

jsme neváhali využít i konzultací se zahraničními experty. Dá se říci, že nová koncepce je na světě a my máme jistotu, že prostředky, které budou do Prazdroje vkládány, budou vynakládány optimálním způsobem.

Obdobně postupujeme i u pivovaru Gambrinus a dalších. Přípravované investice jsou podrobovány podstatně tvrdšímu ekonomickému pohledu než kdykoliv předtím, a proto musím přiznat, že většina dřívějších investičních záměrů podniku doznává zásadní změny a korekce.

Druhou oblastí, na kterou jsme se zaměřili, je zvládnutí přímé zahraničně-obchodní činnosti, a to jak co se týče vývozu piva, tak i dovozu zařízení a materiálu pro naši potřebu. K 1. 1. 1991 chceme být na úseku zahraničního obchodu zcela samostatní, a to vyžaduje velmi tvrdou přípravu. Bohužel ne vždy se přebírání některých obchodních spojení a smluv setkává s korektním přístupem všech dosud zúčastněných organizací. S tím jsme však museli počítat.

Pokud jde o vývoz piva, hledáme nová obchodní spo-

jení a snažíme se postupně v jednotlivých teritoriích za pomoci našich partnerů zajišťovat odpovídající marketing. V tomto směru se musíme ještě hodně a rychle učit.

A zcela na závěr. Prvním konkrétním výsledkem naší snahy bude založení společného podniku s jedním západoevropským partnerem. Tento podnik bude situován v Plzni a bude se zabývat zhodnocením velmi cenného pivovarského odpadu, tj. odpadních pivovarských kvasnic. Hodláme vyrábět koncentráty, které chybějí na vnitřním trhu a které je možno rovněž velmi výhodně vyvážet. Potěšilo nás, že tato naše iniciativa našla kladnou odezvu i u dalších významných výrobců piva v naší republice příslibem, že nám budou dodávat odpadní kvasnice ke zpracování. My zase nabídneme kromě dobré výkupní ceny i určitý podíl na zisku společného podniku.

Připravila Drahomíra Korecká

Z výzkumu a praxe

Význam železa v pivovarské technologii

663.4

Ing. PAVEL ČEJKA, CSc., Ing. JAN VOBORSKÝ, FRANTIŠEK FRANTÍK, prom. chemik, Ing. VLADIMÍR KELLNER, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 120 44 Praha

Klíčová slova: pivo, železo, pěnivost, stabilita, chuť, křemelina

1. ÚVOD

Úloze železa v pivovarském technologickém procesu byla věnována řada prací. Všeobecně se předpokládá, že železo se uplatňuje negativně až v hotovém pivu, neboť může mít vliv na tvorbu koloidního základu a vyvolávat chuťové změny. Názory na tuto problematiku jsou však často protichůdné a některé jsou postupně přehodnocovány. Cílem tohoto sdělení je přispět do diskuse vlastními experimentálními poznatky a konfrontovat je s dostupnými údaji z odborné literatury.

Metodika přípravy vzorků, stanovení koncentrace železa a popis techniky byly uvedeny dříve [1]. U většiny vzorků byl měřen celkový obsah železa na atomovém absorpčním spektrometru Varian AA-475. Pouze v některých speciálních případech, kdy bylo nutno rozlišit ionty Fe^{2+} a Fe^{3+} , byla aplikována modifikovaná spektrofotometrická metoda s 2,2'-dipyridilem [2].

2. PIVOVARSKÉ SUROVINY

Významným zdrojem železa je hlavně slad a může jím být rovněž varní voda. Obsah Fe ve sladové vodě se v rozmezí 30 až 80 mg/kg [3]. Přítomnost Fe ve varní vodě se všeobecně považuje za nežádoucí. Železo se může ve vodě vyskytovat v různých formách. Z rozpustných forem uvádíme například $[\text{FeOH}]^+$, $[\text{Fe}(\text{OH})_3]^-$ a $[\text{FeHCO}_3]^+$ obsahující železo v oxidačním stupni II a $[\text{FeOH}]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{OH})_2]^+$ a $[\text{Fe}(\text{OH})_4]^-$ s železem trojmocným. Kromě uvedených forem existuje ještě řada nerozpustných

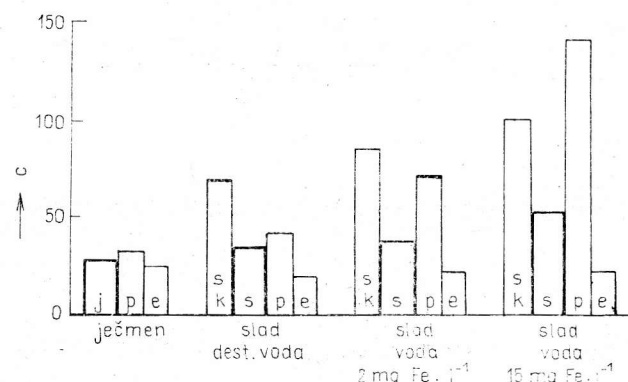
částic s obsahem železa. Používané metody obvykle nedovolují různé formy výskytu železa od sebe odlišit.

Běžně bývá příspěvek z vody malý — obsahuje-li voda 0,3 mg/l (maximální přípustné množství podle ČSN), činí tato hodnota pouze 2,5 % z celkového množství železa ze surovin. Rovněž příspěvek z chmele je nevýznamný a podílí se na celkovém množství Fe asi 5 %.

Obsah železa v surovinách a hotovém pivu, nalezený v laboratoři VÚPS Praha v letech 1981–89, je uveden v tabulce 1.

3. VÝROBA SLADU

Máčecí voda s vyšším obsahem železa je všeobecně považována za nevhodnou. Tento názor vychází zřejmě ze zkušenosti, že obsah Fe v máčecí vodě ovlivňuje barvu zeleného sladu [1]. K podrobnějšímu průzkumu pohybu železa v průběhu sladování byly uskutečněny modelové pokusy. V máčecí vodě byla zvýšena koncentrace Fe na hodnoty 2 a 15 mg/l, současně byla zrna máčena v destilované vodě jako srovnávací pokus.



Obr. 1. Distribuce Fe ve sladu, připraveném po máčení v destilované vodě a vodě s přidávkou 2 a 15 mg.l⁻¹ Fe

j — ječmen, p — pluchy, c — koncentrace železa (mg.kg⁻¹), s — slad, e — endosperm, sk — sladový květ

Tab. 1. Obsah Fe v surovinách a hotovém pivu VÚPS Praha 1981–89

	Počet vzorků	Rozmezí koncentrace (mg/l, resp. mg/kg)
Varní voda	187	0–0,32 extrémně až 3,5
Slad	88	36–69
Chmel	26	156–392
Mladina	89	0–0,19
Kvasnice	8	75–134
Hotové pivo	389	0,01–0,45 extrémně až 1,8

Ječmen byl sladován v mikroskladovně standardním způsobem (máčení 4, 6 a 6 hodin pod vodou se vzdušnými přestávkami 20 a 18 hodin; klíčení 6 dní s maximální teplotou 14 °C a hvozdění s dotahováním 4 h při 79 °C).

Bylo prokázáno, že zvýšená hladina Fe v máčecí vodě neovlivnila rychlost příjmu vody zrnem při máčení, intenzitu klíčení ani sladovací ztráty. Byla však porušena typická slámová barva sladu a zrno mělo nahnědlý až narůžovělý odstín. Z analytického hlediska nebyly shledány mezi hotovými vzorky sladu významné rozdíly, včetně barvy sladin. Distribuce Fe v zrně je znázorněna na obr. 1.

Je patrné, že Fe z máčecí vody se absorbuje hlavně v pluchách a do vnitřních částí zrn neproniká, což je zřejmě způsobeno velikostí hydratovaného iontu Fe. Rovněž se potvrdilo zvýšení koncentrace ve sladovém květu, jak již bylo konstatováno v práci [1]. Rozborem kongresních sladin bylo zjištěno, že zvýšený obsah železa ve sladovém zrně se ve sladině projeví jen minimálně.

4. VÝROBA PIVA

4.1 Vztah mezi koncentrací železa ve sladu a sladině

V šestnácti vzorcích sladu byl stanoven obsah železa a porovnán s obsahem Fe v příslušné kongresní sladině. Vypočtený korelační koeficient $r = 0,22$ poukazuje na skutečnost, že koncentrace železa ve sladině je ovlivněna jinými faktory než původní koncentrací ve sladu.

4.2 Koncentrační změny železa při výrobě sladin a mladiny

I když pivovarské suroviny mohou obsahovat značné množství železa, do piva přechází jen zanedbatelný podíl. Podle údajů, které uveřejnili Høyrup [4] a Vogt [5], bylo vypočítáno, že pouze 0,5 až 2 % Fe přítomného v surovinách přechází do mladiny.

Zvýšený obsah železa mohou obsahovat především některé varní vody. Vliv obsahu Fe ve varní vodě byl zjišťován přidávkou železa do výstřicové vody. Pokusy byly uspořádány formou modelových várek ve čtvrtprovozním měřítku (experimentální uspořádání bylo uvedeno v práci [6]). V pokusu byl zvolen extrémní přírůstek 10 mg/l Fe (jako FeSO_4), srovnávací pokus byl proveden s destilovanou vodou. Výstřika s přidávkou železa dostala ihned po vystření nepřirozenou šedomodrou barvu, která byla pozorována až do stadia scezování (jako vyslázovací voda byla použita voda destilovaná). Rovněž měla mělo našedlou barvu. Většina přidávaného železa (téměř 90 %) se ihned v úvodních fázích adsorbovala na sladové částice. K dalšímu úbytku došlo adsorpcí na kaly, takže konečná koncentrace v mladině byla pouhých 0,18 mg/l (ve srovnávací váře 0,08 mg/l). Výsledná hodnota barvy mladiny se téměř nelišila od barvy mladiny srovnávací várky, rovněž obsah celkových polyfenoů nebyl oproti očekávání nižší. Ani v dalších analytických kritériích nebyly zjištěny významné rozdíly. Várky byly dovedeny až do hotového piva, po senzoričce stránce byly hodnoceny stejně.

4.3 Kvašení a dokvašování

V kvasničné buňce je železo důležitou složkou některých hemových enzymů [7]. Dosud nebyly v pivovarské literatuře nalezeny zmínky o možném nedostatku tohoto prvku v mladině, což by mohlo mít za následek poruchy kvašení. Pro kvašení je Fe netoxické i ve vyšších koncentracích [8, 9].

Obsah Fe v kvasnicích dosti kolísá (asi od 20 do 150 mg/kg sušiny) a nebyla nalezena žádná souvislost mezi jeho obsahem v mladině a v kvasnicích.

4.4 Filtrace piva

Jak již bylo dříve řečeno, obsah železa v surovinách má jen nepatrný vliv na finální koncentraci železa v pivu. Obsah železa v hotovém pivu je určen mírou jeho uvolnění z nechráněného povrchu technologického zařízení a hlavně z filtračních prostředků [10, 11]. Za hlavní kontaminační zdroj Fe v pivu je považována křemelina

[4, 5, 12]. Míra rozpustnosti železa z různých typů křemeliny byla zkoumána v modelových pokusech. Ze zahraničních křemelín byly zvoleny křemeliny Calite (Hyflo Super Cel-HSC, Filter Cel-FC a Celite 512-C 512), Calocel (DIC/B a CBL/3, z tuzemských Calofrig Borovany (F 60, F 20 a F 4).

Křemelina byla vyluhována ve třech různých 12 % pivech (5 g/l piva po dobu 24 h). Získané výsledky včetně celkového obsahu Fe v křemelinách jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2. Rozpustnost Fe v pivu z různých křemelín

Křemelina	Obsah Fe v křemelině (mg/kg) ×	Obsah Fe v pivu (mg/l)		
		A	B	C
Hrubé křemeliny	HSC	8 750	19,4	12,8
	DIC/B	8 120	9,4	8,8
	F 60	4 440	2,6	0,3
Střední křemeliny	C 512	6 400	1,8	2,8
	F 20	3 670	4,1	4,0
Jemné křemeliny	FC	3 500	4,6	1,2
	CBL/3	10 430	4,3	4,4
	F 4	3 990	1,2	1,6
pH piva		4,61	4,54	4,35

× S nově provedl VÚ keramický v Karlových Varech podle ČSN 720 110.

Intenzivnější digesce železa z křemeliny HSC je patrně způsobena tavídelm použitým při kalcinaci, neboť křemelina C512 kalcinovaná podle údajů výrobce bez tavidla vykazuje rozpustnost železa v pivu podstatně nižší. Příznivé výsledky v tomto směru byly zjištěny zejména u kalcinované křemeliny Calofrig F 60. Ostatní křemeliny Calofrig F 20 a nekalcinovaná Calofrig F 4 vykazují srovnatelnou rozpustnost železa jako obdobné zahraniční výrobky.

Za zmínku stojí podstatně vyšší rozpustnost Fe v pivu C, které se od piv A a B lišilo výrazně nižší hodnotou pH. Časový průběh rozpouštění Fe v pivu (tab. 3) uká-

Tab. 3. Časový průběh rozpouštění Fe z křemeliny HSC v pivu

Čas (min)	Obsah Fe v pivu (mg/l)	Fe uvolněné z 1 kg křemeliny (mg) (vypočtená hodnota)	Podíl uvolněného Fe z Fe v křemelině* (%)
0 (pávodní pivo)	0,08	—	—
1	0,30	44	0,5
2	0,39	62	0,7
5	0,49	82	0,9
15	0,66	116	1,3
60	0,66	116	1,3

* Celkový obsah Fe v křemelině HSC = 8 750 mg/kg

že nejvíce železa se rozpustí v prvních etapách styku křemeliny s pivem, přičemž nejrychlejší rozpouštění je do prvé minuty. Pro praxi to znamená, že nejvíce železa přejde do piva v prvních podílech po naplavení.

Vzhledem k podmínkám pokusu se předpokládalo, že kvantitativní význam těchto výsledků bude v provozu podstatně menší. Tento předpoklad byl ověřen dvěma provozními filtracemi s použitím různých křemelín. V prvním pokusu byly aplikovány americké křemeliny (HSC + FC), ve druhém bylo 27,5 % křemeliny FC smícháno se 72,5 % křemeliny Calofrig.

Obsah Fe v naplavovací vodě po ukončení náplavů se pohyboval okolo 0,05 mg/l. Část rozpustného železa se tedy odstraní v naplavovací vodě. Během deseti minut po zahájení filtrace obsah Fe v pivu vzrostl o 0,15 mg/l při použití křemeliny Celite, u křemeliny Calofrig + FC o 0,06 mg/l. Po jedné hodině filtrace byl přírůstek Fe u křemeliny Celite 0,11 mg/l, u křemeliny Calofrig 0,02 mg/l. Po dvou hodinách filtrace se ustálil přírůstek při použití křemeliny Celite asi na 0,05 mg/l a při použití křemeliny Calofrig na 0,01 mg/l Fe. Ve shodě s labora-

torními výsledky jsou hodnoty u křemelin Calofrig příznivější než u amerických výrobků. Okamžitý obsah Fe nepřekročil ani v nejnejpříznivějším případě hodnotu 0,3 mg/l. Vyšší obsah Fe v prvních podílech filtrovaného piva lze snížit na velmi nízké průměrné hodnoty smícháním piva ve větších objemech v přetlačném tanku.

4.5 Pěnivost

Železo spolu s niklem a kobaltem patří mezi kovy, které se řadí k tzv. pěnivým pozitivním látkám [13, 14]. Cílem této části práce bylo zjistit, zda přirozený obsah Fe v pivu ovlivňuje jeho pěnivost. Důraz byl kladen na zjištění, které analytické metody stanovení pěnivosti nejvíce postihují změny stability. Pěny způsobené rozdíly v obsahu železa.

Nejdříve bylo zjišťováno, hromadí-li se při napěnění piva Fe v pění. Bylo prokázáno, že ze zkoušených prvků (Fe, Co, Ni, Cu, Mn a Zn) se železo v pění hromadí hned po kobaltu relativně nejvíce. Jeho obsah v pění, která zůstává po 4 minutách po nalití, je bez ohledu na druh piva asi třikrát až pětikrát vyšší než v původním pivu.

Experimentální ověření vlivu železa na pěnivost bylo sledováno na třech druzích 12% pív. Hladina obsahu železa v pivu byla upravena přidávkou síranu železnatého, resp. železitého do 0,5 l lahvi těsně před stočením na stáček lince. K maskování železa přítomného v pivu byla u části vzorků přidána kyselina ethylendiamin-tetraaminooctová (EDTA). Pěnivost byla stanovena několika různými metodami (NIBEM, DeClerck a Dijcker [15], Ross-Clark [16] a Šavel [17]).

Bylo prokázáno, že přidávek železa do piva výrazně zpomalil rychlost poklesu pěny (přidávek Fe 1 mg/l asi o 30 až 40 %). Pěnivost ovlivňuje i přirozený obsah Fe v pivu, neboť u všech sledovaných vzorků, kde byl vliv železa maskován přidávkou EDTA, došlo k rychlejšímu poklesu pěny oproti srovnávacímu vzorku. Rozdíl mezi Fe^{2+} a Fe^{3+} nebyl pozorován. Zaznamenan byl rovněž výrazný vliv obsahu Fe na přilnavost pěny na sklenici. Přidávkou EDTA se přilnavost snížila. U pív s nízkým přirozeným obsahem železa se tento efekt prakticky neprojevil.

Z výsledků metod, měřících hodnotu σ , tedy rychlost odvodnění pěny, vyplývá, že efekt přidavku je sice patrný, avšak mnohem méně výrazný ve srovnání s vlivem na rychlost poklesu pěny. Přibližně platí, že přidávek 1 mg/l Fe zlepší pěnivost podle druhu piva o 4–8 jednotek. Přirozený obsah železa v pivu ovlivňuje hodnotu jen nepatrně.

Pozorovaný paradox, že u některých metod stanovení pěnivosti se vliv přidavku Fe projevuje výrazněji než u jiných, spočívá v principu metody stanovení pěnivosti. Podle *Bishopa et al.* [14] a *Robertse* [18] kovové ionty buď samy nebo spolu s iso- α -hořkými kyselinami vstupují do povrchového filmu a stabilizují jej.

Tím lze vysvětlit, že zpomalují pokles pěny (brání koalescenci), což se projevuje zejména u metod založených na tomto principu. Na rychlost odvodnění pěny však mají vlastnosti tvořícího se povrchového filmu jen nepatrný vliv, a proto hodnota σ je ovlivněna jen minimálně. Změněnými mechanickými vlastnostmi povrchového filmu lze vysvětlit i vyšší adhezi piva na sklenici.

4.6 Koloidní stabilita

Vliv iontů železa v pivu na jeho koloidní stabilitu je všeobecně pokládán za nepříznivý [19, 20, 21]. Předpokládá se, že tyto ionty katalyzují oxidaci některých složek piva, zvláště látek polyfenolového typu, a tím stimulují vznik stálého koloidního zákálu. Podle *Chapona L.* a *Chapona S.* [22] se ionty Fe uplatňují v tzv. peroxidové fázi, ve které se peroxid vodíku, vznikající jako meziprodukt redukce molekulárního kyslíku, dále redukuje na vodu za vzniku oxidované formy substrátu.

Ke studiu vlivu Fe na zhoršení koloidní stability piva byly provedeny modelové pokusy u několika druhů pív s úpravou hladiny Fe (formou $FeSO_4$ a $Fe_2(SO_4)_3$). Dávkování jedné koncentrace bylo aplikováno současně do pěti lahví, v měsíčních intervalech se srovnávala intenzita zákálu mezi pokusnými a srovnávacími vzorky a výsledky byly statisticky vyhodnoceny analýzou rozptylu.

Oproti očekávání se nepotvrdily tendence k průkaznému zrychlování tvorby zákálu u pív se zvýšeným obsahem železa do koncentrace 1 mg/l Fe. Rozdíl mezi Fe^{2+} a Fe^{3+} nebyl pozorován. Pouze v případě, kdy bylo železo přidáno do piva s extrémně vysokým obsahem kyslíku (pivo bylo před stáčením uměle provzdušněno na hladinu 9,6 mg/l O_2 , která po pasteraci klesla na 3,2 mg/l O_2), zvýšila se průkazně rychlost tvorby zákálu oproti témuž pivu bez přidavku iontů železa. Celkově tato pozorování nepodporují mínění některých autorů o škodlivém účinku iontů Fe na koloidní stabilitu piva [20, 23]. Jsou však ve shodě se závěry *Silbereisena* a *Wittmana* [21], kteří studovali úlohu železa v pivu a zjistili, že ve vzorcích, kde v hrdlovém prostoru láhve bylo obsaženo značné množství kyslíku, se po přidavku 2,5 mg/l Fe jeho spotřeba zvýšila, což vedlo ke zrychlené tvorbě zákálu. U vzorků, kde byl kyslík v hrdlovém prostoru láhve nahrazen dusíkem, měl přidávek železa jen nepatrný vliv. Autoři rovněž nepozorovali žádný rozdíl mezi různými oxidačními stupni Fe. Rovněž *Gray* a *Stone* [19] se zmiňují o spolupůsobení kyslíku při vzniku koloidního zákálu vyvolaného zvýšením obsahu železa.

4.7 Vztah mezi obsahem železa v pivu a vytvořeným koloidním zákalem

Obsah železa v koloidních zákalech dvou stabilizovaných pív po dvou letech skladování je uveden v tabulce 4.

Tab. 4. Obsah železa v pivním zákálu a míra jeho nahromadění v zákálu oproti původní koncentraci v pivu

	Pivo A		Pivo B	
	Obsah Fe v zákálu (mg/l)	Poměr obsahu Fe v zákálu k jeho obsahu v pivu	Obsah Fe v zákálu (mg/l)	Poměr obsahu Fe v zákálu k jeho obsahu v pivu
Srovnávací	126	1 260	480	3 200
+ 4mg EDTA/l	64	640	350	2 300
+ 1mg Fe^{2+} + 1	282	256	915	795
+ 2mg Fe^{2+} + 1	—	—	1 160	540

Původní koncentrace Fe v pivu A = 0,10 mg/l
B = 0,15 mg/l

Zákál byl odstředěn po 22 měsících skladování

V porovnání s mědí [24] je obsah železa v zákálu několikrát nižší. Rovněž míra nahromadění Fe (poměr koncentrace Fe v zákálu ke koncentraci v původním pivu) je asi o jeden řád nižší než u mědi. Přidávek Fe do piva se sice odrazí v jeho obsahu v zákálu, avšak ne úměrně přidanému množství, takže míra nahromadění Fe v zákálu se oproti srovnávacímu vzorku snižuje. Výsledky analýzy obsahu Fe v pivu ihned po stočení s jeho zbytkovou koncentrací po určité době skladování (po odstředění zákálu) potvrdily, že do zákálu přechází jen relativně malé množství Fe (jednotky procent podle stáří zákálu).

Vzhledem k nedostatku prací, zvláště z poslední doby, zabývajících se analýzou kovů v koloidních zákalech, je obtížné získané výsledky porovnat s literárními údaji. Naměřené hodnoty koncentrace Fe v koloidním zákálu jsou v porovnání s výsledky uveřejněnými před více než třiceti lety *Hudsonem* [25, 26] několikrát nižší, což souvisí podle všeho se skutečností, že k experimentům byla použita piva odlišného složení a stanovení koncentrace kovů bylo prováděno méně citlivou spektrografickou metodou.

Jak již bylo uvedeno v předchozí práci [24], poměr železa k bílkovinám a polyfenolům v zákálu je řádově stejný jako v pivu a nedochází tedy k jeho koncentrování, jako je tomu u mědi. Tím lze vysvětlit i jeho nižší efekt na koloidní stabilitu piva v porovnání s Cu.

4.8 Senzorické vlastnosti

Při anonymních senzorických zkouškách (tzv. trojúhelníkový test) byla průkazně zjistitelná koncentrace 2 mg/l Fe v pivu, u některých vzorků již 1 mg/l Fe. Cizí příchutí byla označována jako kovová. Koncentrace vyšší než 1 mg/l Fe v pivu se prakticky vyskytuje jen ojediněle.

5. SOUHRN PRAKTICKÝCH POZNATKŮ

1. Zvýšený obsah Fe v máčecí vodě (nad hodnotu asi 2 mg/l) se projeví pouze nepřirozenou barvou hotového sladu, jeho kvalitativní vlastnosti však ovlivněny nejsou.

2. V průběhu varního procesu se Fe z média téměř úplně odstraňuje, a to i v případě jeho vyššího obsahu ve výstřací vodě. Z tohoto pohledu je zbytečné klást na tuto vodu z hlediska obsahu Fe přísné požadavky. Analytická kritéria mladiny jsou ovlivněna jen minimálně.

3. Železo obsažené v pivu pochází převážně z technologického zařízení a především z křemeliny. Obsah Fe se zvyšuje hlavně v prvních podílech filtrovaného piva, což lze eliminovat promícháním prvního podílu s dalším v přetlačném tanku.

4. Přirozený obsah Fe v pivu ovlivňuje pozitivně trvanlivost pěny a její přilnavost na stěny sklenice.

5. Vliv Fe na koloidní stabilitu není tak významný jako u mědi a pravděpodobně se projevuje nepříznivě u pív se zvýšeným obsahem rozpuštěného kyslíku.

6. Obsahy nad 1 mg/l Fe v pivu ovlivňují negativně chuťové vlastnosti nápoje, v běžných pivech se však tyto koncentrace vyskytují jen zcela ojediněle.

Literatura

- [1] KELLNER, V., ČEJKA, P., FRANTÍK, F.: Kvas. prům., 32, 1986, s. 73.
- [2] Analytica EBC, European Brewery Convention, Ed. Analysis Committee of the EBC, Schweizer Brauerei Rundscha, Zurich 1975 a 1985.
- [3] MÄNDL, D., HOPULELE, T., PIENDL, A.: Brauwissenschaft, 26, 1973, s. 307.
- [4] HØYRUP, H. E.: Brygmesteren, 22, 1985, s. 141, ref.: Brauwissenschaft, 19, 1986, s. 79.
- [5] VOGT, E.: Brauwelt, 110, 1970, s. 2.
- [6] KELLNER, V., ČEJKA, P., FRANTÍK, F.: Kvas. prům., 33, 1987, s. 248.
- [7] RODNEY, P. J., GREENFIELD, P. P.: Proc. Biochem. April 1984, s. 48.
- [8] VAN ENGEL, E. L.: Proc. Am. Soc. Brew. Chem., 1969, s. 35.
- [9] FEY, S. W., DE WITT, W. G., BELLAMY, B. R.: Proc. Am. Soc. Brew. Chem. 1967, s. 139.
- [10] HEYSE, K. V., FEIGL, R.: Brauwissenschaft, 33, 1980, s. 137.
- [11] OLSSON, H., PARRA, J., RANGO, J.: Techn. Quatrt., 20, 1983, s. 102.
- [12] HEYSE, K. V., ANGERER, J., ZOBAL, F.: Brauwelt, 119, 1979, s. 1037.
- [13] LUYKX, J. M. M.: J. Inst. Brew., 66, 1960, s. 399.
- [14] BISHOP, L. R., WHITEAR, A. L., INMAN, W. R.: J. Inst. Brew., 80, 1974, s. 68.
- [15] DE CLERCK, J., DE DIJCKER, D.: Brauwelt, 97, 1957, s. 700.
- [16] SOSS, S., CLARK, G. L.: Wall. Lab. Comm., 6, 1939, s. 46.
- [17] ŠAVEL, J. et al.: Kvas. prům., 32, 1986, s. 101.
- [18] ROBERTS, T. R.: Brewers Dig., 52, 1977, č. 6, s. 50.
- [19] GRAY, P., STONE, J.: Wall. Lab. Comm., 6, 1939, s. 24.
- [20] LE CORVAISIOR, H.: Brasserie, 12, 1957, s. 30.
- [21] SILBEREISEN, K., WITTMAN, G.: Proc. EBC, 1957, s. 263.
- [22] CHAPON, L., CHAPON, S.: Proc. EBC, 1977, s. 661.
- [23] URION, E., CHAPON, L., CHAPON, S.: Proc. EBC, 1957, s. 281.
- [24] ČEJKA, P., KELLNER, V., FRANTÍK, F.: Kvas. prům., 35, 1989, s. 131.
- [25] HUDSON, J. R.: J. Inst. Brew. 61, 1955, s. 127.
- [26] HUDSON, J. R.: J. Inst. Brew. 64, 1958, s. 157.

Lektoroval Ing. J. Masák, CSc.

Čejka, P. - Voborský, J. - Frantík, F. - Kellner, V.: Význam železa v pivovarské technologii. Kvas. prům., 36, 1990, č. 12, s. 354—357.

Práce se zabývá chováním železa v průběhu výroby piva a jeho vlivem na pěnívost, stabilitu a chuť piva. Vlastní experimenty autorů jsou srovnávány s údaji v literatuře. Bylo prokázáno, že vstupní obsahy v surovinách mají jen nepatrný vliv na finální koncentraci tohoto prvku v pivu. Nejzávažnějším zdrojem je rozpuštění Fe z křemeliny, přičemž míra rozpuštění je závislá na typu použité křemeliny, zejména na její úpravě a zrnitosti i na pH piva. Vliv na tvorbu zákalu je nízký. K negativnímu působení dochází při vysokých obsazích rozpuš-

těného kyslíku v pivu. Obsah Fe má pozitivní vliv na stabilitu pěny, výsledné hodnoty jsou však závislé na principu použité metody měření. Vysoké koncentrace Fe (nad 1 mg/l) v pivu způsobují kovovou příchut piva.

Чейка, П. - Воборски, Я. - Келлер, В. - Франтик, Ф.: Значение железа в пивоваренной технологии. Квас. прум., 36, 1990, № 12, стр. 354—357.

Работа занимается поведением железа в продолжение производства пива и его влиянием на пенообразование, устойчивость и вкус пива. Собственные эксперименты авторов сопоставляются с данными по литературе. Было доказано, что входные количества содержания в сырье оказывают только малое влияние на финальную концентрацию этого элемента в пиве; наиболее важным источником является растворение железа из кремне-земли, причем степень растворения зависит от типа примененной кремне-земли, особенно от ее обработки и зернистости, и от pH пива. Влияние на возникновение мутности низко, отрицательное действие происходит при высоком содержании растворенного кислорода в пиве. Содержание железа имеет положительное влияние на устойчивость пены, окончательные величины однако зависят от принципа применяемого метода измерения. Высокие концентрации железа (свыше 1 мг/л) в пиве вызывают металлический привкус пива.

Čejka, P. - Voborský, J. - Kellner, V. - Frantík, F.: Significance of Iron in Brewing Technology. Kvas. prům. 36, 1990, No. 12, pp. 354—357.

Changes in the iron concentration during the beer production and the effect of iron on the foaming power, stability and sensorial properties of beer are described. The authors compare their own results with those published in a literature. It was found that the Fe content in raw-materials affected its final concentration in beer only very a little. The main source of iron is kieselgur from which is this element dissolved. The quantity of dissolved iron in beer depends on the kind of kieselgur (its treatment and granularity) and on pH of beer. The effect of Fe on the turbidity is low. Its negative effect was observed at high concentrations of dissolved oxygen in beer. The content of Fe has a positive effect on the foam stability, however, the results depend on the method used for the determination. The high Fe concentrations (above 1 mg/l) cause the metallic taste of beer.

Čejka, P. - Voborský, J. - Kellner, V. - Frantík, F.: Bedeutung des Eisens in der Brauerei-Technologie. Kvas. prům. 36, 1990, Nr. 12, S. 354—357.

Die Autoren befassen sich mit dem Benehmen des Eisens im Verlauf der Biererzeugung und seinem Einfluß auf die Schaumfähigkeit, Stabilität und den Geschmack des Bieres. Die Ergebnisse der Eigenversuche der Autoren werden mit den Literaturangaben verglichen. Es wurde bestätigt, daß die Eingangsgehalte in den Rohstoffen nur einen unbedeutenden Einfluß auf die Finalkonzentration des verfolgten Elements im Bier ausüben. Die wichtigste Quelle stellt die Auflösung des Fe aus der Kieselgur dar, wobei das Maß der Auflösung von dem Typ der benützten Gur, vor allem ihrer Körnung und Aufbereitung, und von dem pH des Bieres abhängig ist. Der Einfluß auf die Trübungsbildung ist niedrig; negative Einwirkungen wurden bei hohen Gehalten des im Bier gelösten Sauerstoffs festgestellt. Der Gehalt des Fe hat einen positiven Einfluß auf die Stabilität des Schaumes, die Finalwerte sind jedoch von dem Prinzip der angewandten Messungsmethode abhängig. Hohe Fe-Konzentrationen (über 1 mg/l) erteilen dem Bier einen Metallgeschmack.