

CKT VELKÉ POPOVICE – PROPAGAČNÍ STANICE, OBOUSTRANNÉ PLNĚNÍ, PROMÝVÁNÍ A HOMOGENIZACE PIVA POMOCÍ CO₂

CCT VELKÉ POPOVICE – YEAST PROPAGATION, TWO-WAY FILLING, STRIPPING AND HOMOGENIZATION OF BEER USING CO₂

GAVIN MILLAR, SABMiller Europe, Budapešť

JAN JANOUŠEK, LUBOŠ PAŠEK, JOZEF ŠPIRKO, Plzeňský Prazdroj, a. s., Pivovar Velké Popovice, Ringhofferova 1, 251 69 Velké Popovice, e-mail: Jan.Janousek@pilsner.sabmiller.com

RICHARD GOLDMANN, Alfa Laval spol. s r. o., Praha, U Nákladového nádraží 6, 130 00 Praha 3, e-mail: richard.goldmann@alfalaval.com

Millar, G. – Janoušek, J. – Pašek, L. – Špirko, J. – Goldmann, R.: CKT Velké Popovice – propagační stanice, oboustranné plnění, promývání a homogenizace piva pomocí CO₂. Kvasny Prum. 51, 2005, č. 2, s. 42–46.

Rozkvašování kvasničné kultury ve spílané mladině usnadňuje její rychlý a přitom přirozený přechod z laboratorních podmínek do provozních CKT. Rychlost pomnožování společně se šetrným rozkvašováním poměrem umožňuje získat standardně prokvašující kvasnice, zbavené nutričního stresu. Tento stav společně s udržováním kvasnic v exponenciální fázi růstu se z velké míry podílí na rovnoměrném prokvašování piva.

Promývání pomocí CO₂ nabízí účinný nástroj pro homogenizaci mladiny v CKT před hlavním kvašením, popř. během zchlazování. Proud CO₂ umožní nejen udržet cirkulaci piva při anomálních teplotách, ale skýtá i možnost ke standardizaci obsahu těkavých látek a nasycení piva před sudováním.

Millar, G. – Janoušek, J. – Pašek, L. – Špirko, J. – Goldmann, R.: CCT Velké Popovice – yeast propagation, two-way filling, stripping and homogenization of beer using CO₂. Kvasny Prum. 51, 2005, No. 2, p. 42–46.

Inoculation of yeast culture in transferred wort facilitates its fast and thereby natural transmission from the laboratory conditions into the operational CCTs. Growth rate together with gentle fermentation rate enables acquisition of fermenting yeast free of nutrient stress in a standard way. This fact together with maintaining of yeast cells in an exponential growth phase results in even attenuation of beer.

Stripping using CO₂ offers an efficient tool for homogenisation of wort in CCT before fermentation or during cooling. CO₂ flow enables not only to keep the circulation of beer at abnormal temperatures, but also allows the possibility to standardise content of volatile compounds and to carbonate beer before racking.

Millar, G. – Janoušek, J. – Pašek, L. – Špirko, J. – Goldmann, R.: ZKT Velké Popovice – Reinzuchtanlage, Zweilinienwürzefüllung, CO₂-Wäsche und CO₂-Jungbierhomogenisierung. Kvasny Prum. 51, 2005, Nr. 2, S. 42–46.

Klíčová slova: *propagace s uzavřeným cyklem, oboustranné plnění CKT, promývání piva pomocí CO₂, krabicový graf*

1 ÚVOD

V roce 2002 rozhodl management společnosti Plzeňský Prazdroj, a. s. o výstavbě 6 ks CKT v pivovaru Velké Popovice, s celkovou kapacitou 19 800 hl. Hlavní záměr tohoto rozhodnutí, tj. navýšení výrobních kapacit, byl dále podmíněn i zvýšením technologické kázně a standardizací výroby, případně začleněním nových technologií.

Po úspěšném uvedení v pivovarech Prazdroj a Gambrinus byla dále rozvinuta *propagace s uzavřeným cyklem*, tj. bez sterilizace mladiny. Pro praktické odzkoušení pak byla navržena a rozpracována metoda *oboustranného plnění CKT*, s cílem snížit plnicí nátokovou rychlost spílané mladiny a dále pak *míchání a promývání piva v CKT pomocí CO₂*. Především promývání piva pomocí CO₂ umožňuje mimo vyrovnání teplot během zchlazování CKT upravit i obsah těkavých látek, standardizovat koncentraci CO₂ a udržovat rovnoměrnou distribuci extraktu v celém objemu CKT. Nezanedbatelné je i zvýšení účinnosti chlazení piva, zkrácení doby zchlazování a standardizace prokvašení.

Die direkte Beimpfung von Ausschlagwürze mit einer Reinzuchtheefe unterstützt die schnelle und natürliche Überführung der Hefe von Laborbedingungen auf Produktionsbedingungen in ZKTs.

Die Wachstumsrate der Hefe in Verbindung mit einer schonenden Vergärung ermöglicht eine Vermehrung der Gärhefe frei von Nährstoffstress, wie er bei herkömmlichen Methoden oftmals auftreten kann.

Dieser Sachverhalt in Verbindung mit der Tatsache, daß die Hefe in der exponentialen Wachstumsphase gehalten wird, führt zu einer äußerst gleichmäßigen Vergärung des Bieres.

Stripping mittels CO₂ ist eine sehr effiziente Methode, um die Würze vor der Vergärung und während des Kühlens homogen zu halten. Der CO₂-Fluß erlaubt nicht nur das Umpumpen des Bieres bei unüblichen Temperaturen, sondern offeriert auch die Möglichkeit eine Standardmenge flüchtiger Aromakomponenten im Bier einzustellen, bevor dieses zur Abfüllung kommt.

Миллар, Г. – Яноушек, Й. – Пашек, Л. – Шпирко, Й. – Голдманн, Р.: ЦКТ пивзавода Велке Поповице – дрожжегенератор, двустороннее наполнение и гомогенизация пива при помощи CO₂. Kvasny Prum. 51, 2005, No. 2, стр. 42–46.

Разбраживание дрожжевой культуры в сусле позволяет ее быстрый и естественный переход из лабораторных условий в производственные ЦКТ. Скорость размножения вместе с бережливым коэффициентом разбраживания позволяют получить стандартные разбраживающие дрожжи, избавленные от стресса питательного вещества. Это состояние вместе с удерживанием дрожжей на экспоненциальной фазе содействуют по большей мере равномерному процессу брожения пива.

Промывка помощью CO₂ представляет эффективное средство для гомогенизации сусла в ЦКТ перед главным брожением, или в течение охлаждения. Ток CO₂ позволяет не только удерживать циркуляцию пива при аномальных температурах, но и позволяет стандартизацию содержания летучих веществ и насыщение пива перед розливом пива по бочкам.

Keywords: *propagation with closed cycle, two-way CCT filling, flushing of beer using CO₂, box and whiskers graph*

1 INTRODUCTION

In 2002 the top management of Plzeňský Prazdroj, a. s. made a decision to install six CCTs with the total capacity 19 800 hl in the Velké Popovice brewery. The main intent of this decision, i.e. increasing the production capacity, was to improve the technological discipline, standardisation of production, alternatively by introduction of new technologies.

Based on the successful commissioning of the Plzeňský Prazdroj a Gambrinus breweries propagation with *closed cycle* (i.e. without sterilisation of wort) was further developed. For practical testing a method of two-way CCT filling with a view to reduce the filling inflow wort speed while transferred to fermenting vessel and also *mixing and stripping of beer in CCT using CO₂* was suggested and worked out. Foremost stripping of beer using CO₂ allows, besides temperature equalization during CCT cooling, to adjust content of volatile compounds, standardise CO₂ concentration and keep an even extract distribution throughout the whole CCT volume. Also increase in beer chilling efficiency, shorter cooling time and standardised attenuation are not negligible.

2 NOVÉ TECHNOLOGIE

2.1 Propagační stanice

2.1.1 Popis zařízení

Podmínkou úspěšné provozní propagace pивovarských kvasinek je sterilní mladina obsahující dostatečné množství všech potřebných nutričních látek. Propagační systémy využívající dodatečnou sterilaci zchlazené mladiny přinášejí riziko ztráty těchto látek.

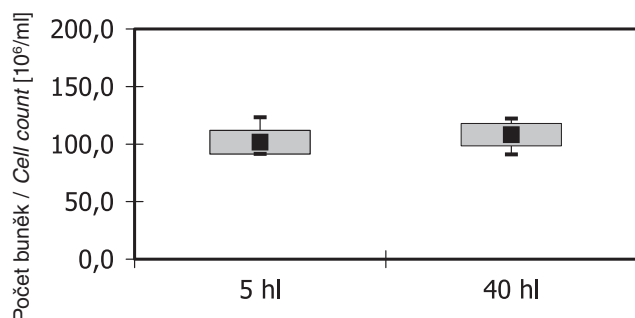
Nová propagační stanice v pivovaru Velké Popovice využívá skutečnosti, že na konci chmelovaru je mladina dokonale sterilní [1] a odebírá se přes dvousedlový ventil z potrubí mezi vířivou kádí a chladičem. Horká mladina je před vstupem do propagátoru zchlazena pomocí deskového výměníku na požadovanou teplotu. Odpadá tak dodatečná sterilace mladiny, čímž se minimalizují ztráty látek potřebných pro výživu kvasinek a rovněž se zachovává stejná nutriční hodnota mladiny, do které bude kvasničná kultura vyvedena. Další výhodou tohoto uspořádání je technická nenáročnost této propagační stanice, která se skládá pouze z jedné technologické nádoby (propagátoru) a zásobníku na horkou vodu z deskového výměníku, využívanou pro sanitaci. Předností je též nižší energetická náročnost propagace, neboť odpadá spotřeba páry na sterilaci mladiny a dodávky ledové vody na zchlazení mladiny po sterilaci.

2.1.2 Popis technologie

Jednou týdně se v propagátoru zakvašuje 5 hl mladiny čistou laboratorní kulturou pomnoženou v Carlsbergské nádobě. Po 24 hodinách je propagátor doplněn na objem 40 hl. Tento objem pak slouží po dalších 24 hodinách k zakvašení rozkvasného tanku (objem 240 hl po doplnění mladinou). Posledním krokem je rozdělení objemu prvního rozkvasného tanku do dvou a doplnění obou mladinou na objem 2x240 hl. Tímto způsobem se během čtyř dnů získá 480 hl vysokých kroužků. Režim propagace je znázorněn v tab. 1.

Poměrovým zakvašením do jednoho CKT lze během 7–8 dní získat 2500 hl vysokých kroužků. Propagace tedy pracuje na principu fed-batch procesu, který není zatížen problémy spojenými se semi-kontinuálním procesem (průběžné odčerpávání určitého podílu kroužků z propagátoru a doplňování mladinou), tj. větší možností kontaminace, nárůstem koncentrace ethanolu [2], změnami v produkci senzoryckých aktivních těkavých látek [2] a zvýšeným nebezpečím degenerace kvasinek [3].

Obr. 1–4 představují výsledky více než dvouměsíčního provozu nové propagační stanice. Počet buněk byl v obou krocích cíleně nastaven na horní hranici maxima zmiňovaného Mangerem [4]. Crabtree-efekt zapříčiňuje, že vzniku alkoholu (ethanolu) nelze při propagaci v mladině zabránit. Nicméně koncentrace alkoholu dosažené na konci cyklů jsou nízké a díky fed-batch procesu nedochází k jeho akumulaci. Hodnota pH koreluje s počtem buněk na konci cyklu [5]. Zdánlivé prokvašení při převodu do dalšího kroku je nastaveno tak, aby propagované kvasinky byly udržovány v exponenciální růstové fázi a nepřecházely do fáze stacionární a aby nedošlo v průběhu propagace k vyčerpání dusíkatých zdrojů s následným negativním dopadem na stav kvasničných buněk.



Obr. 1 / Fig. 1 Počet buněk na konci propagace v krocích 5 a 40 hl / Yeast cell count at the end of propagation in 5 and 40 hl steps

Tab. 1 / Table 1 Teplotní režim propagace kvasinek / Temperature procedure of yeast propagation

		Objem / Volume [hl]	Teplota / Temperature [°C]
1. krok 1st step	Carlsbergská nádoba Carlsberg vessel	0,2	20
2. krok 2nd step	Propagátor Propagator	5	18
3. krok 3rd step	Propagátor Propagator	40	16
4. krok 4th step	Rozkvasný tank Pitching tank	240	14
5. krok 5th step	Rozkvasné tanky Pitching tanks	480	13

2 NEW TECHNOLOGIES

2.1 Propagation station

2.1.1 Appliance description

Necessity for successful propagation of brewing yeast is sterile wort containing sufficient quantity of required nutrition compounds. Propagation systems using additional sterilisation of cooled wort represent risk of losing these compounds.

The new propagation station in PVP uses the fact that at the end of hop boiling the wort is sterile [1] and is collected through the double seat valve from pipes between the whirlpool and the wort chiller. Hot wort is cooled down via plate exchanger to the required temperature before entering the propagator. Therefore the additional sterilisation of wort is not necessary any more which minimises losses of the compounds necessary as nutrition for yeast and the same nutrition value of wort into which the yeast culture will be inoculated is retained. Another advantage of this system is the propagation low technical demand as the yeast propagation consists only of one technological vessel (propagator) and reservoir for hot water taken from the plate exchanger that is used for sanitation. Another preference is the propagation lower energy demand as there is no need for steam to sterilise wort and ice water supply to cool wort after sterilisation.

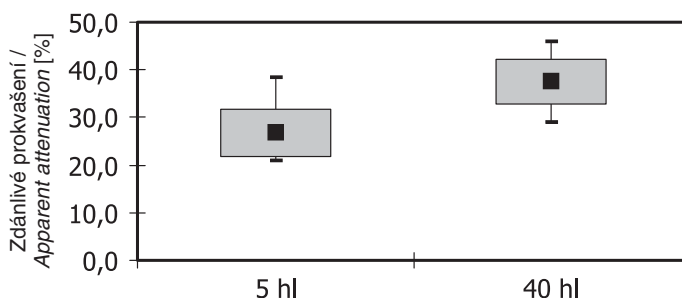
between the whirlpool and the wort chiller. Hot wort is cooled down via plate exchanger to the required temperature before entering the propagator. Therefore the additional sterilisation of wort is not necessary any more which minimises losses of the compounds necessary as nutrition for yeast and the same nutrition value of wort into which the yeast culture will be inoculated is retained. Another advantage of this system is the propagation low technical demand as the yeast propagation consists only of one technological vessel (propagator) and reservoir for hot water taken from the plate exchanger that is used for sanitation. Another preference is the propagation lower energy demand as there is no need for steam to sterilise wort and ice water supply to cool wort after sterilisation.

2.1.2 Technology description

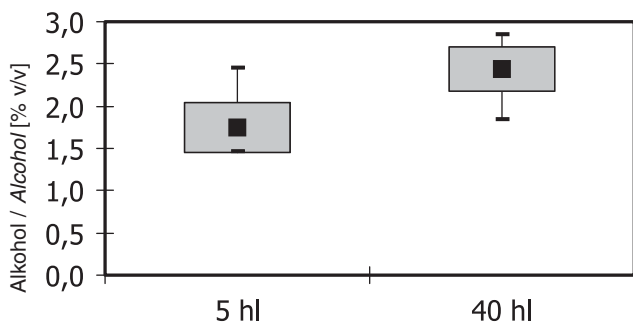
Once a week 5 hl of wort is inoculated with pure laboratory culture cultivated in the Carlsberg vessel. After 24 hours the propagator is filled up to 40 hl. After another 24 hours this volume is used to inoculate the pitching tank (volume 240 hl after filled with wort). The last step is to divide the first pitching tank volume into two tanks and to fill up both with wort to get 2x240 hl. In this manner, lasting 4 days, 480 hl of high krausens is obtained. A propagation procedure is summarized in tab. 1.

Proportional inoculation into one CCT can produce 2,500 hl of high krausens in 7–8 days. Therefore the propagation works on fed-batch process principle that is not affected by problems connected to the semi continuous process (continuous pumping out of a certain portion of krausen from the propagator and filling up with wort), i.e. higher risk of contamination, increase in ethanol concentration [2], changes in formation of flavour active volatile compounds [2] and higher risk of yeast degeneration [3].

Figs. 1–4 show results of more than two-month operation of the new yeast propagation. Yeast cell count was specifically set up to the upper maximum limit previously mentioned by Manger [4] in both steps. Due to the Crabtree-effect formation of alcohol (ethanol) while propagating the wort cannot be prevented. Nevertheless, the concentration of alcohol reached at the end of the cycles are low and fed-batch process eliminates its accumulation. The pH value correlates with yeast cell count at the end of the cycle [5]. The apparent attenuation while transferring to the next step is set up in a way to keep the propagated yeast cells in the exponential growth phase, not to cross over to the stationary phase and to prevent exhaustion of nitrogenous sources with consequent negative impact to yeast cell condition during propagation.

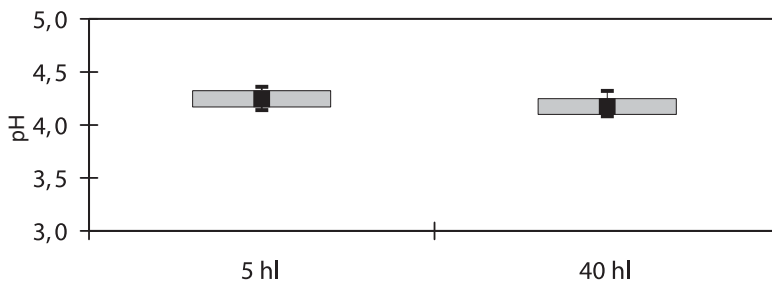


Obr. 2 / Fig. 2 Zdánlivé prokvašení na konci propagace v krocích 5 a 40 hl / Apparent attenuation at the end of propagation in 5 and 40 hl steps



Obr. 3 / Fig. 3 Obsah alkoholu na konci propagace v krocích 5 a 40 hl / Alcohol content at the end of propagation in 5 and 40 hl steps

Vysvětlivky k obr. 1–4 a 8: Data představují průměr deseti hodnot (■), krabicový graf znázorňuje ± směrodatnou odchylku, symboly (⊢⊣) vyjadřují maximální a minimální hodnoty.



Obr. 4 / Fig. 4 Hodnota pH na konci propagace v krocích 5 a 40 hl / pH value at the end of propagation in 5 and 40 hl steps

Explanatory notes for the fig. 1–4 and 8: The data present the average of 10 values (■), box graph shows + standard deviation, symbols (⊢⊣) express maximum and minimum values.

2.2 Oboustranné plnění CKT mladinou

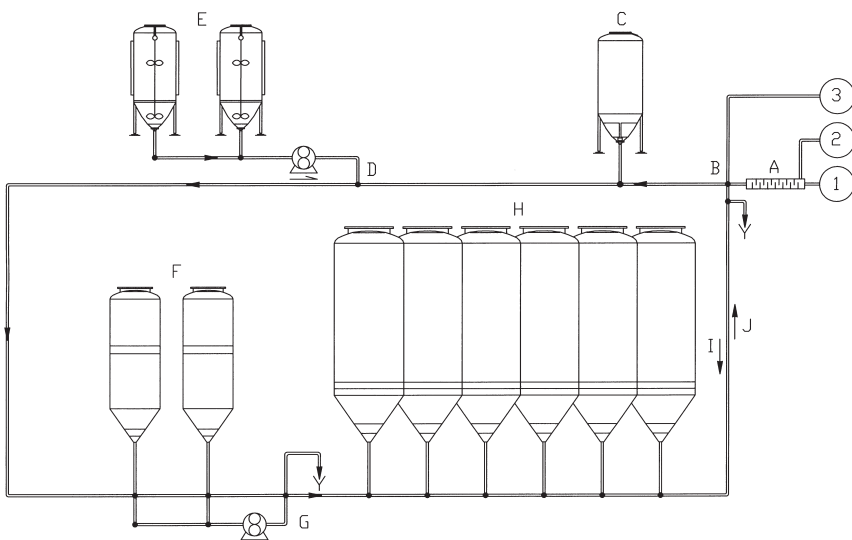
Požadovaný výkon spílání $Q = 650$ hl/h znamená při DN 100 neúměrně vysokou rychlost mladiny v potrubí $v = 2,3$ m/s. Vysoká hodnota střížných sil negativně ovlivňuje koloidní a senzorickou stabilitu piva. Pro snížení rychlosti pod 1,5 m/s lze buď zvolit konzervativní pojetí, tj. *zvětšení průměru* spílačního potrubí – toto řešení ovšem značně zvyšuje investiční i provozní náklady (armatury, zádržný objem CIP, požadované rychlosti při CIP, protlázky, výtraty atd.), které neúměrně prodlužují dobu návratnosti investice, nebo využít vratné sanitační větve k *oboustrannému plnění CKT*. Výhoda současného čerpání spílačí a vratnou sanitační větví umožňuje i souběžné čerpání vysokých kroužků z rozkvasných tanků a zchlazené mladiny do CKT. Takto se zkrátí čas plnění CKT a zajistí účinná homogenizace kvasnic v celém objemu CKT. V současné době se využívá smyčka pod CKT i k provzdušnění a zakvašování mladiny do spilky (obr. 5).

Náklady na nezávislou regulaci průtoku v každé větvi lze snadno ekonomicky obhájit. Takto lze rozdělit čerpaný objem a přitom zachovat přijatelné technologické parametry i v potrubí DN 100. Oboustranné plnění CKT garantuje maximální rychlost ve větvi $v = 1,3$ m/s. Obě plnicí větve se sbíhají pod kónusem CKT, což je jediné místo zvýšené rychlosti, které lze řešit armaturou s vyšším DN. Při oboustranném plnění se protlačí celá smyčka jednosměrně nižším výkonem od a zpět k dělicímu bodu (B) za provzdušněním, pak se otevře vstup do CKT, propojí rozdělovací bod a pozvolna se zvýší výkon na maximální hodnotu. V opačném pořadí se provádí protlážka před sanitací. Vlastní dělení toků mladiny do hlavní a pomocné (vratná CIP) větve následuje až za provzdušněním tak, aby byl garantován konstantní obsah rozpuštěného kyslíku ve spílané mladíně. Zakvašení je pak pouze na mladinové větvi a sanitační větev podle poměru toků doplňuje celkový čerpaný objem. Protlázky probíhají pouze jedno-

2.2 Two-way filling of CCT with wort

The required wort transfer output $Q = 650$ hl/h with DN 100 means extremely high speed of wort in pipes $v = 2,3$ m/s. High value of shear forces impacts negatively on colloidal and flavour stability of beer. To reduce the speed below 1,5 m/s either a conservative solution can be used, i.e. *increase in diameter* of transferring pipes, however this solution increases both investment and operational costs significantly (fittings, holding volume of CIP, required speed during CIP, water rinses, losses, etc.) which excessively prolong the return on investment, or it is possible to use the *sanitation return pipes to fill CCT from both sides*. Advantage of the current pumping system through the transfer and sanitation return pipe enables continuous pumping of high krausen from the pitching tanks and cooled wort to CCT. This way the CCT filling time will be reduced and efficient homogenisation of yeast is ensured throughout the entire CCT volume. Currently the loop underneath the CCT is used for aeration and pitching of wort transferred to the old fermenting cellar (fig. 5).

Costs for independent regulation of flow in each pipe can be economically justified. Hereby the pumped volume can be divided and acceptable technological parameters in pipes DN 100 can be retained at the same time. Two-way CCT filling guarantees the maximal speed in the pipeline $v = 1,3$ m/s. Both filling pipelines meet underneath the conical part what is the only place of increased speed which can be solved by fitting with higher DN. With two-way filling the whole loop is flooded with water running in one way at lower output from and back to the division point (B) after the aeration section. Afterwards the entrance to the CCT is opened, the division point is interconnected and the output is slowly increased up to the maximum. Flooding before sanitation is carried out in reverse order. Division of wort flows into the main and secondary pipeline (CIP return) follows



Legenda / Explanation:

Zařízení / Equipment

- A – vzdušnění mladiny / wort aeration
- B – ventilový blok / valve matrix
- C – propagátor / propagator
- D – zakvašování mladiny pomocí kvasnic / wort pitching
- E – úšchovné tanky kvasnic / yeast storage tanks
- F – rozkvasné tanky / pitching tanks
- G – zakvašování mladiny pomocí vysokých kroužků / wort inoculation using krausen
- H – CKT / CCT
- I – oboustranné plnění CKT pomocnou větví / two-way CCT filling through the secondary pipeline
- J – jednosměrná sanitace smyčky / one-way loop sanitation

Média / Mediums

- 1 – mladina z varny do CKT / wort from the brewhouse into CCT
- 2 – sterilní vzduch / sterile air
- 3 – zakvašená mladina do spilky / inoculated wort transferred to the old fermenting cellar

Obr. 5 / Fig. 5 Technologické schéma / Process flow sheet

směrně ve směru hlavního toku, čímž se využívá pouze jeden bilanční průtokoměr.

2.3 Míchání a promývání piva v CKT pomocí CO₂

Pro zabránění vrstvení piva během plnění CKT mladinou a pro dosažení stejného prokvašování vrstev s rozdílnou teplotou a koncentrací kvasnic byla navržena tryska [6], která umožňuje míchání vrstev plynu a sanitaci druhé sudovací větve v kónusu, na níž je umístěna (obr. 6). Tato pozice zaručuje při zchlazování pouze pohyb piva nad sedimentem kvasnic v kónusu a nebrání tak současněmu odtahu kvasnic. Míchání lze provádět jak vzduchem po ukončení plnění CKT – homogenizace zakvašené mladiny v celém objemu CKT, tak i pomocí CO₂ během kvašení resp. během zchlazování piva v CKT z teploty hlavního odstřelu kvasnic +6 °C na sudovací teplotu ± 0 °C. Eliminace bodu obrátu proudění (+4 °C) v celém objemu se velmi příznivě projevuje na kratší době zchlazování a na homogenním prokvašení i obsahu CO₂ (obr. 5) v sudovaném pivu. Homogenizace partií se pak příznivě projevuje na rychlejší zchlazování a vyrovnanějších analytických kritériích finálního piva [7, 8]. Změna nosného média – sterilní vzduch/CO₂ je prováděna automaticky pod kontrolou řídicího systému. Při promývání piva pomocí CO₂ dochází rovněž ke snížení obsahu volného DMS, těkavých esterů, mastných kyselin a vyšších alkoholů [9]. Promíchání vrstev plného CKT po zakvašení trvá cca pět minut. Jednoznačně pozitivní vliv trysky na homogenizaci mladiny před hlavním kvašením (obr. 7), definovanou dobou hlavního kvašení a zchlazování mladého piva v CKT, jako i na analytická kritéria při sudování vedly k začlenění kroku provzdušnění – promývání pomocí CO₂ do standardní technologie hlavního kvašení.

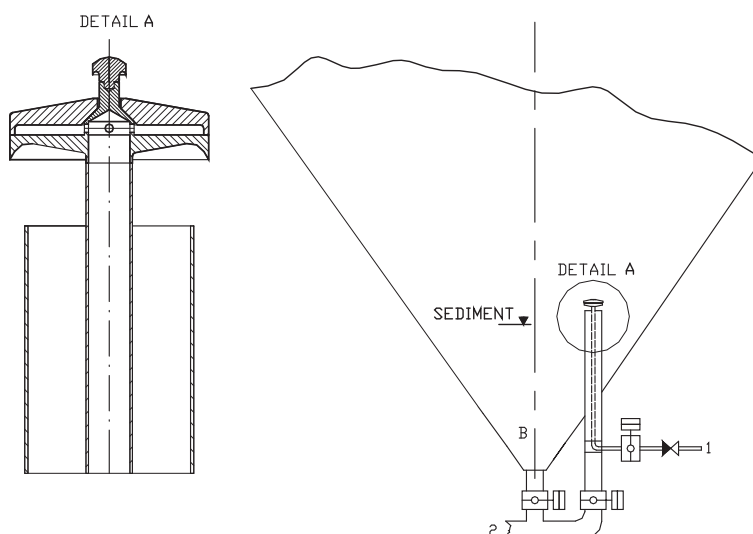
after aeration in a way to guarantee a constant content of dissolved oxygen in transferred wort. Then, inoculation runs just through the wort pipeline and the sanitation pipeline fills up the total pumped volume according to flow ratio. The flooding runs only in one direction and thus only one balance flow meter is used.

2.3 Mixing and stripping beer in CCT using CO₂

To prevent layering up of beer while filling CCT with wort and to reach the same attenuation of each layer with different temperature and yeast concentration a nozzle [6] that enables mixing layers using air or CO₂ has been designed. The nozzle performs two functions. It ensures distribution of gas and sanitation of the second racking pipeline in the conical part where the nozzle is installed (fig. 6). This position ensures movement of beer only above the yeast sediment in the conical part while cooling and it does not prevent yeast removal at the same time. Mixing can be carried out by both air when CCT filling is finished – homogenization of the inoculated wort in the whole CCT volume and by using CO₂ while fermenting, basically while cooling of beer in CCT from the main yeast removal temperature +6 °C down to the racking temperature ± 0 °C. Elimination of the circulation reversing point (+4 °C) in the whole volume takes a very favourable effect on shorter cooling time and on homogenous attenuation and CO₂ content in racked beer as well (fig. 5). Homogenisation of batches then positively influences faster cooling and more balanced analytical criteria of final beer [7, 8]. Alteration of the carrying medium – sterile air/CO₂ is done automatically under system control. Also while stripping beer using CO₂, free DMS content, volatile esters, fatty acids and higher alcohols are reduced [9]. Mixing layers in the filled CCT after inoculation takes approx. 5 minutes. Uniquely po-



Obr. 6 / Fig. 6 Promývací tryska pro homogenizaci – karbonizaci piva v CKT / Stripping nozzle for homogenization – carbonization of beer in CCT



Legenda / Explanation:

1 – vstup CO₂ / CO₂ inlet

2 – vstup mladiny/piva / wort/beer inlet

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Jak vyplývá z obr. 7, promývací tryska účinně napomáhá k homogenizaci mladiny v CKT před hlavním kvašením, a tím přispívá k rovnoměrné distribuci extraktu a prokvašování piva. Doplnění technologie propagace s uzavřeným cyklem automatickým provozem rozkvasných tanků a oboustranným plněním CKT umožnilo dosáhnout objemu 2500 hl vysokých kroužků z 20 l Carlsbergské nádoby během sedmi dní. Udržování kvasničné kultury v exponenciální fázi růstu zvyšuje rychlost přirozeného rozkvašování a příznivě ovlivňuje standardní technologický parametr PZD = 79,7 % (směrodatná odchylka 1,02) (obr. 8).

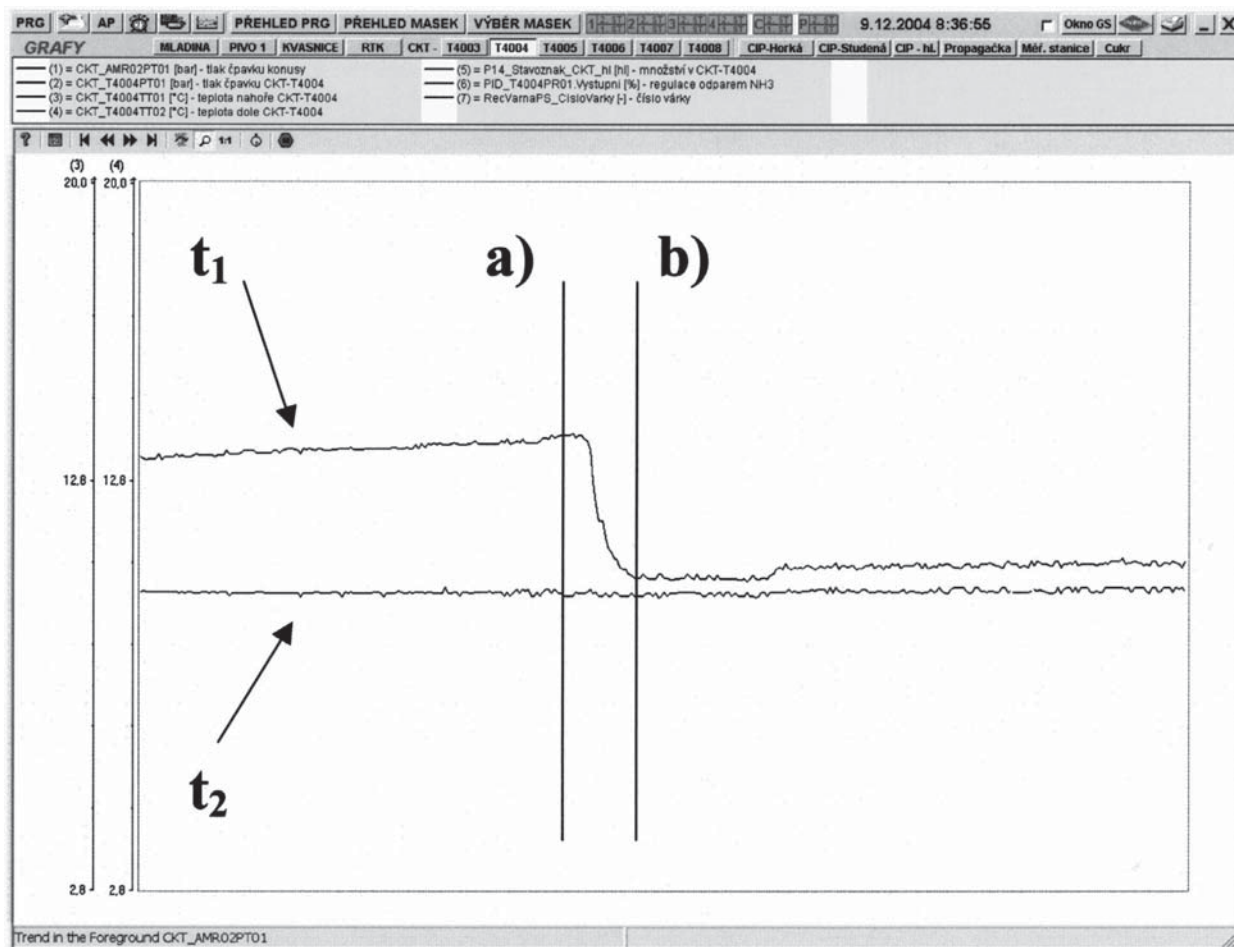
4 ZÁVĚR

Rozkvašování kvasničné kultury ve spílané mladině usnadňuje její rychlý a přitom přirozený přechod z laboratorních podmínek do provozních CKT. Rychlost pomnožování společně s šetrným rozkvašo-

sitive effects of the nozzle to homogenisation of wort before main fermentation (fig. 7), defined duration of the main fermentation process and cooling of young beer in CCT as well as analytical criteria while racking led to introduction of the aeration step – stripping using CO₂ – into the standard main fermentation process technology.

3 RESULTS AND DISCUSSION

As resulting from the fig. 7 the stripping nozzle efficiently supports homogenisation of wort in CCT before main fermentation and thus makes for equal distribution of extract and beer attenuation. Completion of the propagation technology by closed cycle with automatic operation of pitching tanks and with two-way CCT filling made it possible to reach 2,500 hl of high krausens from 20 l Carlsberg vessel in 7 days. Keeping the yeast culture in the exponential growth phase increases the speed of natural fermentation and positively influences standard technological parameter (apparent attenuation) PDF = 79,7 % (standard deviation 1,02) (fig. 8).



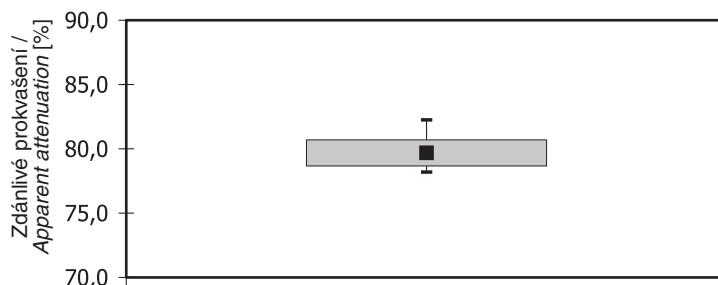
Obr. 7 / Fig. 7 Homogenizace mladiny po doplnění CKT / Homogenization of wort after filling CCT

t_1 – teplota horního teploměru (°C) 670 hl / temperature of the upper thermometer (°C) 670 hl
 t_2 – teplota dolního teploměru (°C) 2240 hl / temperature of the lower thermometer (°C) 2,240 hl

a) – stav před homogenizací / status before homogenization
 b) – stav po homogenizaci / status after homogenization

vacím poměrem umožňuje získat standardně prokvašující kvasnice, zbavené nutričního stresu. Tento stav společně s udržováním kvasnic v exponenciální fázi se z velké míry podílí na rovnoměrném prokvašování piva.

Promývání pomocí CO_2 nabízí účinný nástroj pro homogenizaci mladiny v CKT před hlavním kvašením, popř. během zchlazování. Proud CO_2 umožní nejen udržet cirkulaci piva při anomálních teplotách, ale skýtá i možnost ke standardizaci obsahu těkavých látek a nasycení piva před sudováním.



Obr. 8 / Fig. 8 Zdánlivé prokvašení CKT – hodnoty z 60 vzorků / Apparent attenuation of CCT – results of 60 samples

Lektoroval Ing. Miroslav Kahler, CSc.
 Do redakce došlo 17. 12. 2004

4 CONCLUSION

Inoculation of yeast culture in transferred wort facilitates its fast and thereby natural transmission from the laboratory conditions into the operational CCTs. Growth rate together with gentle fermentation rate enables acquisition of fermenting yeast free of nutrient stress in a standard way. This fact together with maintaining of yeast cells in an exponential growth phase results in even attenuation of beer.

Stripping using CO_2 offers an efficient tool for homogenisation of wort in CCT before fermentation or during cooling. CO_2 flow enables not only to keep the circulation of beer at abnormal temperatures, but also allows the possibility to standardise content of volatile compounds and to carbonate beer before racking.

Literatura / References

- [1] Melicharová, E., Šimek, V., Goldmann, R.: Piv. slad. seminář Plzeň (přednáška/paper), 2002.
- [2] Zepf, M., Geiger, E., Nieten, I.: Control of Parameters in Aerobic Yeast Propagation. Brauwelt Internat. **19**, 2001, 128–132.
- [3] Sato, M., Watari, J., Shinotsuka, K.: Genetic Instability in Flocculation of Bottom-Fermenting Yeast. J. Am. Soc. Brew. Chem. **59**, 2001, 130–134.
- [4] Manger, H. J., Annemüller, G.: Speed of Yeast Propagation in Breweries – Basis for Planning and Sizing a Yeast Propagation Plant. Brauwelt Internat. **19**, 2001, 117–123.

- [5] Naudts, D., Aerts, G., Iserentant, D.: Continuous Proportional Feedback Propagation of Brewers' Yeast. Proceedings of the 27th EBC Congress, CANNES, 1999, 377–384.
- [6] ALFA LAVAL, Product Catalogue, 2003.
- [7] Takamoto, Y., Saito, Y.: Thermal Convection in Cylindro-Conical Tanks During the Early Cooling Process. J. Inst. Brew. **109**, 2003, 80–83.
- [8] Lejsek, T., Kahler, M.: CKT v pivovarském průmyslu – I. část, Kvasny Prum **36**, 1990(1), příloha.
- [9] Zuercher, A., O'Shaughnessey, B.: 37. Technologischen Seminar, TUM Weihenstephan, 2004.