

# PRÍPRAVA MLADINY A JEJ VPLYV NA FERMENTÁCIU A VLASTNOSTI HOTOVÉHO PIVA

## WORT PREPARATION AND ITS INFLUENCE TO FERMENTATION AND BEER PROPERTIES

MARIANA CVENGROŠOVÁ<sup>1</sup>, DANIELA ŠMOGROVIČOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pivovar Šariš a.s., Pivovarská 9, 082 21 Veľký Šariš, Slovenská republika

e-mail: mariana.cvengroschova@saris.sabmiller.com

<sup>2</sup>Katedra biochemickej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika

**Cvengrošová, M. – Šmogrovičová, D.: Príprava mladiny a jej vplyv na fermentáciu a vlastnosti hotového piva.** Kvasny Prum. 50, 2004, č. 3, s. 70–75.

Príprava mladiny je veľmi dôležitým krokom z pohľadu priebehu fermentácie, ale aj kvality hotového piva. Vlastnosti mladiny ovplyvňujú vstupné suroviny a technologický proces jej výroby. Kvasinky a proces fermentácie zohrávajú veľmi dôležitú úlohu v procese výroby piva, a preto je potrebné mladinu pripraviť tak, aby obsahovala všetky dôležité živiny: zdroj uhlíka (skvasiteľné sacharidy), kyslík a lipidy (lipidy pre membránovú biosyntézu, ktorú môžu uskutočňovať kvasinky za prítomnosti kyslíka), zdroj dusíka (aminokyseliny a peptidy sú potrebné pre rast kvasiniek a syntézu enzýmov), rastové faktory – vitamíny, anorganické ióny (dôležité pre metabolizmus kvasiniek) a vodu. Článok prináša prehľad jednotlivých parametrov a zároveň diskutuje ich vplyv na priebeh fermentácie a kvalitu hotového piva.

**Cvengrošová, M. – Šmogrovičová, D.: Wort Preparation and its Influence to Fermentation and Beer Properties.** Kvasny Prum. 50, 2004, No. 3, p. 70–75.

Wort preparation is very important step from the view of fermentation run and finish beer quality as well. Wort properties affect incoming raw materials and technological process of its production. Yeast and fermentation

process play very important role in beer production and for that reason it is necessary to prepare wort in the way to content important nutrients: carbon source (fermentable saccharides), oxygen and lipides (lipides for membrane biosynthesis, which yeast can realize in oxygen presence), nitrogen source (aminoacids and peptides are necessary for yeast growth and enzyme synthesis), growth factors – vitamins, inorganic ions (important for yeast metabolism) and water. Article brings view of individual parameters and simultaneously discusses their influence on fermentation run and finish beer quality.

**Cvengrošová, M. – Šmogrovičová, D.: Die Würzeherstellung und ihrer Einfluss auf die Hauptgärung und die Eigenschaften des fertigen Bieres.** Kvasny Prum. 50, 2004, Nr. 3, S. 70–75.

Aus der Sicht der Hauptgärung und Qualität des fertigen Bieres kann die Würzeherstellung als ein sehr wichtiger Prozess betrachtet werden. Die für Würzeherstellung angewandte Rohstoffe und Maischenprozess spielen für ihre Qualität eine sehr grosse Rolle. Weil für die Bierherstellung der angewandte Hefestamm und Technologie des Gärungsprozesses auch sehr wichtig sind, muss die fertige Würze so hergestellt werden, um alle für die Hefe notwendige Nährstoffe zu enthalten: Kohlenstoff (vergärbare Sacchariden), Sauerstoff, Lipiden (für die membra-

nen Biosynthese, die die Hefezellen in der Anwesenheit des Sauerstoffes realisieren können), Stickstoff (für eine Vermehrung von Hefezellen und für die Synthese von Enzymen sind Aminosäuren und Peptiden unerlässlich), Wachstumsfaktoren – Vitaminen, anorganische Ionen (wichtig für den Hefemetabolismus) und Wasser.

Der Überblick von einzelnen Parametern und Diskussion über ihren Einfluss wird in diesem Artikel angeführt.

**Цвengрошова, М. – Шмогровичова, Д.: Производство сусла и его влияние на брожение и свойства готового пива.** Kvasny Prum. 50, 2004, No. 3, стр. 70–75.

Процесс производства сусла имеет большое значение не только для брожения, но и для качества готового пива. На свойства сусла влияют сырье и технология производства сусла. Дрожжи и процесс брожения имеют важную роль в процессе производства пива и поэтому нужно подготовить сусло содержащее все важнейшие питательные вещества: источник углерода, сбраживаемые сахара, кислород и липиды (липиды для мембранного биосинтеза, выполняемого дрожжами при наличии кислорода), источник азота (аминокислоты и пептиды нужны для роста дрожжей и синтеза энзимов), факторы для роста – витамины, аниорганические ионы (важны для метаболизма дрожжей) и воду. В статье приводится перечень отдельных параметров и их влияние на протекание брожения и качество готового пива.

**Kľúčové slová:** zdroj uhlíka, dusíkaté látky, minerálne látky, lipidy, kyslík, mladina, fermentácia

**Keywords:** carbon source, nitrogen matters, mineral matters, lipides, oxygen, hopped wort, fermentation

### 1 ÚVOD

Vlastnosti pivovarskej mladiny ovplyvňujú priebeh kvasenia a výsledné vlastnosti hotového piva. Práve preto je proces prípravy mladiny z hľadiska výživy kvasiniek ako aj priebehu fermentácie veľmi dôležitý. Obsah jednotlivých zložiek aj technológia výroby mladiny ovplyvňujú celý proces výroby piva. Výroba mladín o koncentrácii 13–16 g rozpustných látok na 100 g mladiny je definovaná ako „high gravity“ fermentácia (HG). Výroba piva technológiou „high gravity brewing“ (HGB) je zameraná na zvýšenie hospodárnosti výroby a štandardnosti vyrábaného piva. Pri použití rovnakého technického zariadenia dochádza k okamžitému zvýšeniu kapacity pivovaru. Zjednodušením výroby piva dochádza k výraznému zvýšeniu zisku a zníženiu výrobných strát, k účelnému zaistovaniu širokého sortimentu výrobkov a špeciálnych požiadaviek spotrebiteľov, eliminácii negatívnych výrobných efektov, pričom je umožnená rýchla odozva na meniace sa požiadavky trhu. Hlavný zisk pritom predstavuje úspora energie vo varni, pretože pre výrobu

rovnakého množstva piva sa uvarí menej várok [1, 2]. Je potrebné si uvedomiť, že pívá vyrobené fermentáciou vysokokoncentrovaných mladín majú iné vlastnosti, tak isto ako mladiny, z ktorých sú vyrábané.

Úspešná HG fermentácia je teda závislá na schopnosti kvasiniek rýchlo odpovedať a prispôbiť sa na niekoľko stresových faktorov. Kvasinky si musia zachovať svoju vitalitu, definovanú ako schopnosť kvasiniek zniesť rôzne stresy a ešte uskutočniť fermentáciu. Kvasinky musia byť schopné vydržať tento stres bez negatívneho vplyvu na organoleptickú kvalitu finálneho piva [3]. Práve preto je potrebné zaistiť kvasinkám procesom prípravy mladiny dostatok živín ako aj ochranných látok, aby bolo znížené riziko stresu a problém fermentácie. Požiadavka na prostredie pre rozmnožovanie kvasiniek: zdroj uhlíka (skvasiteľné cukry ako zdroj energie), kyslík a lipidy (lipidy pre membránovú biosyntézu, ktorú môžu uskutočňovať kvasinky za prítomnosti kyslíka), zdroj dusíka (aminokyseliny a peptidy sú potrebné pre rast kvasiniek a syntézu enzýmov, kvasinky môžu takisto využívať amoniak), rastové faktory –

vitamíny, anorganické ióny (dôležité pre metabolizmus kvasiniek) a vodu.

Základným predpokladom pre plynulý priebeh kvasenia je vysoký obsah skvasiteľných cukrov a aminokyselín, dokonalé prevzdušnenie mladiny, nízky obsah viskózných látok typu  $\beta$ -glukánov, nízky obsah kalov a znížené hodnoty pH [4].

### 2 ZDROJ UHLÍKA

Jedným z dôležitých zdrojov ovplyvňujúcim priebeh kvasenia je koncentrácia ako aj druh zdroja C. Pri štandardnom procese rmutovania sa vytvorí 25 % skvasiteľných cukrov v sladine pri proteolytickej výdrži a zvyšok cukrov vzniká z 90 % pri cukrotvornej výdrži a 10 % po prečerpaní ku chladeniu [5]. Z jednotlivých skupín chemických látok mladiny tvoria sacharidické zložky asi 90 % extraktu a z nich je okolo 68 až 75 % skvasiteľných. Iba malá časť týchto zložiek pri chmeľovare podlieha interakciám s dusíkatými zložkami [6].

Tvorba cukrov prebieha pomocou enzýmov  $\alpha$ -amylázy a  $\beta$ -amylázy rozkladom škrobu za špecifických teplôt. Pre normálne

svetlé slady plzeňského typu je aktivita  $\alpha$ -amylázy v rozmedzí 220 až 530  $\mu\text{kat} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $\beta$ -amylázy v rozmedzí 100 až 1300  $\mu\text{kat} \cdot \text{kg}^{-1}$  [7]. Dobre rozlúštený slad sa ľahšie spracováva vo varni s vyšším varným výťažkom a získaný extrakt sladiny je kvalitatívne cennejší [8]. Aktivita amylázy je u zle rozlúšteného sladu o polovicu nižšia ako u dobre rozlúštených sladov [9]. Najviac teplotne stabilná sa ukázala  $\alpha$ -amyláza, kým  $\beta$ -amyláza,  $\alpha$ -glukozidáza boli najmenej stabilné. Optimálne teploty enzýmov približne korelovali s termostabilitou. Najnižšiu optimálnu teplotu vykazovala  $\beta$ -amyláza (50 °C), kým  $\alpha$ -amyláza najvyššiu (70 °C). Na druhej strane mala  $\alpha$ -amyláza najnižšie pH optimum (4,5) a  $\beta$ -amyláza najvyššie (5,5). Produkcia maltózy sa najviac zvyšovala pôsobením  $\beta$ -amylázy spolu so synergickým efektom  $\alpha$ -amylázy a limitnej dextrinázy.  $\alpha$ -Glukozidáza a maltáza sú pre pivovarníctvo neoddeliteľné, pretože ich negatívne pôsobenie na  $\beta$ -amylázovú aktivitu vykazuje negatívny efekt na asimiláciu glukózy a maltózy kvasinkami [10]. Nižšie pH (asi 5,2) a rmutovanie bez prístupu vzduchu pri vysokých teplotách vystierania (62 °C) ako aj nízke tepelné zaťaženie mladiny pri varení a nízky obsah hrubých kalov pôsobia priaznivo na chuťovú stabilitu [11].

Bežné sladové enzýmy však nie sú schopné kompletne štiepiť  $\alpha$ -(1,6) väzby prítomné v amylopektíne, takže bežná mladina obsahuje neprekvasené dextríny. K výrobe vysokoprekvasených mladín sa preto používajú enzýmy, ktoré tieto väzby štiepia, ako napr. pullulanáza alebo izoamylázidáza. Najčastejšie sa používa amyloglukozidáza (1,4- $\alpha$ -D-glukán-glukozohydroláza, EC 3.2.1.3), ktorá súčasne štiepi aj väzby  $\alpha$ -(1,4). Je teda schopná kompletne rozštiepiť škrob na glukózu. Tieto enzýmy sa pridávajú väčšinou pri rmutovaní, podmienkou býva aj použitie viac rozlúšteného sladu [12]. Veľké množstvo glukózy v mladine môže spôsobiť inhibíciu transportného systému maltózy až do doby, kedy je ukončený rast kvasiniek a keď dusíkaté látky sa stávajú limitujúcim faktorom. To spôsobí že sa nemôže vytvoriť dostatočné množstvo enzýmov pre transport a hydrolyzu maltózy. Nadmerne vysoká koncentrácia glukózy v mladine môže nastať pri výrobe mladiny s vysokou náhradou sladu sacharózou, keď po rýchlom rozkvasení dôjde k zastaveniu kvasného procesu [4].

Sklovité zrná majú tendenciu obsahovať viac celkových dusíkatých látok ako múčnaté zrná. Vyššia aktivita  $\beta$ -amylázy korelovala v určitom stupni so sklovitosťou zrn, vyšším obsahom celkového dusíka a vyšším obsahom albumínov, globulínov a hordeínu. Obsah  $\beta$ -amylázy neukazuje, ako sa vyvinie potenciál  $\beta$ -amylázovej aktivity zrna počas rmutovania [13]. Prítomnosť polysacharidov je potrebná. Polysacharidy vytvárajú stabilitu peny a ich úloha pri spomaľovaní prepádavania stien je pravdepodobne dôležitejšia, ako sa doteraz myslelo [14]. Určité skupiny polypeptidov sú pre štruktúru a stabilitu peny dôležitejšie ako proteíny o molekulovej hmotnosti 40 kDa [15].

Snaha znížiť výrobné náklady vedie stále viac pivovarov k využitiu metódy HGB, avšak životaschopnosť kvasiniek sa vysokou koncentráciou mladiny a vysokým osmotickým tlakom znižuje. Vysoká koncentrácia mladiny ovplyvňuje morfológiu kvasničnej bunky, pôsobí na bunkovú stenu a spôsobuje zníženie veľkosti bunky. Schopnosť kvasinky prekonať vysoký osmotický tlak je silne ovplyv-

nená permeabilitou a integritou bunecnej membrány. Uvedené príčiny majú tiež vplyv na stabilitu pivej peny [16]. Vysoká koncentrácia mladiny spôsobuje osmotický stres kvasiniek, a preto je vhodným riešením zvýšenie obsahu kovov v mladine, popr. jej obohatenie o rastové faktory [17], ktoré zamedzí zníženie rýchlosti rastu kvasiniek a ich fermentačnej aktivity vplyvom účinku osmotického tlaku na bunku [18].

Rastúca koncentrácia mladiny (12, 16, 20 % hm.) vyvolala zníženie aktivity a pomnoženie kvasiniek. Tieto zmeny sa ďalej prejavili predĺžením doby kvasenia potrebnej k dosiahnutiu rovnakého zdanlivého prekvasenia a znížením využitia N-látok a voľných aminokyselín. Vysoká koncentrácia mladiny viedla k určitému nárastu vytváraného množstva prchavých látok [19, 20]. Vplyv koncentrácie mladiny na asimiláciu cukrov a dusíkatých zlúčenín bol skúmaný najskôr vo vzťahu k teplote kvasenia. Ak bola koncentrácia mladiny vysoká, asimilácia disacharidov sa spomalila, a takisto ak bola teplota kvasenia nízka, spomalila sa asimilácia disacharidov a trisacharidov. Asimilácia celkového dusíka sa trochu spomalila, ak bola koncentrácia mladiny vysoká. Zvlášť významné bolo zníženie asimilácie glycinu, tryptofánu a tyrozínu [21].

Náhradky sladu (surogáty) sú v Potravinovom kódexe SR definované ako „suroviny, ktoré nahrádzajú slad“ a kódex vymenováva nasledujúce suroviny: cukorné náhradky sladu sú sacharóza, invertný cukor, dextróza, fruktóza a glukózový sirup, škrobnaté náhradky sladu sú jačmeň, pšenica, kukurica, ryža a ich rôzne transformované formy [22]. Využitie cukornatej náhradky sa používa pri systéme HGB, kde sa pri prakticky rovnakej spotrebe energie a so súčasným zariadením pripravuje rovnaké množstvo mladiny s vyššou koncentráciou, pričom množstvo hotového piva sa zväčšuje až po filtrácii riedením upravenou vodou. Limitujúcim článkom je varňa, kde sa nesmie prekročiť povolené zaťaženie scedzovacieho dna. To sa rieši surogáciou mladiny cukrom priamo do varného kotla [23]. Čo do množstva dovoľuje Potravinový kódex nahradiť slad do 30 % hmotnostných škrobnatými alebo cukornatými náhradkami [24]. Vlastnosti HG mladín a pív z nich vyrobených závisia aj od spôsobu prípravy mladín. Tieto môžu byť až do koncentrácie extraktu 20 % pripravené priamo v procese sladovania jačmeňa, ešte vyššie koncentrácie surogáciou maltózou, dextrózovým sirupom a inými sacharidmi, alebo zahusťovaním vo vákuovej rotačnej odparke.

Pri analýze vplyvu podielu náhradiek sladu na obsah skvasiteľných cukrov nebol pozorovaný rozdiel medzi rôznymi druhmi náhrad až do podielu 30 % z celkového extraktu [5]. Pozitívne skúsenosti so systémom HGB boli u pív s vysokým podielom surogácie. Pri aplikácii HGB u 100 % sladových pív dochádza ku kvalitatívnym rizikám, ktoré spočívajú jednak v znížení stálosti peny a v posune pH pri zriedovaní, čo vedie k rozkolísaniu rovnováhy chuťových a aromatických látok (rovnováhy esterov) [25].

Pri výrobe piva s extraktom pôvodnej mladiny vyšším než 11 % sa odporúča používať maltózový sirup s obsahom redukujúcich látok 51–52 % v sušine do 10 % sypania a pri surogácii vyššej než 10 % sa doporučuje používať maltózový sirup s obsahom redukujúcich látok 55–65 % [26]. Zo skúšaných náhrad: sacharóza, *Glukoplus 830* a *Fer-*

*mentose 352* sa pripravok *Fermentose 352* svojím zložením sacharidov najviac podobá sladine vyrobenej dvojmrutovým spôsobom, menej ovplyvňuje charakter vyrobeného piva ako sacharóza, a je ním možné nahradiť až 30 % extraktu sladiny pri výrobe 12 % piva bez zmien jeho analytických a senzoryckých parametrov. So stúpajúcou koncentráciou prípravkov (10–50 % náhradou extraktu) v mladine klesá koncentrácia vyšších esterov a alkoholov. Vyššie náhrady ovplyvňujú nielen chuťovo aktívne zložky piva, ale aj plnosť chuti a jeho penivosť [27]. V 30% surogácii sacharózou s kompenzovaným deficitom voľného aminodúsika síranom amónnym ako aj bez kompenzácie je približne rovnaký úbytok celkového dusíka i nízkomolekulárnych frakcií v porovnaní s čisto sladovou várkou. Koncentrácia vyšších alkoholov a esterov v pívach s 30% prísadou sacharózy sa zvýšila. Zvlášť silne stúpol obsah izobutylalkoholu, fenyletanolu a fenyletylacetátu. Prísadou síranu amónneho sa redukovali prírastky vyšších alkoholov zhruba na polovicu, v niekoľkých prípadoch dokonca na úroveň čisto sladového piva. Prísada síranu amónneho vyššia než ekvivalentná nasvedčovala nadbytkovému mechanizmu a produkcia vedľajších produktov kvasenia stúpla [28]. Negatívny vplyv vyššieho podielu cukornatých náhrad súvisí s celkovým znížením obsahu dusíka, resp. jednotlivých frakcií bielkovín [29].

### 3 DUSÍKATÉ LÁTKY

Najneskôr pri chmelovare sa vyrazajú takmer všetky vysokomolekulárne proteíny. V mladine zostanú väčšinou rozpustné štiepne produkty bielkovín, ktoré sú potrebné pre pomnoženie kvasiniek a rýchle prekvasenie. Pozitívne sa vysokomolekulárne proteíny prejavujú v penivosti a plnosti piva, negatívne na tvorbe zákalu. Nízkomolekulárne produkty štiepenia sú potrebné pre výživu kvasiniek. Kvasinky spotrebujú z mladiny v priemere asi 100 až 140 mg N na liter vo forme aminokyselín a nižších peptidov. Vysokomolekulárne bielkoviny ďalej vypadávajú, sú absorbované na povrchu kvasiniek, alebo sú vynášané do kvasnej deky pomocou bubliniek CO<sub>2</sub>. Kvasinky nielen spotrebúvajú bielkoviny, ale aj vytvárajú behom kvasenia a sedimentácie aminokyseliny a nižšie peptidy [30]. Počas vystierky a rmutovania vo varni prechádzajú voľné aminokyseliny zo sladu do roztoku a pokračuje ich uvoľnenie z vysokomolekulárnych dusíkatých zlúčenín pôsobením aktívnych proteolytických enzýmov. Množstvo uvoľnených aminokyselín je závislé na teplote. Hodnoty pH rmutov okolo 5,4–5,5 znamenajú mohutnejšiu enzymatickú činnosť a tým štiepenie škrobu a bielkovín, pretože sa tak dostáva bližšie k optimálnym hodnotám  $\beta$ -amylázy, endopeptidáz a čiastočne aj  $\alpha$ -amylázy. Vápnik takisto chráni svojím navádzaním enzýmy pred rýchlou tepelnou inaktiváciou. Tým by malo dôjsť vo výslednom efekte k zvýšeniu varného výťažku, k dosiahnutiu vyšších hodnôt obsahu aminodúsika (FAN). Doporučené hodnoty obsahu vápnika vo vystierke sú 80 mg/l. Obsah voľných rizikových oxalátov by mal byť pod 20 mg/l. Prídavkom vápnika bolo získané viac extraktu a zvýšil sa aj varný výťažok, hodnoty pH vystierky dosiahli požadovaných hodnôt okolo 5,5, farba a horkosť mladiny poklesli a nijako to neovplyvnilo čírosť mladiny [31].

Kvalita piva veľmi závisí na stupni rozlu-

štenia sladú a na intenzite rmutovacieho postupu. Boli použité preluštený a bežne rozluštený slad, pričom bol menený rmutovací postup, ktorým je možné ovplyvniť obsah aminokyselín a obsah cukrov v mladine. Preluštený slad zvyšoval priemerné hodnoty aminokyselín pri každom rmutovacím postupe a naopak viedol k vyšším hodnotám vedľajších kvasných produktov v hotovom pive a zreteľne slabším penovým charakteristikám. Zvyšoval obsah zinku v mladine. Nezávisle na tejto skutočnosti boli vyššie obsahy zinku pozorované taktiež pri použití intenzívnejších rmutovacích postupov. Tieto piva boli tiež pri hodnotení ich chuťových vlastností posudzované ako neuspokojivé. Bežne rozluštený slad preukázal lepšie spracovateľské vlastnosti a výsledné piva výbornej kvality, obzvlášť pri použití biologického okyslenia [32]. Intenzívne dlhé rmutovanie s dlhšou výdržou pri 50 °C vedie hlavne u dobre rozluštených sladov k zhoršeniu penivosti, príčinou je hlbšie štiepenie dusíkatých látok a zníženie viskozity sladiny [29].

Veľké množstvo voľných aminokyselín obsiahnutých v sladine je prítomné už v slade a pri štandardnom dekokčnom rmutovaní nízkomolekulárne zlúčeniny, ako  $\alpha$ -aminodusík, vznikajú z 30–40 % pri rmutovaní, zatiaľ čo zvyšok je už v rozluštenom slade. Obsah týchto rozpustných zložiek je veľmi závislý na použiteľnom slade. Pri zjednodušenom rmutovaní boli naproti tomu zistené len malé zmeny v obsahu aminokyselín [5]. Vplyv rozluštenia sladú na penivosť je veľký. Slady s práve postačujúcim rozluštením (extraktový rozdiel 6,3 %) vnášajú do sladín a pív podstatne viac vysokomolekulárnych bielkovín s molekulovou hmotnosťou nad 10 000 a 10 000 až 60 000 než slady dobre rozluštené (extraktový rozdiel 1,2 %), ich vplyv sa prejavuje nižšou penivosťou. Frakcie s molekulovou hmotnosťou nad 60 000 penivosť vôbec nezvyšujú. Intenzifikácia rmutovania predĺžovaním výdrží pri 50, 50–55 a 65 °C znižovala u sladov s práve postačujúcim rozluštením obsah frakcií s molekulovou hmotnosťou nad 10 000, popr. 10 000–60 000 v sladínach a v pivách, avšak u sladov dobre rozluštených ich obsah zvyšovala. Zvýšenie obsahu je v jednoznačnom vzťahu s penivosťou pív, avšak obahovanie týmito látkami klesá so silnejším štiepením pri rmutovaní, hlavne predĺžovaním výdrže pri 70 °C [33].

Je všeobecne známe, že bielkoviny sladú prechádzajú do roztoku pri rmutovaní počas bielkovinného odpočinku. Pri cukrotrných teplotách 70–75 °C sa 30–50 % rozpustných bielkovín vyzráža. Zrazenina obsahuje okolo 60 % bielkovín, popri polyfenoloch a rôznych sacharidoch, a vytvorí povlak na mláte v scedzovacej kadi, čím ovplyvňuje filtrovanie a výťažnosť. Pri rmutovaní činila doba bielkovinného odpočinku 30 minút; potom sa rmut zahrial na 70–72 °C rýchlosťou 1 °C za minútu a skudenie prebehlo pri 70–72 °C počas 40 minút. Napokon sa teplota zvýšila rýchlosťou 1 °C za minútu na 75 °C a táto sa udržiavala 10 minút. Pri pokusoch boli zistené tieto skutočnosti: v dôsledku vylučovania bielkovín počas skudenia sa znížil obsah vysokomolekulárnych bielkovinných frakcií v mladine [34].

Aminokyseliny sladú, nezbytné pre rast a metabolizmus kvasiniek, sú zaradené do skupiny tzv. kompromisných zložiek, ktoré za určitých podmienok procesu a koncentrácie v pivovarských médiách a pive majú nega-

tívny vplyv na organoleptické vlastnosti piva, tzv. komponent starej chuti piva. Prílišné proteolytické rozluštenie sladú zvyšuje v pive inklináciu k tvorbe starej chuti, na ktorej sa podieľajú okrem ďalších zlúčenín aldehydy vzniknuté za účasti aminokyselín sladú. Zníženie požiadavky na proteolytické rozluštenie sladov a obsah aminodusíka v mladine súvisí s tvorbou degradačných produktov aminokyselín, kde karbonylové zlúčeniny sú hlavnými komponentmi starej chuti piva. Preto dnešná požiadavka na obsah aminodusíka v mladine je do 200 mg/l pre 12% mladiny [35].

Jačmene s vyšším obsahom bielkovín vedú automaticky k vyšším obsahom dusíka v mladinách. V rámci „voľného aminodusíka“ hrajú úlohu tiež jednotlivé aminokyseliny ako napr. valín, leucín a izoleucín, ktoré môžu ovplyvniť tvorbu prekursorov vicinálnych diketónov. Môžu byť zastúpené príliš nízkym podielom práve v mladinách bohatších na dusík alebo v mladinách z preluštených sladov a vytvárajú tak podmienky k zosilnenej tvorbe 2-acetolaktátov. Varná voda má prostredníctvom pH pri rmutovaní silný vplyv na štruktúru a vzťahy dusíkatých látok, ktoré sú opäť dôležitými činiteľmi ovplyvňujúcimi rýchlosť kvasenia. V oboch týchto smeroch sa prejavili ako priaznivé hodnoty pH pod 4,5 [36]. Počas prípravy mladiny (rmutovanie, chmelovar) reagujú aminokyseliny za vzniku látok vytvárajúcich chuťovú vadu piva. Prebiehajú tu Maillardovej reakcie. Streckerovo odbúravanie aminokyselín spôsobuje tvorbu karbonylových zlúčenín (aldehydov) zodpovedných za zmeny chuti piva. Z tohoto hľadiska má byť ich koncentrácia minimálna. To je v protiklade s potrebou aminokyselín pre rozmnožovanie kvasiniek. Prolínu, ktorý stimuluje aldolovú kondenzáciu, je v mladine i v pive prebytok [6].

Z celkového množstva extraktu obsahuje mladina v priemere 5 % dusíkatých látok, v ktorých sú zastúpené bielkoviny, peptidy, aminy, aminokyseliny, malé množstvá purínov a vitamínov. Z hľadiska potreby kvasiniek sú najdôležitejšie aminokyseliny, ktoré začal podrobnejšie študovať na začiatku 20. storočia H. Brown. Aminokyseliny boli zoradené do 8 skupín podľa množstva v pôvodnej mladine ako aj podľa rýchlosti absorpcie pri kvasení. Kvasinky sú schopné využívať ďalšie aminokyseliny mladiny až po praktickom vyčerpaní predovšetkým aminokyselín prvej skupiny treonínu a serínu. Ďalej sa potvrdilo, že v mladinách rôzneho zloženia sypania sú aminokyseliny zastúpené vždy v určitom pomere [4]. Kvasinky sú chemoheterotrofné organizmy, ktoré potrebujú okrem uhlíka aj dusík a vitamíny na zabezpečenie rastu a rozmnožovania buniek. Dusík zohráva dôležitú úlohu aj pri rýchlosti produkcie etanolu. Jeho prídavok v množstve nad odporúčenú koncentráciu vedie k omnoho vyššej rýchlosti fermentácie a zvýšenému výťažku biomasy [37].

Pri vysokokoncentrovaných fermentáciách obsahujú médiá (mladina a iné substráty) nedostatočné množstvo voľného aminodusíka (FAN). V mladinách normálnej hustoty musí byť množstvo využiteľného dusíka 140–150 mg FAN/l. V mladinách vyššej hustoty táto odporúčaná koncentrácia vzrastá [37], a je závislá na použitých fermentačných podmienkach [38]. Vysokokoncentrované mladiny však obsahujú len 120 mg FAN/l, koncentrácia príliš nízka na dosiahnutie maximálnej rýchlosti utillizácie sacharidov a produkcie etanolu.

Väčšia časť asimilovateľného dusíka je kva-

sinkami využívaná na syntézu nových bunkových proteínov a enzýmov. Rastúce bunky fermentujú sacharidy omnoho väčšou rýchlosťou ako nerastúce bunky, a hocijaký faktor, ktorý limituje rast buniek, zapríčiňuje pokles aj v rýchlosti fermentácie. Asimilovateľný dusík pridaný v nadmernej koncentrácii nepodporuje zvýšenie počtu buniek ani rýchlosť ich rozmnožovania, ale vedie k zvýšenej rýchlosti tvorby a akumulácii bunkovej hmoty, a tak zvyšuje rýchlosť fermentácie [37].

#### 4 LIPIDY

Lipidy sú veľmi dôležité pre kvasinky, a to hlavne pre membránový biosyntézu, ktorú môžu uskutočňovať kvasinky za prítomnosti kyslíka. Avšak ich oxidáciou v procese výroby mladiny dochádza k tvorbe negatívnych chuťových látok.

Mastné kyseliny prechádzajú do sladiny zo surovín a uvoľňujú sa pri rmutovaní aktivitou lipáz. Scedzovanie, var mladiny a odlučovanie kalov silne znižujú ich obsah. Pri kvasení aktivita kvasiniek vyvoláva novú tvorbu nových mastných kyselín s rôzne dlhými reťazcami [39]. Lipázy majú dve teplotné optima pri 35–40 °C a pri 65–70 °C [40]. Počas rmutovania sa zvýšilo množstvo voľných mastných kyselín, čo naznačuje, že došlo k hydrolýze lipidov. Obsah triglyceridov a polárnych lipidov sa znížil a zvýšil sa podiel voľných mastných kyselín [41].

Lipidy pochádzajúce zo sladú sa po hydrolýze môžu oxidovať enzymaticky lipoxygenázou alebo bez účasti enzýmov pôsobením svetla, popriade iónov kovov. Začiatočným produktom oxidácie sú hydroperoxydy. Počas rmutovania vznikajú hydroperoxidové deriváty, ktoré sa premenujú na trihydroperoxykyseliny a potom pomaly v pive prechádzajú na zmyslovo aktívny trans-2-nonenal. Všeobecne sa jeho tvorba spája s oxidáciou nenasýtených mastných kyselín [42]. Zvýšením teploty je možné aktivitu lipoxygenázy zamedziť alebo znížením hodnoty pH rmutov na hodnotu 5,1–5,2 je možné jej aktivitu obmedziť [43]. Okyslením vystierky na hodnotu pH 5,1 až 5,2 môže byť podstatne zlepšená chuťová stabilita hotového piva, pretože pri tejto hodnote pH je aktivita lipoxygenázy prakticky zanedbateľná. Nepotvrdil sa negatívny vplyv na aktivitu  $\alpha$ -amylázy [44]. Vyššie nenasýtené mastné kyseliny sú v priamej závislosti na obsahu kalov v mladine. Vyššie nenasýtené mastné kyseliny sú prekursori nenasýtených aldehydov, ktoré sa tvoria pri stárnutí piva a sú zodpovedné za zvetranú chuť piva. Zastúpenie voľných vyšších mastných kyselín sa mení podľa čírosti mladín. Obsah kalov v mladinách je závislý na technológii na varni, vlastnostiach varených surovín a na oddeľovaní mláta a kalov [45]. Odlučovanie kalov silne znižuje aj obsah mastných kyselín. Pri kvasení aktivita kvasníc vyvoláva novú tvorbu mastných kyselín s rôzne dlhými reťazcami [39]. Účinnými opatreniami na podporu odlučovania kalov je možné znížiť obsah mastných kyselín až o 90 %. Vrátením kalov alebo výstrelkov sa môže, obzvlášť pri nesprávnych manipuláciách, obsah vyšších mastných kyselín zvýšiť, čo môže mať vplyv aj na stabilitu chuti piva [46]. Kalné scedzovanie zvyšuje obsah mastných kyselín a tým jednoznačne zhoršuje stabilitu chuti piva. Ďalšie zhoršovanie vyvoláva zafažovanie mladiny kyslíkom pred chmelovarom [47]. Chmelenie podporuje vylučovanie mastných

kyselin v procese odstraňovaním kalov [48]. Kalné mladiny urýchľujú kvasenie, avšak nemajú vplyv na koloidnú stabilitu a aromatické zložky piva. Určením celkového obsahu mastných kyselín je možné určiť akosť mladiny [49].

Obsah kalov v zakvasenej mladine má vplyv na intenzitu kvasenia, filtrovateľnosť piva, chuťovú stabilitu ako aj stabilitu peny. Hrubé kaly sú v podstate lom, vzniknutý pri chmelovare. Jeho množstvo závisí od akosti použitého sladú, kvantitatívnej i kvalitatívnej stránke chmelenia, spôsobe rmutovania, priebehu scedzovania, dobe a intenzite chmelovaru. Značný význam má taktiež obsah polyfenolových látok a varom koagulovateľného dusíka v mladine. 1 hl 12 % mladiny obsahuje 20–70 g hrubých kalov, pričom táto hodnota sa zvyšuje pri spracovaní zle rozlúštených sladov, pri kalnom stekaní sladiny, zlom povarení rmutov, infúziom a krátkom rmutovaní, dávkovaní chmelov s vysokým obsahom polyfenolov, vysokom obsahu kovových iónov a nízkom pH mladiny [50, 51, 52].

Zakalená mladina neposkytuje kvasinkám dostatočnú nutričnú hodnotu, vedie k zhoršenému rastu kvasiniek, nižšiemu prevkvaseniu a k väčšiemu obsahu voľného aminodúsíka v hotovom pive. Všetky tieto faktory vedú k zhoršeniu kvality piva a k nižšej stabilite chuti [53]. Vyšší podiel kalov zväčšuje stres kvasiniek a môže znížiť ich vitalitu a viabilitu [54]. Odstránenie hrubých a jemných kalov je nutné, pretože kaly podporujú tvorbu komponentu starej chuti piva v ďalších výrobných fázach. Obsah kalov by sa mal pohybovať do 40 mg/l [35]. Prídavkom polyvinylpyrrolidónu a karagénanu Polyclar Brewbrite 10 minút pred ukončením chmelovaru sa zlepšilo zrážanie kalov a výsledkom bola čírejšia mladina. Zvýšil sa taktiež výťažok extraktu až o 3 %. Kvasenie sa skrátilo asi o 10 % a vzrástla životaschopnosť kvasiniek. Hotové pivo mali oproti porovnávacím vyššiu koloidnú stabilitu [55].

Flotáciu, zmiešaním čerpanej horúcej mladiny so schladenou karbonizovanou mladinou, pripravenou v bypasse z hlavného toku na 60–85 °C, sa zníži obsah jemných kalov vo vyrážanej mladine o 30–50 % vylúčením triesol-bielkovinových komplexov. Hodnota obsahu kalov sa znížila z pôvodných 120–200 mg/l na 75–85 mg/l. Znížila sa výška kvasnej deky, a tak bolo možné zvýšiť objem mladiny v CKT z pôvodných 82,5 % na 86,4 %, a to bez použitia odpeňovacích prostriedkov. Poklesom kalov sa zlepšil fyziologický stav kvasiniek a ich sedimentačná schopnosť [56]. Nedostatočným odstránením kalov môže byť spôsobená zhoršená filtrovateľnosť piva [57].

Pivo sa chuťovo mení, ak je odstránenie jemného kalu vynechané. Chuťová stabilita, redukčná schopnosť, chemicko-fyzikálna stabilita a penivosť pritom nie sú zhoršené. Odstránenie jemných kalov sa nejaví ako nutné, ak sú v dostatočnej miere odstránené hrubé kaly a ak je v pivovare fungujúce kvasničné hospodárstvo [58]. Kalná mladina podporuje viabilitu kvasníc a tým aj ich výťažok, existuje však riziko vyššej prítomnosti mastných kyselín v médiu. Taktiež bola pozorovaná nižšia tvorba esterov vplyvom inhibície kľúčových enzýmov dôležitých pre ich tvorbu. Mladina s vyšším obsahom kalov na druhej strane podporuje tvorbu iných senzorycky aktívnych látok, ako vyšších alkoholov a sírnych zlúčenín. Príčinou starej chuti a vône v pive nie sú mastné kyseliny z kalových častíc,

ktoré sú jej prekurzormi, ale je rozdielne zloženie kalových častíc. Ich chemická skladba veľmi kolísala a pomery prítomných polysacharidov, bielkovín, pryskyric, polyfenolov a lipidov sa môžu značne líšiť v závislosti od mladiny. Pivá z čírejších mladín sú senzorycky výraznejšie, vyšší obsah kalov je možné doporučiť pri výrobe pív s vyššou stupňovitosťou [59].

## 5 ROZTOKY SOLÍ A KOVŮ

Čo sa týka obsahu minerálnych látok v mladine, kvasinky potrebujú Ca pre stimuláciu sedimentácie, K, Zn, Mg pre podporu aktivity enzýmov kvasiniek a Zn je dôležitý aj pre rozmnožovanie kvasiniek a priebeh kvasenia, optimálne nad 12 mg/l [4]. Rudloff odporúča 5–20 mg zinku na hl zakvasovanej mladiny v podobe roztoku síranu zinočnatého. Zinok sa výrazne uplatňuje v metabolizme aminokyselín a sprostredkúva pravdepodobne taktiež transport aminokyselín bunkovou stenou [60] a jeho dostatok zaisťuje správny rast kvasiniek. Prídavanie zinku sa robí v podobe síranu zinočnatého alebo chloridu zinočnatého. Taktiež je možné dosiahnuť vyššie hodnoty biologickým oksylovaním [61].

Obsah zinku v mladine zvyšuje použitie vysoko rozlúšteného až prelúšteného sladú alebo použitie intenzívnejších rmutovacích postupov. Prelúštené slady však dávajú pivo s horšími senzoryckými vlastnosťami a horšími penovými charakteristikami [32]. Minimálna koncentrácia zinku potrebná pre maximálny kvasný výkon sa pohybuje v rozmedzí 0,1–0,15 mg Zn<sup>2+</sup> na liter. Zvýšenie rýchlosti kvasenia pri pridaní zinku je dané zvýšením špecifikovanej rýchlosti prevkvasovania buniek, a nie zväčšením ich počtu. Prídanie mangánu, horčíka a vápnika nemá na priebeh kvasenia vplyv [62]. Obsah zinku v sladine a mladine závisí nielen na jeho zastúpení v surovinách, ale aj na schopnosti prechádzať v priebehu varného procesu do roztoku. Bolo zistené, že zinok vykazuje vo varni správanie typického ťažkého kovu – do sladiny je extrahované iba asi 5 % z pôvodného množstva v slade. V priebehu chmelovaru dochádza k zvýšeniu obsahu zinku prídavkom chmelu z 0,16–0,21 na 0,28–0,40 mg/l, čo je z hľadiska kvasenia optimálna hladina. Vplyvom lepšieho odľučovania kalov je možné očakávať nižší nárast. Obsah Zn v chmeli sa pohybuje rádom vyššie ako v slade. Pre skúmaný chmel bol obsah 77 mg/kg a v slade 23 mg/kg [63].

Za účelom zvýšenia obsahu zinku v mladine sa doporučuje redšia vystierka, výdrž pri 50 °C, okyslenie vystierky alebo rmutov, aplikácia proteolytického sladú pri súčasnom znížení teploty vystierky, kyslá extrakcia mláta. Nepriaznivo pôsobí použitie vírvej kade [64].

Prídavkom takých zložiek, ako sú kationy horčíka a vápnika, môže byť znížený aj nepriaznivý vplyv na správanie kvasiniek, pravdepodobne spôsobený vysokou koncentraciou etanolu, zvýšeným osmotickým tlakom a nedostatkom živín pri kvasení HG mladín. Obidva kovy sú normálne prítomné v mladine vo forme solí, a zohrávajú dôležitú úlohu v raste kvasiniek a fermentácii. Sú nevyhnutné pri regulácii pH mladiny, flokulácii kvasiniek a stimulácii bunkového delenia [65, 66]. Ich prídavok v optimálnej koncentrácii je veľmi dôležitý na udržanie viability a zlepšenie fermentačnej aktivity kvasiniek [67, 68], pretože vysoká koncentrácia solí v substráte je

škodlivá pre rast buniek a produkciu etanolu [68, 69]. Prítomnosť optimálnej koncentrácie vápnika znižuje inhibičný vplyv etanolu na rast a fermentáciu buniek. Vápnik udržiava permeabilitu membrány ochraňujú fosfolipidový náboj membrány a reguláciu interakcií lipid-proteín, a tým znižuje rozsah etanolom stimulovaného uvoľnenia vnútrobunkových zložiek [69].

Nedostatočné množstvo vápnika v mladine môže spôsobiť pri vyššom obsahu kyseliny šťaveľovej vyžrážanie oxalátov v pive, a preto je doporučená koncentrácia vápnika v mladine 45–50 mg/l [70]. Prídavkom vápnika sa zväčší kvantitatívny prechod zinku zo sladú do roztoku, čo sa priaznivo prejavuje pri kvasení mladiny. Zhruba 70 % obsahu vápnika z vystierky je počas scedzovania a vysladzovania zachyteného v mláte. Doporučené hodnoty obsahu vápnika vo vystierke sú 80 mg/l. Obsah voľných rizikových oxalátov by mal byť pod 20 mg/l. Okysľovanie mladiny je možné vyriešiť prídavkom vápenatých solí po skončení chmelovaru, napr. do vírvej kade. Obsah vápnika vo vyrážanej mladine by mal byť medzi 60–80 mg/l. Zvýšením podielu vápnika k prítomným oxalátom zo sladú by vzniknutý šťavelan vápenatý mal vypadávať z roztoku nielen počas rmutovania a chmelovaru, ale aj počas kvasenia a čírenia piva v ležiackych tankoch. Tým je výrazne znížený obsah oxalátových zkalov a gushingu. Vyžrážanie a odstránenie oxalátov už pred filtráciou je dôležité hlavne u pív varených spôsobom HGB, keď prídavok vody počas filtrácie znamená dodanie ďalšieho podielu vápnika, a tým aj vyžrážanie ďalších prípadne prítomných oxalátov po filtrácii piva. Hodnoty nad 800 mg/l znižujú rýchlosť kvasenia, vitalitu buniek, pomnožovanie a produkciu etanolu [31].

## 6 VPLYV KYSLÍKA

Na pôsobenie kvasiniek počas fermentácie a na ich fyziologický stav vo veľkej miere vplyva prítomnosť kyslíka, solí, vitamínov, kovov a rôznych iných látok. Je potrebné určité množstvo kyslíka na začiatku fermentácie na zabezpečenie rastu a rozmnožovania buniek. So zvyšovaním stupňovitosti mladiny sa množstvo rozpusteného kyslíka v mladinách znižuje. Význam kyslíka pri kvasení piva je spojený predovšetkým so syntézou sterolov a nenasýtených mastných kyselín kvasinkami. Tieto lipidy sú životne dôležité štruktúrne zložky kvasničnej membrány, na ich zložení a obsahu závisí aktivita pohybu živých látok a metabolitov z bunky do živného prostredia a naopak. Molekulárny kyslík je nevyhnutný na premenu biologického prekurzora skvalénu na ergosterol, jeden zo základných sterolov v kvasinkách [71].

Vzduch by mal byť dávkaný až do dostatočne schladenej mladiny, a to v množstve potrebnom na pomnoženie kvasiniek a iba po dobu zakvasovania, pretože pri vzdušení zakvasenej mladiny sa znižujú jej antioxidačné vlastnosti a podporuje tvorba prekurzorov a komponentov starej chuti piva [72]. Odporúčany obsah rozpusteného kyslíka v mladine je 5–7 mg/l oproti 10 mg/l preferovaných v minulosti [4]. Mladina absorbuje vzdušný kyslík počas celého procesu chladenia, v horúcej mladine sa viaže kyslík chemicky, avšak pri nízkych teplotách sa iba rozpustí. Obsah chemicky viazaného kyslíka v mladine závisí na teplote, pri 80 °C je stanovené množstvo 3 mg/l, pri teplote 60 °C už len 2 mg/l, pri

40 °C 1,2 mg/l a pri 20 °C iba 0,75 mg/l [73]. Pre prevzdušnenie mladín pri obvykle doporučenom 55–80% nasýtení mladiny kyslíkom pri atmosférickom tlaku a teplote 5 °C vychádzajú nasledujúce hodnoty: pre 10% mladinu 6–8,7 mg O<sub>2</sub>/l, pre 12% 5,8–8,4 mg O<sub>2</sub>/l. Rozpustnosť kyslíka v mladine je trochu menšia než vo vode a je tiež podmienená jeho koncentráciou [50].

Kvasinky vo vysokokoncentrovaných mladinách, zakvasovaných väčšou dávkou, využívajú kyslík pre syntézu lipidov efektívnejšie a majú lepšiu fermentačnú schopnosť a viabilitu [74]. Na druhej strane zvýšená koncentrácia sterolov a mastných kyselín v prostredí má nepriaznivý dopad na organoleptickú kvalitu hotového piva [75]. Taktiež vyššie prevzdušnenie mladiny inhibuje tvorbu esterov [59]. Číre mladiny, bez hrubého kalu, potrebujú zvlášť intenzívne prevzdušňovanie pri zakvasovaní pre dosiahnutie dobrých výsledkov peny [76].

Vyššie koncentrácie kyslíka už podporujú rast kvasiniek, a tým pokles na biosyntézu polynenasýtených mastných kyselín a sterolov, ktoré majú významnú úlohu pri zabezpečovaní etanoltolerancie kvasiniek. Viacerí autori [77, 78] pozorovali pri nízkej hladine O<sub>2</sub> zlepšenie etanoltolerancie a zachovanie pomerne vysokej viability kvasiniek. Pri dostatočnom okyslíčení ide nielen o nasýtenie kyslíkom 8–10 mg/l, ale i jeho čo najmenší disperzný rozptyl. Silné prevzdušnenie môže mať tiež účinok na niektoré vlastnosti pív, ako obsah sterolov a mastných kyselín, spôsobený napr. kalným scedzovaním a strhávaním horkých kalov. Súčasne však nie je možné popierať, že mnohé problémy pri kvasení a v najširšom zmysle majú pôvod v nedostatočnom prevzdušnení [36].

## 7 ZÁVER

Vývoj technológií a nových poznatkov preniká aj do takých klasických technológií, akou je výroba piva. Je to spôsobené predovšetkým nutnosťou ekonomickejšieho využívania surovín a energie. Avšak s rozvojom nových zariadení a technológií v pivovárníctve je potrebné dbať predovšetkým na kvalitu, ktorá úzko súvisí s výživou kvasiniek a samotnou fermentáciou. Preto je potrebné poskytnúť pre proces fermentácie štandardnú mladinu s vyváženým obsahom pozitívnych komponentov pre kvasenie a s nízkym obsahom látok spôsobujúcich problémy či už počas kvasenia, alebo v hotovom pive.

Cieľom prípravy mladiny je získanie optimálneho zloženia mladiny, ktoré súvisí ako s kvalitou vstupnej suroviny, tak aj s technológiou výroby mladiny vo varni. Jednotlivé zložky, ako obsah asimilovateľného aminodúsika, lipidov, zdroja uhlíka, kyslíka a kalov, sú ovplyvnené procesmi prebiehajúcimi počas prípravy mladiny a priamo ovplyvňujú priebeh fermentácie a vlastnosti hotového piva.

## Literatúra

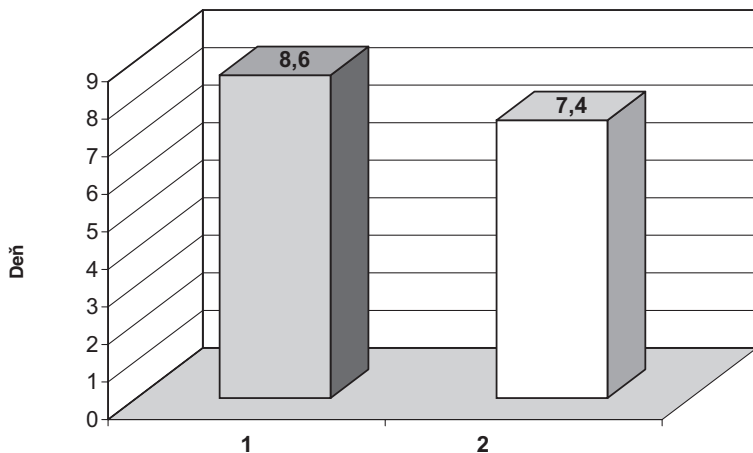
- [1] Thomas, K. C., Hynes, S. H., Ingledew, W. M.: *Process Biochem.* **4**, 1996, s. 321–333.
- [2] Šavel, J.: *Kvasny Prum.* **38**, 1992, s. 329.
- [3] Majara, M., O'Connor-Cox, E. S. C., Axcel, B. C.: *J. Am. Soc. Brew. Chem.* **54**, 1996, s. 149–154.
- [4] Basařová, G.: *Kvasny Prum.* **48**, 2002, s. 193–199.
- [5] Morimoto, K., Hattan, M., Ishibashi, T., Yoshioka, K., Yamada, K., Hashimoto, N., Kataoka, J.: *Monatsschr. Brauwiss.* **42**, 1989, s. 78–87.
- [6] Čepička, J., Basařová, G.: *Kvasny Prum.* **39**, 1993, s. 66.
- [7] Zemek, J., Homolová, V.: *Kvasny Prum.* **39**, 1993, s. 263.
- [8] Kribbe, J.: *Brauwelt* **133**, 1993, s. 524.
- [9] Einsiedler, A. et al: *Brauwelt* **137**, 1997, s. 1598.
- [10] Osman, A. M.: *J. Inst. Brew.* **108**, 2002, s. 204–213.
- [11] Narziss, L.: *Monatsschr. Brauwiss.* **52**, 1999, s. 192–206.
- [12] Matthews, S. L. H., Hennigan, G. P.: *J. Inst. Brew.* **107**, 2001, s. 185–194.
- [13] Broadbend, R. E., Palmer, G. H.: *J. Inst. Brew.* **107**, 2001, s. 349–354.
- [14] Lusk, L., Goldstein, H., Ryder, D.: *J. Am. Soc. Brew. Chem.* **53**, 1995, s. 93.
- [15] Gibson, C. E., Evans, D., Proudlove, M.: *Ferment.* **9**, 1996, s. 81.
- [16] Pratt-Marshall, P. et al: *Brew. Guardian* **131**, 2002, s. 22–25.
- [17] Stewart, G. G., D'Amore, T., Panchal, C. J. A Russell, I.: *Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am.* **25**, 1988, s. 47–53.
- [18] D'Amore, T., Panchal, C. J. A Stewart, G. G.: *J. Inst. Brew.* **93**, 1987, s. 472–476.
- [19] Čížková, H., Vernerová, J., Franěk, P., Urban, T.: *Kvasny Prum.* **45**, 1999 (10), Pivovarské a sladařské dny – příloha, s. 8.
- [20] Urban, T.: *Studium vlivu koncentrace mladiny na využití dusíkatých sloučenin a tvorbu těkavých látek. Diplomová práce ÚKCHB VŠCHT, Praha. Kvasny Prum.* **45**, 1999, s. 248.
- [21] Takahashi, S., Yoskioka, K., Hashimoto, N., Kimura, Y.: *Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am.* **34**, 1997, s. 156.
- [22] Potravinový kódex SR: Tretí oddiel Pivo, paragraf 49, vymedzenie pojmov, ods. 5, návrh z 25. 11. 1999.
- [23] Šavel, J.: *Kvasny Prum.* **38**, 1992, s. 329.
- [24] Potravinový kódex SR: Tretí oddiel Pivo, paragraf 51, Suroviny, návrh z 25. 11. 1999.
- [25] Wackebauer, K., Evers, H., Zuffall, C.: *Brauwelt* **136**, 1996, s. 2374.
- [26] Beličenko, A. M.: *Brauwelt-Mir Piva*, 1999, s. 27–30.
- [27] Šmogrovičová, D., Dömény, Z., Pátková, J., Bařncová, P.: *Kvasny Prum.* **46**, 2000, s. 133–136.
- [28] Drawert, F., Hagen, W., Veinoglou, F.: *Brauwiss.* **35**, 1982, s. 297–302.
- [29] Ľopka, P., Voborský, J.: *Kvasny Prum.* **33**, 1987, s. 99–101.
- [30] Prokeš, J.: *Kvasny Prum.* **46**, 2000, s. 277–279.
- [31] Šemík, P., Sekora, M., Gubiš, J.: *Kvasny Prum.* **48**, 2002, s. 192–194.
- [32] Donhauser, S., Wagner, D.: *Brauwelt Int.* 1990/ IV, s. 268–279.
- [33] Narziss, L., Reicheneder, E., Barth, D.: *Brauwissenschaft* **35**, 1982, s. 213–223.
- [34] Ferenczy, L., Béndek, G.: *Sörpar* **36**, 1989, s. 127–141.
- [35] Basařová, G., Janoušek, J.: *Kvasny Prum.* **46**, 2000, s. 314–317.
- [36] Narziss, L.: *Kvasny Prum.* **38**, 1992, s. 33–34.
- [37] O'Connor-Cox, E. S. C., Paik, J. A Ingledew, W. M.: *J. Ind. Microbiol.* **8**, 1991, s. 45–52.
- [38] Jones, A. M., Ingledew, W. M.: *Process Biochem.* **29**, 1994a, s. 483–488.
- [39] Wackebauer, K., Bender, G.: *Monatsschr. Brauwiss.* **36**, 1983, s. 152–158.
- [40] Kosař, K., Procházka, S. a kol. autorů: *Technologie výroby sladu a piva, VÚPS Praha*, 2000, s. 179.
- [41] Kaukovirta-Norja, A., Laakso, S.: *J. Inst. Brew.* **99**, 1993, s. 395.
- [42] Šavel, J., Zdvihalová, D., Prokopová, M.: *Kvasny Prum.* **43**, 1997, s. 233–236.
- [43] Dodt, P.: *Kvasny Prum.* **46**, 2000, s. 5–9.
- [44] Hermann, H., Kantelberg, B., Wiesner, R.: *Brauwelt* **137**, 1997, s. 493.
- [45] Poledníková, M., Zoufalý, T.: *Kvasny Prum.* **45**, 1999, č. 10, Pivovarské a sladařské dny, s. 11.
- [46] Narziss, L., Mück, E.: *Monatsschr. Brauwiss.* **39**, 1986, s. 252–257.
- [47] Narziss, L., Mück, E.: *Monatsschr. Brauwiss.* **39**, 1986, s. 296–300.
- [48] Narziss, L., Mück, E.: *Monatsschr. Brauwiss.* **39**, 1986, s. 216–222.
- [49] Ahvenainen, J., Vilpola, A., Mäkinen, V.: *Monatsschr. Brauwiss.* **36**, 1983, s. 69–73.
- [50] Chládek, L., Šíma, J.: *Kvasny Prum.* **38**, 1992, s. 298–299.
- [51] Basařová, G., Čepička, J.: *Sladařství a pivovarství, Skriptá VŠCHT, Praha, SNTL*, 1985.
- [52] Hlaváček, F., Lhotský, A.: *Pivovarství, Praha, SNTL*, 1972.
- [53] O'Connor-Cox, E. S. C., Lodolo, E. J., Steyn, E. J., Axcel, B. C.: *Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am.* **33**, 1996, s. 20.
- [54] Steenberg, J., Gubiš, J., Melicharová, E., Šimek, V., Goldmann, R.: *Kvasny Prum.* **49**, 2003, s. 30–33.
- [55] Rehmanji, M., Gopal, Ch., Mola, A.: *Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am.* **39**, 2002, s. 24–28.
- [56] Goldmann, R., Dostál, J.: *Kvasny Prum.* **45**, 1999, s. 7–9.
- [57] Waiblinger, R.: *Brewer Int.* **2**, 2002, s. 12–14.
- [58] Dickel, T., Krottenthaler, M., Back, W.: *Monatsschr. Brauwiss.* **53**, 2000, s. 95–100.
- [59] Bamforth, Ch.: *Brew. Guardian* **131**, 2002, s. 26–28.
- [60] Rudloff, P., Kraus, H., Schnappauf, W.: *Lebensmittelind.* **32**, 1985, s. 165–167.
- [61] McLaren, J. I. Et Al.: *Brauwelt Int.* **19**, 2001, s. 60–62.
- [62] Bromberg, S., Brower, P., Duncombe, G., Fehring, J., Gerber, L., Lau, V., Tata, M.: *J. Am. Soc. Brew. Chem.* **55**, 1997, s. 123.
- [63] Frantík, F., Kellner, V., Čejka, P.: *Kvasny Prum.* **35**, 1989, s. 226.
- [64] Vernerová, J., Čejka, P.: *Kvasny Prum.* **33**, 1987, s. 33–35.
- [65] Wackebauer, K., Fitzner, M.: *Monatsschr. Brauwiss.* **31**, 1997, s. 92.
- [66] Stewart, G.: *Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am.* **36**, 1999, s. 171–174.
- [67] Akrida-Demertzi, K., Koutinas, A. A.: *Appl. Biochem. Biotechnol.* **30**, 1991, s. 1–7.
- [68] Ciesarová, Z., Šmogrovičová, D., Dömény, Z.: *Folia Microbiol.* **41**, 1996, s. 485–488.
- [69] Nabais, R. C., Sá-Correia, I., Viegas C. A. A Novais, J. M.: *Appl. Environ. Microbiol.* **54**, 1988, s. 2439–2446.
- [70] Zepf, M., Geiger, E.: *Brauwelt Int.* **18**, 2000, s. 473.

- [71] Ginova-Stojanova, T., Janeva, V.: Kvasny Prum. **31**, 1985, s. 201–204.  
[72] Forster, C., Back, W.: Proc. Eur. Brew. Conv. 27th, Cannes 1999, s. 727.  
[73] Hlaváček, F., Lhotský, A.: Pivovarství, Praha SNTL, 1966.  
[74] Casey, G., Magnus, C. A., Ingledew, W. M.: Biotechnol. Lett. **5**, 1983, s. 429–434.  
[75] Majara, M., O'Connor-Cox, E. S. C., Axcel, B. C.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **54**, 1996, s. 149–154.  
[76] Narziss, L., Reicheneder, E., Voigt, J.: Brauwelt **134**, 1994, s. 360.  
[77] Casey, G. P., Ingledew, W. M.: Crit. Rev. Microbiol. **13**, 1986, s. 219–280.  
[78] Norton, S., D'Amore, T.: Enzyme Microb. Technol. **16**, 1994, s. 365–375.

Do redakce došlo 18. 12. 2003

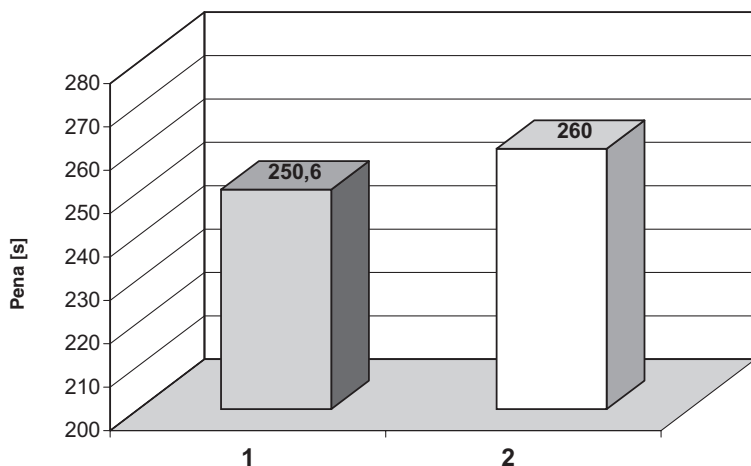
## Oprava:

V článku autorů G. Šepelová, M. Cvengroschová, D. Šmogrovičová: Vliv teploty na rychlost kvasení a organoleptické vlastnosti piva (Kvasny Prum. **50**, 2004, č. 2) došlo nedopatřením u obr. 1 a 2 na straně 42 k záměně popisů pod obrázky. Správně mají obrázky vypadat takto:



Obr. 1 Odbúranie VDK v 13% mladom pive v závislosti od procesu vedenia fermentácie:

1. – I. spôsob vedenia fermentácie pri teplotách 10 °C a 14 °C
2. – II. spôsob vedenia fermentácie pri teplotách 13 °C a 14 °C



Obr. 2 Stabilita peny v 12% hotovom pive v závislosti od procesu vedenia fermentácie:

1. – I. spôsob vedenia fermentácie pri teplotách 10 °C a 14 °C
2. – II. spôsob vedenia fermentácie pri teplotách 13 °C a 14 °C

Čtenářům i autorkám se za tuto chybu omlouváme.

Redakce

# NIBEM-TPH

Analytika EBC

NIBEM-TPH – inovace pro stanovení stability pěny

Nový NIBEM-TPH se představuje jako nástupce přístroje NIBEM-T. Na rozdíl od staršího typu je NIBEM-TPH vybaven automatickou kompenzací teploty **T**, tlaku **P** a vlhkosti **H**.

## NOVINKA !!!

**Haffmans**



## Bottle Monitor

**Haffmans**

Víte jak pracují Vaše myčky lahví?

Využijte naší nabídky

**Audit myčky lahví**



Provede kontrolu a analýzu mytí lahví a vystavíme ověřovací certifikát pro Vaši myčku. Nebo Vám přímo Bottle Monitor zapůjčíme. Využijte naší nabídky a kontaktujte naše servisní oddělení

**REGOM  
INSTRUMENTS**

**REGOM  
INSTRUMENTS s.r.o.**

Brabcova 2 / 1159  
147 00 PRAHA 4

☎ 241 402 206, 241 433 152, 241 433 153  
☎ 241 400 290, 241 433 151  
✉ regom@regom.cz  
🌐 www.regom.cz