

Ing. JIŘÍ ŠROGL, Ing. PAVEL PRŮCHA, Západočeské pivovary, n. p., Plzeň

Předneseno na XIX. Pivovarsko-sladařském semináři v Plzni

Rostoucí požadavky na kvalitu piva jsou často dosti obtížně splnitelné. Je to způsobeno mimo jiné i tím, že některé kvalitativní znaky piva jsou ve vzájemném rozporu. Například postupy vedoucí k vyšší koloidní stabilitě mají často za následek zhoršení pěnivosti a někdy i chuti piva. Nesnadným úkolem technologa potom je, najít takový výrobní postup, který by byl pro daný typ piva optimální. K tomu je nutno dobře prostudovat jednotlivé kvalitativní znaky a odhalit souvislosti mezi nimi a různými prvky technologického procesu. Nezbytné je přitom zvolit pro sledování takovou metodu, která by uvedenému účelu co nejlépe vyhovovala.

Pro stanovení pěnivosti piva je již dlouhou dobu nejvíce používaná De Clerckova a Rosse-Clarkova metoda [1, 2]. Společným znakem obou metod je rozpěnění piva kyslíčnickem uhlíčitým, který se uvolňuje při nalévání a měří se rychlost rozpadu pěny v určitém časovém intervalu po rozpěnění. Z uvedeného je zřejmé, že jich lze použít pouze pro finální výrobek a že nalezená hodnota je výsledkem obou základních a rozhodujících faktorů pro pěnivost piva, tzn. jak chemického složení, charakterizovaného z hlediska tvorby pěny, např. *Kolbachem* a *Zastrowem* [3], tak fyzikálně chemickým stavem, daným obsahem vázaného, resp. rozpuštěného CO_2 .

Chceme-li zjistit vliv některých technologických prvků (varní postup, složení extraktu apod.), musíme se snažit vliv CO_2 vyloučit a zaměřit se pouze na tzv. „pěnovou schopnost“ piva [4].

Metodik, které se zabývají pěnivostí z této stránky, je poměrně málo. Jejich přehled jsme uvedli dříve [5] a popsali jsme metodiku vyvinutou v našich laboratořích. Tuto metodiku v podstatě používáme dodnes, ale v kombinaci s metodou Rosse a Clarka:

1. Pivo rozpěníme v laboratorním mixéru popsaným způsobem.

2. Pěnu nalijeme do speciální dělicí nálevky (tvar a rozměry musí být standardní) [6].

3. Vypustíme kapalinu vytvořenou za minutu tak, aby doba výtoku byla 30 s (počátek vypouštění po 30 s od nalití).

4. Necháme klesat pěnu v nálevce asi 240 minut (čas t je nutno přesně změřit). Zpětně vzniklou kapalinu vypustíme asi za 30 s jako v bodu 3, měříme však objem b v odměrném válci.

5. Pěnu zbylou v dělicí nálevce srazíme některým vyšším alkoholem (oktanolem, izopropylalkoholem) a opět změříme objem c (od měřeného objemu odečteme objem přidaného vyššího alkoholu).

6. Pěnu potom charakterizujeme hodnotou sigma [2].

$$\Sigma = \frac{t}{\ln \frac{b+c}{c}} \text{ resp. } \frac{t}{2,303 \cdot 10 \text{ g} \frac{b+c}{c}}$$

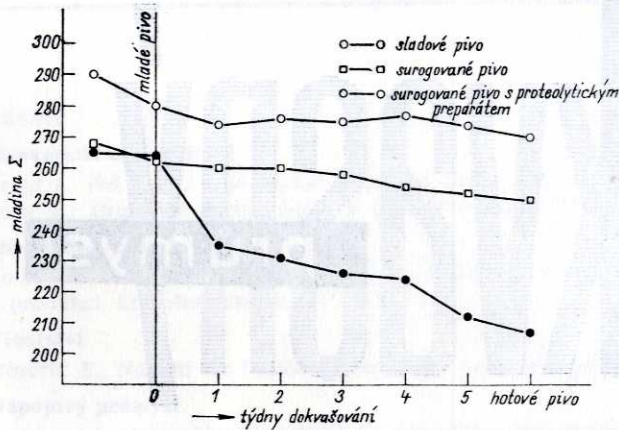
Takto získané hodnoty sigma představují v podstatě u daného piva nebo mladiny maximálně možné hodnoty pěnivosti podle Rosse a Clarka (jsou u piva asi 2 až 3krát vyšší než dosahované pěnivosti).

Popsanou metodikou jsme sledovali změny pěnivé schopnosti mladiny a piva během technologického procesu a snažili jsme se zjistit vliv některých odchylek v technologii na uvedenou vlastnost mladiny a piva.

V první fázi jsme stanovili pěnivou schopnost mladiny a piv během normálního technologického postupu.

Jak je patrné z obr. 1, klesá pěnivá schopnost mladiny během hlavního kvašení. Tento jev nepřekvapuje, protože se podstatně mění složení média. Během dokvašování se potom mění pěnivá schopnost velmi málo.

Zajímavé jsou změny pěnivé schopnosti piva, do něhož byl na začátku dokvašování pokusně aplikován proteolytický enzymový přípravek papainového typu. V rozporu s tvrzením výrobců proteolytických papainových preparátů [7] jsme pozorovali nepříznivé ovlivnění pěnivé schopnosti mladého i hotového piva.

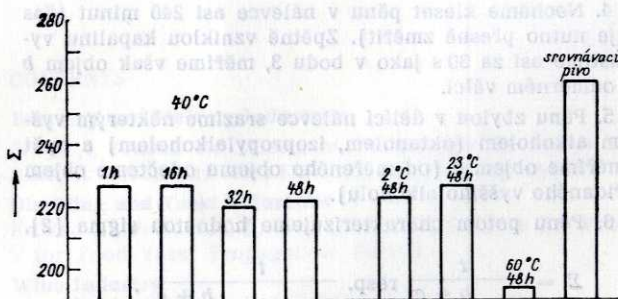


Obr. 1. Hodnoty pěnivé schopnosti v průběhu technologického procesu

Tabulka 1.

Stadium výroby	Sladové [Σ]	Surogované [Σ]	Surogované+P [Σ]
spílaná mladina	290	285	285
mladé pivo	280	282	283
sklep-vstup	274	280	285
1. týden	278	280	281
2. týden	275	258	226
3. týden	277	254	224
4. týden	274	252	212
hotové pivo	270	250	207

Nápadný je velmi rychlý pokles sledovaných hodnot po aplikaci přípravku, proto jsme se rozhodli podrobit preparát podrobnějším laboratorním zkouškám.



Obr. 2. Vliv teploty a délky působení proteolytického přípravku na pěnivou schopnost mladého piva

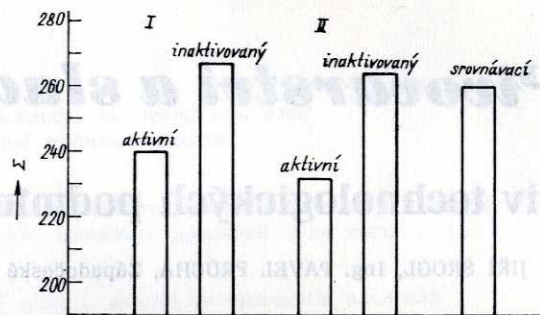
Tabulka 2. Vliv různých podmínek aplikace proteolytického přípravku papainového typu na pěnivou schopnost mladiny a pív. Dávkování přípravku 40 mg/l

Substrát	Teplota působení [°C]	Doba působení [h]	Σ	Poznámka
pivo	40	1	227	srovnávací pivo bez enzymového prostředku
	40	16	227	
	40	32	220	
	40	48	222	
	2	48	223	
	23	48	227	
	60	48	194	
40	48	280		
mladina	40	48	232	srovnávací, bez enzymového prostředku
	40	48	281	

Popis grafu 2

Do piva jsme nadávkovali standardní množství přípravku (40 mg/l) a nechali jej působit různou dobu při různých teplotách. Výsledky potvrdily původní poznatky. Průběh poklesu pěnivé schopnosti piva byl překvapivý. Docházelo k velmi rychlému poklesu pěnivé schopnosti, možno říci okamžitě po aplikaci preparátu, a to i při teplotách značně vzdálených od teplotního optima působení proteázy typu papainu. Podobný výsledek dal i analogický pokus s mladinou jako substrátem.

Výsledky vzbudily podezření, že by mohlo jít o pouhý pokles pěnivé schopnosti vlivem nějaké neenzymové složky přípravku (plnidlem, stabilizátorem apod.), protože pokles se nám zdál příliš rychlý. Abychom ověřili i tuto možnost, vyzkoušeli jsme dva druhy proteolytických přípravků (1 tekutý, 1 práškový) tak, že jsme je laboratorně aplikovali jednak v aktivní formě, jednak tepelně inaktivované (zahřátím na 85 °C po dobu 1 h).



Obr. 3. Srovnání pěnivé schopnosti mladého piva po aplikaci aktivní a tepelně inaktivované formy proteolytického preparátu

Tabulka 3. Pěnivá schopnost piva po aplikaci tepelně inaktivovaného proteolytického přípravku

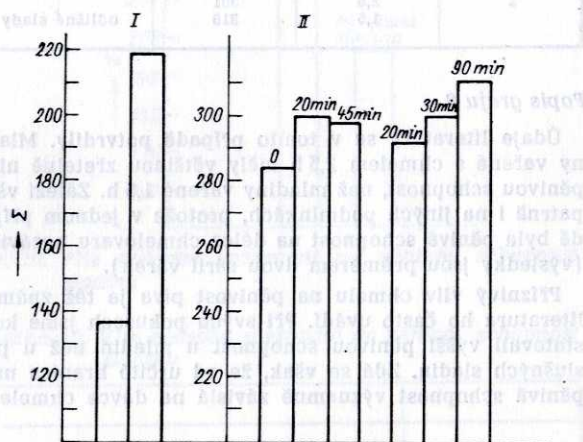
	Druh piva	Σ
Přípravek I	aktivní	240
	inaktivní	287
Přípravek II	aktivní	232
	inaktivní	284
srovnávací pivo		280

Popis grafu 3

Výsledky ukázaly, že za snížení pěnivé schopnosti jsou velmi pravděpodobně zodpovědné pouze enzymové složky preparátu. Předchozí pokusy potvrzují údaje odborné literatury, že totiž bílkoviny, resp. jejich některé frakce [8, 9] mají významný, pravděpodobně rozhodující vliv na pěnivou schopnost mladiny a pív. Rozštěpení těchto frakcí bílkovin má na pěnivou schopnost zřejmě velmi nepříznivý vliv.

Při rmutování působí kromě jiných enzymů též proteázy sladu. Literatura, zabývající se touto skupinou enzymů, je poměrně chudá [10]. Byly původně považovány za podobné trypsinu (štěpí např. BAPA), ale později se zjistilo, že jsou to SH-enzymy (podmínkou aktivity je volná sulfhydrylová skupina). Jak touto skutečností, tak i jinými metodami charakterizace se zjistilo, že jde o enzym, resp. skupinu blízkou příbuzných enzymů, podobnou jiným známým rostlinným proteázám (papain, bromelin, ficin). Zatímco struktura bílkovinné molekuly je u uvedených proteáz známa buď úplně (papain), nebo částečně (bromelin, ficin), je o struktuře molekuly sladové proteázy známo dosud velmi málo [11]. Příbuznost s papainem však naznačuje, že by i v tomto pří-

padě mohla být její činností nepříznivě ovlivněna pěnitá schopnost piva při neoptimální bílkovinné prodlevě. Proto jsme v laboratorním měřítku vyzkoušeli, jaký vliv mohou mít různé dlouhé teplotní prodlevy při rmutování (zejména při teplotě kolem 50 °C) na pěnitou schopnost připravené mladiny.



Obr. 4. Vliv délky bílkovinné teplotní prodlevy při laboratorním rmutování na pěnitou schopnost mladiny

Tabulka 4. Vliv délky bílkovinné prodlevy při laboratorním rmutování na pěnitou schopnost mladiny

Číslo pokusu	Rychlost zahřívání [°C/min]	Prodleva při 50 °C	Prodleva při 63–65 °C	Prodleva při 72–73 °C	Σ
1	1	—	10	15	137
	1	20	10	15	219
2	1	—	10	15	284
	1	20	10	15	300
3	1	45	10	15	298
	1	20	10	15	292
	1	30	10	15	300
	1	90	10	15	311

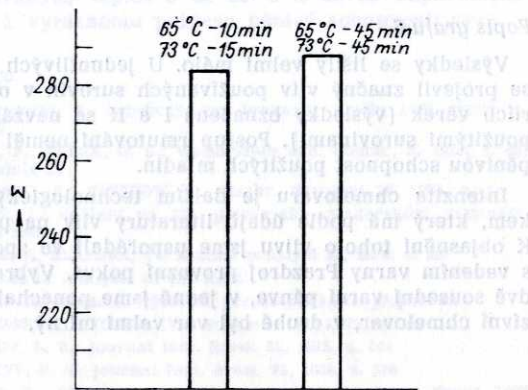
Popis grafu 4

Nejprve jsme provedli orientační pokus tak, že jsme 21 vstírky odebrané ve varně rozdělili na dvě části. Jednu jsme rychle zahřáli na cukrotvornou teplotu, druhou jsme po 30 min stání v laboratoři zahřáli pomalu (1 °C/min) na 50 °C, při této teplotě jsme ponechali 20 min a poté zahřáli ke zcukření. Takto připravené vstírky jsme scedili na Büchnerově nálevce papírem Whatman 4 (po 30 min stání v nálevce), čirý filtrát jsme po vařili s chmelem (4 g/l). Laboratorní mladiny jsme podrobili analýzám. Výsledky jsme znázornili v první části grafu.

V další sérii pokusů jsme připravili 2 řady pokusů s použitím různé dlouhých prodlev při 50 °C (druhá část grafu).

Výsledky naznačují, že ani velmi dlouhé prodlevy při 50 °C nemají nepříznivý vliv na pěnitou schopnost připravené mladiny. Je to v určitém rozporu s některými údaji literatury [3, 12], výsledky však byly jednoznačné, spíše naznačovaly zlepšení pěnitě schopnosti, při delších peptonizačních prodlevách. Tyto difference lze vysvětlit tím, že při teplotách optimálních pro činnost proteáz sladu se činnost těchto enzymů převádějí do roztoku určité frakce bílkovin, které mají na pěnitost příznivý vliv.

Prodloužení cukrotvorných teplot v našem případě též nemělo na pěnitou schopnost mladiny významný vliv.



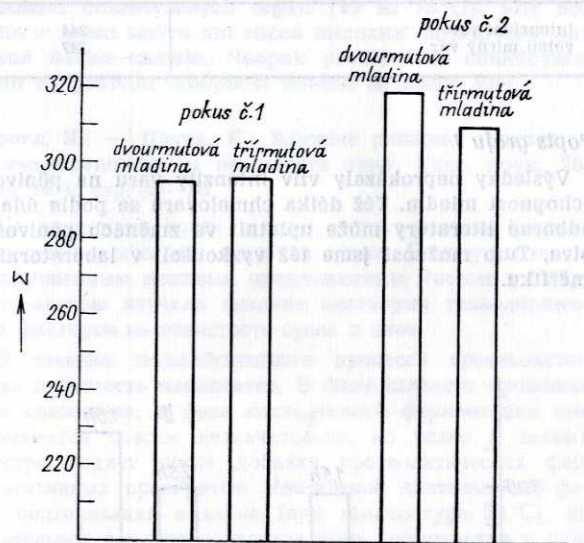
Obr. 5. Vliv délky cukrotvorných teplot na pěnitou schopnost

Tabulka 5. Vliv délky cukrotvorných teplot na pěnitou schopnost mladiny

Rychlost ohřevu [°C/min]	62–65 °C	73 °C	Σ
1	10	15	284
1	45	45	288
Prodleva při 50 °C — 15 minut			

Popis grafu 5

Abychom posoudili komplexně vliv dekokčních rmutovacích postupů různého druhu, připravili jsme laboratorně dvě série dvourmutových a třírmutových laboratorních várek.



Obr. 6. Porovnání vlivu dvourmutového a třírmutového postupu na pěnitou schopnost mladiny

Tabulka 6. Porovnání vlivu dvourmutového a třírmutového varního postupu na pěnitou schopnost mladiny

Číslo pokusu	Druh	Σ	Poznámka
1	dvourmutová mladina	295	
	třírmutová mladina	298	
2	dvourmutová mladina	319	Připraveno z rozdílných sladů
	třírmutová mladina	310	

Popis grafu 6

Výsledky se lišily velmi málo. U jednotlivých pokusů se projevil značný vliv používaných surovin v obou sériích várek (výsledky označené I a II se navzájem liší použitými surovinami). Postup rmutování neměl vliv na pěnívou schopnost použitých mladín.

Intenzita chmelovaru je dalším technologickým prvkem, který má podle údajů literatury vliv na pěnívost. K objasnění tohoto vlivu jsme uspořádali ve spolupráci s vedením varny Prazdroj provozní pokus. Vybrali jsme dvě sousední varní pánve, v jedné jsme ponechali intenzivní chmelovar, v druhé byl var velmi mírný.



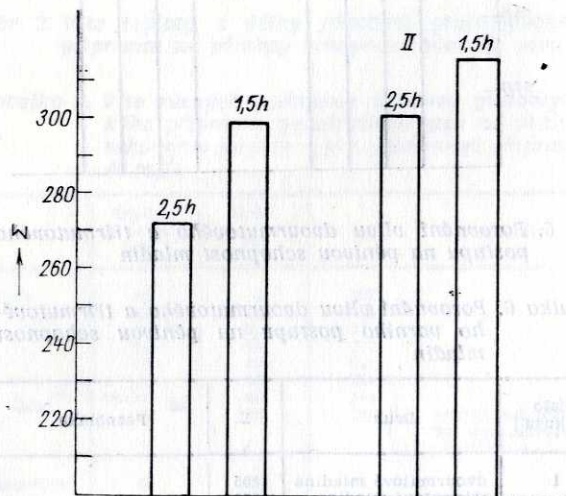
Obr. 7. Vliv intenzity chmelovaru na pěnívou schopnost mladín

Tabulka 7. Vliv intenzity chmelovaru na pěnívou schopnost mladín

Způsob varu	Σ
intenzivní var	244
velmi mírný var	247

Popis grafu 7

Výsledky neprokázaly vliv intenzity varu na pěnívou schopnost mladín. Též délka chmelovaru se podle údajů odborné literatury může uplatnit ve změnách pěnívosti piva. Tuto možnost jsme též vyzkoušeli v laboratorním měřítku.



Obr. 8. Vliv délky chmelovaru na pěnívou schopnost mladín

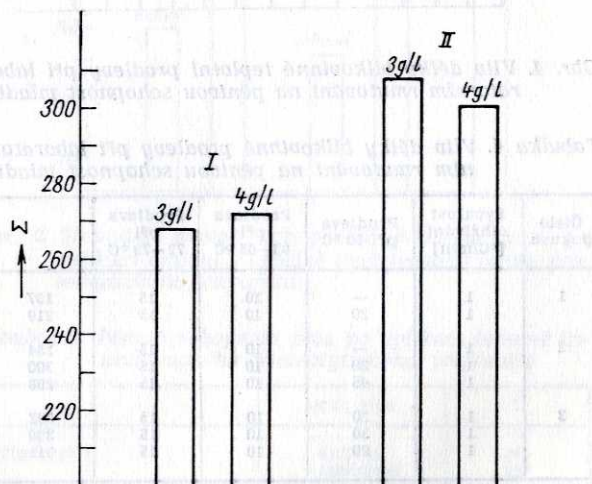
Tabulka 8. Vliv délky chmelovaru na pěnívou schopnost mladín

Číslo pokusu	Doba varu [h]	Σ	Poznámka
1	2,5	272	
	1,5	299	
2	2,5	301	odlišné slady
	1,5	318	

Popis grafu 8

Údaje literatury se v tomto případě potvrdily. Mladiny vařené s chmelem 2,5 h měly většinou zřetelně nižší pěnívou schopnost, než mladiny vařené 1,5 h. Záleží však patrně i na jiných podmínkách, protože v jednom případě byla pěnívá schopnost na délce chmelovaru nezávislá (výsledky jsou průměrem dvou sérií várek).

Příznivý vliv chmelu na pěnívou schopnost piva je též znám a literatura ho často uvádí. Při svých pokusech jsme konstatovali vyšší pěnívou schopnost u mladín než u příslušných sladín. Zdá se však, že od určité hranice není pěnívá schopnost významně závislá na dávce chmele.



Obr. 9. Vliv dávky chmele na pěnívou schopnost mladín

Tabulka 9. Vliv dávky chmele na pěnívou schopnost mladín

Pokusy	Dávka chmele [g/l]	Σ
1	3	268
	4	272
2	3	308
	4	301

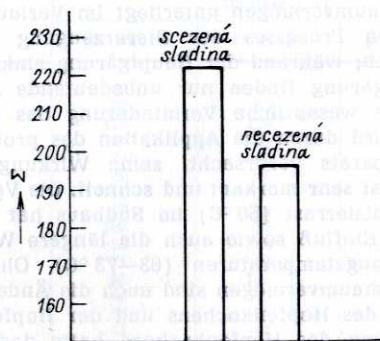
Popis grafu 9

Rozdíly jsou velmi malé a nemají ani pravidelnou tendenci. I v tomto případě se projevil výrazný vliv surovin (vářky I byly připraveny z jiných surovin než vářky II).

Nakonec jeden zajímavý pokus:

Jistě neřekneme nic nového, konstatujeme-li, že některé výrobní úseky jsou kapacitně velmi přetíženy. Často jsou to právě varní soupravy, které nestačí zvýšeným požadavkům výstavu. Na tomto úseku výroby se problémy projevují zejména u scezovacích kádí, protože bývají přetíženy a často i méně kvalitní slad, resp. surogace ječným šrotem mohou komplikovat situaci. Scezování se potom urychluje často tak, že se část předku „stahuje“ horem, bez průchodu vrstvou mláta.

Abychom zjistili vliv takového „scezování“, odebrali jsme provozní předek jednak ze scezovací kádě (nad vrstvou mláta), jednak ze scezovací baterie.



Obr. 10. Vliv způsobu scezování na pěnivou schopnost sladiny

Tabulka 10. Vliv způsobu scezování na pěnivou schopnost sladiny

	Σ
Předek scezený	222
Předek odebraný z vystírací kádě	198

Popis grafu 10

Nepříznivý důsledek takového netechnologického scezování na pěnivou schopnost sladiny se nesporně prokázal.

Závěr

Jsme si vědomi, že řešení úkolu zlepšení pěnivosti piva je složitý a náročný úkol zahrnující jak oblasti základního a aplikovaného výzkumu, tak i vliv konkrétních provozních podmínek. Ve své práci jsme se zaměřili na tu část rozsáhlé problematiky, která byla z hlediska našich možností nejdostupnější a kde jsme předpokládali, že můžeme získat některé další poznatky pro využití v praxi.

Výsledky rámcově provedeného průzkumu vlivu technologických podmínek výroby piva na jeho pěnivou schopnost můžeme shrnout v tyto závěry:

— Pěnivá schopnost surogovaných mladiny je nižší než mladiny z čistě sladových várek. Její absolutní hodnota je silně závislá na kvalitě sladu a v průběhu výrobního procesu se kromě hlavního kvašení prakticky nemění.

Poznámka: Korelace mezi pěnivou schopností a jednotlivými kvalitativními parametry sladu jsme zatím neshledovali.

— Z technologických prvků ověřovaných v laboratorním měřítku jsme zjistili pozitivní závislost mezi pěnivou schopností mladiny a prodlouženou teplotní expozicí rmutů v oblastech teplot optimálních pro působení sladových proteáz.

— Vliv ostatních sledovaných technologických podmínek v úseku rmutování a chmelovaru, jako např. vliv prodloužení cukrotvorné teploty, resp. intenzity chmelovaru a dávky chmele, nelze při uvedených technologických podmínkách a daných surovinách označit za významný.

— Zhoršení pěnivé schopnosti mladiny jsme zjistili v některých případech při prodloužení délky chmelovaru.

— Z pokusného ověření vlivu stabilizačního přípravku papainového typu na pěnivou schopnost mladého a hotového piva jsme zjistili, že jeho aplikace nastává v obo-

ru sledovaných teplot 0 až 60 °C a dávce odpovídající 4,0 g/hl k výraznému poklesu pěnivé schopnosti piva.

Literatura

- [1] DE CLERCK, J.: Lehrbuch der Brauerei, Berlin 1965, Band II, s. 721
- [2] ROSS, S., CLARK, G. L.: Wallerstein Lab. Comm., 2, 1939, s. 46, cit. podle 13
- [3] KOLBACH, R., ZASTROW, K.: Mschr. Brauerei 16, 1963, s. 1
- [4] CURIN, J.: Sdělení na XII. pivovarsko sladařském semináři, Pízeň 1969
- [5] ŠROGL, J., KLASOVÁ, V.: Kvasný průmysl 22, 1976, s. 28
- [6] Methods of Analysis of the ASBC
- [7] Technický materiál výroby proteolytických přípravků
- [8] NARZISS, L., RÖTTGER, W.: Brauwiss. 26, 1973, s. 261
- [9] BISHOP, L. R.: Journal Inst. Brew. 81, 1975, s. 444
- [10] BHATTY, R. S.: Journal Inst. Brew. 79, 1968, s. 376
- [11] REED, G.: Enzymes in Food Processing. Academic Press, 1975
- [12] RUNKEL, U. D.: Mschr. Brauerei, 29, 1976, s. 248
- [13] KRÜGER, E., BIELIG, J. H.: Betriebs- und Qualitätskontrolle in Brauerei und alkoholfreier Getränkeindustrie. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1976

Šrogl J., Průcha P.: Vliv technologických podmínek na pěnivost piva. Kvas. prům. 25, č. 4, s. 73—78.

Pěnivá schopnost mladiny a piva je ovlivněna různými technologickými změnami. Na základě modifikované metody podle Rosse a Clarka zjistili autoři vliv některých technologických prvků na pěnivou schopnost mladiny a piva.

Pěnivá schopnost prochází během technologického procesu výroby piva některými změnami: klesá při hlavním kvašení, při dokvašování se mění pouze málo. Značný pokles způsobuje aplikace proteolytického enzymového přípravku; jeho působení v tomto smyslu je velmi výrazné a rychlé. Prodloužení peptonizačních prodlév (50 °C) ve varně nemá nepříznivý vliv stejně jako delší působení cukrotvorných teplot (63 až 73 °C). Vliv neměla v tomto směru ani různá intenzita chmelovaru, ani různá dávka chmele. Naopak prodloužení chmelovaru mělo na pěnivou schopnost mladiny negativní vliv.

Шрогл, Ю. — Пруха, П.: Влияние режимов технологических процессов на пенность пива. Квас. прум. 25, 1979, № 4, стр. 73—78.

На пенность суслу и пива влияют режимы разных фаз технологического процесса варки. Пользуясь модифицированным методом, предложенным Россом и Кларком, авторы изучали влияние некоторых технологических факторов на пенность суслу и пива.

В течение технологического процесса производства пива пенность изменяется. В фазе главного брожения она снижается, в фазе последующей ферментации она изменяется совсем незначительно, но резко и весьма быстро падает после добавки протеолитических ферментативных препаратов. Увеличение длительности фазы пептонизации в варке (при температуре 50 °C), ни длительное влияние осаживающих температур в диапазоне 63—73 °C не оказывают отрицательного влияния. Интенсивность кипячения суслу с хмелем и количество добавляемого хмеля не имеют влияния, но увеличение продолжительности кипячения влияет на пенность отрицательно.

Šrogl J., Průcha P.: Effects of Technologic Processes Upon the Foaming Power of Beer. Kvas. prům. 25, 1979, No. 4, pp. 73—78.

The foaming power of wort and beer is a variable property and is different in various stages of brewing process. By applying the modified Ross and Clark method the authors have studied effects of some technologic factors upon the foaming power of wort and beer.

In the course of brewing process the foaming power changes its intensity. So in the stage of main fermentation it falls, post fermentation has only slight effects, substantial and rapid fall is caused by application of proteolytic enzymatic preparations. Neither the extension of peptonization dwell (at 50 °C) in brewhouse, nor long influence of saccharifying temperature (63—73 °C) has any negative effects. The intensity of hop boiling and the amount of hops do not influence the foaming power, but long duration of hop boiling operation has negative effects upon the foaming power of wort.

Šrogl J., Průcha P.: Einfluß der technologischen Bedingungen auf das Schaumvermögen des Bieres. Kvas. prům. 25, 1979, No. 4, S. 73—78.

Das Schaumvermögen der Würze und des Bieres wird durch verschiedene technologische Veränderungen beeinflusst. Aufgrund der modifizierten Methode nach Ross

und Clark stellten die Autoren den Einfluß einiger technologischer Faktoren auf das Schaumvermögen der Würze und des Bieres fest.

Das Schaumvermögen unterliegt im Verlauf des technologischen Prozesses der Biererzeugung bestimmten Änderungen; während der Hauptgärung sinkt es ab, bei der Nachgärung finden nur unbedeutende Änderungen statt. Eine wesentliche Verminderung des Schaumvermögens wird durch die Applikation des proteolytischen Enzympräparats verursacht; seine Wirkung in dieser Richtung ist sehr markant und schnell. Die Verlängerung der Peptonisierzeit (50 °C) im Sudhaus hat keinen ungünstigen Einfluß sowie auch die längere Wirkung der Verzuckerungstemperaturen (63—73 °C). Ohne Einfluß auf das Schaumvermögen sind auch die Änderungen der Intensität des Hopfenkochens und der Hopfengabe. Die Verlängerung des Hopfenkochens hatte dagegen einen negativen Einfluß auf das Schaumvermögen der Würzen.