

Vysoká teplota a vysoký tlak při kontinuální výrobě mladiny II

663.44.932
663.444.3

Ing. VLADIMÍR KAREL, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Do redakce došlo 20. 11. 1969

První informace o použití vysoké teploty a vysokého tlaku pro kontinuální výrobu sladiny byla uveřejněna roku 1967 [1] — a to na základě pokusů, konaných na zařízení o kapacitě 20 l/h. Další práce se zčásti uskutečnily již v poloprovozním měřítku, na úseku budované kontinuální linky o kapacitě 5 hl mladiny/h. Na novém zařízení se prováděla vystírka a získával se zcukřený rmut, scezování probíhalo zatím na provizorním zařízení pro vakuovou filtraci a podíly získané sladiny se zpracovávaly dále na malém zařízení (20 l/h), kde se ověřovaly a upřesňovaly parametry v použitelném rozsahu již dříve zjištěném. Současně se sledovala možnost zpracování zeleného sladu kontinuálním způsobem a přizpůsobení jednoho z tepelně tlakových nárazů tak, aby svým účinkem na sladinu ze zeleného sladu, resp. na extraktivní látky zeleného sladu ve sladině, nahradil hvozďení. Tyto pokusy se konaly na podkladě dřívějších poznatků a po zjištění možnosti přípravy vystírky, resp. rmutu ze 100% sypání zeleného sladu kontinuálním způsobem. Zpracováním zeleného sladu a náhradou hvozďení tepelně tlakovým nárazem na sladinu by se umožnilo vyřazení nejnákladnějšího úseku výroby sladu — hvozďení — a umožnilo by se tím i přímé napojení klíčidla (pásového) se zeleným sladem na varnu; bylo by tedy možno uskutečnit kontinuální výrobu piva již od ječmene. Představa takové linky není nová, vyskytuje se v zahraničních odborných časopisech jako perspektiva pivovarsko-sladařské výroby [2].

Motivem i výsledkem prací popsaných v tomto článku je jednak ověření nové, kontinuální technologie, zčásti na zařízení větší kapacity a jednak vyzkoušení samotného zařízení, tj. hlavního úseku

poloprovozní linky; současně se zkoušelo zpracování hrubšího sladového šrotu. Používala se technologie, uvedená v první části práce [1] a v souvislosti se sledováním použitelnosti hrubšího šrotu se znovu ověřila účinnost tlaku v rozsahu 10 až 30 at.

Použití hrubšího sladového šrotu, do 77 % jemnosti, je příznivé. Vyhovují podmínky zpracovatelnosti, zjištěné pro přípravu vystírky z jemného sladového šrotu — tj. poměr šrotu a vody 1 : 5, teplota směsi vody a šrotu 65 °C a doba míchání této směsi před prvním tlakovým nárazem asi minuta. V obsahu tříslovin a anorganických látek ve sladinách byla patrna závislost na výšce tlaku a hrubosti sladového šrotu, avšak při použití šrotu o jemnosti 77 % a šrotů jemnějších nebyly rozdíly zjištěné v rozsahu tlaku 15 až 30 at podstatné; jako optimální pro přípravu vystírky se projevil tlak 20 at a doba působení 10 až 15 s. Při zpracování 77 % šrotu se neprojevily v žádném směru nedostatky — hrubší šrot by však zřejmě vyžadovaly již zvýšení tlaku při prvním nárazu, tj. při nárazu, kterým se dosahuje převedení extraktivních sladových látek do roztoku, popř. by byla potřebná celková úprava podmínek vystírání.

Pro hlubší poznání účinku samotného sladinového a mladinového nárazu — jednak v principu a jednak pro získání informace o další zpracovatelnosti sladiny, vyráběné na zařízení kapacity 5 hl/h (poloprovozně), se zpracovávaly podíly získané sladiny dále, i když ještě nebyla k dispozici druhá část poloprovozní linky, a to na zařízení kapacity 20 l/h. Mohly se tak upřesnit parametry sladinového nárazu, který navozuje tvorbu sladinového lomu a svým působením nahrazuje účinek varu: v teplotním rozsahu 100 až 150 °C, který byl původně ozna-

čen za použitelný pro sladiny z hvozděných sladů, vyzněla jako optimální teplota 110 až 115 °C a pro výšku tlaku použitelnost celého rozsahu 20 až 30 at; po dobu působení nárazu se znovu potvrdilo asi 10 až 15 sekund jako plně postačující. Teplota 110 až 115 °C byla označena za optimální zejména pro chuť piva, která plně odpovídala chuti piva z porovnávací, dekokční mladiny. Tato skutečnost se zdá být logická, protože tlakový náraz při teplotě 110 až 115 °C je celkově svým účinkem zřejmě blíže účinku teploty 100 °C při povařování rmutů v průběhu dekokčního procesu než působení nárazu při 150 °C, i když jeho účinek trvá jen několik sekund.

Dále se konaly pokusy s intenzifikací druhého a třetího nárazu. Účinek tepelně tlakových nárazů se zdvojnásobil, resp. příslušný náraz se opakoval, aby se jeho principiální působení na vlastnosti sladiny nebo mladiny projevilo v analytických hodnotách co nejzřetelněji. Tak vznikla série tří várek, a to s dvojnásobným sladinným a s jednoduchým mladinným nárazem a obráceně, ve třetí várce byl opakován sladinný i mladinný náraz. Porovnání s dekokční sladinou, resp. mladinou z těchto surovin, jakých se použilo pro sérii kontinuálních várek, umožnilo hlubší porozumění působení nárazů. Potvrdil se účinek sladinného nárazu ve smyslu náhrady působení varu při dekokčním varním postupu a dále vyplynulo, že intenzifikace nárazu může mít již dobře patrný sekundární účinek, a to ve snižování obsahu vysokomolekulárních bílkovin při kvašení; snížení se neprojevilo ve sladině nebo v mladině bezprostředně po nárazu — u některých bílkovin dojde pravděpodobně pouze k porušení jejich stability v roztoku, vylučují se později, takže celkově přetrvávají v menší míře až do piva. Lze vyslovit hypotézu, že intenzifikované nárazy působily na tyto bílkoviny tak, že svým přímým účinkem pouze navodily, resp. začaly denaturaci, resp. koagulaci, která nastala až později. Zjištěná skutečnost tak umožnila lépe poznat principiální působení nárazů zkoušené technologie; nepříznivé nebo jiné vedlejší účinky intenzifikovaných nárazů se neprojevily.

Poznatky o mladinném nárazu ukázaly, že dávkování chmelových látek jako směsi 50% mletého chmele a 50% chmelového extraktu je velmi výhodné. Podrobnější závěry zatím nebyly činěny, protože konečná specifikace podmínek chmelového nárazu bude možná až na poloprovozním zařízení, které zaručí citlivou regulaci, konstantnost a reprodukovatelnost technických parametrů a kde doposud zjištěné a používané parametry pro kapacitu 20 l/h budou současně přizpůsobeny i výrobní kapacitě poloprovozu (5 hl/h). Zatím je jisté, že hořké látky mletého chmele a chmelového extraktu se nárazem převádějí do roztoku, a to v dostatečné míře, vytvářejí stabilní roztok (pivo) a v mladině a v pivu je zastoupení jejich koloidní a molekulární formy [3] takové, jaké se vyskytuje v mladinách a v pivech z dekokčních várek. Lze ještě uvést, že opakováním chmelovým nárazem se podstatně zvýšil obsah izoforem hořkých látek, což odpovídá zjištění Williamsona [4].

Optimální technické podmínky, zjištěné pro náraz, který nahrazuje chmelovar, jsou: teplota 125 až 130 °C, tlak 25 až 30 at; původně zjištěný rozsah parametrů, ve kterém lze náraz provést a uvedený v dřívější práci [1], byl 100 až 150 °C, 20 až 30 at tlaku. Doba trvání nárazu byla v těchto pokusech stejná jako dříve, náraz působil asi 10 až 15 sekund. Optimální podmínky třetího nárazu jsou vhodné jak pro zpracování mletého chmele, tak pro zpracování chmelového extraktu. Pro nejlepší využití mletého chmele se zjistilo dávkování do zcukřené sladiny, ještě před sladinným nárazem; chmelová drť prochází v tomto případě dvěma nárazy, tj. sladinným (110 až 115 °C/20 až 30 at) a mladinným nárazem. Při dávkování mletého chmele a chmelového extraktu v poměru 1:1 se chmel přidává popsáním způsobem a chmelový extrakt až před posledním, „chmelovým“ tepelně tlakovým nárazem. Chmel tedy prochází dvěma, chmelový extrakt pouze jedním chmelovým nárazem. Nejméně efektivní byl způsob dávkování mletého chmele přímo do vystírky při aplikaci prvního nárazu bez jakékoliv úpravy, tj. tak, jak je obvyklé pro převedení extraktivních sladových látek do roztoku.

Pivo z mladiny, vyrobené optimálním kontinuálním postupem s dávkováním 50 % chmelového extraktu čs. výroby a 50 % mletého chmele, bylo po organoleptické stránce hodnoceno jako ekvivalentní s pivem kontrolní, dekokční várky. Současně se potvrdilo, že zkoušená část linky kapacity 5 hl/h plně odpovídá svou koncepcí i provedením technologii a že je vhodná pro kontinuální výrobu. Pro scezování a vyslazování má být v kontinuální lince, v poloprovozu, použito odstředivek a současně probíhá řešení ještě jiné, samostatné koncepce pro tento výrobní úsek. Zcukřený rmut, vyráběný na zkoušeném kontinuálním zařízení, vykázal dobrou zpracovatelnost a použitelnost v dalších výrobních úsecích — získávaná slatina se totiž zpracovávala dále i klasickým způsobem a neprojevily se žádné nedostatky v pozdějších fázích výroby piva. Druhá část linky kapacity 5 hl/h bude dokončena po konečném vyřešení scezování a vyslazování; u dvou tepelně tlakových nárazů na sladinu a na mladinu nejsou předpoklady technických obtíží, což vyplývá jak z poloprovozních zkušeností s aplikací nárazu pro přípravu vystírky, tak i použití obou uvažovaných nárazů ještě na zařízení o kapacitě 20 l/h.

Dodatečně bude uveden krátký přehled dosavadních zkušeností o zpracování zeleného sladu, tj. o možnosti vyrábět ze 100% sypání zeleného sladu sladiny, které by měly charakter dekokčních sladů z hvozděných sladů. Doposud byly vypracovány podmínky kontinuální výroby zcukřené rmutu ze zeleného sladu, zatímco podmínky „hvozdícího“ nárazu, tj. nárazu, který by svým působením na extrakt zeleného sladu ve sladině nahradil účinek hvozdů, je ještě nutno specifikovat; zatím se zjistilo, že úpravou parametrů sladinného nárazu, používaného při zpracování hvozděných sladů, lze dosáhnout hvozdícího účinku; tlakový náraz při vyšších teplotách navozuje změny extraktu zeleného sladu, které nastávají specificky na hvozdů, a to včetně tvorby melanoidních látek, koagulace bílkovin, po-

klesu stupně konečného prokvašení sladin ze zeleného sladu a ještě dalších změn.

Především lze říci, že zelený slad je vhodnou surovinou pro používanou kontinuální linku. Pro příznivý účinek tlaku na vystírku postačovalo mletí zelený slad na jednoduchém šnekovém mlýnku; získávaná mláta vykazovala převážně stejný nebo nižší obsah nez cukřeného extraktu, než jaký se vyskytuje v mlátech z hvozďených sladů. Šrot ze zeleného sladu se smíchá s vodou (65 °C) v poměru 1 : 5, obdobně jako při zpracování suchého sladu, přičemž se obsah vody zeleného sladu zahrnuje do poměru 1 : 5 jako platný podíl vody pro vystírku. Asi jedno-minutové míchání směsi šrotu s vodou před prvním tlakovým nárazem je postačující i pro šrot ze zeleného sladu a pro první náraz vyhovují parametry zjištěné při zpracování hvozďených sladů, totiž 65 °C teplota vystírky, 20 až 30 at tlakový náraz, po dobu 10 až 15 sekund. I pro zcukření rmutů ze zeleného sladu vyhovuje teplotní postup používaný pro rmuty z hvozďených sladů, což znamená, že rmut se po prvním nárazu vede přímo do zcukřovače a po 30minutové prodlevě se scedí, sladina se podrobí „hvozdicímu nárazu“ a nárazu, který zastupuje chmelovar.

Konkrétní podmínky nárazu pro náhradu účinku hvozďení na extrakt zeleného sladu ve sladině ještě nebyly zjištěny — provedené orientační zkoušky poukazují na to, že teplota při nárazu se bude pohybovat kolem 150 °C, kdy se tvoří melanoidiny již v protékající sladině; zjištění tvorby melanoidinů látek bylo průkazné — projevilo se zřetelně v příslušných analytických kritériích a současně byla při teplotě 150 °C a tlaku 20 až 30 at zjištěna i koagulace bílkovin; právě tyto dva momenty lze označit za nejdůležitější při náhradě účinku hvozďení na extrakt zeleného sladu.

Pro inhibici enzymů zeleného sladu [5, 6], která se rovněž uvádí jako problém při zpracování zeleného sladu v pivovarství, lze pokládat za příznivou teplotu při hvozdicím nárazu — dosažení potřebné inhibice je možno předpokládat. — Hvozdicí náraz je možno citlivě regulovat — teplotu lze podle potřeby zvýšit a vydržovat zvýšením, např. 5 nebo 15 minut v každé výrobní hodině, aby se dosáhlo účinku požadovaného jak pro množství i jakost vznikajících látek, tak i pro dostatečný průběh některých fyzikálních dějů. Pokusy se zjistilo, že nárazem se ve sladině vytvářejí redukující látky všech tří frakcí, které se zjišťují ve sladinách z hvozďených sladů metodou *De Clercka* a *Van Cauvenberga* [7], tj. látky, které obvykle vznikají ve sladu na hvozdu. O chmelovém nárazu lze zatím říci, že na základě předpokladu i dosavadní zkušenosti se chmelový náraz na sladinu ze zeleného sladu nebude svými technickými parametry příliš lišit od nárazu, který působí na sladiny, resp. mladiny z hvozďených sladů; je pravděpodobné, že tytéž parametry budou vyhovovat pro oba uvažované případy.

Závěr

Práci byla ověřena kontinuální výroba mladiny tepelně tlakovým způsobem; postup vypracovaný původně [1] na zařízení o kapacitě 20 l/h byl upřesněn a ověřila se jeho použitelnost na části linky kapacity 5 hl/h. Zjistila se možnost zpracování hrubších šrotů, a to do jemnosti 77% a pro první tlakový náraz, na vystírku, se potvrdily jako optimální tyto parametry: 65 °C pro teplotu vystírky (tj. směsi sladového šrotu a vody v poměru 1 : 5), tlak 20 at při době působení asi 10 až 15 sekund; za těchto podmínek se dosahovalo potřebného převedení sladových látek do roztoku.

Podmínky nárazu, který svým účinkem nahrazuje působení varu při dekokci, resp. chmelovaru, byly upřesněny ještě na zařízení kapacity 20 l/h — zjištěná optima jsou 110 až 115 °C pro teplotu sladinu při nárazu a 10 až 15sekundový účinek tlaku 20 až 30 at, resp. pro chmelový náraz 125 až 130 °C v mladině, a 10 až 15sekundový účinek tlaku 25 až 30 at.

Celý zjištěný postup je tento: sladový šrot jemnosti 77% nebo jemnější se smíchá v poměru 1 : 5 s vodou takové teploty, aby směs šrotu a vody dosáhla 65 °C a po míchání 30 až 60 sekund se tato směs vede k prvnímu nárazu, jehož parametry byly uvedeny. Po nárazu se získaný rmut vede do zcukřovače s 30minutovou prodlevou, scedí se, mláto se vysladí, následuje sladinový náraz a po přidání upraveného chmelového extraktu, mladinový náraz. Získávaná mladina se bezprostředně zchladí a po separaci kalů se zakvasí.

O možnosti zpracování 100% sypání zeleného sladu se zjistilo, že kontinuální postup zjištěný pro zpracování hvozďených sladů je v principu použitelný i pro zelený slad a ve stejném smyslu je i zjištění o použitelnosti kontinuální linky. Účinek tlaku na vystírku zjednodušuje otázku mletí zeleného sladu — při pokusech postačovalo mletí na šnekovém mlýnku. Výrobní postup, uvedený pro kontinuální zpracování hvozďeného sladu vyžaduje s velkou pravděpodobností upravit pouze druhý, tj. sladinový náraz, a to tak, aby svým účinkem nahrazoval děje specifické pro hvozďení v potřebném množství, resp. rozsahu, zejména tvorbu melanoidinů látek. Vyplývá, že úprava nárazu na sladinu spočívá ve stanovení především odpovídající výšky teploty při nárazu; podle dosavadních zjištění je optimální teplota pro uvedený účel asi 150 °C, popř. vyšší — její aplikace se předpokládá na celý tok slatin. Použití zvýšené teploty, např. kolem 170 °C, na určený podíl sladinu, tj. vždy po určený časový úsek každé výrobní hodiny, by připadalo v úvahu především pro výrobu pív, u kterých se požaduje vyšší barva, popř. pro výrobu tmavých pív.

Podle zkušeností s výtěžností při zpracování zeleného sladu lze předpokládat, že bude možno zpracovávat i tří denní až čtyř denní slady [8, 9]. Podle údajů v literatuře [8, 9] jsou tří denní zelené slady téměř stejně dobře zpracovatelné v pivovarství jako zelené slady, vedené obvyklých 7 až 8 dní, protože celková enzymatická mohutnost tří denních sladů je už dostačující. Jako nesnadno zpracovatelné byly označeny dvoudenní zelené „slady“.

Závěrem lze říci, že výroba mladiny tepelně tlakovým způsobem ze zeleného sladu představuje jednu z možností realizace plně kontinuální výroby linky od ječmene až po pivo.

Souhrn

Ověřil se kontinuální, tepelně tlakový způsob výroby mladiny z hvozďených sladů a upřesnily se jeho technické podmínky. Zkušenosti a poznatky o výrobě sladiny, získané na zařízení o kapacitě 20 l/h, se potvrdily na zařízení o kapacitě 5 hl mladiny za hodinu. Z dalších pokusů vyplynulo, že kontinuální postup i technické zařízení pro výrobu sladiny z hvozďených sladů lze v podstatě použít i pro zpracování 100% sypání zeleného sladu — působení vysokého tlaku umožnilo jednoduché mletí zeleného sladu.

Koncepce technologického kontinuálního procesu i koncepce linky umožňuje působit na sladinu ze zeleného

sladu tepelně tlakovým nárazem za podmínek, při kterých se v extraktu zeleného sladu tvoří melanoidní látky a získaná slatina vykazuje vlastnosti sladin z hvozďených sladů.

Popsaná koncepce výroby sladiny, resp. mladiny ze zeleného sladu, je příspěvek k realizaci kontinuální výroby piva s přímou návazností výroby zeleného sladu v kontinuálním klíčidle na varnu.

Literatura

- [1] KAREL, V.: Kvasný průmysl, 13, 1967: 3.
- [2] MACKAY, C. F.: Journ. Inst. Brew. 71, 1965: 530.
- [3] VANCURA, M. a kol.: Pivovarsko-sladařská analytika. SNTL Praha, 1966.
- [4] WILLIAMSON, A. G.: US-Patent 1935, loc. cit.: STEWART, E. D.: Amer. Brewer 99, 1966 č. 5: 23.
- [5] McWILLIAM, J. C.: Journ. Inst. Brew. 68, 1963: 225.
- [6] CURTIS, N. S.: Brewers Digest 85, 1968: 56.
- [7] J. De CLERCK: Lehrbuch der Brauerei II. Versuchs und Lehranstalt für Brauerei Berlin, 1965.
- [8] LINKO, M. a spol.: Proc. EBC 1965. Elsevier Publ. C., Amsterdam, London, N. York, Princeton, 1965.
- [9] CURTIS, N. S.: Journ. Inst. Brew. 74, 1968: 128.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И ДАВЛЕНИЙ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ СУСЛА. 2-ая часть.

В статье приводятся результаты проверки технологии непрерывного производства сусла из сушеного солода, основанной на применении высоких температур и давлений. Эксперименты уточнили технические предпосылки процесса. Заключение, выведенные на основании опыта, приобретенного при эксплуатации установки с производительностью 20 л/час распространяются и на установку повышенной производительности, т. е. 500 л/час. Как технология непрерывного производства, разработанная применительно к сушеному солоду, так и соответствующее технологическое оборудование могут быть использованы также при применении зеленого солода до 100%-го содержания. Высокое давление облегчает его размол. Общая концепция непрерывного технологического процесса и свойства созданной линии дают возможность действовать на сусло ударно высокими температурами и давлениями, под влиянием которых в экстракте зеленого солода образуются меланоидные соединения. В результате сусло, полученное на зеленом солоде приобретает такие же свойства как сусло из сушеного солода. Описанный метод производства сусла является вкладом в дело разработки метода непрерывной варки пива, так как показывает возможность непосредственной последовательности выращивания зеленого солода в аппаратах непрерывного действия и варки.

APPLIKATION OF HIGH TEMPERATURES AND PRESSURES IN THE CONTINUOUS MASHING PROCESS. PART II

The author presents the results of his experimental research works into the technology of continuous mashing based on the application of high temperatures and pressures. The conclusions derived from the experience with a small laboratory plant processing dried malt at the 20 l/hr rate have been verified by operating a bigger pilot plant of the 500 l/hr capacity (wort yield). It is clear that the method and equipment developed originally for mashing dried malt can be used for mashing green malt, as well, irrespectively of its proportion, i. e. up to 100 %. High pressure facilitates grinding. The technology of continuous mashing and the equipment of the processing line permit to create by applying high temperature and pressure conditions necessary for the formation of melanoid components in the green malt extract, so that the wort has the same properties as wort from dried malt.

The described method contributes to the development of continuous brewing technology and shortens the way between malting, mashing and brewing.

HOHE TEMPERATUR UND HOCHDRUCK BEI DER KONTINUIERLICHEN WÜRZBEREITUNG II

Es wurde der kontinuierliche Prozess der Würzegewinnung aus Darrmalz mit Applikation von Wärme- und Druckschock überprüft und seine technischen Bedingungen präzisiert. Die Erfahrungen und Erkenntnisse, die auf einer Versuchseinrichtung mit der Kapazität von 20 l/h gesammelt wurden, konnten auf einer grösseren Apparatur für 5 hl Würze pro Stunde bestätigt werden. Aus weiteren Versuchen erfolgte der Schluss, dass das kontinuierliche Verfahren und die Einrichtung zur Würzegewinnung aus gedarrtem Malz auch für die Verarbeitung von 100 % Grünmalz appliziert werden kann — die Wirkung des Hochdrucks erleichtert dabei auch das Schroten des Grünmalzes. Die Konzeption des technologischen kontinuierlichen Prozesses und die Konzeption der Produktionslinie bieten die Möglichkeit, auf die Grünmalzwürze durch Wärme- und Druckschock unter solchen Bedingungen einzuwirken, bei denen sich in dem Extrakt des Grünmalzes Melanoidstoffe bilden und die gewonnene Süsswürze die Eigenschaften der aus Darrmalz hergestellten Würzen aufweist.

Die beschriebene Konzeption der Süsswürzproduktion, bzw. Süsswürzproduktion aus Grünmalz, stellt einen Beitrag zur Realisierung der kontinuierlichen Bierherstellung dar, die unmittelbar an die kontinuierliche Grünmalzherstellung anknüpft.