

KONTROLA OXIDACE V MODERNÍM PIVOVARU

JEROEN VANDENBUSSCHE¹⁾, LUBOR MOJDL²⁾,

¹⁾ Meura S.A., Tournai, Belgie, ²⁾ zastoupení firmy Meura S.A. v České republice

II. část

3.2 Rmutování

Rmutovací proces je velmi kritický z hlediska tvorby prekurzorů nonenalů. Lipoxygenasa se inaktivuje teplotou nad 65 °C. Nalezený poločas spotřeby kyslíku rmutem se pohybuje při 74 °C mezi pěti až osmi minutami [12]. Rmutování má též velký význam pro scezovací a vyslazovací proces.

3.2.1 Vystírání

V pivovaru, vybaveném zařízením na mletí sladu *Hydromill* lze vystírat přímo na dno vystírací kádě a není tedy již potřeba dalšího strojního zařízení, např. vystírací čerpadlo. Při suchém šrotování poskytuje nejlepší výsledky vstup šrotu s vodou dnem vystírací kádě. Pro zamezení oxidace vystírky je vystírací zařízení vybaveno regulací hladiny. V tomto zařízení rovněž není nutná instalace vystíracího čerpadla.

3.2.2 Míchání

Intenzivní míchání rmutů je nutné pro zabezpečení přenosu tepla a hmoty, avšak tento proces, obdobně jako přečerpávání, dezintegruje částice pevné fáze. Podle získaných zkušeností se částice s malou odolností proti střižným silám snadno drobí na menší [6]. To však má vliv na další proces výroby piva, neboť rozložení velikosti částic pevné fáze koreluje s průběhem scezování [7].

Proto je nutné věnovat velkou pozornost i konstrukci míchadla, které musí být navrženo tak, aby zajistilo dostatečné promíchání díla a zamezilo nežádoucí přepékání na topnou stěnu, na druhou stranu nesmí míchání způsobovat oxidaci rmutů. Podle zkušeností se nedoporučuje obvodová rychlost míchadla vyšší než 2 m/s.

Rovněž se nedoporučuje doba míchání během rmutování vyšší než 40 minut. Účelem je zabránit tvorbě oxidačního gelu a nadměrnému uvolnění gumovitých látek.

V současné době se pracoviště Meura Technologies zabývá problematikou vstřiku čisté páry do rmutů. Pro výrobu této páry je určena zvláštní jednotka, pro vstřik páry do rmutů se používají zvláštní vstříkovačské hlavy. Zařazením tohoto postupu odpadá nutnost používání míchadel. První zkoušky, prováděné v průmyslovém měřítku renomovanými sládky, prokázaly slibné výsledky při sledování scezovacího procesu, což ukazuje na příznivý vliv nižších střižných sil (nepublikované údaje).

3.2.3 Poměr vystírání (voda/sladový šrot)

Normálně se pro sladinný filtr Meura 2001 volí poměr vystírání voda/sladový šrot v rozsahu 2,5 až 2,8, v některých případech je možné volit tento poměr až 2,2. Při užití sladinných filtrů to tedy znamená, že první výstřelky mají koncentraci až 28 %, nejlepší výsledky jsou však dosahovány při hodnotě 22 až 24 %. Předpokládá se, že hustší rmuty jsou v důsledku vyšší redukční schopnosti na jednotku objemu proti oxidaci více chráněny nežli řídké rmuty.

3.2.4 Doba rmutování

V důsledku jemného šrotování je aktivní povrch části pevné fáze smáčený vodou téměř čtyřikrát vyšší než při hrubém šrotování. Tak probíhají procesy zmazovatění, ztekucení a zcukření podstatně rychleji. Ze zkušeností některých zahraničních pivovarů je známo, že za specifických podmínek umožňuje krátká doba rmutování při výrobě piva plzeňského typu při teplotě od rmutování 78 °C výrobu až dvanácti várek denně při použití pouze jedné rmutovací pánve.

3.2.5 Přečerpávání rmutů

Konstrukci strojního zařízení a potrubí ve varně je z důvodu zajištění dobrého přenosu hmoty nutno věnovat velkou pozornost. Kvůli zamezení výskytu nežádoucích střižných sil se musí při návrhu potrubních tras volit velké poloměry pro potrubní kolena. Odstředivá čerpadla mají zajišťovat šetrnou dopravu, frekvence otáčení rotoru čerpadla by neměla být vyšší než 900 otáček za minutu, čerpadla je nutno vybavit frekvenčním měničem.

O'Rourke et al. sledoval výskyt změn chuti piva během stárnutí v závislosti na změnách, provedených ve varně při rmutování [12]. Základní změnou bylo zavedení rmutovacího potrubí do dna vystírací kádě a rmutovací pánve. Toto opatření se projevilo okamžitým poklesem prokysličenosti rmutů a sladiny při scezování asi na 67 % původní hodnoty. Degustační zkoušky prokázaly čistou a lepší chuť takto vyrobeného piva, zatímco u piva, vyrobeného ve varně bez jakýchkoli úprav, byly zjištěny příznaky stárnutí již po krátké době.

3.3 Scezování a vyslazování

Sladinný filtr Meura 2001 je strojní zařízení s řadou komor, pracující s nízkou vrstvou rmutu, stlačovaného mem-

bránami. Jeho vývoj byl zahájen na začátku devadesátých let za účelem přípravy sladiny s vysokou koncentrací extraktu v krátkých časových úsecích nezávisle na využití pluch jako pomocného filtračního materiálu. Během plnění komor sladinného filtru přiváděným rmutem uniká vzduch z komory. Po naplnění všech komor sladinného filtru, které trvá maximálně pět až šest minut, začíná vlastní scezovací proces. Po dobu tohoto procesu však rmut ani sladina nepřicházejí do styku se vzduchem. Lepší varní výtěžek než laboratorní lze dosáhnout velmi jemným mletím sladu a intenzivním vyslazováním. Více než sto těchto sladinných filtrů bylo instalováno po celém světě, kde pracují za velmi rozdílných podmínek. V tomto článku je věnována pozornost sladinnému filtru proto, že jeho použitím lze snížit oxidaci připravované sladiny.

3.3.1 Konstrukce sladinného filtru z hlediska snížení oxidace sladiny

Přečerpávání rmutu do sladinného filtru probíhá spodními otvory do jednotlivých komor. Každá komora má své od-vzdušňovací potrubí, kterým odchází vzduch při plnění filtru. Když se filtr naplní, na plachetkách se začne tvořit koláč a sladina se vyčirí. Plnění netrvá více než 5 až 6 minut. Po skončení plnění sladinného filtru nepřijde již rmut do kontaktu se vzduchem. Na výstupu ze sladinného filtru je umístěn malý vyrovnávací tank s automatickou regulací hladiny, jehož úkolem je zabránit zpětnému vstupu vzduchu do filtru.

3.3.2 Parametry scezování

Průběh scezovacího procesu je znázorněn v tab. 8.

V závislosti na homogenitě rozložení vrstvy mláta v jednotlivých komorách a dalších faktorech, ovlivňujících proces scezování a vyslazování v průmyslovém měřítku, se pohybují parametry scezovacího a vyslazovacího procesu, provedených na sladinném filtru Meura 2001,

Tab. 8 Doba scezování

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| plnění sladinného filtru | 5 minut |
| stékání předku | 25 až 30 minut |
| předlisování mláta | 5 minut |
| vyslazování – 1. cyklus | 5 minut |
| vyslazování – 2. cyklus | 45 minut |
| lisování mláta | 8 minut |
| vyprázdnění sladinného filtru | 2 minuty |
| celková doba | 95 až 100 minut |

Tab. 9 Parametry sladiny ze sladivového filtru Meura 2001

| | pivo pizeňského typu 100% sladové sypání | 70% sladu 30% surogace |
|--------------------|---|-------------------------------|
| stékání předku | 212 hl | 272 hl |
| předlisování mláta | 38 hl | 38 hl |
| vyslazování | 250 hl | 250 hl |
| lisování mláta | 50 hl | 50 hl |
| Celkem | 550 hl | 610 hl |
| obsah extraktu | 13,8% | 14,8% |
| čistota sladiny | < 5 j.EBC | < 5 j.EBC |
| kaly | < 5 ml/l | < 5 ml/l po třech hodinách |
| barva sladiny | 6 j.EBC | 5 j.EBC |
| polyfenoly | 180 mg/l | 170 mg/l |
| dusík | 860 mg/l | 800 mg/l |

přibližně kolem hodnot, udaných v tab. 9.

3.4 Chmelovar

Během vaření mladiny je nutné, pokud je používáno míchadlo, dodržovat požadavek na snížení střížných sil na minimum. Při splnění tohoto požadavku se pak dosáhne dobrý mladinový lom [8]. Mladinové pánve různé konstrukce se jen málo liší v příjmu kyslíku mladinou [9].

3.5 Vířivá kád' nebo usazovací kád'

Pro separaci horkých kalů je v pivovarském světě všeobecně používána vířivá kád', zatím výjimečně usazovací kád'. Na dobře konstruované vířivé kád' lze dosáhnout uspokojivých výsledků, třebaže někdy nejsou ekonomicky výhodné. Proto stále více používají sládců technologický postup vrácení kalů ke rmutům na konci dalšího rmutovacího procesu. Potom je již výhodnější místo vířivé kád' používat usazovací kád', ve které je oxidace kalů podstatně nižší.

Destrukce částic horkých kalů důsledkem působení střížných sil může vést ke vzniku lepenkové (oxidační) příchuti v hotovém pivu. Je proto velmi důležité dodržet pokud možno co nejšetrnější manipulaci s horkými kaly při jejich separaci od mladiny. Ze zkušeností je známo, že usazování horkých kalů zůstává neekonomičtější a neúčinnější způsobem jejich separace v případech, kdy se odseparovaný kal vrací do další várky, což snižuje výtraty na minimum [10]. Proto se začaly používat vedle vířivých kád' i jiné varianty strojního zařízení pro separaci horkých kalů, usazovací tanky.

3.5.1 Princip separace horkých kalů v usazovacím tanku

Pro separaci horkých kalů se nyní začíná používat i usazovací tank, spojený s nádobou na kaly. Usazovací tank má cylindrický tvar a jeho velikost je dána objemem várky, zvětšeným o 10 % pro zachycení pěny. Potrubí pro přívod mladiny je situováno ve spodní části usazovacího tanku a přítok je řešen z hle-

diska minimálního příjmu kyslíku během jeho plnění. Pro čerpání vyčiřené mladiny jsou určeny dvě potrubní větve, jedna je ve spodní části stěny a druhá ve dnu usazovacího tanku. Mezi tímto tankem a nádobou na kaly je instalován přístroj pro měření čírosti mladiny (turbidimetr) a regulační ventil, ovládaný tímto přístrojem. Nádoba na kaly může být předplněna oxidem uhličitým, tímto postupem se zamezuje oxidaci lipidů v horkých kalech. Proces separace horkých kalů je obdobně jako celý postup výroby mladiny plně automatizován, přičemž dobu jednotlivých fází lze podle charakteru vyráběné mladiny libovolně měnit. Získané výsledky prokázaly vysokou účinnost procesu separace horkých kalů užitím usazovacího tanku.

3.5.2 Vyhodnocení procesu separace horkých kalů v usazovacím tanku

Usazovací tank umožňuje sládkovi reprodukovatelně řídit obsah lipidů v zakvašované mladině. V případě potřeby lze obsah lipidů zredukovat na velmi nízkou hodnotu (< 5 ppm). Výhodou usazovacího tanku je též možnost jeho plné automatizace a provedení až dvanácti várek za 24 hodin. Ztráty na výtěžku jsou též velmi nízké, získané výsledky prokázaly snížení výtrát v případě recyklace horkých kalů do další várky až na hodnotu pohybující se pod 0,1 %. Další výhodou je velmi nízká spotřeba elektrické energie.

4 PROVZDUŠŇOVÁNÍ MLADINY

Kyslík je důležitým stavebním prvkem pro biosyntézu základních membránových lipidů kvasničné buňky. Odpovídající přísun kyslíku je nezbytný pro růst kvasnic, průběh kvašení a chuť hotového piva.

Pro dodržení požadovaného bezpro-

blémového průběhu hlavního kvašení je zatím obvyklé provzdušňovat zchlazenou mladinu. Nevýhodou této technologie je však oxidace dalších sloučenin mladiny s následným nepříznivým vlivem na chuť nebo barvu hotového piva, nízká rozpustnost kyslíku v mladinách s vysokým obsahem extraktu, špatný přenos kyslíku v důsledku pění mladiny a riziko nedostatečného nebo přílišného provzdušnění mladiny, projevující se poruchami kvasného procesu.

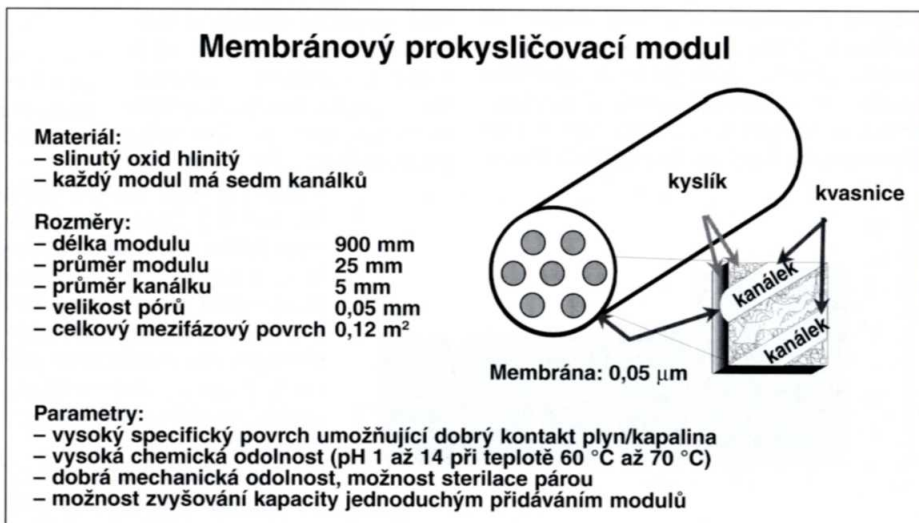
Ukazuje se, že tyto problémy se mohou vyřešit při sběru kvasnic s vyčerpanou zásobou ergosterolu jejich prokysličením. Je nutné poskytnout dostatečné množství kyslíku pro uspokojení metabolických požadavků kvasnic, použitých pro nové zakvašení. Aby byla strategie okysličení kvasnic úspěšná, bylo nutné nalézt uspokojivé řešení jak z hlediska účinnosti přestupu kyslíku, tak kvality kvasnic.

V dřívějších pracích bylo prokázáno, že velmi účinný způsob přenosu kyslíku lze realizovat membránovým distributorem kyslíku, uspořádaným do smyčky [13]. Velká mezifázová plocha mezi kapalnou a plynou fází zajišťuje intenzivní přenos kyslíku. Dosažené výsledky potvrdily původní předpoklady dobré funkčnosti tohoto zařízení z hlediska kvality nasazených kvasnic, aktivity biosyntézy lipidů a uspokojivého průběhu procesu hlavního kvašení.

4.1 Princip prokysličování kvasnic

Násadní kvasnice jsou prokysličovány průchodem membránovým modulem s paralelně uspořádanými kanálky, čistý kyslík (ze zásobníku) difunduje membránou s velikostí pórů 0,05 mm. Membrány jsou vyrobeny ze slinutého oxidu hlinitého. Schéma membránového dispergátoru je na obr. 2.

Velký mezifázový povrch membránového modulu zajišťuje dobré prokysličení kvasnic, externí smyčky mezi jednotlivými moduly slouží pro promíchání kvas-



Obr. 2 Schéma a parametry membránového prokysličovacího modulu

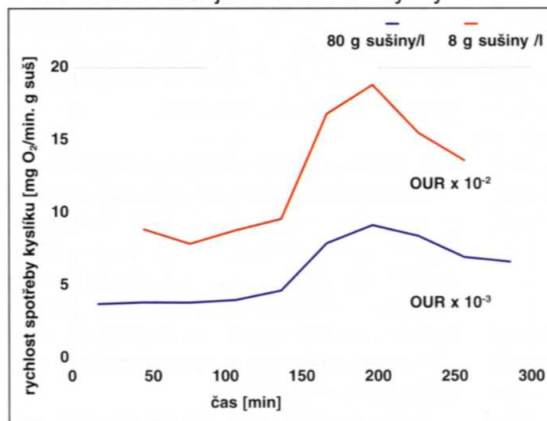


Obr. 3 Schéma zařízení na prokysličování kvasnic

nic, čímž se zaručuje jejich homogenita. Externí smyčky membránového modulu současně umožňují sledování teploty prokysličovaných kvasnic. Princip činnosti tohoto zařízení je patrný z obr. 3.

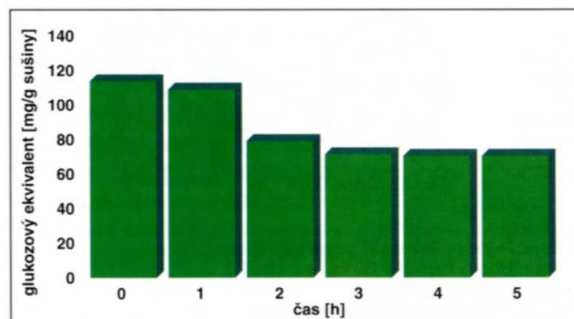
4.2 Výsledky

Na obr. 4 a 5 jsou znázorněny vý-



Obr. 4 Vliv koncentrace kvasnic a doby prokysličování na specifickou spotřebu kyslíku

sledky, dosažené při prokysličování kvasnic. Z výsledků je patrné, že po pěti hodinách prokysličování kvasnic jsou změny obsahu glykogenu a spotřeby kyslíku ve vzájemné relaci. Z pohledu zmíněné závislosti kvasného výkonu na esenciálních lipidech buněčných mem-



Obr. 5 Změny v obsahu glykogenu během prokysličování kvasnic

brán se analyzoval a porovnával obsah mastných kyselin v případě aplikace prokysličených kvasnic do neprovzdušněné mladiny a konvenčně zakvašených kvasnic do provzdušněné mladiny. Výsledky jsou sumarizovány na obr. 6.

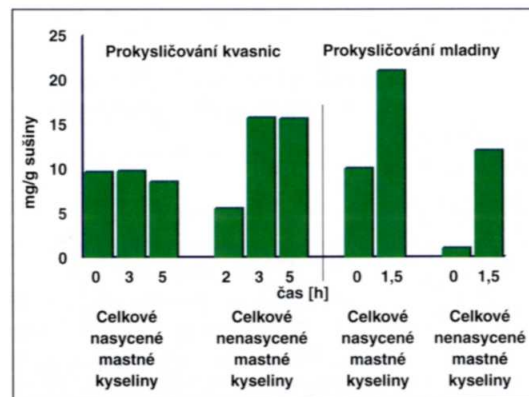
Mezi klasickým zakvašováním a zakvašováním membránovým zařízením prokysličenými kvasnicemi byl pozorován malý rozdíl v obsahu nenasycených mastných kyselin (UFA), který v obou případech vzrůstal. Obsah nasycených mastných kyselin (SFA) zůstal při prokysličováním kvasnic téměř konstantní. Po tříhodinovém prokysličováním kvasnic bylo stanoveno trojnásobné zvýšení obsahu nenasycených mastných kyselin, což znamená zlepšenou rovnováhu membránového transportu.

S překvapením bylo zjištěno, že dosažené výsledky byly podobné pro obě použité koncentrace kvasnic. Neprokázala se významná korelace mezi rychlostí spotřeby kyslíku (OUR) a syntézou nenasycených mastných kyselin, což ukazuje, že při vysokých buněčných hustotách je dodávka buněčného kyslíku dosud dostatečná pro uspokojení jejich metabolických požadavků. Tato skutečnost se dále potvrdila analyzováním obsahu ergosterolu v prokysličené kvasničné suspenzi, jak ukazuje obr. 7.

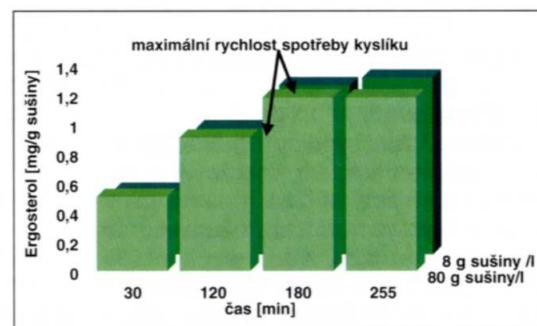
Ačkoliv byla nalezena dobrá korelace mezi maximem spotřeby kyslíku a vrcholem obsahu ergosterolu, zvýšení obsahu ergosterolu není ovlivněno podstatným rozdílem v koncentraci okysličených kvasničných suspenzí. Je však třeba poznamenat, že jsou pří-

tomné též další steroly, které se účastní hlavní metabolické dráhy, vedoucí od squalenu k ergosterolu. Molekulární kyslík je potřebný pro tvorbu lanosterolu a jeho demethylaci na zymosterol, přičemž připadají dvě molekuly kyslíku na jednu molekulu ergosterolu.

Z výsledků na obr. 4, 6 a 7 se stanoví látková bilance kyslíku ve vztahu k syntéze membránových lipidů pro



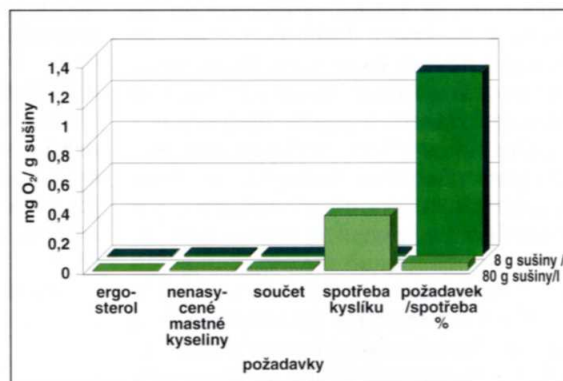
Obr. 6 Změny v obsahu mastných kyselin během prokysličování kvasnic



Obr. 7 Závislost syntézy ergosterolu na dodávce kyslíku při různých koncentracích kvasnic

nízkou a vysokou koncentrací kvasnic (obr. 8).

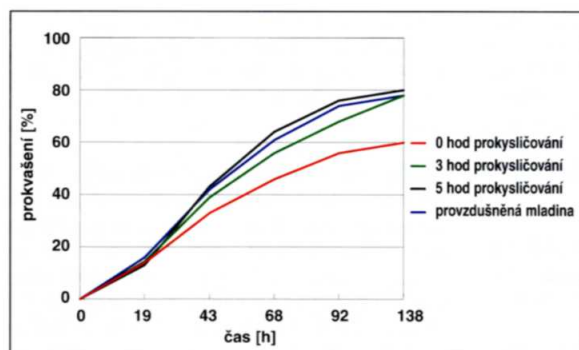
Z této skutečnosti vyplývá, že téměř 90% dostupného kyslíku v suspenzi s vysokou koncentrací kvasnic se využívá k syntéze membránových lipidů. Zatímco v tomto případě se dosáhne uspokojiv-



Obr. 8 Hmotnostní rovnováha kyslíku ve vztahu k syntéze nenasycených mastných kyselin v kvasnicích zakvašených do mladiny

vého výsledku, objeví se otázky ohledně možného negativního vlivu omezené dodávky kyslíku na kvasný výkon prokysličené kvasničné suspenze s vysokou koncentrací kvasničných buněk při zakvašení neprovzdušněné mladiny.

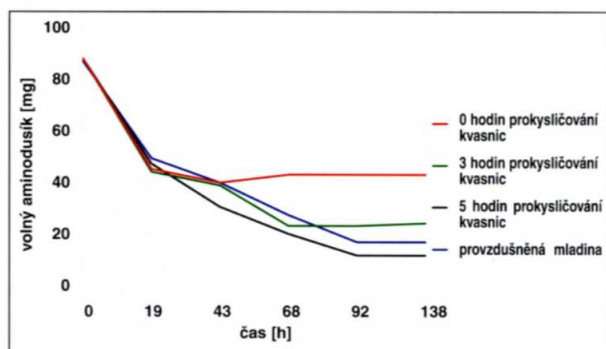
Obr. 9 znázorňuje výsledky některých reprezentativních průběhů kvašení. Výsledky kvašení jasně demonstrují, že doba prokysličování kvasnic je velmi důležitá pro optimální průběh kvašení. Prokázalo se, že násadní kvasnice, které byly prokysličovány po dobu delší než pět hodin, prokvašovaly mladinu lépe



Obr. 9 Vliv doby prokysličování na průběh kvašení a tvorbu ergosterolu

než ty, které se prokysličovaly pouze tři hodiny. Podobné výsledky byly zjištěny i při úbytku volného aminodusíku (FAN) v mladině během kvašení, nejlepších výsledků se dosáhlo po pěti hodinách předchozího prokysličování kvasnic, jak je patrné z obr. 10.

Vysvětlení tohoto úkazu není zcela jasné, je však důležité si připomenout, jak již bylo dříve uvedeno a demon-



Obr. 10 Závislost spotřeby volného aminodusíku v mladině na době prokysličování kvasnic

strováno na obr. 8, že téměř 90 % kyslíku se v kvasničných suspenzích s vysokou koncentrací buněk využívá pro syntézu membránových lipidů a že nad hodnotou maximální spotřeby kyslíku k dalšímu nárůstu této syntézy již nedochází. Proto je možno předpokládat, že menší, nicméně definovatelný nárůst rychlosti kvašení lze připsat kladně

úloze kyslíku důsledkem prodloužení doby prokysličování, který je využíván jinou cestou než syntézou sterolu.

4.3 Dosažená zlepšení

Díky aplikaci vyvinutého systému s prokysličováním násadních kvasnic se může upustit od provzdušňování mladiny. Tak lze dosáhnout:

- podstatně nižší oxidace mladiny
- menšího pění mladiny během plnění důsledkem použití čistého kyslíku

- vyřešení problému provzdušňování mladiny s vysokou koncentrací extraktu
- zamezení případných poruch během kvašení důsledkem nedostatečného provzdušnění mladiny
- zabránění opožděného pomnožení kvasnic v důsledku přílišného provzdušnění.

Další výhodou tohoto systému je možnost přesného dávkování potřebného množství kyslíku pro opětovnou stavbu membrán a přibližný nárůst biomasy během kvašení v rozsahu 10 až 15 %. Tento systém využívající membránovou dispergaci kyslíku dává též homogenní kvasničné suspenze.

5 ZÁVĚR

Závěrem lze konstatovat, že současná situace na trhu s nápoji nutí sládky vyrábět kvalitní piva, jejichž chuť bude i za relativně dlouhou dobu více měsíců téměř shodná s čerstvě stočeným pivem.

Jak bylo ukázáno v tomto článku, existuje mnoho faktorů, které mohou negativně ovlivnit chuť během sklado-

vání. Každý sládek si je vědom důležitosti správného výběru vstupních surovin a kvalitní lahvárenské techniky, v řadě případů se však z hlediska chuti finálního výrobku podceňují některé výrobní technologie, a to zejména ve varně.

Někteří dodavatelé strojních technologií sledují všechny novinky pivovarského výzkumu a aplikují je do vývoje svých nových zařízení. Firma Meura využívá výsledků vlastního výzkumného oddělení Meura Technologies a vyvinula nové zařízení, na kterém bude možno vyrobit pivo s výbornou chutí, která se nebude ani během několikaměsíčního skladování měnit.

Literatura

- [1] BAMFORD, C.W. & DAVIS: Brauwelt Int., 1999 (2), s. 98
- [2] KOBAYASHI, N. et al. J. Ferment. Bioeng. 76, 1993, s. 371
- [3] LIEGEOIS, C. et al.: S. Chair de Clerck, VIII, Leuven, 1998, s. 21
- [4] LERMUSIEAU, G. et al.: J. Am. Soc. Brew. Chem. 1998
- [5] BICHE, J., HARMEGNIES, F., TIGEL, R.: Proc. Eur. Brew. Conv., Cannes, 1999, s. 593
- [6] LEEDHAM, P. A., et al.: Proc. Eur. Brew. Conv., Nice, 1975, s. 201
- [7] BÜHLER, T.M., MATZNER, G. & MCKECHNIE, M.T.: Proc. Eur. Brew. Conv., Brussels, 1995, s. 293
- [8] DENK, V.: Proc. Eur. Brew. Conv., Brussels, 1995, s. 267
- [9] NARZISS, L., REICHENEDER, E., DAAMS, R.: Brauwelt, 119, 1979, s. 1009
- [10] VAN HAECHT, J.-L. et al.: E.B.C. Symposium: Monograph XVI, Leuven May 1990.
- [11] KAILER.: Brauindustry 6, 1990
- [12] O'ROURKE, T. et al.: Proc. Conv. Inst. Brew., Melbourne, 1992, s. 52
- [13] MASSCHELEIN, C. A. et al.: Proc. Eur. Brew. Conv., Brussels 1995, s. 377
- [14] DE BRAECKELEIRE, C. et al.: Chair de Clerck, IX, Louvain-la-neuve, September 2000.

Přeložil Ing. L. Chládek
Do redakce došlo 23. 2. 2001

Vandenbussche, J. – Mojdl, L.: Kontrola oxidace v moderním pivovaru. Kvasny Prum. 47, 2001, č. 4 a 5, s. 101–103, 128–132.

Belgická firma Meura spolu se svým výzkumným oddělením Meura Technologies studovala vliv kyslíku během mletí sladu, rmutovacího procesu, scezování, vyslazování ve sladinném filtru a průběhu hlavního kvašení na sensorické vlastnosti piva. Během těchto zkoušek se prokázalo, že přítomnost kyslíku během rmutování a provzdušňování mladiny negativně ovlivňuje chuť vyrobeného piva, které během skladování dostává lepenkovou (oxidační) příchut. Proto firma Meura vyvinula zvláštní způsob mletí sladu v diskovém dispergátoru při vyloučení přítomnosti

kyslíku. Další novou metodu, vyvinutou firmou Meura, je prokysličování kvasnic ve zvláštním membránovém preoxygenátoru (čistým kyslíkem) místo běžného provzdušnění mladiny.

Vandenbussche, J. – Mojdl, L.: Oxidation Control in a Modern Brewery. Kvasny Prum. 47, 2001, No. 4 and 5, p. 101–103, 128–132.

The research center Meura Technologies of Belgian company Meura has studied an oxygen effect during malt grinding, mashing, mash filtration in mash filter and fermentation upon to changes of beer's flavour during storage. The negative influence of the oxygen upon beer taste was determined, the beer

brewed at present of oxygen obtained a cardboard flavour while ageing. It was developed oxygenation controlling technology, that enables to reduce an oxygen uptake during malt grinding, mashing and lauter process and avoids wort oxydation. For grinding will be used a disc mill in which the malt is grinded under water and CO₂ protection. According to new method the yeast will be preoxygenated (by pure oxygen) in membrane sparger instead of the wort aeration. Beer, produced under reduction of oxydation, had a better taste properties while ageing, to compare with another one, brewed in traditional way.

Vandenbussche, J. – Mojdl, L.: Die Kontrolle der Oxidation in moderner Brauerei.

Kvasny Prum. 47, 2001, Nr. 4 und 5, S. 101–103, 128–132.

Belgische Firma Meura in ihrem Forschungszentrum Meura Technologies studierte einen Einfluss von Oxidationsprozessen bei der Rohstoffzerkleinerung, Maischen, Läutern und Hauptgärung auf die sensorische Eigenschaften des Bieres. Es wurde eine negative Wirkung des Sauerstoffes auf diese Eigenschaften des Bieres festgestellt, das nach gewisser Zeit Lagerung einen Pappengeschmack erhielt. Dadurch wurde ein sauerstoffarmes Schrotungsverfahren entwickelt, nach dem wird Malz im Scheibendispergator unter Wasser und CO₂ Schutz verarbeitet. Nächste neue Methode ist eine Hefepreoxygenation (mit reinem Sauerstoff)

in einem Membranendispergiermittel statt Würze zu belüften. Biere, die durch ein sauerstoffarmes Verfahren bei der Schrotung, Läutern und durch belüftete Hefe hergestellt wurden, wiesen auch nach der Lagerung eine bessere Geschmackseigenschaften als die, durch herkömmliche Weise vorbereitete Biere auf.

Вандэнбуше, Й. – Мойдл, Л.: Контроль оксидирования на современном пивзаводе. Kvasny Prum. 47, 2001, № 4–5, стр. 101–103, 128–132.

Фирма Meura (Бельгия) вместе с научно-исследовательским отделом Meura Technologies провела изучение влияния кислорода на сенсорические свойства

пива в течение помола солода, разварки, выделения взвесей фильтрованием, выщелачивания в заторможенном фильтпрессе и в течение главного брожения. В результате изучения было доказано, что наличие кислорода в течение разварки и аэрации сусла негативно влияет на вкус готового пива. Пиво в течение хранения получает окислительный привкус. Из-за того разработала фирма Meura особый способ помола солода в дисковом диспергаторе без наличия кислорода. Дальнейшим новым методом, разработанным фирмой Meura, является окисление дрожжей в мембранном аэраторе (чистым кислородом) вместо обыкновенной аэрации сусла.