. 7–8, p. 202–205.

The article introduces the first part of results of the study of the tunnel pasteurization effect on the sensory stability of beer. The test of influence of the pasteurization temperature proved changes in a whole series of physically chemical parameters of beer. The colour and the contents of the oxidated polyphenols increased with the pasteurization load while the total polyphenols showed ambiguous tendencies. In majority of samples, the levels of anthocyanogens declined.

The contents of diacetyl increased whereby a possible inception of this compound was implied by the Maillard reactions. The growths of concentration in the pasteurized 2-furfural, 3-methylbutanal, and 2E-nonenal proved possible interference in the sensory properties of beers. The described changes depended very much on the given samples of beer and pointed out at coherence with the production technology and the used raw materials.

Janoušek, J. – Basařová, G.: Einfluss der Tunnelpasteurisierung auf die sensorische Stabilität des Bieres. I. Verfolgung des Einflusses der Pasteurisierungstemperatur. Kvasny Prum., **47**, 2001, Nr. 7–8, S. 202–205.

Die Arbeit enthält den ersten Teil der Ergebnisse, die im Rahmen der Untersuchung der Einflüsse der Tunnelpasteurisierung auf die sensorische Stabilität des Bieres erzielt wurden. Die Versuche, bei denen der Einfluss der Pasteurisierungstemperatur verfolgt wurde, zeigten Veränderungen einer ganzen Reihe physikalisch-chemischer Parameter des Bieres. Die Farbe und der Gehalt der oxidierten Polyphenole stieg mit der Pasteurisations-Belastung an, wogegen sich in den Gesamtpolyphenolen uneinheitliche Tendenzen offenbarten. In den meisten Proben verminderte sich das Niveau der Anthozyanogene. Der Diacetylgehalt stieg an, wobei die Möglichkeit der Bildung dieser Verbindung durch Maillard-Reaktionen angedeutet wurde. Der Anstieg der Konzentrationen von 2-Furfural, 3-Methylbutanal und 2E-Nonenal in pasteurisierten Proben haben die Möglichkeit der Beeinflussung der sensorischen Eigenschaften

ten der Biere erwiesen. Die beschriebenen Veränderungen waren stark von den geprüften Bierproben abhängig und zeugen von einem Zusammenhang mit der angewandten Technologie und den applizierten Rohstoffen.

Яноушек, Й. – Басаржова: Влияние туннельной пастеризации на сенсорическую стабильность пива. I. Исследование влияния температуры пастеризации, Kvasny Prum. **47**, 2001, № 7–8, стр. 202–205.

В первой части работы приведены результаты проверки влияния туннельной пастеризации на сенсорическую стабильность пива. Эксперименты направленные на влияние температуры пастеризации показали изменения целого ряда физико-химических параметров пива. Цвет и содержание окисированных полифенолов нарастали с нагрузкой пастеризации, между тем как общие полифенолы оказывали неоднозначные тенденции. Уровень антоцианогенов в большинстве образцов понизился. Содержание диацила повышалось, причем была назначена возможность возникновения этого соединения реакциями Маилларда. Повышение концентрации 2-фурфурала, 3-метилбутанола и 2E-ноненала в пастеризированных пивах доказывают возможное влияние на сенсорические свойства пива. Описанные изменения в значительной степени зависели от данных образцов пива и показывают на связь с производственной технологией и использованным сырьем.