

5

květen 1990

ročník 36

KVĚTEN průmysl

ODBORNÝ ČASOPIS PRO VÝROBU NÁPOJŮ A BIOCHEMICKÉ TECHNOLOGIE
VYDÁVAJÍ PIVOVARY A SLADOVNY, státní podnik vědeckotechnických a obchodních služeb, Praha
SPOFA, s.p. a KOOSPOL, akciová společnost

Z výzkumu a praxe

Význam polyfenolových látek pro vyloučení bílkovin při chmelovaru

663.44

Ing. JOSEF ŠKACH, CSc., Ing. ALEXANDR MIKYŠKA, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Klíčová slova: mladina, chmelovar, polyfenolové látky, bílkoviny, chmel

ÚVOD

Polyfenolové látky pocházející ze sladu a chmele jsou tradičně považovány za významnou složku extraktu piva. Vedle známého negativního vlivu na koloidní stabilitu [1, 2, 3] je jim přisuzován vliv na barvu, vůni, pěnovitost i chuť piva, včetně změn těchto senzorických kritérií při skladování [4]. Pod pojmem polyfenolové látky je však v pivovarství zahrnována široká škála sloučenin od jednoduchých fenolových kyselin až po flavanové glykosidy a polymery se značně rozdílnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi [5]. Není tedy divu, že v řadě případů jsou názory na působení jednotlivých skupin polyfenolových látek rozporné a během času se s postupným rozvojem analytických možností mění.

Příkladem může být hodnocení úlohy polyfenolů při stabilitě chuti piva. V tomto případě je, resp. byl, na jedné straně nízkomolekulárním polyfenolům připisován příznivý efekt na základě jejich redukční schopnosti [6]. Na druhé straně se ukázalo, že tvorba karbonylových sloučenin zodpovědných za poškození vůně piva je naopak silně urychlena v přítomnosti jednoduchých polyfenolů jako např. katechinu běžně přítomného v pivu [7, 8].

Obavy o zhoršení stability chuti piva provázely v našich podmínkách i zavádění koloidní stabilizace na principu adsorpce polyfenolů polyamidovými sorbenty, neboť v tomto případě se odstraní z piva v návaznosti na dávku sorbentu až přes polovinu anthokyanogenů. Praxe však ukázala, že u takto stabilizovaných piv nejen, že nedochází k zhoršení senzorické stability piva, ale je možno pozorovat tendenci k jejímu zlepšení [9, 10].

Z technologického hlediska je polyfenolům přisuzována významná role při tvorbě lomu mladiny na základě jejich tzv. tříslovinné síly. Tento názor přetrvává v povědomí pivovarské veřejnosti dosud i přes některé rozporné literární údaje [11]. Důležitost objasnění dané otázky vystupuje do popředí především v souvislosti se zpracováním surovin s nízkým obsahem polyfenolových látek, tj. sladů z genetických mutantů ječmene a chmelových preparátů jako je jednosložkový chmelový extrakt organickými rozpouštědly, extrakt chmele oxidem uhli-

čitým apod. [12, 13, 14, 15]. Proto jsme se v rámci našeho studia možností využití surovin s nízkým obsahem polyfenolů pro výrobu koloidně stabilních piv soustředili mimo jiné na změny koncentrace základních prekursorů koloidního zákalu — bílkovin a polyfenolů — během výroby piva, především při chmelovaru. V tomto případě jsme za nejdůležitější považovali porovnat význam tepelné denaturace a tzv. tříslovinné síly polyfenolů pro vyloučení bílkovin z roztoku.

MATERIÁL A METODY

Slady s geneticky blokovanou syntézou anthokyanogenů odrůd ječmene Galant a Koral i srovnávací slad z odrůdy Korál byly připraveny ve VÚPS, pracoviště Brno ve spolupráci s Výzkumným a šlechtitelským ústavem obilnářským v Kroměříži.

Extrakt hořkých látek chmele bez polyfenolů byl získán z k.p. Astrid, závod Nižbor, chmelový granulát ze s.p. Chmelářství, Žatec.

Bílkovinný dusík byl sledován na principu reakce s barvivem Commassie Brilliant Blue [16], celkové polyfenoly podle Jerumanise [17] a anthokyanogeny podle Harrise a Ricketse v úpravě Moška [18].

Pro studium vylučování látek z roztoku v závislosti na změně pH byla používána čtvrtprovozně vyrobená mladina ponechaná 24 h při 5 °C pro vyloučení kalů. Po filtraci a temperaci na 20 °C bylo pH upravováno kyselinou mléčnou ($c = 80 \%$) a roztokem NaOH ($c = 30 \%$). Vzniklý zákal se měřil nefelometricky při vlnové délce 550 nm na zařízení MPS Vitatron (Holandsko) po 60 minutách od úpravy pH.

Mladiny se připravovaly ve varně o jmenovitém varu 30 l běžným dvourmutovým postupem s vystírkou při 37 °C, zapáčkou do 52 °C a prodlevami při 62 °C a 73 °C. Chmelovar trval 90 minut.

Podíl mutantního sladu v sypání byl 0, 30, 50 a 70 %, přičemž pro chmelení várky ze 100 % srovnávacího sladu se použila organická fáze chmelového extraktu a se stoupajícím zastoupením mutantního sladu v sypání se zvyšoval podíl chmelového granulátu z 0 na 12,5, 21 a 30 % celkového chmelení.

Současně s chmelovarem se v laboratoři vařil 90 minut vzorek sladiny odebraný ve stadiu pohromadě bez přísady hořkých látek. Zjištěné koncentrace sledovaných složek extraktu ve sladině byly pro vyhodnocení změn přepočteny na extrakt mladiny.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Sledujeme-li změny koncentrace anthokyanogenů v získané sladině (tab. 1) po 90 minutách varu, kolísala při

Tabulka 1. Změny koncentrace anthokyanogenů a bílkovin při povaření sladiny

| | Podíl mutantu (%) | Anthokyanogeny | | | Bílkoviny | | |
|--------|-------------------|----------------|--------|------|-----------|--------|------|
| | | SN | SP | Δ | SN | SP | Δ |
| | | (mg/l) | (mg/l) | (%) | (mg/l) | (mg/l) | (%) |
| GALANT | 0 | 55,4 | 47,0 | 15,2 | 86,2 | 79,2 | 8,0 |
| | 30 | 59,4 | 44,0 | 25,9 | 83,5 | 73,8 | 11,6 |
| | 50 | 37,3 | 30,4 | 18,5 | 86,2 | 77,8 | 9,7 |
| | 70 | 28,2 | 23,3 | 17,4 | 84,5 | 70,0 | 17,2 |
| KORAL | 0 | 63,4 | 52,8 | 16,7 | 62,9 | 57,3 | 8,9 |
| | 30 | 46,6 | 37,3 | 19,9 | 65,5 | 59,0 | 9,9 |
| | 50 | 37,7 | 28,9 | 23,3 | 71,5 | 59,9 | 16,2 |
| | 70 | 20,9 | 18,5 | 11,5 | 77,0 | 64,9 | 15,7 |

SN — sladina nevařená SP — sladina povařená 90 minut
Δ — rozdíl koncentrací

kombinaci se sladem Galant mutant úbytek přítomných anthokyanogenů v rozmezí 15 až 25 % a při kombinaci se sladem Koral mutant se pohyboval zmíněný pokles v intervalu 12 až 23 %. Množství anthokyanogenů vyloučených ze sladin bylo tedy prakticky nezávislé na použitém mutantním sladu a je zřejmě determinováno již vlastnostmi polyfenolů, respektive způsobem vazby s bílkovinami v použitém srovnávacím sladu, tj. preexistujícími tříslobílkovinnými komplexy. Nelze předpokládat významnější reakci sladových anthokyanogenů s bílkovinami během rmutování a varu sladin, když se zvyšujícím se podílem bílkovin z mutantních sladů, tzn. bílkovin, které neměly během růstu rostliny možnost vstoupit do reakce s polyfenoly, a které by měly teoreticky ochotně reagovat s polyfenoly s tříslovinnou silou za vzniku nerozpustných komplexů, se nezvyšuje vyloučení sladových polyfenolů.

Naproti tomu je všeobecně známo, že množství anthokyanogenů ve sladině významně souvisí s mírou bílkovinného rozluštění sladu a tedy s množstvím rozpustných bílkovin, což svědčí o existenci komplexů polyfenolů s bílkovinami již ve sladu. Hodnotíme-li z tohoto hlediska koncentrační změny bílkovinného dusíku při vaření sladin, vidíme, že jsou opět pro oba slady (Koral, Galant) prakticky ve stejném rozsahu. Na rozdíl od anthokyanogenů však je možno dokonce pozorovat mírnou tendenci k většímu vyloučení bílkovin se stoupajícím podílem sladů bez anthokyanogenů v sypání, tj. při snižujícím se množství dodaných sladových polyfe-

Tabulka 2. Změny koncentrace anthokyanogenů a bílkovin při vaření sladiny s chmelem

| | Podíl mutantu (%) | Anthokyanogeny | | | Bílkoviny | | |
|--------|-------------------|----------------|--------|-------|-----------|--------|------|
| | | SP | M | Δ | SP | M | Δ |
| | | (mg/l) | (mg/l) | (%) | (mg/l) | (mg/l) | (%) |
| GALANT | 0 | 47,0 | 49,5 | 5,3 | 79,2 | 70,7 | 10,7 |
| | 30 | 44,0 | 68,2 | 55,0 | 73,8 | 64,5 | 12,6 |
| | 50 | 30,4 | 48,6 | 59,9 | 77,8 | 71,5 | 8,1 |
| | 70 | 23,3 | 54,9 | 135,6 | 70,0 | 66,1 | 5,6 |
| KORAL | 0 | 52,8 | 55,8 | 5,7 | 57,3 | 51,6 | 9,9 |
| | 30 | 37,3 | 56,7 | 52,0 | 59,0 | 54,8 | 7,1 |
| | 50 | 28,9 | 55,2 | 91,0 | 59,9 | 53,9 | 10,1 |
| | 70 | 18,5 | 45,4 | 145,4 | 64,9 | 53,8 | 17,1 |

SP — mladina povařená 90 minut M — mladina, chmelovar 90 minut Δ — rozdíl koncentrací

nolů. To svědčí o tom, že pro vylučování bílkovin sladin hraje termická denaturace významnější roli než přítomnost sladových polyfenolů.

Toto konstatování okamžitě evokuje otázku o významu polyfenolů chmelových při vaření sladin — tedy při vlastním chmelovaru. Některé informace v tomto směru ukazuje tabulka 2.

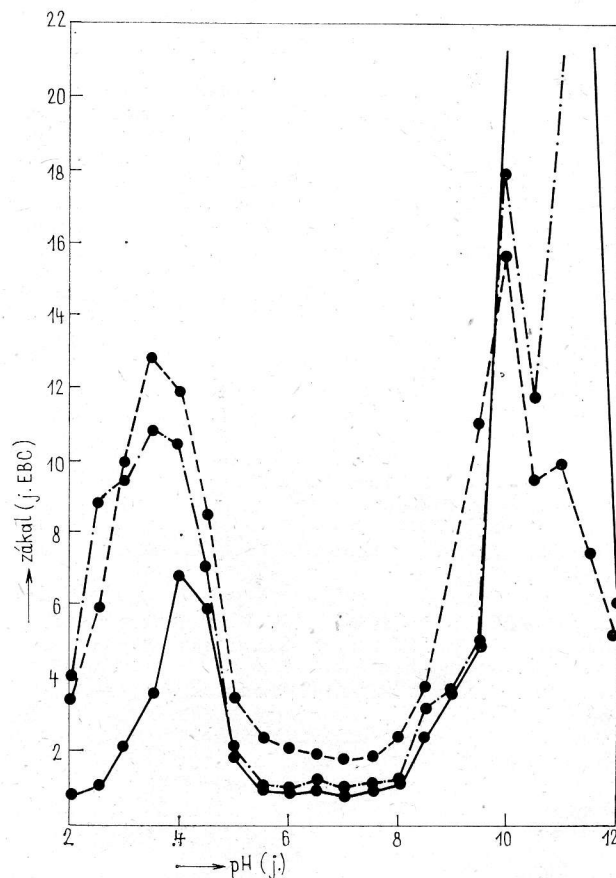
V daném uspořádání experimentů jsme se stoupajícím podílem sladu bez anthokyanogenů zvyšovali úměrně množství chmelových polyfenolů. O tom, jaký byl výsled-

Tab. 3.: Změny koncentrace bílkovin při výrobě piva

| | Podíl mutantu (%) | Δ S — P (mg/l) | Δ S — M (%) | Δ M — P (%) |
|--------|-------------------|----------------|-------------|-------------|
| GALANT | 0 | 67,0 | 23 | 77 |
| | 30 | 66,3 | 29 | 71 |
| | 50 | 70,1 | 21 | 79 |
| | 70 | 67,8 | 27 | 73 |
| KORAL | 0 | 36,1 | 31 | 69 |
| | 30 | 41,2 | 26 | 74 |
| | 50 | 44,9 | 39 | 61 |
| | 70 | 55,4 | 42 | 58 |

S — sladina M — mladina P — pivo

ný efekt, hovoří konečná koncentrace anthokyanogenů v mladině. Podařilo se přibližně kompenzovat nižší množství anthokyanogenů ve sladovém sypání chmelovými polyfenoly, což znamená, že v případě srovnávacího sladu nebyly prakticky chmelové polyfenoly přidány, zatímco při podílu 70 % mutantního sladu bylo použito takové množství chmelového granulátu, které znamenalo zvýšení koncentrace anthokyanogenů v mladině o 135, resp. 145 %. Je tedy zřejmé, že přídavek chmelových



Obr. 1. Tvorba zákalů v závislosti na změně pH v povařené sladině a mladinách — slad provozní srovnávací

polyfenolů byl skutečně významný. Proto je přinejmenším pozoruhodné, že tak významnou dávku chmelových polyfenolů nelze dát do souvislosti s úbytky bílkovinného dusíku. V případě sladu Koral mutant nelze vysledovat žádnou souvislost a v sérii se sladem Galant je dokonce slabá tendence k nižšímu úbytku bílkovin při stoupající dávce chmelových polyfenolů. Znamená to, že i relativně vysoká dávka chmelových polyfenolů nezvyší zřetelně vysrážení bílkovin při chmelovaru, a to ani při zvýšeném podílu bílkovin pocházejících ze sladů bez anthokyanogenů, tj. látek, u kterých by bylo možno předpokládat vysokou citlivost na tzv. tříslovinnou sílu polyfenolů chmele. Naopak i v případě várek se 100 % srovnávacího sladu v sypání, kdy se pro chmelení použila pouze organická fáze chmelového extraktu, obsahující prakticky jen stopová množství polyfenolových látek, jsou úbytky bílkovinného dusíku mezi povařenou sladinou a mladinou srovnatelné s maximální dávkou polyfenolů. To svědčí o tom, že difference v koncentraci bílkovin mezi laboratorně povařenou sladinou a čtvrtprovozně vařenou mladinou souvisí především s fyzikálními podmínkami varu (např. jeho intenzitou) a ne s přidáním chmelových polyfenolů.

Tyto výsledky nás vedou k závěru, že pro vylučování bílkovin při chmelovaru je rozhodující jejich tepelná denaturace, a že tříslovinná síla chmelových polyfenolů má v tomto směru podstatně menší význam než se běžně soudí.

V této souvislosti je třeba připomenout, že při tvorbě horkých kalů je velký význam připisován vzniku intermolekulárních disulfidických můstků a reakci bílkovin s hořkými látkami chmele [19].

Jedním z charakteristických znaků provázejících kvašení je pokles pH mezi mladinou a pivem. Tato změna pak je logicky dávana do souvislosti se změnou rozpustnosti bílkovin s isoelektrickým bodem v dané oblasti pH. Množství vysrážených bílkovin při chmelovaru a během

kvašení a zrání ilustruje tab. 3. V literatuře [20] se uvádí, že reakci bazičtějších bílkovin s polyfenoly se mění isoelektrický bod vzniklých komplexů směrem ke kyselější oblasti. Proto nás zajímalo, jak se mění vylučování složek extraktu sladinou a mladinou při změně pH za použití běžného sladu a sladu bez anthokyanogenů v kombinaci jak s organickou fází chmelového extraktu, tak s chmelovým granulátem.

Zjistili jsme, že bez ohledu na použitý slad i způsob chmelení je možno pozorovat dvě oblasti pH, při kterých se vytvoří značné množství zákalu. Kyselou oblast v intervalu pH 2 až 5 a alkalickou oblast spadající přibližně do rozsahu pH 8 až 12.

Zásadní odlišnost mezi porovnávanými slady je však v množství zákalu vznikajícího v kyselé oblasti, korelující s pH piva (obr. 1, 2). Již u sladin ze srovnávacího sladu se v dané oblasti vytvořil značný zákal, který se ještě zvětšuje u mladiny. Naopak u sladin bez anthokyanogenů vzniká v kyselé oblasti jen relativně velmi slabý zákal, a to i v mladině s dostatkem chmelových polyfenolů. Zdá se tedy, že původ extraktových složek mladiny s malou rozpustností při běžném pH piva je především ve sladu a souvisí s úrovní obsahu sladových polyfenolů. To je v souladu s dříve zaznamenanou představou, že polyfenoly jsou vázány v komplexu s bílkoviny již ve výchozí surovině. Porovnáme-li zvýšení zákalu v mladině proti sladině, je vidět mnohem výraznější efekt chmelení u sladin z běžného sladu s anthokyanogeny, a to nejen ve zvýšení zákalu v kyselé oblasti, ale i ve snížení hodnoty zákalů v alkalické oblasti. V případě sladin z mutantního sladu je tato změna mezi sladinou a mladinou jen malá.

Možným vysvětlením je, že chmelové polyfenoly reagují s již preexistujícími tříslobílkovinnými komplexy ze sladu, čímž zvyšují jejich labilitu a vylučování z roztoku. To je ovšem pouze pracovní hypotéza pro další studium. Je totiž zřejmé, že se na zákalu vzniklém za daných experimentálních podmínek nepodílejí pouze tříslobílkovinné komplexy.

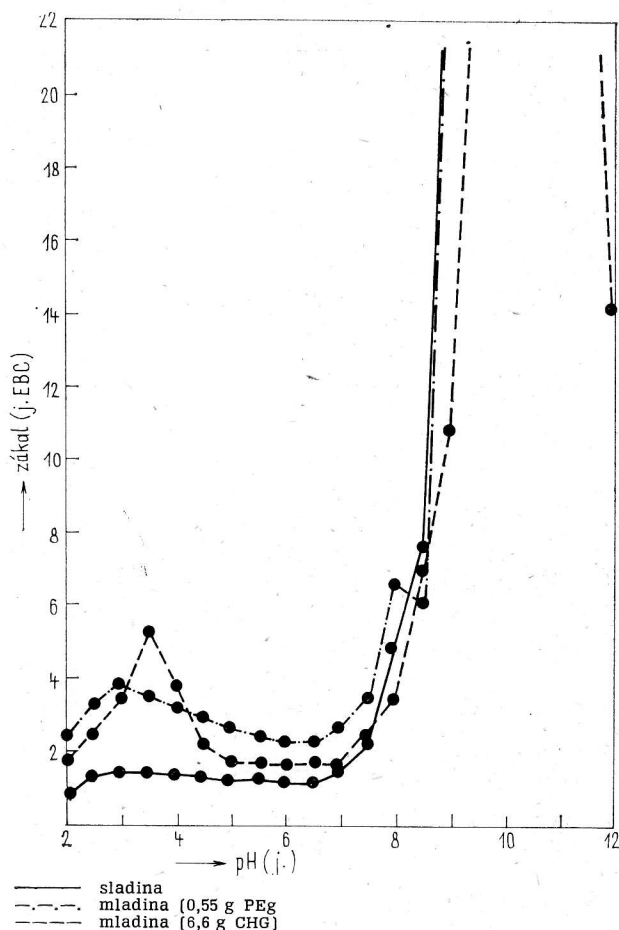
Literatura

- [1] GARDNER, R. J. - MC GUINNES, J. D.: Techn. Quart. MBAA, 14, 1977, s. 250
- [2] MULKAY, D. - TOUIKLAUX, R. - JERUMANIS, J.: Cerevisia, 6, 1981, s. 29
- [3] VANCRAENENBROECK, R. - KARAZAITRI, M. - DEVREUX, A.: Proc. EBC, 1979, s. 293
- [4] DADIC, M.: Techn. Quart. MBAA, 11, 1974, s. 140
- [5] MEILGAARD, M.: Techn. Quart. MBAA, 11, 1974, s. 118
- [6] ERBER, H. L.: Mschr. Brau., 34, 1981, s. 80
- [7] BLOCKMANS, CH. - MASSCHELEIN, C. A. - DEVREUX, A.: Proc. EBC, 1979, s. 279
- [8] DEVREUX, A. - BLOCKMANS, C. - VAN DE MEERSSCHE, D.: EBC-Flavour Symposium, 1981 in: Brauwissenschaft, 35, 1982, s. 49
- [9] ŠKACH, J.: Koloidní stabilizace piva moderními průmyslovými preparáty (Kandidátská disertační práce), VŠCHT, Praha 1984
- [10] ŠKACH, J. - MIKYŠKA, A.: Význam technologických postupů pro výrobu koloidně stabilních piv (Závěrečná zpráva), VÚPS, Praha 1985
- [11] NARZISS, L. - BIERMANN, U.: Mschr. Brauwiss., 41, 1988, s. 196
- [12] SCHILDBACH, R. - PFENNINGER, H. - SCHUR, F.: Brauwelt, 126, 1986, s. 618
- [13] DELCOUR, J. A. et al.: J. Inst. Brew., 91, 1985, s. 302
- [14] ERDAL, K.: J. Inst. Brew., 92, 1986, s. 220
- [15] WETTSTEIN, D. et al.: Techn. Quart. MBAA, 22, 1985, s. 41
- [16] ŠKACH, J. - ZIMOVÁ, I. - MIKYŠKA, A.: Modernizace analytické kontroly v pivovarském průmyslu (Výzkumná zpráva), VÚPS, Praha 1985
- [17] JERUMANIS, J.: Brauwissenschaft, 25, 1972, s. 323
- [18] MOŠTEK, J.: Analytické metody z kvasné chemie a technologie, část I., 1. vyd., Praha 1973, s. 182
- [19] NARZISS, L. - BIERMANN, U.: Mschr. Brauwiss., 42, 1989, s. 369
- [20] SAVAGE, D. J. - THOMPSON, C. C.: Proc. EBC, 1973, s. 33

Lektoroval Ing. Jiří Cuřín, CSc.

Škach, J. - Mikyška, A.: Význam polyfenolových látek pro vyloučení bílkovin při chmelovaru. Kvas. prům., 36, 1990, č. 5, s. 129–132.

Studium vlivu tepelné denaturace a tzv. „tříslovinné síly“ polyfenolů na vylučování bílkovin při chmelovaru ukázalo, že i relativně vysoká dávka chmelových polyfenolů nezvyší zřetelně vysrážení bílkovin při chmelo-



Obr. 2. Tvorba zákalu v závislosti na změně pH v povařené sladině a mladinách — slad Galant mutant

varu, a to ani při zvýšeném podílu bílkovin pocházejících ze sladů bez anthokyanogenů, tj. látek, které by měly být vysoce citlivé na „tříslovinnou sílu“ polyfenolů chmele. To svědčí o tom, že pro vylučování bílkovin při chmelovaru je rozhodující jejich tepelná denaturace a že sladové i chmelové polyfenoly mají v tomto směru podstatně menší význam, než se běžně soudí.

Ze sledování látek vylučujících se z mladiny v závislosti na změně pH vyplynulo, že původ extraktivních složek mladiny s malou rozpustností při běžném pH piva je především ve sladu a souvisí s úrovní obsahu sladových polyfenolů. Použití sladů získaných z ječmenů bez anthokyanogenů se projeví v zásadním snížení obsahu látek vylučujících se z mladiny při pH 4 až 5.

Шах, И. - Микишка, А.: Значение полифенольных веществ для выделения белков при хмелеварке. Квас. прум. 36, 1990, № 5, стр. 129—132.

Исследование влияния термического денатурирования и т. наз. «дубильной силы» полифенолов на выделение белковых веществ при хмелеварке показало, что и относительно высокая доза полифенолов хмеля выразительно не повышает осаждение белков при хмелеварке, и то даже и при повышенной доле белков, происходящих из солодов без антоцианогенов, т. е. веществ, которые по предположению высоко чувствительны к «дубильной силе» полифенолов хмеля. Этот факт свидетельствует о том, что для выделения белковых веществ при хмелеварке решительным является их термическое денатурирование и что полифенолы хмеля и солода в этом направлении имеют существенно меньшее значение, чем обычно судят.

Из исследования веществ, выделяющихся из сусла в зависимости от pH вытекает, что просхождение компонент экстракта сусла с малой растворимостью при нормальном pH пива относится прежде всего к солоду и связано с уровнем содержания полифенолов солода. Применение солодов, полученных из ячменей без антоцианогенов проявляется в принципиальном понижении содержания веществ, выделяющихся из сусла при pH 4—5.

Škach, J. - Mikyška, A.: Significance of Polyphenolic Compounds for Protein Precipitation During Wort Boiling. Kvas. prům. 36, 1990, No. 5, pp. 129—132.

Effects of heat denaturation and „tannin power“ of polyphenols on the protein precipitation during wort

boiling were studied. The results show that even a relatively high dose of hop polyphenols has no higher effect on the protein precipitation. The same results were obtained with malts without anthocyanogenes, i. e. proteins that are probably high sensitive to the „tannin power“ of hop polyphenols. From these results it can be concluded that the protein precipitation during wort boiling occurs mainly due to heat denaturation. Therefore, polyphenols from wort and hop have significantly lower effect on this process. The analysis of compounds that are precipitated from wort with changing pH showed that extract compounds of hopped wort having a low solubility at a usual pH of beer have come above all from malt and correlated well with the level of malt polyphenols. Using malts from barleys without anthocyanogenes lower precipitates from hopped wort were achieved at pH between 4 and 5.

Škach, J. - Mikyška, A.: Bedeutung der Polyphenole für die Eiweißausscheidung beim Hopfenkochen. Kvas. prům., 36, 1990, Nr. 5, S. 129—132.

Das Studium des Einflusses der Wärmedenaturation und der sog. „Gerbstoffkraft“ der Polyphenole auf die Ausscheidung der Eiweißstoffe während des Hopfenkochens zeigte, daß auch eine relativ hohe Gabe der Hopfenpolyphenole nicht eine markante Erhöhung der Eiweißausscheidung während des Hopfenkochens verursacht, was auch bei einem erhöhten Anteil der aus anthocyanogenlosen Malzen stammenden Eiweißstoffen festgestellt wurde. Gerade bei diesem Eiweißstoffen könnte eine hohe Empfindlichkeit auf die „Gerbstoffkraft“ der Polyphenole erwartet werden. Diese Ergebnisse zeugen davon, daß für die Eiweißausscheidung während des Hopfenkochens ihre thermale Denaturierung entscheidend ist und daß die Polyphenole des Hopfens und des Malzes in dieser Beziehung im Vergleich mit den bisher üblichen Vorstellungen eine wesentlich geringere Bedeutung aufweisen.

Aus der Verfolgung der Substanzen, die aus der Würze in Abhängigkeit von der Änderung des pH ausgeschieden werden, ergibt sich, daß der Ursprung der Extraktbestandteile der Würze von geringer Löslichkeit im dem bei Bier üblichen pH-Bereich vor allem im Malz zu suchen ist und mit dem Niveau des Gehalts der Malzpolyphenole zusammenhängt. Die Anwendung von Malzen, die aus Gersten ohne Anthocyanogene gewonnen wurden, macht sich durch eine wesentliche Senkung des Gehalts der Substanzen bemerkbar, die aus der Würze bei pH 4 bis 5 ausgeschieden werden.

Použití spektrálních dat a výpočetních metod pro stanovení barvy

663.4

II. Rozbor koloristických charakteristik standardů barevné škály EBC

RNDr. ALEXANDER BARTKO, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Brno
RNDr. JIŘÍ GOTTVÁLD, Výzkumný ústav vlnářský, Brno

Klíčová slova: barevná škála EBC, Helligeho komparátor, Hartongův roztok

ÚVOD

V první části článku byly popsány teoretické principy barevného vnímání a definovány vztahy, umožňující kvalitativně i kvantitativně srovnávat barevnou odchylku dvou vzorků. V této části jsme přistoupili k praktické aplikaci na měření barvy sladiny. Jako srovnávací standardy barevných škál jsme použili škálu kotoučů EBC I a EBC II, používanou v komparátoru Hellige a škálu barevných roztoků podle Hartonga, které mají definované trichromatické ordináty x , y , z [1]. Oproti Analytice EBC uvádíme kompletní popis standardů pomocí hodnot X , Y , Z ; x , y , z ; L , a , b . Na příkladech jsou ukázány nedostatky metody stanovení barvy, která je založena na korelaci hodnot škály EBC pouze s trichromatickou souřadnicí x .

MATERIÁL A METODY

Helligeho komparátor se sadami barevných kotoučů škály EBC I a EBC II

Spektrofotometr Specord M-40 (Carl-Zeiss, Jena)

Hartongovy roztoky škály EBC připravené podle Analytiky EBC

Vzorky laboratorní sladiny o různé hodnotě barvy EBC
Počítač třídy IBM PC/AT

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Na spektrofotometru Specord M-40 byla proměřena transmittanční spektra barevných kotoučů škály EBC I a II v rozsahu 400 až 700 nm v intervalech 20 nm. Stejně