

Vysoká teplota a vysoký tlak při kontinuální výrobě mladiny

VLADIMÍR KAREL a TOMÁŠ LEJSEK, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

663.45 - 932

Nejen kontinuita, ale také zjednodušení výrobních procesů je znakem vývoje průmyslu v celém světě. V této práci se usilovalo o to, vyrobit dekokční mladinu co nejjednodušším způsobem, bez ohledu na klasický dekokční proces. Vycházelo se z názoru, že obvyklý dvourmutový nebo třírmutový výrobní postup je v podstatě vyluhováním sladových látek a enzymů, přitom oba pochody vzájemně kolidují; postup je uspořádán tak, aby se umožnila činnost enzymů, avšak nikdy se nevyskytnou současně v roztoku, tj. ve rmutu, sladině všechny enzymy a všechny substráty. Povařování rmutů, nutné pro svůj vliv na konečné složení sladiny, inaktivuje vždy značnou část enzymů — lze předpokládat, že se tím prodlužuje čas, potřebný pro dosažení celkové komplexní enzymové přeměny, které je nutno dosáhnout na konci rmutovacího procesu. Vycházeje z tohoto hlediska a ve snaze připravit jednoduchým způsobem roztok skoro všech sladových extraktivních látek a většiny enzymů, jeví se účelným pokus o využití vlivu vysokého tlaku.

Již v r. 1961 se začaly zjišťovat podmínky přípravy enzymově bohatého vyluhu, který by neprocházel účinkem tlaku. Tlakem se zamýšlelo převádět do roztoku sladové látky, které zůstanou ve sladovém šrotu a nepřejdou do vyluhu. Tlak se při této první zkoušce získával v laboratorním autoklávu párou. Teplotou páry by se enzymy inaktivovaly, a proto je bylo potřebné oddělit, tj. připravit jejich vyluh, který by nebyl vystaven účinkům vysoké teploty a tlaku. Provedla se řada pokusů, vyzkoušelo se mnoho možností a vztahů v otázce teploty vystříky (směsi sladového šrotu s vodou) a doby, resp. způsobu vyluhování. Některá zjištění byla překvapivá: velmi dobrý enzymový vyluh se např. získal mícháním jemného sladového šrotu s vodou 65 °C v poměru (1 : 5) po dobu 30 až 60 s a sladový šrot se ihned separoval. Vyluh měl hodnoty diastatické a proteolytické mohutnosti blízké nebo vyšší, než odpovídající maximální hodnoty, vyskytující se v průběhu laboratorního infúzního rmutování. Prostým prolitím jemného sladového šrotu na sítu 65 °C vodou se získával dostatečně enzymový vyluh.

Hustý podíl po získání enzymového vyluhu — „hustý rmut“, se podroboval účinku různých tlaků v laboratorním autoklávu. Po tlakovém zásahu se měl hustý rmut podle výchozí koncepce míchat s vyluhem enzymů. Pro vhodnou aplikaci tlaku se vyzkoušelo mnoho vztahů, závislosti výšky tlaku, doby jeho působení a ovšem i teploty. Výsledek pokusů překvapil podobně jako zjištění podmínek pro získání vyluhu enzymů: několikavteřinový účinek páry 12 at byl výsledným — mezním vztahem výšky tlaku, času a teploty pro dostatečné převedení sladových látek do roztoku bez zjevné změny jejich charakteru, tj. „hustý

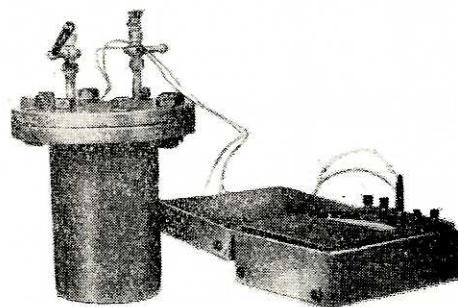
rmut“ se získal prolitím jemného sladového šrotu na sítu vodou 65 °C teplou a podrobil se několikavteřinovému účinku páry 12 at; po smíchání s původním enzymovým vyluhem rmut dokonale zcukřil za 10 až 20 min. Vyluh se přidával po úpravě teploty rmutu. Teplota hustého rmutu pod tlakem páry 12 at dostupovala asi 150 °C. Extrakty získávaných mlát byly nižší nebo stejné jako v mlátech laboratorních infúzních rmutů nebo kontrolních dekokčních rmutů. Sladiny získané použitím tlaku se mnoho nelišily od kontrolních sladin ani analyticky, ani chuťově.

V dalších pokusech se zjistilo, že nárazem tlaku a teploty na sladinu je možno vytvořit i sladinový lom, a to nárazem, který se provede za podobných podmínek, jaké se osvědčily pro náraz na hustý rmut. Rovněž se zjistilo, že i chmelovar lze nahradit obdobným nárazem, přidají-li se chmelové látky jako chmelový extrakt. Stojí za zmínu, že extrakt tlakových sladin byl svou hodnotou velmi blízko extraktu porovnávacích laboratorních rmutů a lze předpokládat, že účinku tlaku by bylo možno využít i laboratorně pro rychlé zjišťování extraktivnosti sladů, popř. ječmenů. Při pokusech se projevil vliv vysoké teploty a tlaku i ve smyslu účinku hvozdění na extraktivní látky zeleného sladu. Využití působení tepelně tlakových nárazů na zelený slad jako náhrady hvozdění se v principu ukázalo být realizovatelné.

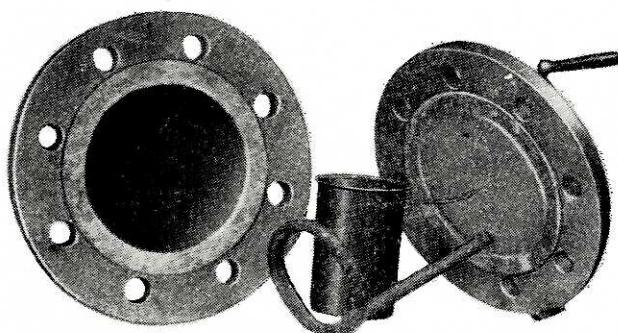
Tolik pro informaci k následující práci. Další technologie pro kontinuální výrobu mladiny zde nejsou uváděny, protože jsou dnes již dobře známé.

Pokusná část

Tlak pro první pokusy se vyvíjel v laboratorním autoklávu párou, později v přizpůsobeném tlakovém válci (obr. 1 až 3). Rmut byl v laboratorní rmutovací kádince a tlaková pára se přiváděla do vnitřku válce zvenku potrubím, které ústilo nad dnem tlakového válce. Pára se nevedla přímo do rmutu. Třetí část pokusů, o jejichž výsledcích se nadále převážně hovoří, se prováděla v labora-



Obr. 1. Laboratorní zařízení pro pokusy s účinkem tlakové páry. Tlaková nádoba s termoelektrickým teploměrem. Ventil na výstupech vpravo je pro napojení manometru a přívodu tlakové páry



Obr. 2. Otevřená tlaková nádoba, rmutovací žádinka a víko tlakové nádoby s přívodem tlakové páry. Pára se přiváděla otvory v prstenci trubice

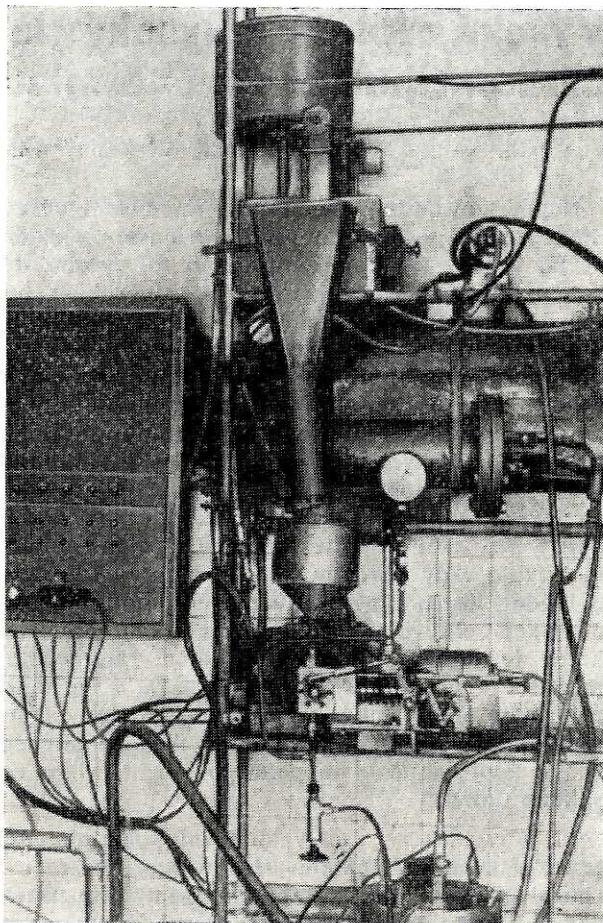
torním zařízení (obr. 4 až 7), které umožnilo získat podrobnější poznatky a informace. Záběry na obr. 4, 5 a 6 zachycují v návaznosti zařízení pro celý kontinuální proces (všechny zkoušené alternativy).

V zařízení (obr. 4 až 7) se vyvíjí tlak čerpadlem, zcukřování probíhá v kontinuálním zcukřovači. Vyhřívání a náraz tlaku pro sladinový lom a pro nahradu chmelovaru se provádí v předeřívačích a tlakovými čerpadly.

Obvyklá analytická kritéria sladin a piv se stanovila podle Pawłowského a Schilda [8], vysokomolekulární bělkoviny se určily modifikovanou metodou chromatograficky podle Raibla [3, 9].

Zařízení (obr. 4 až 7) [5] umožnilo sledovat vztah účinku samotného tlaku a samotné teploty. Zjistilo se, že pro převedení sladových látek do roztoku není potřebné vyhřívat hustý rmut na vysokou teplotu. Účinek prostého tlaku, vyššího než 12 at nahradil vliv vyhřátí, které způsobovala pára 12 at. Ekvivalentního převedení sladových látek do roztoku se dosáhlo při 65 °C účinkem tlaku 20 at. Oddělovat enzymový výluh nebylo za těchto okolností nutné. Směs jemného šrotu a vody teplé 65 °C zcukřovala bezprostředně po účinku tlaku 20 at za 10 až 20 min, takže se mohla vést přímo do zcukřovače.

Pro tvorbu sladinového lomu se zjistil jako nejhodnější tlak 25 až 30 at a teplota 110 až 150 °C. Týtěž parametry se osvědčily i pro nahradu chme-



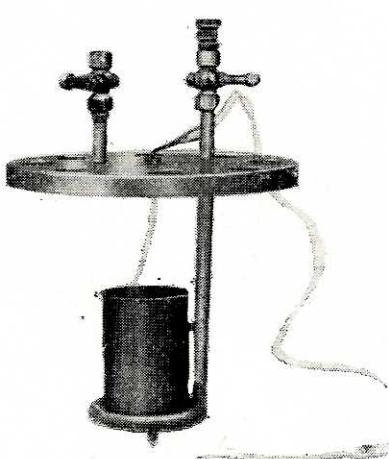
Obr. 4. Část pokusné kontinuální linky kapacity 20 t mladiny za h v pivovaru Braník, jejíž pokračování je na obr. 5 a 6

Vlevo je rozvodová deska, nahoře zásobník a dávkovač sladového šrotu, pod ním v popředí je vystírací zařízení: šrot padá do nálevky, kde se mísi s vodou 65 °C. Pod nálevkou je umístěno čerpadlo pro tlakový náraz, dole je patrný škrťicí ventil. V pozadí, nad směšovací nálevkou, je ohřívač sladiny, zařazený v pokusné lince pro udržení nebo regulaci teploty rmuto před vstupem do zcukřovače.

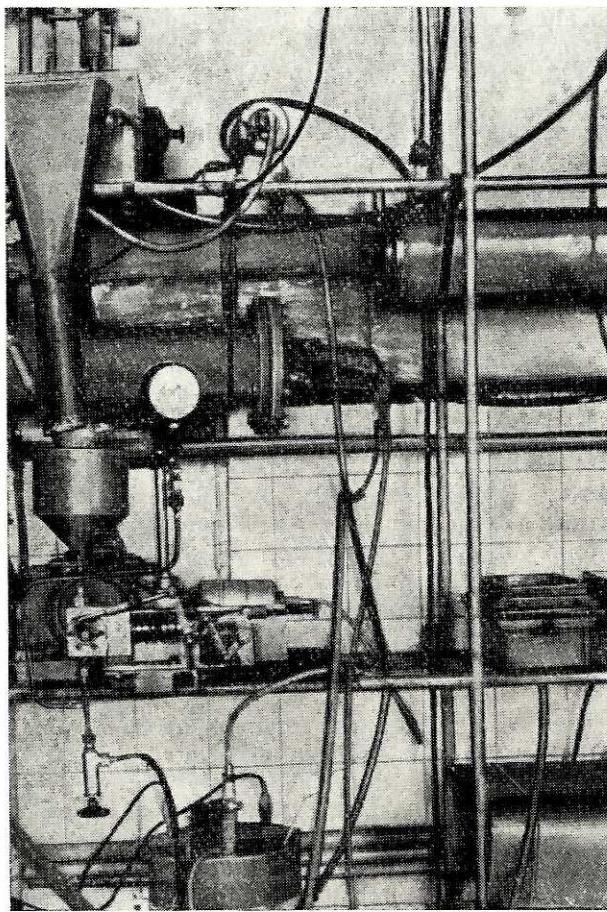
lovaru. Výsledkem pokusu byla alternativa technologického procesu, který lze rozdělit na několik fází:

1. Převedení sladových extraktivních látek do roztoku
2. Vyloužení enzymů
3. Činnost enzymů
4. Scezování a problematika sladového mláta
5. Účinek prostého varu
6. Sladinový lom
7. Náhrada chmelovaru, tj. převedení chmelových látek do roztoku a tvorba lomu
8. Chlazení mladiny

První tři body spolu souvisejí; pokusy se zítelem na ně se prováděly tak, že jemný sladový šrot se míchal po zjištěnou již dobu asi 30 vteřin s vodou 65 °C, směs se při této teplotě podrobila nárazu tlaku 20 at a nechala ze zcukřit. Sladiny, získané filtrace bezprostředně po zcukření, se většinou vlastností přibližovaly laboratorním infúzním sladinám, nikoli dekokčním sladinám, na rozdíl od tlakových sladin ze rmutů, které se ještě i po zcukření držely nadále při 70 °C, podobně, jako



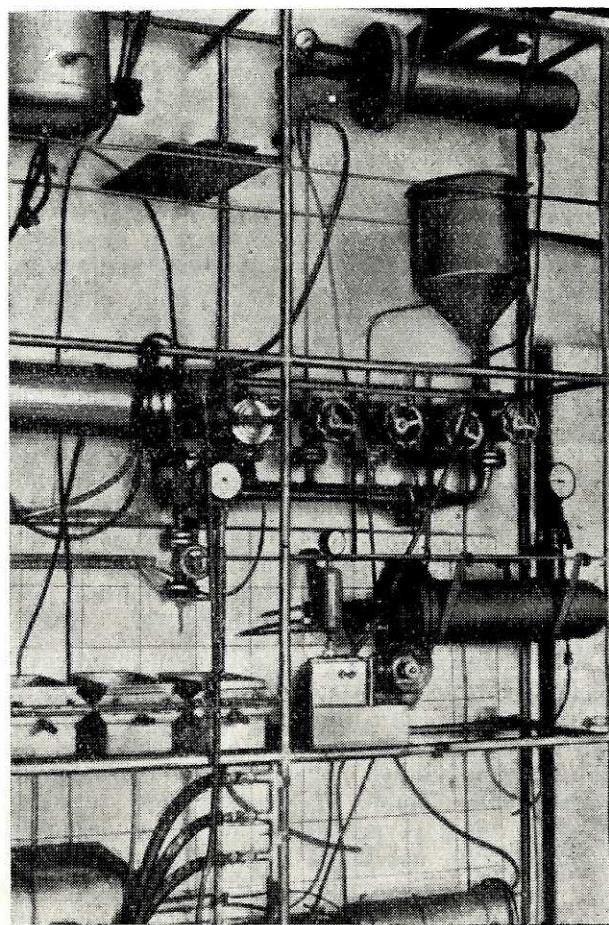
Obr. 3. Umístění kádinky se rmutem uvnitř tlakové nádoby při pokusech



Obr. 5. Záběr výrobního úseku (pokračování obr. 4)

Vpravo nad ohříváčem je část zcukrovače, pod zcukrovačem je jeden fragment vakuového scezovacího zařízení. Vlevo dole je nádoba pro ohřev temperační vody pro ohřívání rmutu a pro zcukrovač.

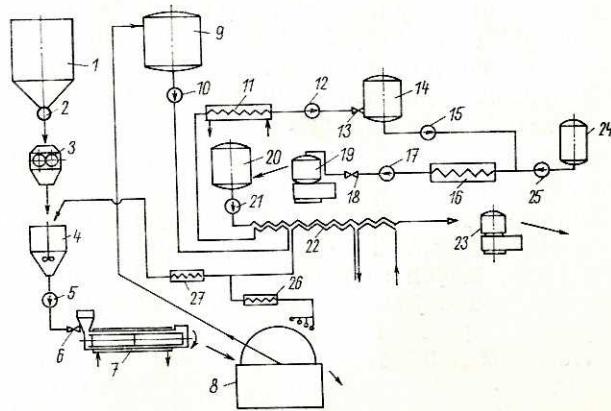
je tomu v laboratorních infúzních rmutech. Působení enzymů bylo v prvním případu omezeno na 10 až 20 min, tj. na dobu právě potřebnou ke zcukření, ve druhém případě probíhala činnost enzymů déle, včetně 10 až 20 min zcukřování, celkem 60 min. Jako indikátor, celkově informující o stadiu akcí sladového enzymového komplexu, byla vybrána viskozita. Zjistilo se, že 30 min po nárazu 20 at dostačuje, aby sladina měla viskozitu blízkou hodnotám kontrolních dekokčních sladin, tj. 30 minut, které zahrnují 10 až 20 min potřebných pro zcukřování. Lze soudit, že mnoho enzymových postupů se uskutečňuje rychleji než za podmínek dekokce, protože při tlakovém způsobu je prakticky vedle sebe v roztoku převážně



Obr. 6. Poslední úsek kontinuální linky (pokračování obr. 5)

ze zcukrovače se rmut vede do scezovacích fragmentů (pod zcukrovačem); dole lze vidět napojení fragmentů na vývěru vakuovými hadicemi. Na pravé části jsou dva ohříváče, horní slouží k ohřevu sladiny pro sladinový lom (tlakový náraz), dolní k ohřevu sladiny po přídavku chmelových látek, pro mladinový lom. Oba ohříváče jsou stejně jako ohříváč na obr. 1, pro dosažení teplot nad 100 °C se do jejich pláště vede tlakové pára. Mezi ohříváči je sběrná nádoba sladiny, níže je rozvod páry pro ohříváče a pro ohřívací nádobu vystřírací vody, která je vlevo nahore. Vpravo, vedle scezovacích fragmentů je čerpadlo tlakového nárazu, pod ním je vidět část průtokového, uzavřeného chladiče.

enzymů se svými substráty, nejsou kolize ve vylučování enzymů ani v převádění extraktivních sladových látek do roztoku či v jejich uvolňování z buněčných stěn, ani se enzymy neinaktivují varem. Rovněž lze předpokládat, že potřebné enzymové změny se uskuteční, i když některé enzymy



Obr. 7. Schéma kontinuální linky

1 — zásobník sladu; 2 — dávkovač sladu; 3 — šrotovník; 4 — směšovač (příprava vystírky); 5 — čerpadlo pro tlakový náraz; 6 — škrťicí ventil (pro regulaci výšky tlaku); 7 — zcukrovač; 8 — scezovací a vystřírací zařízení (bubnový, popř. pásový vakuový filtr); 9 — sběrná nádrž sladiny; 10 — dopravní čerpadlo; 11 — ohříváč pro předehřátí sladiny; 12 — čerpadlo pro tlakový náraz (jako 5); 13 — škrťicí ventil (jako 6); 14 — sběrná nádrž sladiny po sladinovém lomu; 15 — dopravní čerpadlo; 16, 17, 18 — je totéž zařízení jako 11, 12, 13; 19 — separátor kalu; 20 — sběrná nádrž horké mladiny; 21 — dopravní čerpadlo; 22 — uzavřený trubkový chladič mladiny na zákvasnou teplotu; 23 — separátor kalu; 24 — příprava chmelového extraktu nebo výluhu; 25 — dávkovač čerpadlo chmelových látek; 26 — ohříváč vyslazovací vody; 27 — ohříváč vody pro vystírku; (sběrné nádrže sladiny jsou zafázeny v pokusné lince pro výzkumné účely a právě tak i separátor kalu 19)

nemohou působit při svých optimálních podmínkách; právě tato skutečnost se zdá být vyrovnaná tím, že převážně enzymů, neoslabených nebo neinaktivovaných varem, se setká s převážným podílem svých substrátů. Použití teploty 65 °C a tlaku 20 at v této výrobní fázi lze považovat za intenzifikovanou infúzi. Nižší tlaky než 20 at pro náraz na rmut měly za následek netypickou chuť piv, protože se nejpravděpodobněji dostatečně nepřeváděly do roztoku některé plušné látky, které udělují pivu výraznou specifickou chuť, charakteristickou pro dekokční piva.

Pro dokonalé zkušení a dosažení poměru maltózy a dextrinů, které se obvykle vyskytuje v dekokčních sladinách, je příznivý rozsah teploty 65 až 70 °C, tj. pozvolné zvyšování teploty rmutu 65 °C po prvním nárazu na 70 °C a výdrž při této teplotě do konce enzymové prodlevy (30 min). Tento teplotní rozsah a zjištěná doba prodlevy dostačovaly pro výrobu sladin, které kromě viskozity a poměru maltózy k dextrinům, se ostatními vlastnostmi ještě stále blížily sladinám infúzních rmutů.

K bodu 4 je možno říci, že scezování je převážně technickým problémem; hlavní dva typy filtrů, jichž se používá pro filtraci rmutů v kontinuálních linkách, tj. vakuové bubnové a pásové filtry, lze po příslušné úpravě použít i pro tlakové rmuty. Nejvhodnější teplota vyslavací vody je 80 °C. Tlaková mláta vykazovala běžně méně nezukřeného extraktu než mláta kontrolních dekokčních várek; totéž se potvrdilo u tlakových mlát i ze šrotu toliko 70% jemnosti. Zdá se, že jemnost používaného šrotu závisí především na technickém zařízení, tj. na jeho způsobilosti zpracovat hrubší šrot, protože dostačující převádění sladových látek do roztoku a vyloužení enzymů lze při hrubším mletí šrotu dosáhnout zvýšením tlaku pro první náraz na rmut 65 °C.

Ze zkušeností a z dosud provedených pokusů vyplývá, že zcukřená sladina, tj. předeek s vyslavacími vodami, se může buď podrobit nárazu sladinového lomu, anebo se může po přidání chmelových látek přímo vést k nárazu, který nahrazuje chmelovar. Význam sladinového lomu (body 5 a 6) je mnohostranný. Technické parametry pro dosažení plného — primárního účinku tohoto nárazu jsou v teplotním rozsahu 100 až 150 °C a tlaku 20 až 30 at; sladina se bezprostředně po filtraci předebehřeje a podrobí se nárazovému účinku tlaku. Druhý, sladinový náraz se svým působením projevil jako náhrada varu, dekokce a tento jeho účinek lze označit jako primární. Za další — současný účinek nebo působení druhého nárazu lze označit tvorbu sladinového lomu.

Charakter tlakových sladin po druhém nárazu je možno považovat za dekokční. Získávané sladiny odpovídaly fyzikálně chemickým vlastnostem sladin dekokčních kontrolních várek ze stejných surovin, jakých se použilo pro výrobu tlakových sladin. Sladový šrot dekokčních várek byl obvyklé jemnosti provozních šrotů. Koagulace bílkovin, tvorba tříslobílkovinných komplexů, další přiblížení nebo příznivá úprava hodnot ITT-testu, sulfát-amonného testu, viskozity a čirost sladiny pouká-

zovaly na to, že tepelně tlakový náraz nahradil svým účinkem působení varu. Při teplotách 100 až 150 °C, popř. při teplotách vyšších než 150 °C se projevila již tvorba melanoidinů, karamelace, čemuž nasvědčovaly jak změny hodnot ITT-testu, tak i rozdíly v chromatografických nálezech cukrů a aminokyselin. Chuť a vůně sladiny po druhém nárazu potvrzovala analytická zjištění.

Tabulka 1

Vliv nárazu vysokého tlaku na zastoupení N-látek sladiny, ve frakcích podle Lundina

Číslo vzorku	Celkový rozp. N v mg/100 g sladiny	Frakce podle Lundina v mg bílkovin/100 g sladiny		
		A	B	C
1	85,23	24,57	10,56	50,10
2	70,10	25,28	3,04	41,78
3	72,88	21,86	6,33	44,99
4	77,68	21,59	8,29	47,80

Vzorky: 1 — sladina laboratorního infúzního rmutu; 2 — sladina 12 at tlakového rmutu; 3 — sladina 20 at tlakového rmutu; 4 — kontrolní dekokční sladina. Tlakové nárazy byly provedeny ve rmutu při 65 °C. Analytické hodnoty jsou vtaženy na 10 % hmot. sladiny

Tabulka 1 informuje o vlivu tlakového nárazu a o vlivu dekokce na kvantitu bílkovin v Lundinových frakcích. Hodnoty této tabulky byly vybrány z velkého počtu výsledků pro ilustraci a pro instrukci o principiálním účinku nárazu vysokého tlaku na obsah především bílkovinné frakce A ve sladinách. Tlakové sladiny v tabulce 1 jsou ze rmutů, na něž se působilo tlakem 12 a 20 at při teplotě 65 °C. Rmuty se filtrovaly 30 min po nárazu, tj. po třiceti-minutové enzymové prodlevě při 65 až 70 °C včetně zcukřování.

Sladina vyrobená při 20 at se svými hodnotami bílkovinných frakcí dobře vyrovnává s dvourmutovou dekokční sladinou (tabulka 1, vzorek 4). Rozdíl mezi hodnotami infúzní sladiny vzorku č. 1 a hodnotami vzorků 3 a 4 potvrzuje náhradu varu nárazem 20 at přetlaku na obsah bílkovin v Lundinových frakcích. Hodnoty vzorku 1 mají jen informovat o účincích prosté infúze, aby se tak umožnila jednak diferenciace působení samotného varu (dekokce), jednak působení tlaku, a to na základě porovnání s hodnotami, které vytváří samotná infúze. Největšího přiblížení tlakových sladin dekokčnímu charakteru skoro ve všech vlastnostech se dosáhlo právě až nárazy tlaku při teplotách 100 až 150 °C na zcukřenou sladu po filtraci. Rozdíly mezi hodnotami kontinuálních tlakových sladin resp. piv a mezi analytickými hodnotami dekokčních sladin či piv se ovšem projevovaly, ale nikdy nepřekročovaly rámec hodnot obvykle zjišťovaných ve sladinách a v pivech odpovídajícího charakteru. Popsanou technologií možno dosáhnout v podstatě dekokční i infúzní charakter mladin. Absolutně přesnou reprodukci kontrolní sladiny nebo piva kontinuálním způsobem by bylo možno považovat spíše za náhodu než za pravidlo, neboť stěží se podaří absolutní reprodukce sladiny či piva i toutéž technologií. Pokud se projevovaly rozdíly v tlakových i dekokčních sladinách, obvykle se zmenšovaly a vyrovnávaly v dalších výrobních

fázích, takže kontinuální piva se přibližovala kontrolním. Vyšší obsah některých látek v kontrolních sladinách se při kvašení a dokvašování snižoval, zatímco event. nižší obsah těchž látek v tlakových sladinách či mladinách se skoro neměnil nebo se měnil velmi málo.

Vcelku lze k informaci o hlavním účinku tlaku a teploty na rmutu a sladiny dodat:

1. Zvyšování tlaku pro náraz na rmut při 65 °C se projevuje ve zvyšování obsahu skoro všech sladových látek ve sladinách.

Další účinek, který se projevil, závisí zřejmě na jakosti sladu, resp. na jakosti a stavu jeho bílkovin: obsah vysokomolekulárních bílkovin, který zpočátku stoupá zvyšovaným tlakem se v některých případech začal snižovat při tlacích zpravidla vyšších než 20 at. To lze nejpravděpodobněji přičítat specifitě bílkovin některých sladů, tj. jejich dispozici koagulovat. Na tento vliv lze působit mimo samotné výšky tlaku dobou působení tlakového nárazu.

2. Vliv vysokého tlaku na sladiny se sledoval v teplotním rozmezí 100 až 150 °C.

Pro výšku tlaku vyplynulo: čím vyšší tlak pro náraz, tím nižší hladina vysokomolekulárních bílkovin ve výsledné sladině.

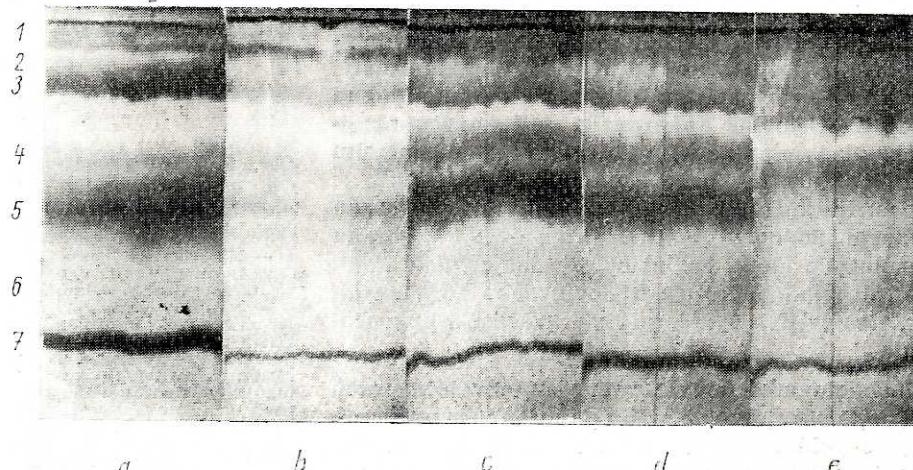
Účinek teploty se projevil v podobném smyslu: čím vyšší teplota při nárazu, tím nižší obsah bílkovin ve výsledné sladině.

Oba účinky je možno spojit v parametrech tepelně tlakového nárazu a lze podle potřeby využít v tomtéž směru i doby působení tlaku. Prodloužení účinku tlaku je otázkou délky tlakového potrubí, ve kterém tlak na protékající sladiny působí. Pro působení teploty a tlaku na sladiny se projevilo jako optimum 5 až 10 s, a to jak pro rmuty tak i pro sladiny. Toto šokové působení bylo současně vhodné pro koncepci kontinuální linky a tohoto parametru času se používalo pro všechny várky, o nichž se v článku hovoří.

Obr. 8 informuje nezávisle na tabulce 1 o účincích tlaku, ukazuje obvyklou změnu, která se účinem varu objevuje na chromatogramech vysokomolekulárních bílkovin dekokčních sladin v po-

rovnaní s nálezem v infúzních sladinách a zachycuje bílkoviny sladin tlakových rmutů. Chromatogramy c, d, e na obr. 8 nasvědčují, že tlakovým nárazem se dosahuje porovnatelných změn bílkovin jako varem, protože chromatografické nálezy v obou případech vykazují porovnatelný rozdíl proti nálezu v infúzní sladině. Především je patrná změna v šířce skvrny 7, jejíž bílkoviny jsou velmi rezistentní a považují se za prekursory zákalových komplexů v pivěch [4, 7]. Na chromatogramu e (obr. 8) je v této sérii pokusů patrný zřejmě moment, kdy zvyšováním tlaku při nárazu se již snižuje nebo se začíná snižovat obsah vysokomolekulárních bílkovin ve sladinách. Tento úkaz se nevyskytuje pravidelně a v některých případech se projevuje, v jiných se neprojevuje v kvantitě bílkovin Lundinovy frakce A.

Výsledkem pokusů o nahradu chmelovaru (bod 7) tepelně tlakovým nárazem bylo zjištění rozsahu parametrů, který vyhovuje i pro sladinový lom, tj. pro druhý náraz na sladinu: 100 až 150 °C teploty v mladině a 20 až 30 at tlaku. Chmelové látky (chmelový extrakt čs. výroby) se dávkovaly jednak přímo do zcukřené sladiny ihned po sestavení (filtraci), jednak do sladiny až po provedení sladinového nárazu. Pro způsob dávkování chmelových látek se ukázaly i další možnosti, jak lze předpokládat, kromě jiného i přidávání chmelové drť na samotném počátku procesu ve směsi se sladovým šrotom aj. Mladiny po chmelovém nárazu odpovídaly dekokčnímu charakteru, a to jak mladiny chmelene ihned po filtraci (scezování), tak mladiny chmelene až po sladinovém lomu. Bližší dekokčnímu charakteru, resp. přímé dekokční kontrole byly mladiny, které prošly sladinovým nárazem. U sladiny po sladinovém lomu je zřejmě přiznivé, že se chmelové látky dávají do sladiny, která již má dekokční charakter, zatímco sladiny chmelene bezprostředně po sestavení získávají v mnoha svých vlastnostech dekokční charakter až při chmelovém nárazu, tj. v poslední výrobní fázi. Ve druhém případě působí tedy poslední náraz ve dvou směrech, tj. jednak nahrazuje chmelovar, jednak ještě celkově uděluje mladině dekokční charakter. Převádění hořkých látek do roztoku a jejich složení v mladinách je rozdílné v obou případech. To právě souvisí se složením sladiny, do níž se



Obr. 8. Chromatogramy vysokomolekulárních bílkovin ve sladinách

a — bílkoviny infúzní sladiny laboratorního rmutu; b — bílkoviny kontrolní dekokční sladiny; c — bílkoviny sladiny rmutu 12 at; d — bílkoviny sladiny rmutu 15 at; e — bílkoviny sladiny rmutu 20 at. Tlak byl aplikován při 65 °C teplotě rmutu

chmelové látky dávkuje. V žádném případě však není hořkost piv taková, aby vybočovala z obvyklého charakteru hořkosti dekokčních piv, a to ani po analytické ani po chutové stránce. Zkušenosti o rozpustnosti hořkých látek při použití chmelového extraktu svědčí o tom, že vztah výšky tlaku při nárazu a trvání jeho účinku má v rozmezí zkoušených teplot rozhodující úlohu. 5 až 10 s působení tlaku 20 až 30 at vykazovalo dostačující účinek, předehřívání sladiny po přidání chmelového extraktu probíhalo v předehříváči ve slabé vrstvě, sladina byla vyhřáta na několik vteřin bezprostředně před tlakovým nárazem.

Horká mladina se po posledním nárazu ochladí, kdy se separují před zakvašením. Koncepce technologie i zařízení skýtá mnoho možností pro separaci kalů i v jiných fázích procesu (to zajisté není potřebné rozvádět). Pro chlazení horké mladiny (bod 8) se osvědčil uzavřený průtokový chladič — rychlé, nárazové ochlazení horké mladiny v tenké vrstvě až na zákvasnou teplotu. Zkvasitelnost získávaných mladin, průběh hlavního kvašení i dokvašování odpovídá průběhu těchž výrobních fází u dekokčních mladin. Získávaná pokusná piva odpovídají všemi obvyklými analytickými kritérii pivům dekokčním a totéž platí i o jejich chuti a vůni. Koloidní stabilita piv z kontinuálních mladin odpovídá rovněž plně stabilitě dekokčních piv a právě tak i jejich odolnost vůči chladovému zákalu.

Diskuse

Uvedený výrobní postup mladiny, realizovaný v kontinuální lince, skýtá mnoho možností v úpravě technologických parametrů, takže lze ve výrobě působit na vlastnosti získávané mladiny. Tím je umožněno vyrábět piva různého charakteru. Jemný sladový šrot 80 až 90 % jemnosti a vystírací voda teploty 65 °C, jsou vhodné podmínky pro vyloučení enzymů a osvědčily se nejlépe i k přípravě vystírek — rmutek pro první náraz. Teplota 65 °C byla vhodnější než jiné teploty v rozmezí 40 až 70 °C, jež se zkoušely pro tento výrobní úsek. Podíl sladových plušných látek ve sladinách závisí při teplotě 65 °C na jemnosti sladového šrotu a na výšce tlaku, který se použije před zcukřováním, tj. dokud ještě není oddělen sladový šrot a prochází účinkem tlaku. To se projevilo nejen v obsahu specifických plušných látek, důležitých pro chut piva, ale i v obsahu sladových tříslavin ve sladičnách. Čím hrubší sladový šrot, tím výšší tlaku je potřebné použít, aby se převedlo totéž množství tříslavin do roztoku. Jak již bylo podotknuto, pokud sladová tříslavina vykazovala v tlakových sladičnách, resp. mladinách, nižší obsah než v kontrolní dekokční sladine nebo mladine, vyrovňával se v obou porovnávaných případech postupně obsah tříslavin. Podobný vztah se projevoval i v obsahu chmelových látek. Pokud bylo v dekokčních sladičnách či mladinách více tříslavin nebo hořkých látek, více se jich vylučovalo při kvašení a dokvašování.

Technologické podmínky, uváděné v této práci, byly zjištěny jako optimální pro výrobu světlých piv, obvyklého dekokčního charakteru. Jak je patrné již z předcházejícího textu, lze technologické

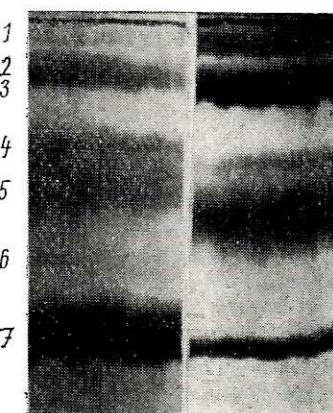
parametry měnit se zřetelem na požadované vlastnosti mladiny. Sladinovým nárazem lze působit na obsah sladové tříslaviny a na obsah vysokomolekulárních bílkovin ve sladine, a to je příznivé pro koloidní stabilitu. Lom je možno vyvolat samostatným, jednorázovým, tepelně tlakovým nárazem i v mladinách vyrobených dekokčí, čímž se přispěje ke zvýšení koloidní stability piv. Nárazem se, podle předběžného zjištění, vylučuje i z dekokčních mladin málo stabilní látky, které — pokud přetrvají výrobní proces — se v pivech předčasně vylučují, a tím přispívají k tvorbě zákalů. Zde se využívá účinku sladinového nárazu, který byl označen v této práci jako „sekundární“.

Jak vyplynulo z předběžných pokusů se zpracováním zeleného sladu, vyhovuje i pro tento účel v podstatě technologie a zařízení pro zpracování hvozděných sladů. Je potřebné upravit parametry pro tepelně tlakový náraz na sladinu, a tím lze u extraktivních látek zeleného sladu v roztoku, tj. ve sladine, dosáhnout obdobných změn jako v zrnech zeleného sladu na hvozdu. Pro mletí zeleného sladu dostačoval jednoduchý šnekový mlýnek; rmuty ze zeleného sladu zcukřovaly po prvním nárazu (65 °C/20 at) dokonale, extrakt ve sladinách byl maximální.

Obr. 9 informuje o bílkovinách: rozdíl patrný v šířce a v intenzitě bílkoviné skvrny pásu 7 na chromatogramech a, b je způsobem samostatným hvozděním a lze jej označit za typický. Obě sladiny a, b byly připraveny stejným způsobem, tj. laboratorním infúzním rmutováním, z téhož sladu a z též navážky v sušině, jediným rozdílem je, že v případě a se použilo zeleného sladu, v případě b se použilo alikvotní části téhož zeleného sladu po hvozdění. Vliv hvozdění, vliv varu, resp. dekokce a vliv tepelně tlakového nárazu jsou vzájemně dobře porovnatelné, jak je patrné z obr. 8 a 9. O působení tepelně tlakového nárazu na sladiny ze zeleného sladu bude pojednáno podrobněji v dalších pracích. Zde nutno ještě podotknout, že i další analytická kritéria sladin ze zelených sladů potvrdila svými hodnotami, že účinkem druhého nárazu s modifikovanými parametry vznikají pochody a tvoří se látky, které probíhají, resp. vznikají obvykle při hvozdění, tj. karamelace, tvorba melanoidinů apod. Druhý náraz, pokud se vyžaduje jeho účinek nahrazující hvozdění, je nutno provést

Obr. 9. Chromatogramy vysokomolekulárních bílkovin v infúzních sladinách

a — bílkoviny ve sladine laboratorního infúzního rmutu ze zeleného sladu;
b — bílkoviny ve sladine laboratorního infúzního rmutu z hvozděného sladu. Slad pro rmut b byl získán hvozděním alikvotního dílu zeleného sladu, použitého pro přípravu rmutu, resp. sladiny a. Oba rmuty byly připraveny ze stejného váhového množství sušiny sladu



při vyšší teplotě (150°C a teplotě vyšší), výška teploty musí být ve vztahu k době působení teploty i tlaku; hlavní význam v naznačeném směru má vztah výšky teploty a doby, po kterou teplota působí.

Poznatek, který vyplývá z porovnání obr. 8 a 9 ukazuje, že obsah nestabilních dusíkatých látek, které byly zjištovány různými pracovníky v pivěch ze zeleného sladu [1, 2, 6], je možno snížit modifikovaným, tepelně tlakovým nárazem, neboť se účinkem tlaku dosahuje porovnatelné změny vysokomolekulárních bílkovin, jaké lze získat hvozděním. Změna, již se dosahuje v bílkovinách zeleného sladu hvozděním (obr. 9, skvrna 7) a změna dosaovaná varem nebo tepelně tlakovým nárazem, vykazuje týž charakter. Lze vyslovit názor, že jde o tutéž změnu jakosti vysokomolekulárních bílkovin, která probíhá ve dvou fázích, totiž na hvozdění a při povařování rmutů, resp. mladiny.

Hypoteticky lze tuto změnu považovat za denaturaci a koagulaci bílkovinných molekul, za ztrátu jejich solvatační vrstvy; důsledek takové změny lze spatřovat v nižší stabilitě těchto molekul v roztoku, v jejich snadnějším vylučování z roztoku, tj. ve vylučování již při výrobním procesu mladiny, takže přecházejí tolku v omezené míře do piv, kde by mohly přispívat k tvorbě zákalů.

Další potíž, o které se píše [1, 2, 6] v souvislosti s výrobou piv ze zelených sladů, je nedostatečná inaktivace fenoloxidáz a zjistila se i celková náchylnost těchto piv ke tvorbě zákalů. Lze předpokládat, že oba nepříznivé momenty by bylo možno vyloučit v uvažovaném kontinuálním procesu působením vysoké teploty druhého či třetího nárazu, obzvláště teplotou při druhém, modifikovaném nárazu. Jako další poznatek o pivěch ze zelených sladů se uvádí jejich vysoký obsah aminokyselin, a to proto, že nebyl zredukován, snížen při hvozdění. Poukazuje se také na nežádoucí činost specifických enzymů zeleného sladu, které nebyly inaktivovány na hvozdění. K tomu lze uvést, že ve sladinách ze zeleného sladu se po druhém nárazu již při 125 a 150°C projevil pokles obsahu jednotlivých aminokyselin na chromatogramech, projevil se i pokles v obsahu jednoduchých sacharidů, a to nasvědčuje tvorbě melanoidních látek. Jak se již naznačilo, lze v rámci zkoušené technologie předpokládat dosažení takové inaktivace enzymů, jaká se vyskytuje ve sladinách z hvozděných sladů. Rozdíly v pH hodnotách sladin, mladin, resp. piv ze zeleného sladu, které zjišťovali některí pracovníci, lze zčásti chápát právě jako následek akce hvozděním neinhibovaných enzymů zeleného sladu. Tolik o další možnosti využití a dalších vlivech druhého tepelně tlakového nárazu na sladinu.

Tolerance parametrů nárazu, který nahrazuje chmelovar, umožňuje použití různých chmelových extraktů nebo koncentrátů, i různé způsoby chmelení. Na poměr koloidních a molekulárních hořkých látek lze působit všemi třemi technologickými parametry nárazu. Pro mladiny ze zeleného sladu je potřebné třetí chmelový náraz uvést v soulad s druhým nárazem, který nahrazuje účinky hvozdění.

Oběma nárazy po filtrace sladiny lze působit na charakter získávaných sladin, mladin, resp. piv. Při druhém nárazu v kontinuální lince, zvýšení teploty vždy po určitou dobu, např. při zpracovávání hvozděného sladu, po 10 až 15 min v každé hodině výroby, by znamenalo obohacení sladiny typickými látkami, např. pro karamelový slad nebo pro jiné speciální slady, a to v množství úměrném dobu, po kterou by zvýšené teplota působila.

Článek se zabývá značně obsáhlým tématem, takže nebylo možno rozvádět jednotlivosti. Kladl se důraz především na to, aby se poskytla celková informace. O podrobnostech bude pojednáno v další práci.

Tolik o jedné technologii, která umožňuje kontinuální výrobu piv dekokčního i infúzního charakteru, popř. piv specifických vlastností — sládek sám může rozhodnout volbou technologických parametrů.

Závěry

1. Účinkem vysokého tlaku ve spojení s působením vhodné teploty rmutu se dosahuje v podstatě takového převedení extraktivních látek i enzymů sladu do roztoku, jaké postupně nastává při dekokčním rmutování. Vhodný tlak je pro tento účel v rozmezí 15 až 30 at; optimální teplota vystírky (rmutu) je 65°C .

2. Na složení tlakových i dekokčních sladin lze působit jejich přehřátím a účinkem vysokého tlaku. Vzniká sladinový lom a upraví se zastoupení některých látek, příznivě pro stabilitu piv. Aplikací vhodně modifikovaného nárazu na sladiny ze zeleného sladu lze navodit tvorbu látek, které jsou specifické pro hvozděné slady.

Tlak pro tyto účely je v rozmezí 15 až 30 at, teplota sladiny 100 až 150°C nebo 150°C a vyšší, pro modifikovaný náraz na sladiny ze zeleného sladu.

3. Působení nárazu vysoké teploty a vysokého tlaku na sladinu, resp. na mladiny je porovnatelné s účinkem varu.

4. Tepelně tlakovým nárazem lze nahradit účinek chmelovaru.

5. Tepelně tlakové nárazy jsou po technické stránce realizovatelné, lze je aplikovat v kontinuální výrobní lince infúzního nebo dekokčního charakteru. Piva odpovídají vlastnostem piv vyráběných obvyklými způsoby.

Souhrn

Realizovala se myšlenka vyrábět pivovarskou mladinu obvyklých vlastností použitím tepelně tlakových nárazů. Pro technologický postup byla vytvořena laboratorní kontinuální linka. Sladové látky se v principu převedou do roztoku infúzí, intenzifikovanou nárazovým účinkem vysokého tlaku. Rmut zcukřuje ve zcukřovači, po scezování je možno dávkovat chmelové látky přímo do získávané sladiny nebo ji lze před přidáním chmelových látek podrobit dalšímu nárazu teploty a tlaku, a tím se navozuje tvorba sladinového lomu. Chmelovar v kontinuální technologii nahrazuje rovněž tepelně

tlakový náraz, který trvá několik vteřin. Mladiny, zchlazované v uzavřených průtokových chladičích dobře prokvašují. Dopoulos vyrobená piva uspokojila svými analytickými i organoleptickými vlastnostmi.

Tento technologií lze v kontinuální lince zpracovávat i zelený slad; modifikací parametrů nárazu na sladinu ze zeleného sladu lze dosáhnout tvorby látek, které vznikají hvozděním.

Aplikací tepelně tlakového nárazu na dekokční sladinu nebo mladinu lze přispět ke zvýšení koloidní stability piv.

Literatura

- [1] Duff, S. R.: Use of Green Malt in Brewing. = „Journ. Inst. Brew.“, 69, 1963: 249.
- [2] Hudson, I. C. a spol.: Wort from Green Malt. = „Journ. Inst. Brew.“, 69, 1963: 303.
- Hudson, J. R. - McWilliam, L. C.: Beer from Unmaltered Barley. = „Journ. Inst. Brew.“, 69, 1963, 308.
- [3] Karel, V.: Chromatografie vysokomolekulárních bílkovin v pivovarských roztocích. = „Kvasný průmysl“, 9, 1963: 117.
- [4] Karel, V.: Effect of Kilning on Malt Proteins and Their Fate in Brewing. = „Brew. Digest“, 40, 1965, 102.
- [5] Karel, V. - Lejsek, T.: ČSSR-pat. 110481, 1964 a závislé čs. patenty.
- [6] McWilliam, J. C.: Laboratory Studies on Mashing with Adjuncts. = „Journ. Inst. Brew.“, 68, 1962, 225.
- [7] Meredith, W. O. S.: Observations on Studies on the Composition of the Chillhaze and its Origin. = „Brew. Dig.“, 38, 1953: 54.
- [8] Pawłowski-Schild: Die brautechnischen Untersuchungsmethoden. Hans Carl, Nürnberg 1961.
- [9] Raible, K.: Chromatographische Untersuchungen an den höhermolekularen Eiweißstoffen von Würze und Bier. = „Monatsschrift für Brauerei“, 14, 1961: 49.

Došlo do redakce 2. 9. 1966.

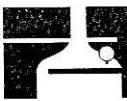
ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И ДАВЛЕНИЙ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ МЕТОДЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУСЛА

Авторы сконструировали в лабораторном масштабе линию непрерывного действия для приготовления сусла с использованием в процессе его варки ударного действия высокого давления и высоких температур. Составляющие солода переходят в сусло при этом виде затирания инфузией. Ударное влияние высокого давления интенсифицирует инфузию. Благодаря комбинированному влиянию ударных изменений высоких температур и давления сусло приобретает нужные свойства, а кроме того отпадает необходимость подвергать охмеленное сусло варке. Брожение сусла проходило правильно и полученное пиво отвечало по составу и вкусу требуемым органолептическим и аналитическим показателям.

TEMPERATUR- UND DRUCK-SCHOCK BEI DER KONTINUIERLICHEN WÜRZEERZEGUNG

Die Autoren stellten eine kontinuierliche Laboratoriumsanlage zur Würzeerzeugung zusammen, die mit einem Wärme- und Druckschock arbeitet. Die Malzextraktstoffe werden durch Infusion, die mittels des Hochdruck-Schockeffektes intensiviert wird, in Lösungen überführt. Der Wärme- und Druckschock erzielt nicht nur die Bruchbildung in der Süßwürze, sondern ersetzt auch die Phase des Hopfenkochens.

Die auf der beschriebenen Apparatur hergestellten Würzen vergärten gut und die Fertigbiere wiesen befriedigende analytische und organoleptische Eigenschaften auf.



HIGH TEMPERATURES AND HIGH PRESSURES APPLIED IN A LABORATORY PLANT FOR CONTINUOUS BREWING

The authors have designed and built on a laboratory scale a pilot line for continuous wort brewing the specific feature of the developed process being the application of temperature and pressure impacts. The extraction of components from malt during the mashing process has the form of infusion intensified by the effect of high pressure. The combined action of pressure and temperature impacts gives the wort its optimum composition and eliminates brewing after the wort has been hopped.

The fermentation process was quite regular and the quality of beer was good both from organoleptic and analytic points of view.