

Ing. JOSEF ŠKACH, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Předneseno na VI. konferenci Racionalizace fermentačních procesů a ekonomické informace, 24.–26. května 1983 — Zvíkovské Podhradí

Klíčová slova: pivo, koloidní stabilita, senzoričká stabilita, koloidní zákal, stabilizační prostředek, adsorbenty

1. Úvod

Logickým důsledkem zvyšování produkce lahvévého piva a růstu jeho exportu je snaha dosáhnout vysoké trvanlivosti. Nejedná se pouze o zachování čirosti, která je dnes samozřejmým požadavkem, ale o udržení všech kvalitativních znaků, jako chuť, vůně a pěnivost během transportu a skladování, přičemž koloidní a senzoričká stabilita spolu vzájemně úzce souvisí [1]. Příkladem spojovacího článku mezi uvedenými kvalitativními znaky a koloidní trvanlivostí mohou být polyfenolové a dusíkaté látky piva [2, 3, 4, 5].

2. Chemické složení zákalů

Hlavními komponenty koloidních zákalů jsou polypeptidy, polyfenoly, sacharidy a minerální látky zastoupené v různém vzájemném poměru [6]. Ten je ovlivněn souborem faktorů působících při vzniku zákalu. Jedná se především o množství zákalotvorných složek v pivu, redox-potenciál, působení světla, pohybu při transportu, skladovací teplotu a dobu skladování. Přes řadu informací o základním složení zákalů, činí potíže bližší charakterizace jednotlivých skupin látek [7].

2.1 Dusíkaté látky

Pro studium zákalotvorných dusíkatých látek byly používány různé techniky od ionexové chromatografie [8] přes dělení podle molekulových hmot pomocí gelové permeační chromatografie a isoelektrickou fokusaci [9, 10]

až po stanovní složení aminokyselin jednotlivých frakcí výšemolekulárních dusíkatých látek [11]. Výsledky řady prací z této oblasti přehledně zpracoval Bishop [12]. Jednotlivé názory lze shrnout takto:

Všechny výšemolekulární proteiny s molekulovou hmotností 13 500 ovlivňují tvorbu chladového zákalu tím, že negativní role proteinů roste s jejich molekulovou hmotností. Prokázat tento trend také u trvalého zákalu je obtížné, neboť v tomto případě se projevují i další těžko kontrolovatelné faktory ovlivňující vznik zákalu [10]. Je však třeba připomenout, že makromolekulární frakce obsahují značné množství materiálu nebílkovinné povahy, zejména sacharidů a polyfenolů, a proto rozdělení podle molekulových hmotností není dostatečné [12].

2. Z hlediska skladby aminokyselin se zdá, že je významný obsah kyseliny glutamové, prolinu, cysteinu a methioninu [10, 12].

3. Isoelektrickou fokusací bylo zjištěno, že s výjimkou nejbazičtějších proteinů jsou v zákalech zastoupeny všechny frakce přítomné v pivu. Rozdíly jsou však v množství jednotlivých látek. V zákalech je obsaženo podstatně více složek s isoelektrickým bodem pod $pH = 5,0$ [9]. Kromě toho byl pozorován během skladování nestabilizovaného piva posun ke kyselějšímu profilu. Tyto kyselé makromolekuly vznikají reakcí bazičtějších proteinů s jednoduchými polyfenoly už i během rmutování [13].

Uvedené názory jsou ve velmi dobré shodě s pozorováním, že tanin sráží v dávkách do 10 g/hl přednostně

dusíkaté látky, popř. jejich komplexy s isoelektrickým bodem pod pH 5,3. Snížení obsahu těchto frakcí odpovídá zlepšení koloidní stability piva [14]. Při překročení uvedené dávky taninu jsou dále odstraňovány kyselé podíly, avšak již také bazické bílkovinné substance, které jsou do značné míry odpovědné za pěnivost [15, 16].

2.2 Polyfenolové látky

Z polyfenolových látek obsažených v zákalech jsou uváděny flavan-3, 4-dioly, flavan-3-oly, flavonoly i fenolové kyseliny [6, 17]. Velká pozornost byla věnována vlivu jednotlivých polyfenolů na koloidní trvanlivost piva. Z dosažených výsledků je možno konstatovat [18]:

1. Monomerní fenoly prakticky neovlivňují trvanlivost piva při přídávkách 5–10 mg/l při nízkém obsahu vzduchu v hrdle láhve.

2. Dimerní, oligomerní a polymerní polyfenoly způsobují vzestup tvorby zákalu. Byl popsán velmi těsný vztah mezi snížením koncentrace biflavanů v pivu adsorpcí polyvinylpyrrolidonem a zmenšením chladového zákalu.

3. Z hlediska ovlivnění tvorby zákalu je důležitý jak polymerační stupeň, tak struktura polyfenolů. To znamená, že tvorba zákalu stoupá od monomerů, dimerů a trimerů k oligomerům, avšak také že např. prokyanidin B3 (katechin-katechin) zvyšuje tvorbu zákalu mnohem rychleji než prokyanidin B4 (katechin-epikatechin).

Pro ovlivnění tvorby zákalu může mít určitý význam také počet hydroxylů v molekule, jak naznačuje poznatek, že prodelfinidiny způsobují větší chladový zákal než prokyanidiny, a to jak v případě dimerů, tak v případě trimerů [19].

2.3 Sacharidy

Úloze sacharidů při koloidní trvanlivosti piv je ve srovnání s dusíkatými a polyfenolovými látkami věnována menší pozornost. Zájem se soustřeďuje spíše na ovlivnění filtrovatelnosti piv. Ta se však v konečném důsledku v koloidní stabilitě odrazí, neboť jedním ze základních předpokladů dobré stability je dokonalá filtrace.

V zákalech byly zjištěny jak α -glukany, tak β -glukany, pravděpodobně vázané s proteiny. Vzájemný poměr α a β -glukanů se v zákalech z různých piv výrazně liší [20].

V protikladu k sedimentům obsahujícím polyfenol-proteinový komplex, které je možno označit za vločkovité, jsou sedimenty, jejichž hlavní složkou jsou vysokomolekulární α a β -glukany spíše gelovité [21]. Tvorbu β -glukanového gelu v pivu značně ovlivňuje např. odstředování při separaci kvasnic a zmrazení piva [22].

Po kyselé hydrolýze byly v zákalech zjištěny kromě glukosy také fruktosa, arabinosa, xylosa a v některých případech i rhamnosa [23]. Lze předpokládat, že kromě polysacharidů jsou v zákalech obsaženy též jednoduché sacharidy, např. ve formě polyfenolových glykosidů.

2.4 Minerální látky

V zákalech, resp. sedimentech se hromadí též ionty kovů, které jsou přítomny v pivu. V některých případech může jejich větší množství přímo tvorbu zákalu vyvolat. Byly například popsány zákaly křemičité [24], známé jsou zákaly způsobené šťavelanem vápenatým [25], precipitací sladových a chmelových polyfenolů může způsobit měď, jejíž obsah nad 0,5 mg/l v pivu přispívá k tvorbě zákalů [26] a také železo může mít vliv na vytvoření zákalu [27]. Kromě toho železo i měď fungují jako katalyzátory při oxidačních reakcích v pivu.

Již velmi dlouho je známo, že koncentrace řady prvků obsažených v pivu stoupá v zákalech o několik řádů. Kromě uvedených prvků se jedná hlavně o hliník, mangan, nikl a cín [28].

3. Mechanismus tvorby zákalu

I přes rámcovou znalost složení koloidních zákalů a hlavních faktorů ovlivňujících jejich vznik jsou představy o mechanismu jejich tvorby pouze nejasné. Jako příklad je možno uvést tyto odlišné názory na základní principy vzniku zákalů:

1. Jednoduché fenoly piva postupně polymerují během skladování (např. kyselou či oxidativní polymerací) a výsledné polymery pak reagují s dusíkatým materiálem v pivu. Komplexy takto vytvořené se spojují za vzniku zákalů.

2. Poněkud změněná je varianta, že preexistující kondenzované polyfenoly reagují s dusíkatými makromolekulami extraktu piva po vhodné, pravděpodobně oxidativní aktivaci. Takto vytvořené komplexy a samozřejmě další, již existující, se pak spojují za tvorby základních stavebních kamenů zákalu [18]. Zásadní rozdíl mezi uvedenými teoriemi tedy spočívá v odlišném názoru na počáteční stadia tvorby zákalu, zda je hlavní příčinou polymerace polyfenolů či aktivace již existujících polymerů či komplexů. V každém případě obě varianty uvažují kromě existence základních prekurzorů zákalu také všeobecně známou negativní úlohu kyslíku při zajišťování koloidní stálosti.

3. Zcela odlišný je proti tomu názor, že se zákaly vytvářejí primárním kontaktem mezi makromolekulami s tím, že spojovací můstky jsou vytvářeny prostřednictvím vápenatých iontů mezi fosfáty a bílkovinnými karboxyly. K makromolekulám nesoucím fosfát patří fosforylované polysacharidy a glycerinfosfátové polymery. Kromě toho se na propojení makromolekul podílejí dimerní flavanoidy [20].

4. Při pohledu na pivo jako na roztok koloidů je uváděna jako základní princip dehydratace koloidů, zejména bílkovin, např. polyfenolovými látkami [30].

4. Možnosti zvyšování koloidní stability piv

Přes nejednotnost názorů na mechanismus vzniku koloidních zákalů či sedimentů jsou již několik desítek let úspěšně aplikovány technologie koloidně stabilních piv, založené na úpravě obsahu jednotlivých složek zákalu v pivu a na eliminaci negativně působících faktorů, zejména provzdušnění hotového piva. Tohoto cíle se dosahuje jednak výběrem surovin a úpravami technologie během celé výroby piva, jednak aplikací stabilizačních prostředků. V této souvislosti je zajímavý nedávno publikovaný názor, že pivo obsahuje inherentní (sobě vlastní) stabilizující faktor, pravděpodobně na bázi glykoproteinů. Potom by bylo možno dosáhnout zlepšení koloidní stability též zvyšováním obsahu takového faktoru [31].

Vlastní stabilizační prostředky, používané pro zvýšení přirozené koloidní stability piva, je podle specifity působení možno rozdělit na přípravky:

- a) k odstranění či štěpení vysokomolekulárních bílkovin,
- b) k snížení obsahu polyfenolových látek,
- c) k omezení některých polysacharidických látek,
- d) k odstranění účinku provzdušnění,
- e) k omezení vlivu těžkých kovů.

Toto rozdělení je sice ilustrativní z hlediska jednotlivých prekurzorů zákalu, avšak není zcela přesné, zvláště u adsorbentů. Podrobnějším sledováním sorbovaných látek bylo zjištěno, že křemičité sorbenty adsorbují kromě dusíkatých látek také polyfenoly, pravděpodobně ve formě trisíobílkovinných komplexů [32] a podobně také z polyamidových adsorbentů byl již dříve uvolněn dusíkatý materiál [33, 34]. Změny ve složení bílkovin piva po adsorpci polyvinylpyrrolidonem byly prokázány i imunochemicky [35].

4.1 Stabilizátory k odstranění či štěpení vysokomolekulárních bílkovin

V Československu se dosud využívaly prakticky pouze stabilizátory eliminující makromolekulární dusíkaté látky, a to jak srážecí a adsorpční prostředky, tak enzymové preparáty na bázi papainu v kombinaci s kyselinou askorbovou jako antioxidačním činidlem. Způsoby jejich aplikace i možnosti vzájemné kombinace jsou dostatečně známy z dlouholeté praxe.

Chtěl bych se však stručně zmínit o některých vlastnostech nového adsorbentu dusíkatých látek z NDR s obchodním názvem *Köstrosorb* v souvislosti s nynějším dovozem určitého množství tohoto přípravku do ČSSR.

Z hlediska filtrační charakteristiky se průtočností 69 l · min⁻¹ · m⁻² *Köstrosorb* přibližuje průtočností běžně dávkovaných směsí křemelin a jeho použití je v tomto směru bez problémů. Podobně objem za mokra 2,8 l · kg⁻¹ představuje přibližně střed mezi údaji pro domácí a zahraniční křemeliny. Určité riziko spočívá v látkách vyloužitelných vodou, jejichž množství dosahuje přibližně 0,8 %. Při stanovení některých kovů ve výluhu z *Köstrosorbu* jako Ca, Mn, Fe, Cu, Mg, Si, jejichž přítomnost by mohla ovlivnit podstatně koloidní stabilitu, popř. senzitivní vlastnosti piva, bylo zjištěno, že stanovená množství odpovídají výluhu ze *Stabiquicku* 360. V každém případě je však nebezpečí nežádoucího zvýšení obsahu stanovených kovů v pivu vlivem dávkování *Köstrosorbu* zanedbatelné. Koncentrace jednotlivých prvků, řádově odpovídající jejich běžným obsahům v pivu, byly zjištěny při poměru odpovídajícím 250násobku běžné provozní dávky a při době loužení 24 hodin.

Ze sledování sorpční účinnosti při laboratorním ověřování a čtvrtprovozní modelové stabilizační filtraci na svíčkovém filtru *Stella-Meta Filters*, typ 952 DWF/E je možno usuzovat na odlišnosti v sorpční specifitě mezi *Köstrosorbem* a *Stabiquickem* 360. Diference je možno charakterizovat výrazným zlepšením síranového testu při prakticky zanedbatelných změnách obsahu celkového dusíku v případě aplikace *Köstrosorbu* proti podstatnému úbytku celkových dusíkatých látek, avšak menšímu zlepšení jejich vysolitelnosti (NH₄)₂SO₄ při úpravě *Stabiquickem* 360 (tabulka 1 a 2).

Tab. 1. Vybraná analytická kritéria laboratorně upravených pív. Dávka 1 g/500 ml, doba kontaktu 30 min

Analytický znak	Srovnávací	Stabiquick 69	Stabiquick 360	Köstrosorb
Celkový rozpuštěný dusík mg/100 ml	74,35	68,86	69,26	71,22
Síranový test - ml nasyc. roztoku (NH ₄) ₂ SO ₄ na 10 ml	1,50	2,55	2,55	2,60
Úbytek celkového rozpustného dusíku %	—	7,4	6,8	4,2
Barva j. EBC	11,3	10,9	11,1	11,1

Stabilizační schopnost *Köstrosorbu* byla zkoušena v provozních podmínkách na čtyřech druzích piva, lišících se skladbou sypaní, technologickým postupem i dalšími stabilizačními úpravami. Pro porovnání byl používán *Stabiquick* 360, resp. 69 vždy v množství odpovídajícím

Tab. 2. Vybraná analytická kritéria čtvrtprovozně stabilizovaných pív. Dávky adsorbentů 100 g/hl

Analytický znak	Srovnávací	Stabiquick 360	Köstrosorb	Lucilite
Celkový rozpuštěný dusík mg/100 ml	81,10	77,02	80,77	79,54
Síranový test ml nasyc. roztoku (NH ₄) ₂ SO ₄ na 10 ml	0,95	1,70	2,40	2,70
Proteinový koeficient Anthokyanogeny	129	106	109	105
Celkové polyfenoly mg/1000 ml	59,5	51,5	51,5	51,75
Isosloučeniny mg/1000 ml	251	206	234	223
Barva ml 0,1 N J ₂ /100 ml	35,5	32,0	34,8	33,7
	0,80—0,90	0,90—1,00	0,90—1,00	0,90—1,00

Tab. 3. Analýza provozně stabilizovaných pív

Analytický znak	Pivo „A“		Pivo „B“	
	Stabiquick 69 100 g/hl	Köstrosorb 100 g/hl	Stabiquick 360 120 g/hl	Köstrosorb 120 g/hl
Celkový rozpuštěný dusík mg/100 ml	65,4	64,2	—	—
Síranový test ml nasyc. roztoku (NH ₄) ₂ SO ₄ na 10 ml	3,2	3,6	1,7	2,5
Bílkoviny s molekulovou hmotností 5000 mg/100 ml	111	104	135	128
Anthokyanogeny mg/1000 ml	66,5	63,5	51,5	52,0
Polyfenoly mg/1000 ml	193	233	193	198
Isosloučeniny mg/1000 ml	35,6	35,0	30,2	33,4
Barva ml 0,1 N J ₂ /100 ml	0,60—0,65	0,55—0,60	0,65—0,70	0,60—0,65
Pěnovost: De Clerck s/cm	57	54	85	66
Ross a Clark	78	101	115	124
Rozpěňovací schopnost	250	249	264	263
Skutečná trvanlivost — dny	90	98	80	95

Tab. 4. Analýza provozně stabilizovaných pív. Pivo „C“

Analytický znak	Srovnávací	Köstrosorb 106 g/hl	Srovnávací	Stabiquick 69 94 g/hl
Celkový rozpuštěný dusík mg/100 ml	61,75	60,07	60,07	54,87
Síranový test ml nasyc. roztoku (NH ₄) ₂ SO ₄ na 10 ml	3,2	4,5	3,2	4,1
Bílkoviny s molekulovou hmotností 5000 mg/100 ml	104	97	115	91
Izosloučeniny mg/1000 ml	22,9	21,9	21,5	22,5
Pěnovost: De Clerck s/cm	62	63	67	62
Rozpuštěný kyslík mg/1000 ml	1,5—1,7	0,8—0,9	1,6—1,8	1,1
Barva ml 0,1 N J ₂ /100 ml	0,55—0,60	0,55—0,60	0,55—0,60	0,55—0,60
Skutečná trvanlivost — dny	119	201	89	216

dávce *Köstrosorbu*. Z dosažených výsledků vyplývá, že *Köstrosorb* je účinný stabilizační přípravek, jehož stabilizační efekt se blíží *Stabiquicku*. Při provozně běžné

používaných dávkách nemá úprava Kóstrosorbem vliv na pěnívost, ztráty isosloučenin a podstatné změny barvy piva. Rovněž jsme nezaznamenali prokazatelné zhoršení senzorických vlastností. Příklady účinků z provozních zkoušek jsou v tabulkách 3 a 4.

4.2 Stabilizátory k snížení obsahu polyfenolových látek

Využívání stabilizačních prostředků ovlivňujících koncentraci polyfenolových látek v pivu je u nás dosud v počátcích. Pro praxi přichází v úvahu adsorpce na polyamidové sorbenty, vzhledem k tomu, že velice účinný a do jisté míry specifický srážecí prostředek formaldehyd je pro svou vysokou toxicitu v řadě zemí zakázán. V souvislosti s úpravou koncentrace polyfenolových látek v pivu je diskutován možný dopad na senzorickou stabilitu piva. Stoupajícímu obsahu tanoidů je např. přisuzováno zvyšování chuťové stability. Pozitivní úloha této frakce polyfenolových látek je vysvětlována jejich vlastní oxidací, čímž jsou před kyslíkem chráněny ostatní extraktivní složky [36]. Ponecháme-li stranou diskutabilní oxidativní polymeraci s následným zhoršením koloidní stability [37], již dříve se předpokládal mechanismus vzniku aldehydů Streckerovou degradací aminokyselin za účasti o-chinonů vzniklých oxidací polyfenolů [3]. Tato hypotéza byla podpořena zjištěním, že katechin silně urychluje štěpení aminokyselin za tvorby aldehydů [38, 39]. Z této konfrontace se zdá reálnější názor, že při eliminaci anthokyanogenů není poškozena stabilita chuti.

V současné době je nejrozšířenějším sorbentem polyfenolů nerozpustný polyvinylpyrrolidon s obchodním názvem *Polyclar AT*. Naše zkušenosti s provozní úpravou piva tímto prostředkem možno shrnout takto:

Podstatně se snižuje koncentrace polyfenolů, a to anthokyanogenů více než celkových polyfenolů. Míra úbytku závisí při běžně používaných dávkách do 50 g/hl na původní koncentraci polyfenolů v pivu. S rostoucím obsahem polyfenolů se zvyšuje také jejich sorpce.

Ve většině případů se zlepšuje síranový test, pravděpodobně jako důsledek sorpce tríslobilkovinových komplexů. Samotné bílkoviny však sorbovány nejsou, jak jsme zjistili kontaktem Polyclaru AT s roztokem bílkovin izolovaných z ječmene.

Významně se zvýší odolnost piva proti tvorbě chladového i trvalého zákalu. Při porovnání stabilizační úpravy Polyclarem AT a Stabiquickem 360 je za účinnější možno označit postup zaměřený na polyfenoly. Výhodná je v některých případech kombinace obou typů sorbentů.

Při prováděných zkouškách jsme nezjistili narušení senzorických vlastností stabilizovaných vzorků, a to jak u piva s vysokým obsahem polyfenolových látek (260–280 mg/1000 ml celkových polyfenolů a 65–75 mg/1000 ml anthokyanogenů), tak u piva s velmi nízkou koncentrací polyfenolů (140 mg/1000 ml celkových polyfenolů a 28 mg/1000 ml anthokyanogenů). Při tom byly stabilizační úpravou 50 g/hl Polyclarem AT z piva odstraněny anthokyanogeny z 60–80 % a celkové polyfenoly z 30–60 %.

Stabilizací Polyclarem AT nevznikají podstatné ztráty isosloučenin a není narušena pěnívost piva. Je však třeba počítat s určitým snížením barvy. Při dávkách 50 g/hl jsme zaznamenali pokles barvy o 1,5–3 jednotky EBC (tabulka 5 a 6).

V souladu s nynějším trendem orientovat stabilizační postupy na úpravu koncentrace polyfenolů v pivu jsou v našem výzkumném ústavu ve spolupráci s katedrou polymerů VŠCHT zkoušeny domácí polyamidové sorbenty na bázi polykaprolaktamu. Podle provozních zkoušek je s těmito přípravky možno dosáhnout srovnatelného stabilizačního účinku s Polyclarem AT zdvojnásobením dávky.

Tab. 5. Vybraná analytická kritéria piva upraveného Polyclarem AT na čtvrtprovozním filtru Stella — Meta Filters 952/E, plocha 140 cm²

Analýza	Srovnávací	Polyclar AT 50 g/hl
Anthokyanogeny mg/1000 ml	61,7	41,0
Polyfenoly mg/1000 ml	259	189
Úbytek anthokyanogenů %	—	33,5
Úbytek polyfenolů %	—	27,0
Síranový test-ml nasycen. roztoku (NH ₄) ₂ SO ₄ na 10 ml	0,75	1,20
Celkové rozpustné dusíkaté látky mg/100 ml	82,35	82,50
Isosloučeniny mg/1000 ml	28,2	26,4
Barva j. EBC	14,3	13,1
Rozpuštěný kyslík mg/1000 ml	1,4–1,5	1,7–1,8
Skutečná trvanlivost dny	27	104
Zvýšení zákalu chladovým šokem 6 h při 0 °C j. EBC	3,9	0,14

Tab. 6. Provozní stabilizace Polyclarem AT

Analýza	Tanin 3 g/hl Stabiquick 69 100 g/hl	Polyclar AT 50 g/hl
Anthokyanogeny mg/1000 ml	72,0	39,0
Polyfenoly mg/1000 ml	301	199
Proteinový koeficient	73	122
Pěnívost De Clerck s/cm	69	70
Barva j. EBC	13,2	13,6
Předpověď koloidní stálosti čírost před šokováním j. EBC	0,52	0,49
6 h při 0 °C j. EBC	0,64	0,49
16 h při 66 °C + 6 h při 0 °C j. EBC	1,17	0,61
Skutečná trvanlivost dny	55	175

4.3 Stabilizátory k omezení některých polysacharidických látek

Třetí složkou v zákalech, podle relativního kvantitativního zastoupení, jsou sacharidy, které mohou být přítomny jednak jako glykosidy, nebo jako polysacharidy v komplexu bílkovina-polysacharid-polyfenol. Pro stabilizaci zaměřenou na sacharidickou složku zákalu přicházejí v úvahu zatím pouze sacharolytické enzymy [1]. Jedná se především o α -amylasové, endo- β -glukanasové a amyloglukosidasové preparáty, popřípadě o výtažky sladových enzymů. Při jejich použití je třeba mít na zřeteli, že při předávkování může být zhoršena stabilita pěny. Kromě toho vznikají při štěpení makromolekul cukry, zejména glukosa, která může způsobit nasládlou chuť piva.

4.4 Stabilizátory k odstranění účinku provzdušnění

Jedním z nejvýznamnějších faktorů, negativně ovlivňujících koloidní i senzorickou stabilitu piva, je provzdušnění. V našich pivovarech se pro zmírnění negativního působení kyslíku používá výhradně kyselina askorbová. V této souvislosti je třeba upozornit na možnost vzniku peroxidu vodíku při oxidaci kyseliny askorbové kyslíkem, popisované Chaponem [40]. Za určitých podmínek se tímto způsobem tvořený peroxid vodíku rychleji využije k oxidaci řady organických látek [41]. Výsledkem tedy

může být pravý opak původního cíle dávkování kyseliny askorbové.

Kromě kyseliny askorbové, isoaskorbové a jejich solí jsou někdy jako antioxidanty používány siřičitany, oxid siřičitý a další látky [1]. V poslední době se začínají využívat k odstranění kyslíku z piva směsné enzymové preparáty glukosooxidasy a katalasy. Kyslík se tak eliminuje katalytickou oxidací glukosy na kyselinu glukonovou. Optimum reakce je při pH 4,5–6,5 a teplotě 40 °C, ale i při 0 °C je relativní aktivita ještě 20 % a rovněž při pasterační teplotě má enzymový systém dostatečnou aktivitu [42]. Normální pivo obsahuje asi 80–100 mg/l kyseliny glukonové a z každého 1 mg/l kyslíku vzniká dalších 12 mg/l glukonové kyseliny. Na chuť a vůni piva nemá toto zvýšení vliv.

4.5 Stabilizátory k omezení vlivu těžkých kovů

Nejméně informací je o způsobech eliminace vlivu některých kovů [Cu, Fe, Ca, Mg, Al Sn a dalších] na tvorbu koloidního zákalu. Při tom je známo, že jejich koncentrace v zákalech stoupá mnohonásobně proti množství v pivu [28]. Jako stabilizační postup pro tyto účely je uváděna vazba kovů do komplexu pomocí kyseliny ethylendiaminotetraoctové. Výsledkem má být menší sklon k vypěňování, vyšší enzymová aktivita a lepší účinky kyseliny askorbové [1].

Literatura

- [1] SCHUR, F.: Brauerei Rundschau, **90**, 1979, s. 4.
- [2] DADIC, M.: Brew. Dig., **55**, 1980, č. 4, s. 30.
- [3] DADIC, M.: Techn. Quart. MBAA, **11**, 1974, s. 140.
- [4] HARDWICK, W. A.: Brew. Dig., **53**, 1978, č. 10, s. 42.
- [5] DALGLIESH, C. E.: Proc. EBC, 1977, s. 623.
- [6] DADIC, M.: Techn. Quart. MBAA, **13**, 1976, s. 182.
- [7] WAINWRIGHT, T.: Brew. Dig., **49**, 1974, č. 5, s. 38.
- [8] NUMMI, M. - LOISA, M. - ENARI, T. M.: Proc. EBC, 1969, s. 349.
- [9] SAVAGE, D. J. - THOMPSON, C. C.: J. Inst. Brew., **78**, 1972, s. 472.
- [10] SAVAGE, D. L. - THOMPSON, C. C.: J. Inst. Brew., **77**, 1971, s. 371.
- [11] NADZEYKA, A. - ALTENHOFEN, U. - ZAHN, H.: Brauwiss., **32**, 1979, s. 85.
- [12] BISHOP, L. R.: J. Inst. Brew., **61**, 1975, s. 444.
- [13] SAVAGE, D. J. - THOMPSON, C. C.: Proc. EBC, 1973, s. 33.
- [14] DROMME, M.: Brauerei Rundschau, **90**, 1979, s. 23.
- [15] VANCRAENENBROECK, R. - POGGI, D. - DEVREUX, A.: Proc. EBC, 1977, s. 441.
- [16] VANCRAENENBROECK, R. - JERUMANIS, J.: Cerevisia, **6**, 1981, s. 15.
- [17] DADIC, M. - BELLEAU, G.: J. Am. Soc. Brew. Chem., **38**, 1980, s. 154.
- [18] GARDNER, R. J. - MC GUINNES, J. D.: Techn. Quart. MBAA, **14**, 1977, s. 250.
- [19] MULKAY, P. - TOUILLAX, R. - JERUMANIS, J.: Cerevisia, **6**, 1981, s. 29.
- [20] LEEDHAM, P. A. - CARPENTER, P. M.: Proc. EBC, 1977, s. 729.
- [21] ANDEREGG, P.: Brauerei Rundschau, **90**, 1979, s. 40.
- [22] LETTERS, R.: Proc. EBC, 1977, s. 211.
- [23] MOŠTEK, J. - JANDA, J.: Sci. Pap. Inst. Chem. Technol., Praha, 1967, s. 5.
- [24] KATAYAMA, H. - HORIE, Y.: Rep. Lab. Kirin Brew. CO. Ltd., **14**, 1971, s. 31.
- [25] WILLMAR, H.: Brauwelt, **121**, 1981, s. 185.
- [26] HLAVÁČEK, I. - ŠROGL, J. - KARVÁNEK, M.: Kvas. prům., **18**, 1972, s. 73.
- [27] VOERKELIUS, G. A.: Brauwiss., **23**, 1970, s. 458.
- [28] HUDSON, J. R.: J. Inst. Brew., **61**, 1955, s. 127.
- [29] GRACEY, D. E. F. - BARKER, R. L.: Proc. EBC, 1981, s. 471.
- [30] KOLEKTIV: Pokroky v technologii sladu a piva. SNTL, Praha 1982, s. 269–315.
- [31] LEWIS, M. J. - MUHLEMAN, D. J. - KRUMLAND, S. C.: J. Am. Soc. Brew. Chem., **37**, 1979, s. 61.
- [32] HOUGH, J. S. - LOVELL, A. L.: Techn. Quart. MBAA, **16**, 1979, s. 90.
- [33] EASTMOND, R.: J. Inst. Brew., **80**, 1974, s. 188.
- [34] HARRIS, G.: J. Inst. Brew., **71**, 1965, s. 292.
- [35] DONHAUSER, S. - REICHENEDER, E. - NARZISS, L.: Proc. EBC, 1979, s. 161.
- [36] ERBER, H. L.: Mschr. Brauerei, **34**, 1981, s. 80.

- [37] KRETSCHMER, H.: Brauwis., **33**, 1980, 243.
- [38] BLOCKMANS, CH. - DEUREUX, A. - MASSCHELEIN, C. A.: Proc. EBC, 1975, s. 669.
- [39] BLOCKMANS, CH. - MASSCHELEIN, C. A. - DEVREUX, A.: Proc. EBC, 1979, s. 279.
- [40] CHAPON, L. - CHAPON, S.: Proc. EBC, 1979, s. 341.
- [41] CHAPON, L. - CHAPON, S.: J. Am. Soc. Brew. Chem., **37**, 1979, s. 96.
- [42] HARTMEIER, W.: Brauerei Rundschau, **90**, 1979, s. 31.

Škach, J.: Současný pohled na koloidní stabilitu piva. Kvas. prům. **30**, 1984, č. 4, s. 73–78.

Důsledkem zvyšování produkce lahvového piva a růstu jeho exportu je snaha o dosažení vysoké trvanlivosti. Nejedná se pouze o zachování čirosti, ale o udržení dalších kvalitativních znaků, jako chuť, vůně, barva a pěnivost, přičemž koloidní a senzorická stabilita spolu vzájemně úzce souvisí.

V článku jsou shrnuty názory na chemické složení zákalů s charakterizací jednotlivých zákalotvorných látek — bílkoviny, polyfenoly, sacharidy a minerální látky. Jsou diskutovány teorie tvorby koloidního zákalu a možnosti zvyšování koloidní stability piv z hlediska využití jednotlivých stabilizačních prostředků, rozdělených do skupin podle specifčnosti působení.

Pro ilustraci jsou uvedeny příklady výsledků, získaných při zkouškách provedených v různém měřítku adsorbenty dusíkatých látek na bázi silikagelu i adsorbentem polyfenolových látek s obchodním názvem Polyclar AT.

Шах, Я.: Современный взгляд на коллоидную стойкость пива. Квас. прум. **30**, 1984, № 4, стр. 73–78.

Следствием повышения продукции бутылочного пива и роста объема его вывоза является стремление достичь его высокой стойкости. Не имеется в виду только сохранение его прозрачности, а также сохранение других качественных признаков, как вкус, запах, цвет и пенообразование, причем коллоидная и смысловая устойчивость находятся в тесной зависимости.

В статье приведен обзор имений о химическом составе мутностей вместе с характеристикой отдельных мутность образующих веществ — белков, полифенолов, сахаридов и минеральных веществ. Обсуждаются теории образования коллоидной мутности и возможности повышения коллоидной стойкости пив с точки зрения использования отдельных средств стабилизации, разделенных на группы по специфичности их действия.

Для иллюстрации приводятся примеры результатов, полученных при испытаниях, проведенных в разном масштабе с адсорбентами азотистых веществ на базе силикагеля и адсорбентом полифенольных веществ с торговым названием Поликлар АТ.

Škach, J.: Contemporary View to Colloidal Stability of Beer. Kvas. prům. **30**, 1984, No. 4, pp. 73–78.

With increasing production and export of bottled beer it is necessary to achieve higher stability of beer. Qualitative signs which describes the stability are the clarity, taste, flavour, colour and foaming power. The article describes chemical composition of compounds which form chill haze — proteins, polyphenols, saccharides and mineral compounds. Theories of the formation of chill haze and possibilities for an achievement of higher beer stability are discussed. The compounds used as stabilizers are divided into groups according to the action of their own. Several examples obtained from experiments carried out on different scales with adsorbents of nitrogen compounds on a base of silicagel and adsorbents of polyphenols (Polyclar AT) are described.

Škach, J.: Die gegenwärtigen Ansichten über die kolloidale Stabilität des Bieres. Kvas. prům. 30, 1984, Nr. 4, S. 73—78.

Aus der stetigen Steigerung des Flaschenbierausstosses und Flaschenbierexports ergibt sich das Bestreben nach der Erzielung einer hohen Bierstabilität. Es handelt sich um die Erhaltung nicht nur der Klarheit, sondern auch weiterer qualitativer Merkmale, wie des Geschmacks, des Aromas, der Farbe und des Schaumvermögens, wobei die kolloidale und sensorische Stabilität gegenseitig eng zusammenhängen.

Der Artikel bringt eine Zusammenfassung der Ansichten über die chemische Zusammensetzung und Charakte-

ristik der einzelnen trübungsbildenden Substanzen — Eiweißstoffe, Polyphenole, Saccharide und Mineralstoffe, Es werden die theoretischen Konzeptionen der Bildung der Kolloidtrübungen diskutiert und die Möglichkeiten der Erhöhung der kolloidalen Bierstabilität behandelt, und zwar mit Hinsicht zu der Applikation einzelner Stabilisierungsmittel, die nach der Spezifität des Einwirkens in mehrere Gruppen eingeteilt werden.

Zur Illustration werden Beispiele von Ergebnissen angeführt, die bei Versuchen in verschiedenem Ausmaß mit Adsorbenten stickstoffhaltiger Substanzen auf Silikagelbasis und auch mit dem Polyphenoladsorbens Polyclar AT erzielt wurden.