

## ***Z výzkumu a praxe***

### **ZMĚNY BARVY PŘI OXIDACI PIVA**

Ing. JAN ŠAVEL, Ing. DANA ZDVIHALOVÁ, Ing. MARIE PROKOPOVÁ,  
B. Budvar, n. p., Č. Budějovice

#### **I. ÚVOD**

Barva piva náleží mezi důležité znaky, hodnotící jeho kvalitu. Piva známých značek se často vyznačují typickými hodnotami barvy, očekávanými od spotřebitelů. Kromě pěnivosti jsou barva a čírost piva znaky, se kterými se konzument setkává nejdříve a které jej prvotně ovlivňují.

S barvou piva souvisí barva surovin i meziproduktů v průběhu výroby. Barva rovněž reaguje na výrobní operace, spojené s teplotními změnami, nebo oxidačně redukčními pochody.

Mnoho látek, vznikajících při výrobě sladu a piva, je barevných, přestože suroviny obsahují jen menší podíl barevných látek, např. část tříslovin, nebo hořkých látek chmele. Tvorba barvy zahrnuje Maillardovy reakce, založené na reakci cukrů s aminoskupinami aminokyselin, peptidů a dalších sloučenin. Tyto reakce se uplatňují během sladování a při vaření piva. Cukry mohou rovněž karamelizovat, často za katalytického působení aminosloučenin [1].

Další barevné změny souvisejí s oxidací polyfenolových látek a anthokyanogenů. Polyfenolové látky mohou reagovat i s dusitany, při výrazném posunu odstínu barvy do červena [2].

Typické barevné změny souvisejí se stárnutím piva. Obvykle se uvádí, že pivo je jen tak dlouho dobré, dokud nezmění barvu. Pokles chuťové i koloidní stability je spojen se změnami barvy látek, které se na těchto změnách podílejí. Tvorby těkavých aldehydů, které se v současnosti považují za

základní příčinu změn chuti a vůně piva, se zúčastní barevné melanoidní i polyfenolové látky [3].

Také měření barvy prodělalo významné změny. Od původně používaných jódových roztoků, Hartongova roztoku nebo roztoků organických barviv se přes barevná skla nebo fólie přešlo k spektrofotometrickým metodám. V současnosti se nejčastěji používá měření absorbance při 430 nm, protože hodnocení při 530 nm bylo méně přesné [4].

Dalším stupněm měření bylo podrobné hodnocení a vyjadřování barvy v barevném prostoru CI-ELAB, popř. v pravoúhlých prostorových souřadnicích  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Tyto hodnoty udávají tón, sytost a jas barvy a je možné je získat transformací absorpčního spektra piva [5].

Ve shodě s tím je možno získat piva se stejnou hodnotou barvy, měřenou při 430 nm, ale s rozdílným barevným vjemem u spotřebitele. Rozdíly barev dvou piv souvisejí se vzdáleností příslušných bodů v trojrozměrném barevném prostoru [6].

Pro průběh chemických reakcí a zastoupení jednotlivých látek jsou charakteristická absorpční spektra, zatímco vyjadřování barvy v barevném prostoru se nepoužívá. Hodnocením změn absorbancí těchto látek ve viditelné oblasti se zabývá následující sdělení.

V předchozím sdělení jsme ukázali, že při oxidačním stárnutí piva se současně s jeho smyslovou a koloidní stabilitou mění i jeho barva [7,8].



## 2. MATERIÁL A METODY

### 2.1 Roztok oxidačních činidel

5% roztok peroxodisíranu (persíranu) draselného  $K_2S_2O_8$  a 40% roztok peroxodisíranu (persíranu) amonného  $(NH_4)_2S_2O_8$  (Lachema, n. p., Brno) se připravily rozpuštěním čistých látek v destilované vodě. Roztoky oxidačních činidel se dávkovaly do piva v množství odpovídajícím požadované výsledné koncentraci.

### 2.2 Chemikálie (fenolické látky) a zkratky jejich názvů

Resorcin (RE), pyrogallol (PG), pyrokatechin (PC) a hydrochinon (HY) pocházely od firmy Merck, 4-hydroxybenzoová kyselina (4B), 3-hydroxybenzoová kyselina (3B), 3,4-dihydroxybenzoová kyselina (DB) a kyselina gallová (GA) od firmy Fluka.

Jako stabilizační prostředky Stabiquick 83 (Stabifix BT), zkratka STAB a Polyclar Super R (ISP USA), zkratka PVPP, se použily preparáty, komerčně dodávané firmou Stabifix BT, SRN.

### 2.3 Měření absorpčních spekter a absorbancí

Absorpční spektra se měřila spektrofotometrem CADAS 100 (Dr. B. Lange, SRN) s programem PCSCAN v intervalu 10 nm. Při zkráceném záznamu spektra se snímalo vždy 9 hodnot absorbance od 380 do 700 nm v intervalech po 40 nm proti destilované vodě.

### 2.4 Roztok melanoidinů

72 g maltosy, 18 g glukosy, 150 mg xylosy a 1,5 g glycinu se rozpustilo v 1 litru 0,02 M fosfátového ústojného roztoku a vařilo 100 min pod zpětným chladičem, s následným ochlazením [9].

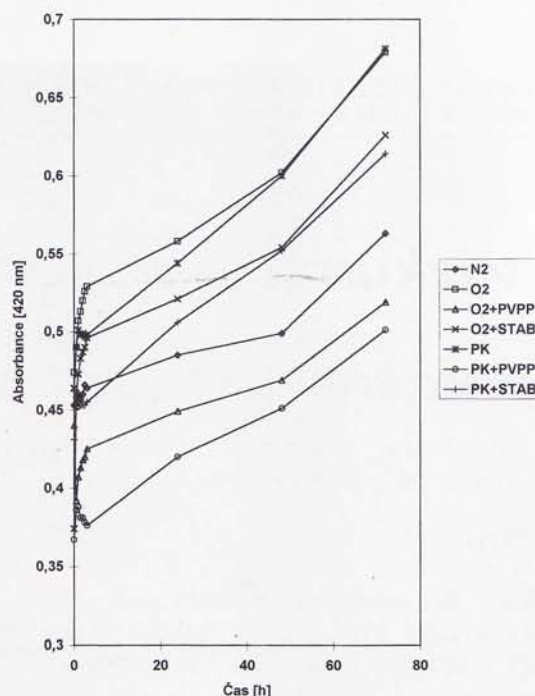
## 3. VÝSLEDKY

### 3.1 Vliv úpravy piva, způsobu oxidace a doby ohřevu na barvu piva

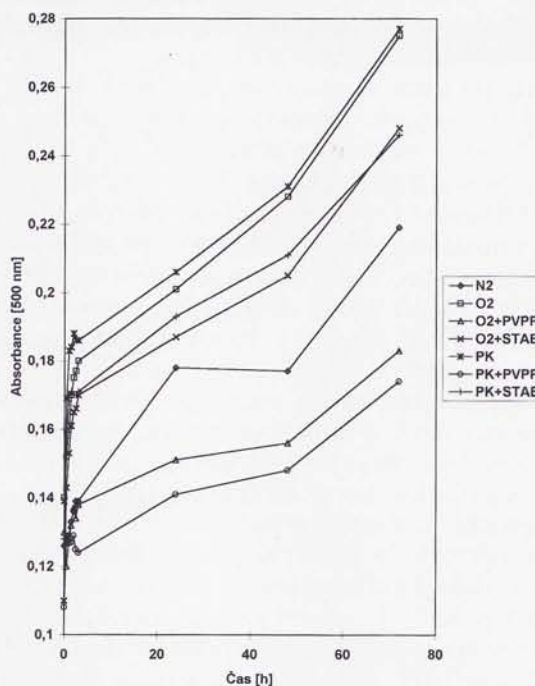
Vzorky piva se třepaly 30 min pod atmosférou dusíku nebo vzduchu, aby se získaly vzorky s nízkým ( $0,2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) a vysokým ( $8 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) obsahem rozpuštěného kyslíku. Pod atmosférou vzduchu se rovněž třepaly vzorky piva s přísadkou PVPP nebo Stabiquicku 83 v koncentraci  $10 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ . Po filtraci se vzorky pív, nasycené vzdušným kyslíkem, zahřívaly při  $60^\circ\text{C}$  s přísadkou peroxodisíranu draselného (výsledná koncentrace 0,05 %) nebo amonného (0,2 %), nebo bez přísadky oxidačního činidla. Souběžně se zahřívával vzorek s nízkým obsahem rozpuštěného kyslíku. Během ohřevu se odebíraly vzorky a měřily jejich absorbance v rozmezí 380 až 700 nm.

Typický nárůst absorbancí se vyskytoval v rozmezí 420 až 540 nm, nad touto hodnotou absorbance některých vzorků opět klesaly. Také pořadí jednotlivých vzorků podle hodnot absorbance se lišilo u některých vlnových délek. V oblasti vlnových délek 600–700 nm se z počátku hodnoty ab-

Obr. 1. Změna absorbance piva [420 nm] po oxidaci vzduchem a peroxodisíranem draselným PK [0,05 %] při  $60^\circ\text{C}$

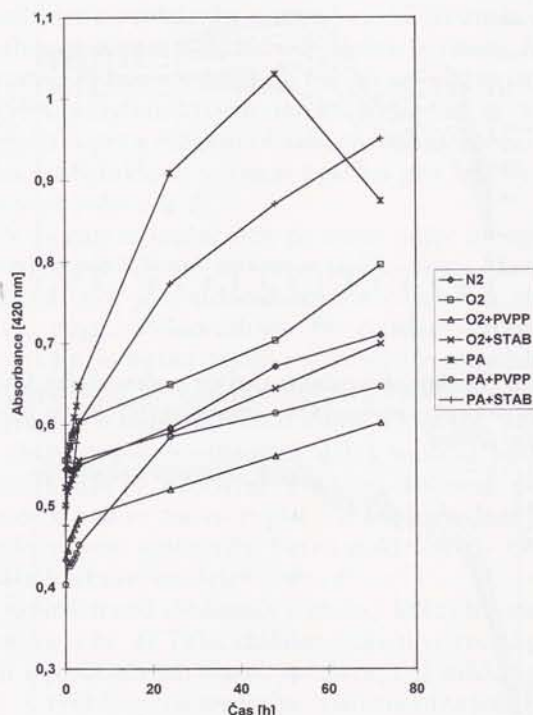


Obr. 2. Změna absorbance [500 nm] piva při oxidaci vzduchem [ $O_2$ ] a peroxodisíranem draselným PK [0,05 %] při  $60^\circ\text{C}$





Obr. 3. Změna absorbance [420 nm] piva po oxidaci vzduchem a peroxidisíranem amonným PA [0,2 %] při 60 °C



sorbance zvyšovaly, po 2 dnech ohřevu poklesly a pak se opět zvýšily.

Obrázek 1 a 2 znázorňují změny absorbancí pív při 420 a 500 nm. Typické je výrazné celkové snížení hodnot absorbancí po aplikaci PVPP a naopak nárůst absorbancí po oxidaci, přičemž v prvních fázích oxidace byla rychlost nárůstu absorbance podstatně vyšší, někdy po počátečním poklesu. Při silné oxidaci peroxidisíranem amonným absorbance vzorku po silném nárůstu dokonce poklesla (obr. 3).

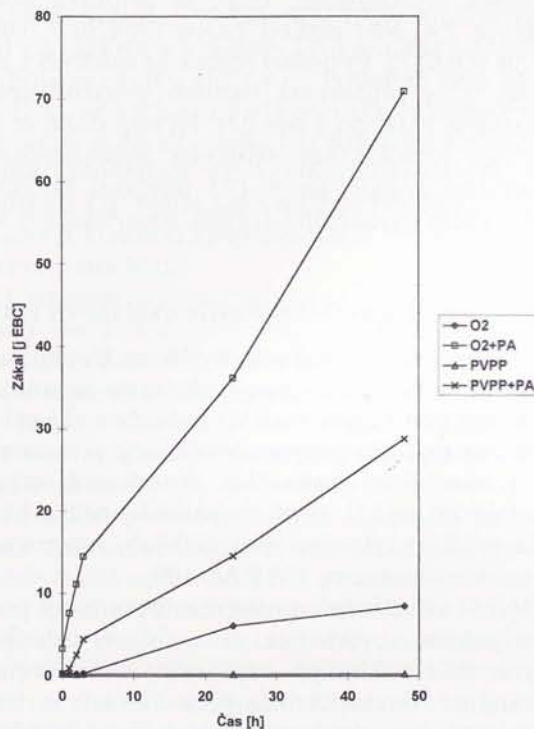
### 3.2 Vliv úpravy piva, způsobu oxidace a doby ohřevu na stabilitu piva

Pivo, nasycené vzdušným kyslíkem třepáním po 30 min, se zahřívalo při 60 °C s přidavkem peroxidisíranu amonného (0,2 %) nebo bez něj, podobně jako pivo upravené v provozním stabilizačním filtru PVPP (30 g.h<sup>-1</sup>) s nízkým obsahem rozpuštěného kyslíku. V průběhu ohřevu se odebíraly vzorky a po chlazení 24 h při 0 °C se měřil chladový zákal (obr. 4). Podobně jako v předešlém pokusu byla rychlost změny tvorby zákalu vyšší v počátečních fázích oxidace.

### 3.3 Oxidace fenolických látek

Jednoduché fenoly a jejich deriváty se oxidovaly vzdušným kyslíkem nebo přidavkem peroxidisíranu draselného. Roztoky sloučenin o koncen-

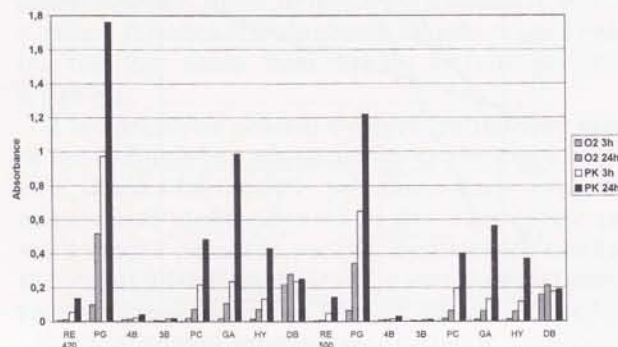
Obr. 4. Tvorba chladového zákalu při oxidaci vzduchem [O<sub>2</sub>] a peroxidisíranem amonným PA [0,2 %] při 60 °C



traci 0,2 % ve fosfátovém ústojném roztoku (0,2 mol.l<sup>-1</sup>) s hodnotou pH 4,5, nasycené vzdušným kyslíkem, se zahřívaly 3 a 24 h při 60 °C s přidavkem peroxidisíranu draselného (0,05 %) a bez něj. Změny absorbance roztoků při 420 nm uvádí obr. 5. Při vyšších hodnotách vlnových délek se vzájemné relace mezi absorbancemi jednotlivých roztoků v některých případech změnily.

Při ohřevu roztoku kyseliny 4-hydroxybenzoové (0,2 %) v ústojném roztoku s hodnotou pH 4,5 s přidavkem 0,2 % peroxidisíranu amonného lze po 3 dnech při 60 °C získat slabě zakalený roztok, při silnější oxidaci i hnědý zákal. Hnědý zbarvený zákal lze snadno získat povařením roztoku kyseliny 4-hydroxybenzoové s persíranem amonným.

Obr. 5. Změny absorbance [420,500 nm] fenolů po oxidaci vzduchem [O<sub>2</sub>] a peroxidisíranem draselným PK [0,05 %] při 60 °C





### 3.4 Oxidace melanoidních látek a ostatních barevných produktů

Roztok melanoidinů, který se připravil podle odstavce 2.4, měl nízkou barvu ( $A[420] = 0,093$ ,  $A[500] = 0,057$ ). Výsledný roztok se zahřívá 1 den při 60 °C s přidavkem roztoku peroxodisíranu draselného (0,05 %) a bez něj. Po této době se absorbance roztoku bez přidavku peroxodisíranu draselného zvýšila asi o 1/3 původní hodnoty, s přidavkem oxidačního činidla absorbance o 1/3 poklesla.

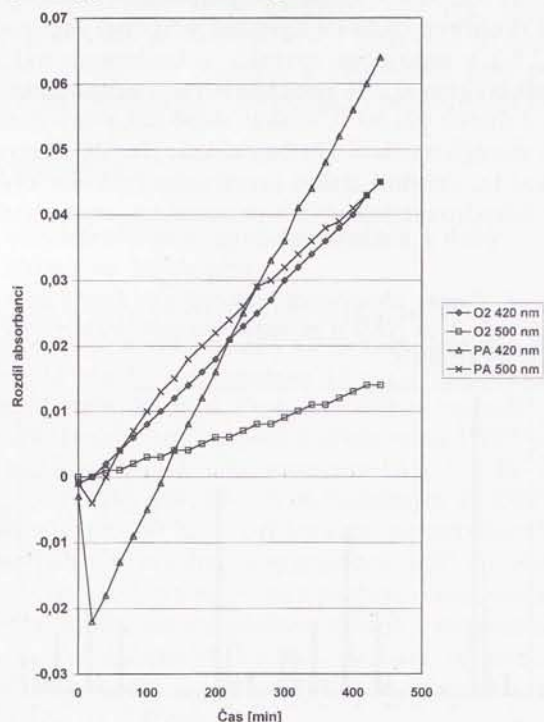
### 3.5 Diferenční spektrofotometrie oxidačních reakcí

Pivo nasycené vzdušným kyslíkem třepáním se oxidovalo přidavkem peroxodisíranu amonného (výsledná koncentrace 0,2 %) nebo bez něj při laboratorní teplotě. Změny absorbance piva se měřily v čase proti hodnotám absorbance vzorku ihned po vytřepání, popř. v okamžiku přidavku činidla při různých vlnových délkách, programem  $\lambda/t$  spektrofotometru CADAS 100.

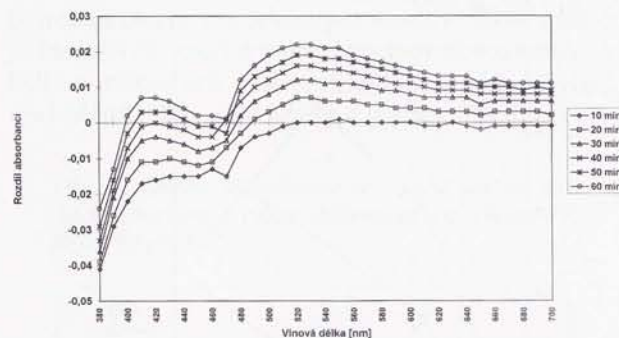
Měření absorbance prokázalo nevýrazný počáteční pokles absorbance při oxidaci vzduchem a výraznější pokles při oxidaci peroxodisíranem amonným. Při vyšších vlnových délkách se tento efekt v počátku oxidace uplatňoval jen nepatrně (obr. 6).

Průběh oxidace se měřil znovu v celé oblasti vlnových délek programem PCSCAN v 10 min intervalech po přidavku 0,2 % peroxodisíranu

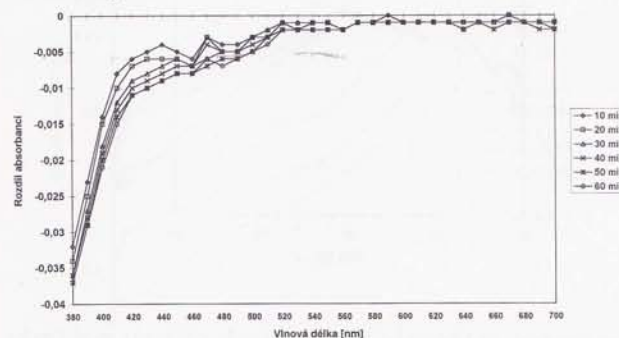
Obr. 6. Změny absorbancí piva při oxidaci vzduchem [O<sub>2</sub>] a peroxodisíranem amonným PA [0,2 %] při laboratorní teplotě



Obr. 7. Změny absorpčních spekter piva při oxidaci peroxodisíranem amonným [0,2 %] při laboratorní teplotě



Obr. 8. Změny absorpčních spekter melanoidních látek při oxidaci peroxodisíranem amonným [0,2 %] při laboratorní teplotě



amonného proti vzorku ihned po přidavku oxidačního činidla (obr. 7). Podobná měření znázorňuje obr. 8 pro roztok melanoidních látek.

Při oxidaci piva lze počáteční pokles absorbance vysvětlit oxidací melanoidních látek, zatímco nárůst absorbance oxidací polyfenolových látek.

## 4. DISKUSE

Oxidační změny piva souvisejí s jeho barevnými změnami, tzn. se změnami absorpčního spektra ve viditelné oblasti. Hlavními veličinami, na kterých tyto změny závisí, jsou přítomnost, koncentrace a oxidační stupeň prekursorů barevných sloučenin, obsah rozpuštěného kyslíku, redukujících látek, např. oxidu siřičitého, a teplota. Kyslík se přitom v chemických reakcích uplatňuje především jako reaktivní radikály, např. hydroxylový radikál OH\*. Předpokládá se vznik radikálů za katalytické účasti iontů kovů, nejčastěji železa nebo mědi [10].

Při sledování vlivu oxidace je obtížné zajistit konstantní obsah rozpuštěného kyslíku, který se může spotřebovávat již při vytřepávání piva. Proto jsme navrhli metodu řízené oxidace, při níž se do piva dává roztok peroxodisíranu draselného nebo amonného. Tato sloučenina se postupně rozkládá za tvorby peroxidu vodíku, přičemž



předpokládáme současný vznik kyslíkových radikálů.

Oxidace vzdušným kyslíkem i roztokem peroxodisíranu prokázala výrazně rychlejší změny absorbance piva v počátečních fázích oxidace. Je zajímavé, že barva narůstala i u piv se sníženým obsahem polyfenolových látek. Nejméně se barva měnila u piv s nízkým obsahem rozpuštěného kyslíku, což dokládá význam kyslíku pro změny barvy piva (*obr. 1 a 2*).

V počátku oxidačních procesů může absorbance piva při 420 nm dokonce poklesnout. Možným vysvětlením je oxidační reakce ostatních složek piva, např. melanoidinů. Při oxidaci vzdušným kyslíkem je nutno zvážit i oxidační změny během vytřepávání. Kromě počátečních změn stoupá absorbance v rozsahu všech vlnových délek, ačkoliv v oblasti vyšších vlnových délek mohou hodnoty absorbance v průběhu oxidace dočasně poklesnout a pak se znovu zvýšit. Při silné oxidaci peroxodisíranem amonným barva poklesne i v oblasti nižších vlnových délek (*obr. 3*).

Stejný trend sledovaly i změny koloidní stability piva (*obr. 4*). Také chladový zákal se tvořil rychleji v počátečních fázích oxidace, což může souviset s rychlým vyčerpáním nahromaděných kyslíkových radikálů, nebo peroxidu vodíku a jejich postupným přísunem, popř. souviset s poklesem koncentrace sloučenin, tvořících přednostně barevné sloučeniny nebo prekursory zákalu.

Jak je z poklesu barvy po aplikaci PVPP patrné, tvoří podstatnou část barevných produktů polyfenolové látky. Je zřejmé, že PVPP může adsorbovat i oxidované barevné sloučeniny. Proto se sledovala jejich tvorba oxidací vybraných fenolických látek. V podstatě všechny fenolické sloučeniny se při oxidaci barvily do žluta nebo žlutohněda, čemuž odpovídají typická absorpční spektra. Při nízkých koncentracích fenolických látek (okolo  $100 \text{ mg.l}^{-1}$ ) lze oxidací silným oxidačním činidlem rovněž dosáhnout opětovného odbarvení již zbarveného roztoku, např. u pyrogallolu. Podobného efektu se dosáhlo při silné oxidaci piva (*obr. 3*).

Výjimečné postavení měla kyselina 4-hydroxybenzoová, jejíž silnou oxidací lze vyvolat nejen tvorbu zbarvených sloučenin, ale i zákalů. Lze tedy teoreticky předpokládat i vznik zákalů oxidací fenolických látek bez účasti bílkovin.

Z toho je patrné, že již ve směsi různých fenolických látek s různými jejich koncentracemi lze získat odlišné průběhy absorpčních spekter s dalšími rozdílnými změnami během oxidace.

Významná úloha fenolických látek se přikládá jejich schopnosti redukovat kovové ionty a tím přenášet kyslík na jiný oxidovatelný substrát, např. na vyšší alkoholy prostřednictvím kovových iontů. Současně mohou jiné fenolické látky vázat kyslíkaté radikály [11].

Účast při tvorbě těkavých aldehydů i barvy se přiznává rovněž melanoidním látkám [9]. Také na úlohu melanoidních látek a reduktorů existují rozdílné názory. Melanoidní látky mohou reagovat s kyslíkem a v dalším kroku oxidovat vyšší alkoholy za vzniku aldehydů. Podobně jako fenolické látky se mohou uplatňovat jako akceptory kyslíkových radikálů, nebo naopak jako redukční činidla, umožňující redukci iontů kovů a tím i vznik radikálů [3]. Podle toho mohou obě skupiny látek zastávat kladnou nebo zápornou roli při tvorbě těkavých aldehydů.

Celkovou změnu barvy při oxidačních pochodech lze získat jako měření změn absorpčních spekter v čase. Při řízené oxidaci lze i při laboratorní teplotě dobře rozeznat počáteční pokles absorbance a následný, téměř lineární trvalý růst absorbance, což svědčí o kinetice nultého řádu v této fázi reakce (*obr. 6*). Výraznější změny absorbance při oxidaci peroxodisíranem amonným proti oxidaci vzdušným kyslíkem umožňuje předpokládat vznik kyslíkatých radikálů, podobně jako při oxidaci fenolických sloučenin (*obr. 5*). Výsledky ukazují, že v pivu se nacházejí látky, reagující na oxidaci zbarvováním nebo odbarvováním roztoku. Tuto úlohu by mohly plnit i melanoidní látky, neboť podle našich měření se melanoidy oxidací odbarvují (*obr. 8*).

Vlnové délky 420 a 500 nm se volily podle orientačního výběru dvou vlnových délek na základě dělení viditelného spektra po 40 nm. Z takto získaných výsledků a z diferenčních spekter se později navrhla kombinace 380 a 540 nm, která se již podrobně neověřovala. Vlnová délka 380 nm se volila vzhledem k vysokému poklesu absorbance roztoku melanoidních látek proti srovnávacímu vzorku při diferenční spektrofotometrii (*obr. 8*) ve srovnání s nárůstem absorbance po oxidaci fenolických látek. Tento výběr bude nutné ověřit v další studii.

Při snížení obsahu fenolických látek třepáním s PVPP se zvýší pokles absorbance po přidávku peroxodisíranu amonného, což svědčí o současné reakci melanoidních i fenolických látek s kyslíkem, popř. o vzájemném přesunu elektronů mezi těmito látkami. Pozorovaný pokles absorbance při oxidaci pravděpodobně umožní odhadnout vzájemný poměr mezi oxidací melanoidních látek v pivu i fenolických sloučenin. Podle tvaru spekter lze pro tento účel využít měření při 380 a 540 nm.

Z modelových pokusů vyplývá, že oxidace piva se pravděpodobně zúčastní více souběžných reakcí. Z dosavadní teorie i výsledků pokusů vyplývá, že primární úlohu při oxidaci pravděpodobně zastává tvorba peroxidu vodíku, kyslíkových radikálů a redukujících látek, které je mohou vázat nebo redukovat kovových iontů naopak přispívat k jejich vzniku. Chování modelových systémů, složených



z hlavních skupin složek zúčastňujících se těchto reakcí, by pravděpodobně pomohlo určit podíl a vliv jednotlivých sloučenin na průběh reakce. Spektrofotometrická měření přitom představují vhodný nástroj pro řešení těchto úloh.

## LITERATURA

- [1] SMEDLEY, S. M.: *Brewers Guard.*, **124**, 1995, č. 10, s. 22–25.
- [2] ŠAVEL, J., PROKOPOVÁ, M.: *Kvas. prům.*, **38**, 1992, s. 321–325.
- [3] THUM, B., MIEDANER, H., NARZISS, L., BACK, W.: *EBC Proc.* 1995, s. 491–498.
- [4] SEATON, J. C., CANTRELL, I. C.: *J. Inst. Brew.*, **99**, 1993, s. 21–23.
- [5] SHARPE, F. R., GARVEY, T. B., PYNE, N. S.: *J. Inst. Brew.*, **98**, 1992, s. 321–324.
- [6] SMEDLEY, S. M.: *J. Inst. Brew.*, **101**, 1995, s. 195–201.
- [7] ŠAVEL, J., PROKOPOVÁ, M., ZDVIHALOVÁ, D.: *Kvas. prům.*, **41**, 1995, s. 374–378.
- [8] ŠAVEL, J., ZDVIHALOVÁ, D., PROKOPOVÁ, M.: *Kvas. prům.*, **42**, 1996, s. 11–15.
- [9] HASHIMOTO, N., ESHIMA, T.: *J. ASBC*, **35**, 1977, s. 145–150.
- [10] PROUSEK, J.: *Chem. listy* **89**, 1995, s. 11–21.
- [11] IRWIN, A. J., BARKER, R. L., PIPASTS, P.: The role of copper, oxygen, and polyphenols in beer flavor instability. Text přednášky, ASBC Congr. 1991.

*Lektoroval Ing. Pavel Čejka, CSc.  
Do redakce došlo 6. ledna 1996*

**Šavel, J.—Zdvihalová, D.—Prokopová, M.: Změny barvy při oxidaci piva.** *Kvas. prům.*, **42**, 1996, č. 3, s. 93–99.

Sledovaly se změny absorpčních spekter piva ve viditelné oblasti při oxidaci vzdušným kyslíkem a peroxidisíranem draselným nebo amonným. Oxidační děje spojené se změnou absorbance jsou nejrychlejší v počátečních fázích oxidace, přičemž může dokonce absorbance v počáteční fázi viditelného spektra dočasně poklesnout, což lze pravděpodobně přičíst oxidaci melanoidních látek. Diferenční měření změn absorbance při 380 a 540 nm během oxidace piva mohou posoudit poměr účasti melanoidních i fenolických látek při oxidaci. Modelová oxidace vybraných nízkomolekulárních fenolických látek prokázala rozdíly v barvě produktů, přičemž většina z nich poskytovala žluté až žlutohnědé roztoky. Kyselina 4-hydroxybenzoová vytvářela při oxidaci hnědočervené zákaly. Melanoidní látky se při oxidaci odbarvovaly. To svědčí o výskytu souběžných oxidačních reakcí s rozdílným účinkem při oxidaci piva.

**Šavel, J.—Zdvihalová, D.—Prokopová, M.: Colour Changes During Beer Oxidation.** *Kvas. prům.*, **42**, 1996, No. 3, p. 93–99.

Changes of beer absorption spectra in visible region during oxidation with air oxygen and potassium/ammonium peroxodisulfate were monitored.

Oxidation processes connected with absorbance changes are in most rapid progress during initial oxidation phase, whereby absorbance may even temporarily drop during initial stage of the visible spectrum, which may be caused by melanoidic compound oxidation. Differential measurements of absorbance changes at 380 and 540 nm during beer oxidation may serve as a judgement for proportional participation of melanoidic and phenolic compounds in the course of oxidation. Model oxidation of selected low-molecular phenolic compounds proved differences in product colour, the prevailing part of them rendering yellow to yellow-brownish solutions. 4-hydroxy-benzoic acid caused during oxidation brownish-red turbidities. Melanoidic compounds were decolourized during oxidation, which gives evidence of occurrence of parallel oxidation reactions with different effect during beer oxidation.

**Šavel, J.—Zdvihalová, D.—Prokopová, M.: Farbveränderungen bei der Bieroxidation.** *Kvas. prům.*, **42**, 1996, Nr. 3, S. 93–99.

Es wurden die Veränderungen der Absorptionsspektren des Bieres in dem sichtbaren Bereich bei der Oxidation mittels Luftsauerstoff und Kaliumperoxodisulfat oder Ammoniumperoxodisulfat verfolgt. Die mit der Absorbanzenveränderung verbundene Oxidationsprozesse verlaufen am schnellsten in den Anfangsstadien der Oxidation, wobei die Absorbanz in der Anfangsphase des sichtbaren Spektrums sogar vorübergehend absinken kann, was wahrscheinlich der Oxidation der Melanoidstoffe zugeschrieben werden kann. An den Differenzmessungen der Absorbanzenänderungen bei 380 und 540 nm während der Bieroxidation kann das Verhältnis der Beteiligung der Melanoid- und phenolischer Substanzen bei der Oxidation beurteilt werden. Die Modelloxidationen ausgewählter niedermolekularer phenolischer Substanzen zeigten Unterschiede in der Farbe der Produkte, wobei sie in den meisten Fällen gelbe bis gelbbraune Lösungen ergaben. Die 4-Hydroxybenzoesäure bildete bei der Oxidation braunrote Trübungen. Die Melanoidstoffe wurden bei der Oxidation entfärbt. Dies zeugt von dem Vorkommen paralleler Oxidationsreaktionen mit unterschiedlicher Wirkung bei der Oxidation des Bieres.

**Шавел, Я.—Здвигалова, Д.—Проконова, М.: Изменения цвета при окислении пива.** *Квас. прум.*, **42**, 1996, № 3, стр. 93–99.

Исследовались изменения абсорбционных спектров пива в видимой области при окислении воздушным кислородом и пероксодисульфатом калия или аммония. Окислительные действия, связанные с изменением абсорбан-



ций проходят наиболее быстро в начальных фазах окисления, причем даже абсорбация в начальной фазе видимого спектра может временно понизиться, причиной чего, по своей вероятности, является окисление меланоидных веществ. Дифференцированные измерения изменений абсорбаций при 380 и 540 нм в течение окисления пива могут дать оценку соотношения участия меланоидных и фенолических веществ при окислении. Модельные окис-

ления избранных низкомолекулярных фенолических веществ показали разницы в цвете продуктов, причем большинство из них представляло желтые — желтокоричневые растворы. 4-гидроксibenзойная кислота при окислении образовала бурые мутности. Меланоидные вещества при окислении обесцвечивались. Последнее свидетельствует о том, что здесь встречаются параллельные окислительные реакции с различным действием при окислении пива.

## NOVĚ VYŠLECHTĚNÉ ODRŮDY HOŘKÝCH CHMELŮ V ČESKÉ REPUBLICE

*Zpracováno s použitím přednášky na Pivovarských a sladařských dnech v Č. Budějovicích 22. 10. 1995*

Ing. JAN KUBÍČEK, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

### A. ODRŮDY BOR A SLÁDEK VYŠLECHTĚNÉ VE CHMELAŘSKÉM INSTITUTU, s. r. o., V ŽATCI

Významnou složkou činnosti Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského je spolupráce s Chmelařským institutem, s. r. o., v Žatci (dříve Výzkumný a šlechtitelský ústav chmelařský), zejména v oblasti posuzování analytických a pivovarsko-technologických vlastností tam nově vyšlechtěných chmelových odrůd. Tato spolupráce trvá již od roku 1964, tedy více než 30 let.

Oblast pěstování a produkce chmele funguje stále i dnes v podstatě mimo dosah a možnosti ovlivnění pivovarskou výrobou. Nabízí se zde možnost pro pivovarský průmysl sledovat směr a vývoj v oblasti chmelařského šlechtění, které u nás je a vždy bylo na vynikající světové úrovni. K posouzení předkládané, nově vyšlechtěné kultivary z Chmelařského institutu, prošly již užším výběrem z hlediska agrotechnického, posouzením odolnosti proti chorobám a škůdcům, zhodnocením výnosů. Kromě udržovacího šlechtění a výběru perspektivních aromatických klonů jsou do

hodnocení zařazovány i nové křížence — vysokoobsažné chmele, vynikající vysokým obsahem hořkých látek. Pěstování těchto chmelů bylo nadřízenými orgány v minulých letech důsledně blokováno. Nyní mohou být pivovary prostřednictvím této spolupráce připraveny na příjem této kvalitativně odlišné suroviny. Totéž platí pro zavádění nových klonů jemného, aromatického chmele, kde se otevírá možnost získání informací o vlastnostech těchto novošlechtění.

V rámci komplexního pivovarského vyhodnocení se u dodaných novošlechtění provádí jednak základní chemický rozbor (stanovení pryskyřičných frakcí, včetně obsahu  $\alpha$ -kyselin stanovených jako konduktometrická hodnota, nebo kapalínovou chromatografií (HPLC), jednak komplexní analytické a senzorické vyhodnocení čtvrtprovozních pokusných piv, která byla připravena na pokusném zařízení VÚPS (objem horké mladiny 20, příp. 40 litrů). Nově, ve srovnání s předchozími le-

Tabulka 1. Průměrné hodnoty prysk. frakcí u novošlechtěných chmelů a standardního klonu 72 podle databáze VÚPS

	celkové pryskyřice	měkké pryskyřice	$\alpha$ -kyseliny KH	tvrdé pryskyřice	$\beta$ -frakce	$\alpha$ -kyseliny: $\beta$ -frakci
vysokoobsažné křížence	19,8	16,5	7,7	16,7	9,0	1 : 1,16
aromatické klony	14,8	12,1	4,0	18,2	8,1	1 : 2,03
klon 72	14,1	11,5	3,5	18,7	8,0	1 : 2,28

— údaje v % hmot. v sušině, KH — konduktometrická hodnota