

## VPLYV OBSAHU KALOV, KYSLÍKA A pH MLADINY NA PRIEBEH FERMENTÁCIE

### EFFECT OF TRUB, OXYGEN CONTENT AND HOPPED WORT pH ON THE COURSE OF FERMENTATION

MARIANA CVENGROŠCHOVÁ<sup>1</sup>, GABRIELA ŠEPELOVÁ<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

**Cvengroschová, M. – Šepelová, G. – Šmogrovičová, D.: Vplyv obsahu kalov, kyslíka a pH mladiny na priebeh fermentácie.** Kvasny Prum. 50, 2004, č. 10, s. 298–301.

Sledovali sme vplyv vlastností mladín na priebeh kvasenia a charakter pív. pH mladín v rozmedzí 5,1–5,4 má nepatrný vplyv na rýchlosť hlavného kvasenia, diacetyl sa rýchlejšie odbúraval u mladín s pH 5,1 (6,9 dňa) a najpomalšie v prípade pH 5,4 (11,4 dňa). Po senzorickej stránke boli preferované hotové piva vyrobené z mladín s vyšším pH.

Pri použití rôzneho vzdušnenia mladiny 8 mg/l, 9 mg/l a 10 mg/l kyslíka neboli sledované žiadne rozdiely v priebehu fermentácie. Deň odstránenia kvasiniek z CKT, pokles diacetylu ako aj počet mŕtvych buniek (do 2 %) boli porovnateľné.

U mladín s vyšším obsahom kalov bolo sledované dlhšie odbúravanie VDK (diacetylu) na požadovanú hodnotu o 1 deň, nižšia stabilita peny o 5 sekúnd (2 %) a nižšia koloidná stabilita piva približne o 3 týždne (9 %), avšak neboli pozorované žiadne rozdiely v organoleptických vlastnostiach čerstvých pív. Pri infúznom spôsobe rmutovania bol pozorovaný vyšší zákal sladiny pri uhle 90° a nižší zákal pri uhle 15°. V hotovej mladine boli pozorované vyššie zákaly pri infúznom spôsobe rmutovania ako pri dekokčnom pri uhle 90° aj 15°.

**Cvengroschová, M. – Šepelová, G. – Šmogrovičová, D.: Effect of trub, oxygen content and hopped wort pH on the course of fermentation.** Kvasny Prum. 50, 2004, No. 10, p. 298–301.

The effects of the properties of hopped worts on the course of fermentation and beer character were monitored in this work. Hopped wort pH in the range of 5,1–5,4 has insignificant effects on the speed of primary fermentation, the breakdown of diacetyl was faster in case of hopped worts with pH = 5,1 (6,9 days), the slowest diacetyl breakdown was observed for hopped worts with pH = 5,4 (11,4 days). From organoleptic point of view, finished beers prepared from hopped worts with a higher pH were preferred.

With different wort aeration (8 mg/l, 9 mg/l and 10 mg/l of oxygen), no differences were observed during fermentation. The day of yeast removal from cylindro-conical fermenters, decrease in diacetyl content as well as the number of dead yeast cells (to 2 %) were comparable.

In case of hopped worts with a higher trub content, 1 day longer breakdown of vicinal diketones (diacetyl) to the value required, lower foam stability (by 5 s – 2 %) and a lower colloidal stability (approx. by 3 weeks – 9 %) were observed, but no differences in the organoleptic properties of fresh beers. In case of infusion mashing, a higher haze level at the angle of 90° and a lower haze level at the angle of 15° were observed in unhopped wort. In hopped wort, a higher haze level in case of infusion mashing as well as during decoction mashing at the angle of 90° and 15° was observed.

**Kľúčové slová:** fermentácia, kaly, kyslík, mladina, pH

**Keywords:** fermentation, hot break, cold break, oxygen, hopped wort, pH

#### 1 ÚVOD

Priebeh prípravy mladiny ako aj kvalita sladu sú veľmi dôležité parametre ovplyvňujúce kvasenie i výslednú kvalitu piva. Od pH mladiny závisí čírosť, penivosť, izomerizácia horkých kyselín, koloidná stabilita, mikrobiologická stabilita piva i priebeh kvasenia. Nižší obsah kalov v zakvášanej mladine má vplyv na intenzitu kvasenia, filtrovateľnosť piva,

chuťovú stabilitu, zlepšenie pivnej peny v dôsledku zníženia obsahu mastných kyselín. Na metabolizmus kvasiniek počas fermentácie a na ich fyziologický stav vo veľkej miere pôsobí aj prítomnosť kyslíka.

Prítomnosť kalov v mladine ovplyvňuje priebeh kvasenia aj chuťové vlastnosti a stabilitu piva. Odstránenie hrubých a jemných kalov je nutné, pretože kaly podporujú tvorbu komponentu starej chuti piva v ďalších vý-

**Cvengroschová, M. – Šepelová, G. – Šmogrovičová, D.: Einfluss des Schlamm-, Sauerstoffgehalts und pH Werts auf den Hauptgärungsprozess.** Kvasny Prum. 50, 2004, č. 10, s. 298–301.

Es wurde der Einfluss von Würzeneigenschaften auf den Gärungsverlauf und Charakter des fertigen Bieres verfolgt. Der Wert pH im Bereich 5,1–5,4 wies einen geringen Einfluss auf die Hauptgärungsgeschwindigkeit auf, Diazethyl wird schneller in den Würzen mit dem Wert pH 5,1 abgebaut (6,9 Tage), in den Würzen mit dem Wert pH 5,4 wurde der Abbau der langsamste (11,4 Tage). Sensorisch wurden die aus den Würzen mit höherem pH Wert hergestellten Biere besser ausgewertet.

Bei der angewandten verschiedenen Belüftung der Würze (Sauerstoffmenge 8 mg/l, 9 mg/l und 10 mg/l) wurden jedoch keine Änderungen in der Hauptgärung der Würze festgestellt. Die Hefeseperation aus den ZKT, Diazethylabbau und Totenzellenzahl (bis zu 2%) waren zwischen vergleichbar. Bei den Würzen mit einem erhöhten Schlammgehalt konnte jedoch auf den gewünschten Wert ein verlängerter Diazethylabbau etwa um einen Tag, eine schlechtere Schaumstabilität um 5 Sekunden (2 %) und eine niedrigere Kolloidalstabilität des fertigen Bieres etwa um 3 Wochen (9 %), jedoch keine organoleptische Eigenschaften beim frischen Bier festgestellt werden. Beim Infusionsmaischenverfahren wurde in der Süßwürze eine höhere Trübung bei 90° und eine niedrigere bei 15° gemessen. In den durch Infusions- und Dekoktionsmaischenverfahren hergestellten Würzen wurde eine höhere Trübung sowie bei 90° als auch bei 15° betrachtet.

**Цвенгрошова, М. – Шепелова, Г. – Шмогровицова, Д.: Влияние содержания груба, кислорода и pH суслу на происхождение брожения.** Kvasny Prum. 50, 2004, No. 10, стр. 298–301.

Было исследовано влияние свойств суслу на прохождение брожения и характер пива. Величина pH суслу в пределах 5,1–5,4 имеет незначительное влияние на скорость главного брожения. В сусле с pH 5,1 проходило самое быстрое расщепление диацитила (6,9 дня) и в сусле с pH 5,4 самое медленное (11,4 дня). Сенсорические свойства готового пива были лучшие из суслу с более высоким pH.

При использовании разных аэраций суслу 8 мг/л, 9 мг/л и 10 мг/л кислорода не были найдены различия в прохождении брожения. День удаления дрожжей из ЦКТ, падение диацитила, количество мертвых клеток (до 2 %) были сравнимы.

В сусле с более высоким содержанием труба было исследовано более продолжительное расщепление VDK (диацитила) на нужную величину на один день, более низкая стабильность пены на 5 секунд (2 %) и более низкая коллоидная стабильность пива приблизительно на три недели (9 %), однако не были исследованы различия органолептических свойств свежих пив. При инфузионном способе отварки наблюдалось более высокое помутнение суслу при угле 90° и более низкое помутнение при угле 15°. В готовом сусле наблюдалось более высокое помутнение при инфузионном способе отварки, чем при декокционном способе при угле 90° и 15°.

robných fázach [1]. Zadržovanie kovov v hrubých kaloch je priaznivé, pretože majú nepriaznivý vplyv na koloidnú stabilitu piva. Negatívny vplyv hrubých kalov na priebeh kvasenia mladiny nie je jednoznačne potvrdený, avšak väčšina autorov udáva, že hrubý kal musí byť pred kvasením dobre odstránený, inak by mohli vzniknúť problémy s vyššou farbou, drsnejšou horkosťou, zhoršenou penivosťou [2]. Prídavkom polyvinylpolypyrrolidónu a karagé-

nanu *Polyclar Brewbrite* 10 minút pred ukončením chmelovaru sa zlepšilo zražanie 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 pívá mali oproti porovnávacím vyššiu koloidnú stabilitu [3].

S poklesom kalov sa zlepšil aj fyziologický stav kvasiniek a ich sedimentačná schopnosť [4]. Separáciou kalov sa znížili hladiny dusíka. Rozdiely v jednotkách horkosti, zníženie hladiny  $\beta$ -glukánov sú zanedbateľné. Separácia neovplyvnila chuť ani viskozitu [5]. Nedostatočným odstránením kalov môže byť spôsobená zhoršená filtrovateľnosť piva [6].

Kalná mladina podporuje viabilitu kvasiniek a tým aj ich výťažok, existuje však riziko vyššej prítomnosti mastných kyselín v médiu. Pívá z čírejších mladín sú senzoricke výraznejšie, vyšší obsah kalov je možné doporučiť pri výrobe pív s vyššou stupňovitosťou [7]. Kalné scedzovanie zvyšuje obsah mastných kyselín a tým jednoznačne zhoršuje stabilitu chuti piva. Ďalšie zhoršovanie vyvoláva zaťažovanie mladiny kyslíkom pred chmelovarom [8]. Vyššie nenasýtené mastné kyseliny sú v priamej závislosti na obsahu kalov v mladine. Vyššie nenasýtené mastné kyseliny sú prekursorom nenasýtených aldehydov, ktoré sa tvoria pri starnutí 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 [9].

Ďalším veľmi dôležitým parametrom ovplyvňujúcim kvasenie je obsah kyslíka v mladine, a preto je veľmi dôležitá úprava mladiny vo varni. 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 vzdušnení zakvasenej mladiny sa znižujú jej antioxidačné vlastnosti a podporuje tvorba prekursorov a komponentov starej chuti piva [10].

Odporúčaný obsah rozpusteného kyslíka v mladine je 5–7 mg/l oproti 10 mg/l preferovaných v minulosti [11]. Pri obvykle doporučovanom 55 až 80 % nasýtení mladiny kyslíkom pri atmosferickom 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 [12].

Pri dostatočnom okysličení ide nielen o nasýtenie kyslíkom 8 až 10 mg/l, ale i o 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 majú pôvod v nedostatočnom prevzdušnení [13].

Nižšie pH pri chmelovare v oblasti blízkej izoelektrickému bodu bielkovín 5,0–5,2 znamená vyššiu koaguláciu bielkovín a tvorbu bohatšieho lomu. Tým dochádza k zlepšeniu separácie kalov a taktiež k čírosti spilanej mladiny. Naopak negatívny vplyv to môže mať na penivosť piva. Nižšie pH počas chmelovaru môže negatívne ovplyvniť využitie horkých kyselín, slabšej izomerizácie, avšak hotové pivo má pri nižšom pH lepšiu koloidnú aj mikrobiologickú stabilitu. Optimálne pH vyrá-

žanej mladiny medzi 5,0 a 5,2 znamená taktiež predpoklad pre rýchlejší rozjazd kvasenia. Ak sa okysluje hotová mladina, je to možné vyriešiť takisto dávkovaním vápenatých solí po skončení chmelovaru, napr. do vírvice kade [14].

Zníženie hodnôt pH mladiny k hranici 5,1 biologickým okyslením rmutov, je prínosné pre enzýmové reakcie a zníženie oxidačných reakcií na varni [15]. Za vhodné pH mladín pre pomnožovanie kvasiniek a efektívne využitie aminokyselín sa považuje rozmedzie 5,3–5,6. Príliš vysoká hodnota pH môže meniť flokuláciu niektorých kvasničných kmeňov a akumuláciu vicinálnych diketónov [16]. Zabránenie prístupu kyslíka počas výroby mladiny, úprava pH rmutu na 5,5 a pH mladiny na 5,1, dokonalá separácia kalov a tým aj látok typu mastných kyselín v priebehu scedzovania a ošetrovania mladiny, obmedzenie tepelnej reakcie minimalizovaním doby uplynutej medzi koncom varu mladiny a koncom chladenia na 80–100 min napomáhajú senzorickej stabilite piva [17]. Úprava pH na nižšie hodnoty sa pozitívne prejaví pri kvasení. Kyselina mliečna je pre okysľovanie najvhodnejšou kyselinou [18].

Cieľom práce bolo zistiť vplyv zloženia mladiny, ako je pH, obsah kyslíka a kalov na priebeh kvasenia, stabilitu a organoleptické vlastnosti hotového piva.

## 2 MATERIÁL A METÓDY

### 2.1 Úprava pH mladiny

pH 13 % mladín bolo upravované v procese rmutovania a chmelovaru kyselinou mliečnou. Celková spotreba kyseliny mliečnej je znázornená v tab. 1. Objem rmutu bol 630 hl a objem horúcej hotovej mladiny 930 hl.

Tab. 1 Spotreba kyseliny mliečnej

pH	5,1	5,2	5,3	5,4
Dávka kys. mliečnej v kg	47	42	31	23

### 2.2 Mikroorganizmy

V práci bol použitý prevádzkový kmeň pivovarských kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *uvarum* W34/70. Kultúra bola uchovávaná na šikmom mladinovom agare pri 4 °C a každé tri mesiace preočkovaná. Maximálny počet nasadenia kvasiniek bol 6krát (počet generácií maximálne 6).

### 2.3 Kvasenie mladiny

Základná teplota bola 9,5 °C, proces kvasenia prebiehal v CKT (2170 hl, naplnenie na 83 %) pri 14 °C a pri tlaku max. 50 kPa. Kvasinky boli stiahnuté na 5.–6. deň fermentácie, keď pokles zdanlivého extraktu bol minimálny (0,2 %/24 hodín) alebo nebol zaznamenaný žiadny pokles. Dokvasovanie prebiehalo pri teplote 14 °C dovtedy, kým hodnoty diacetylú nedosiahli požadované hodnoty 0,15 mg/l, potom nasledovalo schladenie a zrenie piva pri –1–0 °C v ležiackych tankoch.

### 2.4 Analytické metódy

#### 2.4.1 Stanovenie obsahu kalov v horúcej mladine a sladine

Kaly boli stanovené v horúcej mladine alebo sladine hneď po odobratí. Na stanovenie bol použitý Büchnerov lievik a horúca mladina bola prefiltrovaná po množstvách 100 ml cez filtračný papier nakoniec vždy prepláchnutý horúcou vodou. Filtračné papiere s ob-

sahom kalov sa sušili pri 105 °C 3 hodiny. Po vysušení sa vzorka ochladila v exsikátore a zvažila.

#### 2.4.2 Stanovenie čírosti mladiny a sladiny

Zákal bol meraný na prístroji Zákalomer MZN na základe merania rozptýleného svetla vo vzorke pod uhlom 90° a 15°. Zákal bol meraný u vzoriek horúcej mladiny a sladiny ihneď po odbere ako aj po vytemperovaní na 20 °C. Výsledky sú uvádzané v EBC.

Uhol 90° zachytuje čiastočky < než 0,5–1,0  $\mu$ m (Z 90°)

Uhol 15° zachytuje čiastočky > než 0,5–1,0  $\mu$ m (Z 15°)

#### 2.4.3 Stanovenie pH

Meranie prebiehalo na prístroji pH meter 691, METROHM, SWISS MADE.

#### 2.4.4 Stanovenie diacetylú

Diacetyl bol stanovený plynovou chromatografiou, porovnávacia anlyza bola robená destilačne. Vicinálne diketóny (VDK) boli stanovené destilačne podľa EBC odporúčanej spektrofotometrickej metódy [19].

#### 2.4.5 Stanovenie koloidnej stability piva

Po zmeraní počiatočného zákalu v pive sa vzorky piva vložili do termostatu na 6 dní pri teplote 50 °C. Po uplynutí tejto doby boli vzorky po vytemperovaní na 20 °C vložené do kúpeľa s teplotou 0 °C na 24 hodín. Opätovne bol zmeraný zákal (1 šok). Tento cyklus sa opakoval dovtedy, kým zákal nepresiahol 2 j. EBC. Trvanlivosť (stabilita) piva sa vypočíta z nasledujúceho vzorca:  $T = 3(n - 1 + 2/z)$

T trvanlivosť (stabilita) v mesiacoch  
n počet šokov na dosiahnutie zákalu 2 j. EBC  
z hodnota zákalu v j. EBC

#### 2.4.6 Stanovenie stability peny

Stabilita peny bola meraná vo fľaši, a to ako interval medzi vytvorením peny pomocou oxidu uhličitého a jej poklesom. Meranie prebiehalo na prístroji NIBEM T (Haffmans).

#### 2.4.7 Senzorické hodnotenie

Senzorické hodnotenie bolo vyhodnotené z výsledkov piatich degustátorov, ktorí hodnotili hotové 12% pivo po senzorickej stránke – základné chute: sladkosť, plnosť, horkosť, rez ako aj pozitívne a negatívne chute: chmelová, estery, astringent, diacetyl, DMS, kyslá chuť a iné.

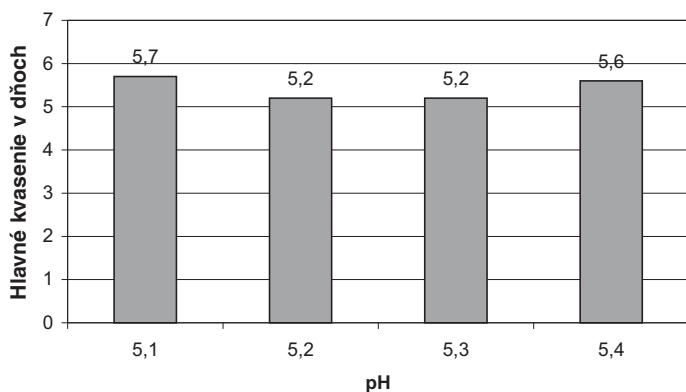
## 3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

### 3.1 Vplyv pH

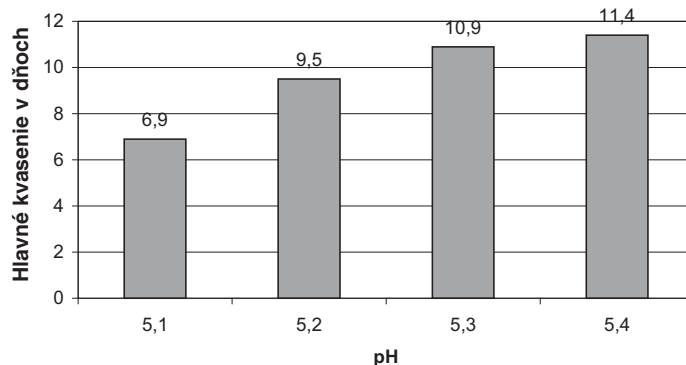
Hodnota pH je jedným z najdôležitejších parametrov pre riadenie procesu výroby piva. Za normálnych prevádzkových podmienok má pH kvasenej mladiny pomerne malý vplyv na rýchlosť celej fermentácie ako aj na pomnožovanie kvasiniek, pokiaľ sa neprekročí hraničná hodnota. Pri pivovarskej fermentácii sa pH pohybuje medzi 4,2–5,6. Pri tom je pH mladiny pred zakvasením 5,3 až 5,6 a hotového produktu 4,2–4,6. Pri kvasení pH klesá veľmi rýchlo vplyvom vznikajúceho CO<sub>2</sub>. Už druhý deň po zakvasení klesne hodnota pH na hodnotu okolo 4,4 a tá sa už v ďalšom procese mení len nepatrne [20].

Cieľom bola úprava pH mladiny pomocou kyseliny mliečnej pri procese varenia. Sledovali sme vplyv rôznych hodnôt pH v rozmedzí 5,1–5,4 na priebeh fermentácie.

Obr. 1 Vplyv (počiatočnej hodnoty) pH mladiny na rýchlosť hlavného kvasenia vyjadrenú ako počet dní kvasenia, po ktorých bolo možné odstrániť kvasinky z CKT



Obr. 2 Vplyv pH mladiny na rýchlosť odbúrania diacetylu na hodnotu 0,15 mg/l vyjadrenú ako počet dní, po ktorých poklesla koncentrácia diacetylu na požadovanú hodnotu



Pri procese fermentácie sme určili rýchlosť hlavného kvasenia počtom dní, po ktorých bolo možné odstrániť kvasinky z CKT, teda čas odbúrania extraktu na hodnotu kedy sa môžu kvasinky z CKT odstrániť, čo je znázornené aj na obr. 1 (pozri Materiál a metódy). Z daného zobrazenia vyplýva, že pH v rozmedzí 5,1–5,4 má nepatrný vplyv na rýchlosť hlavného kvasenia. V procese zrenia sme pozorovali odbúravanie diacetylu na hodnotu 0,15 mg/l. Deň, kedy koncentrácia diacetylu poklesla na nami požadovanú hodnotu, je znázornený na obr. 2. V prípade pH 5,1 bol zaznamenaný najkratší čas odbúrania diacetylu. Celkový čas fermentácie bol 6,9 dňa. Naopak, pri pH 5,4 bol pozorovaný najdlhší čas hlavného kvasenia a odbúrania diacetylu, ako je možné vidieť na obr. 2. Priemerná hodnota bola 11,4 dňa. Pri senzorickej hodnotení 12% hotového piva nariadeného systémom HGB boli piva vyrobené z mladín s pH 5,1 a 5,2 charakterizované ako kyslejšie a profilové hodnotenie týchto pív bolo nižšie. Po senzorickej stránke boli preferované piva vyrobené z mladín s vyšším pH.

### 3.2 Vplyv kyslíka

Ďalším dôležitým parametrom ovplyvňujúcim kvasenie je koncentrácia kyslíka mladiny. 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 zlo-

žení a obsahu závisí aktivita pohybu živých látok a metabolitov z bunky do živného prostredia a naopak [21].

Vyššie prevzdušnenie mladiny inhibuje tvorbu esterov [22]. Číre mladiny, bez hrubého kalu, potrebujú zvlášť intenzívne prevzdušňovanie pri zakvasovaní pre dosiahnutie dobrých výsledkov peny [23].

Cieľom bolo sledovať vplyv vzdušenia a obsahu kyslíka v mladine na priebeh fermentácie. V mladine boli nasledovné koncentrácie kyslíka: 8 mg/l, 9 mg/l a 10 mg/l. Experiment prebiehal v prevádzkových podmienkach. Pri koncentrácii kyslíka v tomto rozmedzí neboli sledované žiadne zmeny počas fermentácie. Potreba odstránenia kvasiniek z CKT (5. deň), pokles diacetylu na 0,15 mg/l (7. deň) ako aj počet mŕtvych buniek (do 2 %) boli porovnateľné. V našom prípade tieto koncentrácie kyslíka nevedli k zmenám v procese výroby. Senzorické hodnotenie nepreukázalo významné chuťové rozdiely u daných pív, rozlíšiteľnosť vzoriek bola 20 %.

### 3.3 Vplyv obsahu kalov

Hrubé kaly sú v podstate totožné s lomom vzniknutom pri chmelovare. Ich množstvo závisí na akosti použitého slad, kvantitatívnej i kvalitatívnej stránke chmelovania, spôsobe rmutovania, priebehu scedzovania, dobe a intenzite chmelovaru. Značný význam má tiež obsah polyfenolových látok a varom koagulovateľného dusíka v mladine. 1 hl 12% mladiny obsahuje 20 až 70 g hrubých kalov, pričom táto hodnota sa zvyšuje pri spraco-

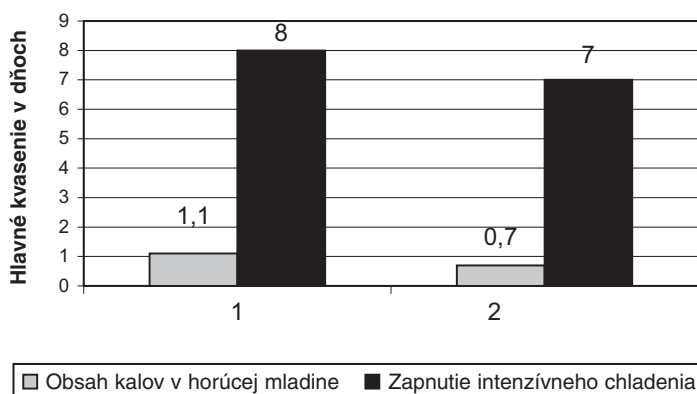
vaní zle rozluštených sladov, pri kalnom stekani mladiny, zlom povarení rmutov, infúznom a krátkom rmutovaní, dávkovaní chmelov s vysokým obsahom polyfenolov, vysokom obsahu kovových iónov a nízkom pH mladiny [12, 24, 25]. Zakalená mladina neposkytuje kvasinkám dostatočnú nutričnú hodnotu, vedie k zhoršenému rastu kvasiniek, nižšiemu prekvaseniu a k väčšiemu obsahu voľného aminodúsika v hotovom pive. Všetky tieto faktory vedú k zhoršeniu kvality piva a k nižšej stabilite chuti [26]. Vyšší podiel kalov zväčšuje stres kvasiniek a môže znižovať ich vitalitu a viabilitu [27].

Cieľom bolo sledovať vplyv dekokčného a infúzneho rmutovania na obsah kalov v sladine pohromade (po prevretí stiahnutej mladiny v mladinovom kotli pred prvým prídavkom chmelu) a v hotovej horúcej mladine, vplyv obsahu kalov na priebeh fermentácie ako aj stabilitu peny a organoleptické vlastnosti piva.

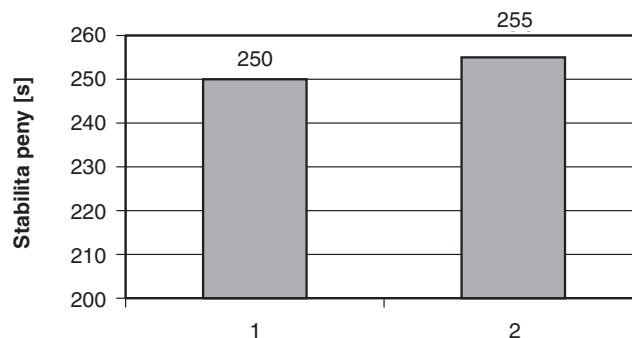
V závislosti od kvality slad a od technológie scedzovania sme mali mladiny s vyšším (1,1 g/l v priemere) a nižším obsahom kalov (0,7 g/l v priemere). Obsah kalov bol stanovený v horúcej mladine. Mladiny o stupňovitosti 13 % boli pripravené infúznym spôsobom. U mladín s vyšším obsahom kalov bolo sledované dlhšie odbúravanie diacetylu, požadovaná koncentrácia (0,15 mg/l) sa dosiahla až na 8. deň, avšak u mladín s nižším obsahom kalov bol diacetyl v špecifikácii už na 7. deň, čo je znázornené aj na obr. 3.

U mladín s vyšším obsahom kalov bola zaznamenaná nižšia stabilita peny v hotovom

Obr. 3 Pokles hodnoty diacetylu na požadovanú hodnotu v závislosti od obsahu kalov v horúcej mladine: 1 – obsah kalov 1,1 g/l, 2 – obsah kalov 0,7 g/l



Obr. 4 Stabilita peny v hotovom pive v závislosti od obsahu kalov v horúcej mladine: 1 – obsah kalov 1,1 g/l, 2 – obsah kalov 0,7 g/l

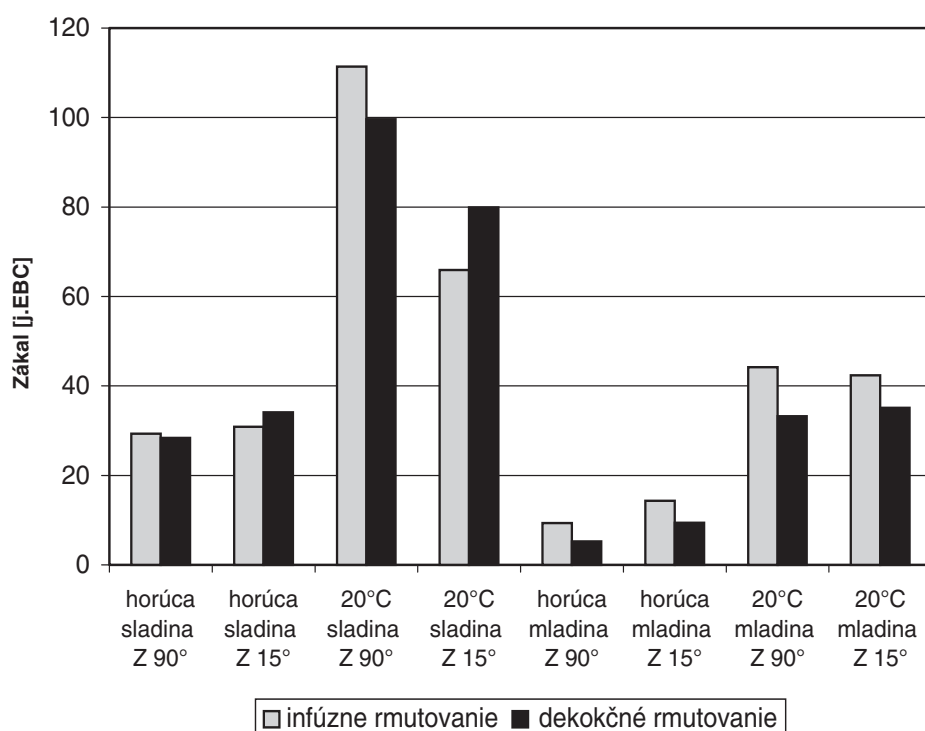




pive, rozdiel sa pohyboval v priemere o 5 sekúnd (2 %), čo je znázornené aj na obr. 4. Tiež bola sledovaná nižšia koloidná stabilita piva, kde rozdiel sa pohyboval v priemere o 3 týždne, u mladín s vyšším obsahom kalov bola sledovaná nižšia koloidná stabilita o 9 %. Pivá boli riedené na 12 % pomocou HGB systému a uskutočnená degustácia čerstvých pív (do 2 týždňov) nepreukázala rozdiely medzi danými pivami. Pivá boli ohodnotené ako dobré s celkovým hodnotením 7,0 (dobré pivo).

Vplyv infúzneho a dekokčného rmutovania na obsah kalov je zobrazený na obr. 5. Zákal v horúcej sladine a mladine hneď po odobratí ako aj po vytemperovaní na 20 °C bol meraný pomocou zákalomeru. Priemerná teplota meranej horúcej sladiny sa pohybovala okolo 75 °C a horúcej mladiny okolo 80 °C. Pri horúcej aj vytemperovanej sladine na 20 °C bol sledovaný u infúzneho spôsobu rmutovania vyšší zákal pri uhle 90° a nižší zákal pri uhle 15° ako pri dekokčnom spôsobe rmutovania. Zákal mohol byť ovplyvnený nielen procesom rmutovania, ale aj procesom scedzovania. Pri horúcej mladine aj schladenej na 20 °C boli pozorované vyššie zákaly v prípade infúzneho spôsobu rmutovania ako dekokčného, čo je znázornené aj na obr. 5. V hotovom pive sme pozorovali nižšie zákaly v prípade dekokčného rmutovania.

Obr. 5 Zákal horúcej a schladenej sladiny a mladiny v závislosti od typu rmutovania



#### 4 ZÁVER

- pH v rozmedzí 5,1–5,4 má nepatrný vplyv na rýchlosť hlavného kvasenia. Pri pH 5,1 bol zaznamenaný najkratší čas odbúrania diacetylu. Celkový čas fermentácie bol 6,9 dňa. Pri pH 5,4 bol pozorovaný najdlhší čas hlavného kvasenia a odbúrania diacetylu, priemerná hodnota bola 11,4 dňa. Po senzorickej stránke boli preferované pivá vyrobené z mladín s vyšším pH.
- Pri použití rôzneho vzdušenia mladiny – 8 mg/l, 9 mg/l a 10 mg/l kyslíka neboli sledované žiadne rozdiely v priebehu fermentácie. Deň odstránenia kvasiniek z CKT, pokles diacetylu ako aj počet mŕtvych buniek (do 2 %) boli porovnateľné. Senzorické hodnotenie nepreukázalo významné chuťové rozdiely u daných pív, rozlíšiteľnosť vzoriek bola 20 %.
- U mladín s vyšším obsahom kalov bolo sledované dlhšie odbúrание diacetylu na požadovanú hodnotu o 1 deň, nižšia stabilita peny o 5 sekúnd (2 %) a nižšia koloidná stabilita pív o 3 týždne (9 %). Čo sa týka organoleptických vlastností čerstvých pív, neboli pozorované žiadne rozdiely a pivá boli hodnotené ako dobré.
- Pri infúznom spôsobe rmutovania bol vyšší zákal pri uhle 90° a nižší zákal pri uhle 15° v horúcej aj vychladenej sladine na 20 °C v porovnaní s dekokčným spôsobom rmutovania. Zákal mohol byť ovplyvnený nielen procesom rmutovania, ale aj procesom scedzovania. V prípade horúcej mladiny ako aj schladenej na 20 °C boli pozorované vyššie zákaly u infúzneho spôsobu rmutovania, ako u dekokčného.

#### Literatúra

- Basařová, G., Janoušek, J.: Význam aminokyselín v technológii a v kvalite piva, Kvasny Prum. **46**, 2000, s. 314–317.
- Chládek, L.: Problematika vířivých kádí, Kvasny Prum. **43**, 1997, s. 102–105.

- Rehmanji, M., Gopal, Ch., Mola, A.: A novel stabilisation of beer with Polyclar Brewbrite TM. Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am. **39**, 2002, s. 24–28.
- Goldmann, R., Dostál, J.: Snížení obsahu kalu flotací horké mladiny ve vířivé kádi. Kvasny Prum. **45**, 1999, s. 7–9.
- Krüger, E., Lindemann, B., Denninger, H., Döll, W.: Separation of hot wort (Effect on taste and filterability of beer). Brauwelt international 1990, IV, s. 280–281.
- Waiblinger, R.: Bier Filterability. Brewer Int. **2**, 2002, s. 1.
- Bamforth, C.: How important is wort clarity. Brew.Guardian **131**, 2002, s. 26–28.
- Narziss, L., Mück, E.: Der Einfluss langkettiger Freier Fettsäuren auf die Geschmacksstabilität des Bieres. Monatsschr. Brauwiss. **39**, 1986, s. 296–300.
- Poledníková, M., Zoufalý, T.: The affect of wort break on the contents of higher fatty acids. Kvasny Prum. **45**, 1999(10), Pivovarské a sladařské dny, s. 11.
- Forster, C., Back, W.: Proc. Eur. Brew. Conv. 27th, Cannes 1999, 727.
- Basařová, G.: Vývoj teórie a praxe kvasenia a dokvasovanie piva. Kvasny Prum. **48**, 2002, s. 193–199.
- Chládek, L., Šíma, J.: Prevzdušnenie mladiny. Kvasny Prum. **38**, 1992, s. 298–299.
- Narziss, L.: Kvasenie a zrenie. Kvasny Prum. **38**, 1992, s. 33–34.
- Šemík, P., Sekora, M., Gubiš, J.: The operation experiences in additioning of calcium during wort production. Kvasny Prum. **48**, 2002, s. 192–194.
- Narziss, L.: Untersuchungen zur Beeinflussung der Geschmacksstabilität durch Variation technologischer Parameter bei der Bierherstellung. Monatsschr. Brauwiss. **52**, 1999, s. 192–206.
- Vernerová, J., Čejka, P.: Poruchy hlavního kvašení a jejich příčiny. Kvasny Prum. **33**, 1987, s. 33–35.
- Narziss, L. a kol.: Technological Approach to Improve Flavour Stability. Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **30**, 1993, s. 48.
- Veldichová, Z., Debourg, A., Van Der velde, L., Rychtera, M.: Production of Biologically Acidified Wort – Impact of Varying pH on Fermentation Performance. Kvasny Prum. **45**, 1999(10), Pivovarské a sladařské dny, s. 10.
- Analytica EBC, 4. Edition., Brauerei und Getrtnke Rundschau, Zrich, 1987.
- Bamforth, C.W.: pH in brewing: an Overview. Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am. **38**, 2000, s. 1–9.
- Ginova-Stojanova, T., Janeva, V.: Synéza ergosterolu a aktivita pivovarských kvasiniek. Kvasny Prum. **31**, 1985, s. 201–204.
- Bamforth, C.: How important is wort clarity. Brew.Guardian **131**, 2002, s. 26–28.
- Narziss, L., Reicheneder, E., Voigt, J.: Technologische Faktoren zur Beeinflussung des Bierschaums. Brauwelt **134**, 1994, s. 360.
- Basařová, G., Čepička, J.: Sladařství a pivovarství. Skriptá VŠCHT, SNTL, Praha, 1985.
- Hlaváček, F., Lhotský, A.: Pivovarství. SNTL, Praha, 1972.
- O'Connor-Cox, E. S. C., Lodolo, E. J., Steyn, E. J., Axcell, B. C.: High Gravity Wort Clarity and Its Effect on Brewing Yeast Performance. Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am. **33**, 1996, s. 20.
- Steenberg, J., Gubiš, J., Melicharová, E., Šimek, V., Goldmann, R.: Dynamický sběr kvasnic z CKT a jejich asimilace před zakvašováním – kvasničné hospodářství Gambrinus. Kvasny Prum. **49**, 2003, s. 30–33.

Lektoroval Ing. Alexandr Mikyška  
Do redakce došlo 3. 9. 2003