

## VPLYV ADITÍV NA PRIEBEH FERMENTÁCIE MLADINY

### ADITIVES INFLUENCE ON FERMENTATION RUN

MARIANA CVENGROSCHOVÁ, DANIELA ŠMOGROVIČOVÁ\*

Pivovar Šariš a. s., Pivovarská 9, 082 21 Veľký Šariš, e-mail: mariana.cvengroschova@saris.sabmiller.com

\*Katedra biochemickej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika

**Cvengroschová, M. – Šmogrovičová, D.: Vplyv aditív na priebeh fermentácie mladiny.** Kvasny Prum. 51, 2005, č. 3, s. 83–85.

V práci bol sledovaný vplyv odpeňovacieho činidla a prídavku nutričných látok kvasiniek na priebeh fermentácie, odbúranie diacetilu a kvalitu hotového produktu pri použití mladiny o stupňovitosti 13 %. Prídavok odpeňovacieho činidla *Foamsol* o koncentrácii 4,2 ml/hl výrazne znížil penenie v mladinovom kotli a v CKT a tak umožňuje zníženie dávkovania chmelových preparátov. Horké látky počas fermentácie v CKT s *Foamsolom* poklesli o 9,7 BU, kým bez odpeňovacieho činidla až o 12,6 BU. Stabilita peny nebola odpeňovacím prostriedkom ovplyvnená, pohybovala sa okolo 250 sekúnd v obidvoch prípadoch. Nutričný prípravok *Yeastlife Extra* v koncentrácii 4 g/hl napomáha rýchlejšiemu poklesu diacetilu i celému obsahu VDK. Prípravok sušených kvasiniek *Servomyces* v koncentrácii 1 g/hl skracuje dobu fermentácie – požadovaný zdanlivý extrakt bol dosiahnutý o cca 12 hodín skôr. S *Yeastlife Extra* bol diacetyl na požadovanej hodnote 0,15 mg/l už na 6. deň, kým bez použitia tohoto prípravku až na 7. deň.

**Cvengroschová, M. – Šmogrovičová, D.: Additives influence on fermentation run.** Kvasny Prum. 51, 2005, No. 3, p. 83–85.

In the work it was studied the influence of antifoam and yeast food usage on fermentation run, diacetyl reduction and finished beer quality in the wort of 13 °P gravity. Antifoam *Foamsol* addition in concentration 4,2 ml/hl significantly lowered foaming in the wort kettle during boiling and in CCT so it allows hop dosage decrease. Bitterness units were reduced by about 9,7 BU in CCT during fermentation with *Foamsol* usage, but without antifoam they were reduced by about 12,6 BU. Foam stability was not influenced, the value was around 250 s in each case. Nutritional additive *Yeastlife Extra* in 4 g/hl concentration helps to reduce diacetyl and whole VDK content faster. Adjunct of powdered yeast *Servomyces* in 1 g/hl concentration reduces fermentation time – required present extract was achieved about 12 hours earlier. Diacetyl with *Yeastlife Extra* was on required value 0,15 mg/l on 6th day while without usage of additive on 7th day.

**Cvengroschová, M. – Šmogrovičová, D.: Der Aditiven- und Nährstoffmittleinfluss auf den Würzengärungsverlauf.** Kvasny Prum. 51, 2005, Nr. 3, S. 83–85.

Im diesen Artikel wurde der Einfluss von Abschäumers- und

Nährstoffmitteln auf den Gärungsverlauf und Diazethylabbau und Bierqualität beschrieben. Für diese Versuche wurde eine Würze 13° Plato angewandt. Die Zugabe vom Abschäumersmittel *Foamsol* mit Konzentration 4,2 ml/hl hat wesentlich den Schaum in der Würzpfanne und in den ZKT reduziert, damit auch Hopfenpreparatzugabe reduziert werden konnte. Biennen der Gärung im ZKT unter *Foamsol* Zugabe ist der Bitterstoffgehalt um 9,7 BU gesunken worden, ohne dieser Zugabe wurde die Senkung sogar 12,6 BU. Die Schaumstabilität wurde durch die Abschäumersmittelszugabe nicht geändert und blieb beim Wert von 250 Sekunden. Die Nährstoffmittelszugabe (*Yeastlife Extra*, Menge 4 g/hl) hat der schnellen Senkung von Diazethyl- und VDK Gehalt geholfen. Durch Zugabe des getrockneten Hefemittels *Servomyces* (Konzentration 1 g/hl) konnte die Gärungszeit verkürzt werden, der verlangte scheinbare Extrakt wurde schon um 12 Stunden früher erreicht. Die Zugabe von *Yeastlife Extra* hat auch den Diazethylabbau verkürzt, der gewünschte Wert 0,15 mg/l wurde schon der sechste Tag erreicht, ohne dieser Zugabe erst den siebten Tag.

**Цвengрошова, М. – Шмогрови́чова, Д.: Влияние добавок на прохождение ферментации сусла.** Kvasny Prum. 51, 2005, No. 3, стр. 83–85.

В работе было исследовано влияние пеногасителя и добавки питательного вещества дрожжей на прохождение брожения, ращепление диацетила и качество готового продукта при использовании 13% сусла. Добавка пеногасителя *Foamsol* концентрации 4,2 мл на 100 литров значительно понизила пенистость в сосуде и в ЦКТ, что позволило понизить дозу хмелевых препаратов. Горькие вещества в течение брожения в ЦКТ при использовании пеногасителя *Foamsol* понизились на 9,7 BU, между тем как без него на 12,6 BU. На стабильность пены не было оказано влияние, она была приблизительно 250 сек в обоих случаях. Питательное вещество *Yeastlife Extra* концентрации 4 г на 100 литров содействовало более быстрому понижению диацетила и суммарного содержания VDK. Препарат сушеных дрожжей *Servomyces* концентрации 1 г на 100 литров сокращает время брожения – требуемый мнимый экстракт был получен приблизительно 12 часов раньше. При использовании *Yeastlife Extra* был требуемый уровень диацетила 0,15 мг/л достигнут уже шестой день, без его применения седьмой день.

**Kľúčové slová:** diacetyl, fermentácia, mladina, pena, pivo

**Keywords:** diacetyl, fermentation, wort, foam, beer

### 1 ÚVOD

Úspešná HG fermentácia je závislá na schopnosti kvasiniek rýchlo odpovedať a prispôbiť sa na stresové podmienky. Kvasinky si musia zachovať svoju vitalitu, definovanú ako schopnosť zniesť rôzne stresy a zároveň uskutočniť fermentáciu. Stresové podmienky fermentácie nesmú mať negatívny vplyv na organoleptickú kvalitu finálneho piva [1]. Práve preto je potrebné zaistiť kvasinkám procesom prípravy mladiny dostatok živín (skvasiteľných cukrov, aminokyselín) a ochranných látok, aby bolo znížené riziko stresu a problém fermentácie [2].

Kvasinky sú chemoheterotrofné organizmy, ktoré potrebujú okrem uhlíka aj dusík a vitamíny na zabezpečenie rastu a rozmnožovania buniek [3]. Na zvýšenie hladiny asimilovateľného dusíka je vhodné obohatiť substrát – mladinu o dusíkaté živiny. Môžu byť pridávané vo forme voľných aminokyselín,

kvasničného extraktu alebo autolyzáty odpadových pivovarníckych kvasiniek obsahujúcej zmes aminokyselín, proteínov a ich hydrolyzáto [4]. Prídavok dusíka v rôznych formách do mladiny je potrebné veľmi dobre zvážiť, pretože môže stimulovať priebeh fermentácie, súčasne však môže negatívne ovplyvniť aj kvalitu finálneho výrobku a zvýšiť jeho cenu. Využíva sa vracanie kvasiniek do rmutu, pričom obsah  $\alpha$ -aminodusíka v mladine, ktorý je dôležitý pre výživu kvasiniek, stúpol týmto prídavkom o 10–20 % [5]. Ekonomicky najvýhodnejšie by bolo použitie autolyzáty odpadových pivovarníckych kvasiniek ako zdroja exogénneho FAN [6]. Optimálna koncentrácia zdroja dusíka stimuluje rast buniek, redukuje dĺžku trvania fermentácie a zvyšuje výťažky etanolu. Príliš vysoká koncentrácia asimilovateľného dusíka v médiu však môže spôsobiť nadmernú syntézu proteínov, a tým zvýšenú rýchlosť tvorby a aku-

mulácie bunkovej hmoty [3]. Pre poskytnutie nevyhnutnej živiny neprítomnej v potrebnej koncentrácii v mladine je často potrebné pridať komerčnú kvasničnú výživu. Ide o zmesi obsahujúce vitamíny, asimilovateľný dusík, anorganické ióny ako zinok a eventuálne aj nejaké nenasýtené mastné kyseliny a sterol. Často sú zložitou zmesou získanou chemickým spracovaním organizmov ako sú kvasinky. Kvasničná výživa je potrebná obvyčajne vtedy, ak je použité veľké množstvo náhradiek ako sirup, alebo ak je zariadenie pivovaru, ktoré je v kontakte s mladinou a pivom, vyrobené z vysokokvalitnej nehrdzavejúcej ocele. Vtedy je viac pravdepodobné, že bude potrebné dodanie stopového množstva iónov kovov. Kvasničná výživa je obvyčajne pridávaná vo forme roztoku do mladinového kotla približne 15 minút pred ukončením chmelovaru kvôli zabezpečeniu sterilizácie, ale aj minimalizácie chemických zmien roztoku

[7]. 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 [2]. Zinok sa výrazne uplatňuje aj v metabolizme aminokyselín, sprostredkúva ich transport bunkovou stenou [8] a jeho dostatok zaisťuje správny rast kvasiniek [9].

CO<sub>2</sub> produkovaný počas fermentácie zapríčiňuje značné penenie piva. Keď pena splasne, značné množstvo hmoty utvárajúce penu (hlavne proteínové a chmelové zložky) zostáva na stenách fermentačných tankov. Výsledkom je, že stočené pivo nemusí vytvárať dobrú penu a časť horkých látok sa stratí vo fermentačnom tanku. Za druhé, zbytky peny usadené na stenách je niekedy zložité odstrániť čistením, a po tretie je potrebné zabrániť vypeňovaniu tankov kvôli vyšším stratám piva. Odpeňovacie prostriedky sú silikónové alebo uhľovodíkové oleje. Pri ich použití CO<sub>2</sub> unikne bez vytvárania stabilných bublín. Často sú tiež používané v mladinovom kotli na zamedzenie prepeňovania a rýchlejšiemu odparu vody. Odpeňovacie prostriedky sú adsorbované kvasinkami a filtračným materiálom, pričom v hotovom pive neostávajú. Výsledky stability peny sú obyčajne zlepšené, pretože menej penotvorných proteínov bolo stratených fermentáciou [7].

Cieľom práce bolo štúdium vplyvu použitia odpeňovacieho činidla a výživy kvasiniek na priebeh fermentácie, odbúranie diacetylu a kvalitu hotového produktu pri použití mladiny o stupňovitosti 13 %.

## 2 MATERIÁL A METÓDY

### 2.1 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.

Ako fermentačné médium bola použitá mladina o stupňovitosti 13 %. Bežné várky boli ošetrené ZnCl<sub>2</sub> (0,25 g/hl) prídavkom do mladinového kotla na konci chmelovaru.

### 2.2 Podmienky dávkovania preparátov

1. Odpeňovací prostriedok *Foamsol* bol prídavaný do mladinového kotla v koncentrácii 4,2 ml/hl do stiahnutého predku, ktorý mal teplotu 70–80 °C.
2. Kvasničná výživa *Yeastlife Extra* bola dávovaná na konci chmelovaru do mladinového kotla v koncentrácii 4 g/hl spolu s ZnCl<sub>2</sub> (0,21 g/hl – prepočítaný obsah Zn na bežnú várku). *Yeastlife Extra* je prášková kvasničná výživa založená na jednoducho dosiahnuteľnom zdroji dusíka zmiešanom s prídavnými aminokyselinami, minerálmi a vitamínmi.
3. Sušené kvasinky *Servomyces* boli dávované na konci chmelovaru do mladinového kotla v koncentrácii 1 g/hl spolu s *Yeastlife Extra* (4 g/hl).

Použité preparáty boli dodané firmou Barentz, s. r. o.

### 2.3 Kvasenie mladiny

Základná teplota bola 9 °C, proces kvasenia prebiehal v CKT (2170 hl, naplnenie na 83 %) pri 14 °C a pri tlaku max. 30 kPa. Kva-

sinky boli stiahnuté na 5.–6. deň fermentácie, keď pokles zdanlivého extraktu bol minimálny (0,2 %/24 h), alebo nebol zaznamenaný žiadny pokles. Dokvasovanie prebiehalo pri teplote 14 °C dovtedy, kým hodnoty diacetylu nedosiahli požadované hodnoty 0,15 mg/l, potom nasledovalo schladenie a zrenie piva pri –1 až 0 °C v ležiacich tankoch.

## 2.4 Analytické metódy

### 2.4.1 Stanovenie voľného aminodusíka (FAN)

Na stanovenie bola použitá ninhydrínová metóda. Vzorka mladiny (piva) sa zriedi tak, aby obsahovala 1 až 3 mg/l aminodusíkatých látok, mladina sa zriedi 150krát, pivo 50krát. Po zmeraní absorbancie pri 570 nm sa prepočítajú jednotlivé množstvá obsahu aminodusíka podľa nasledujúceho vzorca:

$$N = \frac{(A_H - A_S) 2V}{A_{ST}} \quad (\text{mg/l})$$

$N$  voľný aminodusík (mg/l)

$A_H$  absorbancia hlavnej skúšky pri 570 nm

$A_S$  hodnota slepého pokusu (odčíta sa iba pri analýze tmavej mladiny alebo piva)

$V$  zriedovacia korekčný súčiniteľ

$A_{ST}$  absorbancia štandardného roztoku glycinu.

### 2.4.2 Stanovenie diacetylu

Diacetyl bol stanovený plynovým chromatografom. Porovnávacia analýza bola robená destiláciou, kde vicinálne diketóny boli stanovené destilačne podľa EBC odporúčanej spektrofotometrickej metódy [10].

### 2.4.3 Stanovenie horkých látok

Po centrifugácii mladiny a po prídavku oktanolu a hydrogén chloridu boli horké látky stanovené spektrofotometricky na prístroji SHIMADZU pri 275 nm.

### 2.4.4 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).

## 3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

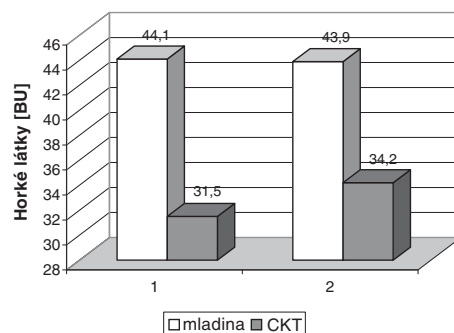
Snaha znížiť výrobné náklady vedie stále viac pivovarov k využitiu metódy HGB, avšak životaschopnosť kvasiniek sa vysokou koncentráciou mladiny a vysokým osmotickým tlakom znižuje. Vysoká koncentrácia mladiny ovplyvňuje morfológiu kvasničnej bunky, pôsobí na bunkovú stenu a spôsobuje zníženie veľkosti bunky. Schopnosť kvasinky prekonať vysoký osmotický tlak je silne ovplyvnená permeabilitou a integritou bunečnej membrány. Uvedené príčiny majú tiež vplyv na stabilitu pivnej peny [11]. Vysoká koncentrácia mladiny spôsobuje osmotický stres kvasiniek, a preto je vhodným riešením zvýšenie obsahu kovov v mladine, popr. jej obohatenie o rastové faktory [12], ktoré zamedzí zníženie rýchlosti rastu kvasiniek a ich fermentačnej aktivity vplyvom účinku osmotického tlaku na bunku [13]. 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 kvasnic, 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 [14].

*Foamsol* je vodná emulzia dimetylpolysiloxánu, ktorá potláča penenie počas chmelovaru a v CKT. Splasnutie bublín je výsledkom redukcie povrchového napätia vo vodnej vrstve. V hotovom pive neostáva žiadna aktívna zložka *Foamsolu*, kvasinky odstraňujú väčšiu časť adsorpciou do bunkovej steny a zvyšok je odstránený filtráciou. Výhodou využitia odpeňovacích prostriedkov je zvýšenie využitia CKT, ochrana pozitívnych penotvorných proteínov, zvýšenie využitia  $\alpha$ -horkých kyselín, eliminácia problému prepeňovania, zlepšenie sanitácie nádob. *Yeastlife Extra* je prášková kvasničná výživa založená na ľahko dosiahnuteľnom zdroji dusíka miešaného s prídavnými aminokyselinami, minerálmi a vitamínmi. Bežná prax pri výrobe pív z vysokokoncentrovaných mladín poukazuje na dva fermentačné problémy: nedostatok výživy kvasiniek a podmienky vysokého stresu kvasiniek. Pre konzistentnú fermentáciu je potrebné zabezpečiť zdravé kvasinky a živinovo vyváženú mladinu. Výhodou využitia *Yeastlife* je rýchla a konzistentná fermentácia, redukcia negatívnych chutí. Prípravok *Servomyces* (sušené kvasinky) obsahuje biologické zinok a jeho hlavným účinkom je skrátenie fermentácie.

V tejto práci sme sledovali vplyv použitia odpeňovacieho prostriedku na priebeh chmelovaru a fermentáciu. Odpeňovací prostriedok bol dávovaný do sladiny (predku) v mladinovom kotli. Pri várkach s použitím *Foamsolu* bolo sledované výrazné zníženie penenia v mladinovom kotli. Priemerný pokles horkých látok počas fermentácie je 12,6 BU. V prípade CKT ošetrených *Foamsolom* bol pokles horkých látok počas fermentácie nižší – 9,7 BU, čo je ušetrenie cca 3 BU a umožňuje tak zníženie dávkovania chmelových preparátov a tak aj nákladov na chmelenie (obr. 1). U daných pív bola sledovaná aj stabilita peny prístrojovým meraním na *Nibem T* (Haffmans). Výsledky peny nepreukázali zlepšenie oproti pivám bez použitia odpeňovacieho prostriedku. Pohybovali sa okolo 250 sekúnd v oboch prípadoch.

V druhej časti práce sme sledovali vplyv kvasničnej výživy *Yeastlife Extra* a *Servomyces* na priebeh fermentácie a odbúranie dia-

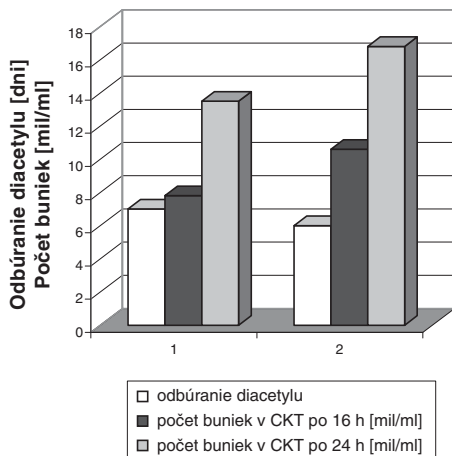


Obr. 1 Horké látky (BU) v mladine a v CKT v závislosti od použitia odpeňovacieho prostriedku

1 – mladina bez použitia odpeňovacieho činidla

2 – mladina s použitím odpeňovacieho činidla

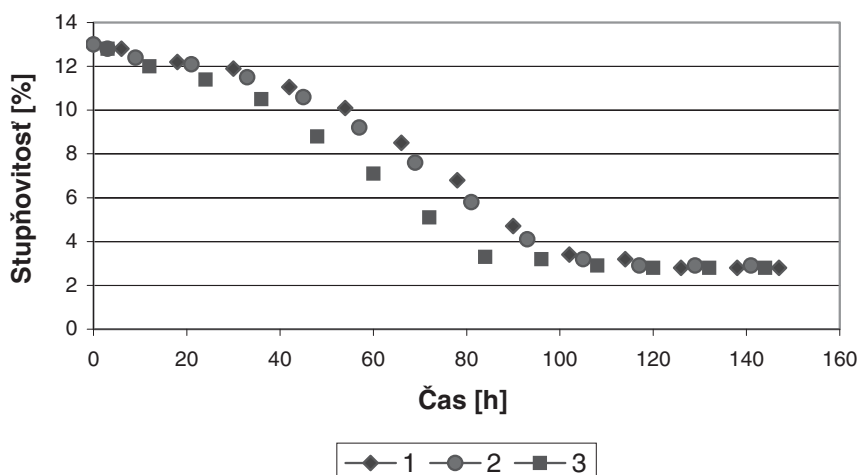
cetylu. Přípravky boli dávkované na konci chmelovaru. V prvom prípade bol dávkovaný *Yeastlife*, v druhom prípade *Yeastlife* a *Servomyces* (biologický Zn). V obidvoch prípadoch nebola ovplyvnená hodnota FAN ani ostatné merané parametre mladiny. Pri použití *Yeastlife* bolo sledované zrýchlenie odbúrania diacetylu (6. deň) oproti bežným mladinám (7. deň). *Yeastlife* napomáha rýchlejšiemu poklesu diacetylu i celému obsahu VDK a *Servomyces* skraca dobu fermentácie. V druhom prípade bolo rovnako sledované rýchlejšie odbúranie diacetylu (6. deň), obr. 2.



Obr. 2 Vplyv aditív na rýchlosť odbúrania diacetylu vyjadrený ako počet dní, po ktorých poklesla koncentrácia diacetylu na požadovanú hodnotu 0,15 mg/l  
1 – mladina bez aditív  
2 – mladina s prídavkom *Yeastlife Extra* a *Servomyces*

Počas fermentácie bolo merané množstvo kvasiniek v CKT, bol sledovaný väčší počet buniek v prípade použitia *Yeastlife* a *Servomyces*. Počet buniek bol meraný v 16. a 24. hodine. Tento prostriedok zlepšoval aj sedimentáciu, čo vyplýva z merania počtu buniek v sudovacom potrubí, kde počet buniek klesol až o polovicu, v obidvoch prípadoch (pri prídavku *Yeastlife* a *Servomyces*) bol počet pod 1 milión.

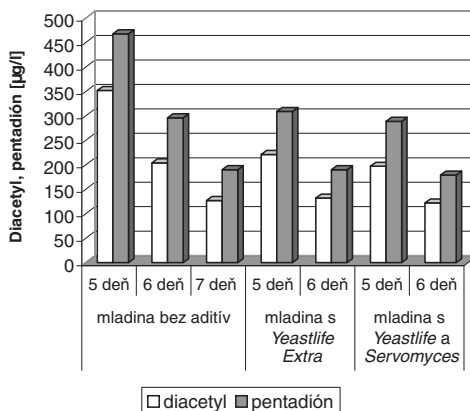
V prípade použitia *Servomyces* boli mladé



Obr. 3 Vplyv prípravku *Servomyces* na rýchlosť fermentácie, vyjadrenom ako pokles zdanlivého extraktu  
1 – mladina bez aditív  
2 – mladina s prídavkom *Yeastlife Extra*  
3 – mladina s prídavkom *Yeastlife Extra* a *Servomyces*

pivá rýchlejšie prekvaseňé, požadovaný zdanlivý extrakt bol dosiahnutý o cca 12 hodín skôr ako u mladých pív bez prídavku *Servomyces* (obr. 3).

V obidvoch mladinách s prídavkom aditív bol sledovaný rýchlejší pokles diacetylu ale aj pentadiónu. Na 6. deň fermentácie sa pohyboval obsah pentadiónu o 0,1 mg/l nižšie ako v prípade mladých pív bez použitia aditív. *Yeastlife Extra* urýchlil nielen odbúranie diacetylu, ale aj odbúranie pentadiónu, kde hodnoty na 6. deň boli identické s hodnotami na 7. deň u pív bez použitia aditív (obr. 4).



Obr. 4 Vplyv prípravku *Yeastlife* a *Servomyces* na rýchlosť odbúrania diacetylu a pentadiónu

#### 4 ZÁVER

1. Odpeňovací prostriedok *Foamsol* v koncentrácii 4,2 ml/hl výrazne znížil penenie v mladinovom kotli. Pri ošetrení CKT *Foamsolom* sa zredukoval pokles horkých látok z 12,6 na 9,7 BU, čo je ušetrenie cca 3 BU a umožňuje zníženie dávkovania chmelových preparátov. Penivosť výsledného piva nebola lepšia v porovnaní s pívami vyrobenými bez použitia odpeňovacieho prostriedku (trvanlivosť peny okolo

250 sekúnd v obidvoch prípadoch pre 12% pív).

- Yeastlife* aplikovaný do mladinového kotla pred ukončením chmelovaru o koncentrácii 4 g/hl urýchlil odbúranie diacetylu a pentadiónu (6. deň) oproti mladinám bez použitia aditíva (7. deň).
- Yeastlife* (4 g/hl) a *Servomyces* (1 g/hl) aplikovaný do mladinového kotla pred ukončením chmelovaru zrýchlil fermentáciu, požadovaný zdanlivý extrakt bol dosiahnutý o cca 12 hodín skôr ako u mladých pív bez prídavku a urýchlil odbúranie diacetylu a pentadiónu, pričom diacetyl bol v špecifikácii na 6. deň.

#### Literatúra

- [1] Majara, M., O'Connor-Cox, E.S.C., Axel, B.C.: Trehalose-A stress protectant and stress indicator compound for yeast exposed to adverse conditions. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* **54**, 1996, 149–154.
- [2] Basařová, G.: Vývoj teorie a praxe kvašení a dokvašování piva. *Kvasny Prum.* **48**, 2002, 193–199.
- [3] O'Connor-Cox, E.S.C., Paik, J., Ingledew, W.M.: Improved ethanol yields though supplementation with excess assimilable nitrogen. *J. Ind. Microbiol.* **8**, 1991, 45–52.
- [4] Jones, A. M., Ingledew, W.M.: Fuel alcohol production: Assessment of selected commercial proteases for very high gravity wheat mash fermentation. *Enzyme Microb. Technol.* **16**, 1994, 683–687.
- [5] Wolter, H. C., Schillat, F., Rudoloff, P.: Die Heferückführung zur Maische in Brauereien der DDR. *Lebensmittelindustrie* **31**, 1984, 268–269.
- [6] Jones, A. M., Ingledew, W. M.: Fermentation of very high gravity wheat mash prepared using fresh yeast autolysate. *Bioresource Technol.* **50**, 1994, 97–101.
- [7] Wainwright, T.: Basic Brewing Science, England, 317, 1998.
- [8] Rudoloff, P., Kraus, H., Schnappauf, W.: Beschleunigung der Hauptgärung durch Erhöhung der Zinkkonzentration in der Anstellwürze. *Lebensmittelindustrie* **32**, 1985, 165–167.
- [9] McLaren, J. I. et al.: Zinc problem solved? *Brauwelt Internat.* **19**, 2001, 60–62.
- [10] Analytica EBC, 4th Edition., Brauerei und Getränke Rundschau, Zrich, 1987.
- [11] Pratt-Marshall, P. et al.: High Gravity Brewing – an inducer of yeast stress. *Brew. Guardian* **131**, 2002, 22–25.
- [12] Stewart, G. G., D'Amore, T., Panchal, C.J., Russell, I.: Factors that influence the ethanol tolerance of brewers yeast strains during high gravity wort fermentations. *Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am.* **25**, 1988, 47–53.
- [13] D'Amore, T., Panchal, C.J., Stewart, G.G.: The effect of osmotic pressure on the intercellular accumulation of ethanol in *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation in wort. *J. Inst. Brew.* **93**, 1987, 472–476.
- [14] Prokeš, J.: Technologický význam dusíkatých látek v ječmeni a slad. *Kvasny Prum.* **46**, 2000, 277–279.

Zpracováno na základě posteru prezentovaného na 4. Mezinárodní pivovarsko-sladařské konferenci v Bratislavě 28.–30. 4. 2004  
Do redakce došlo 7. 9. 2004