

# Jednofázová výroba piva

Ing. MIROSLAV KAHLEK, Ing. TOMÁŠ LEJSEK, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Do redakce došlo 16. května 1977

Klasický způsob kvašení je založen na časově náročné technologii a z hlediska výrobního zařízení se vyznačuje velkou členitostí. Výstavba spilky nebo ležáckého sklepa je vždy spojena se značnými investičními náklady. Při dnešním rychlém růstu spotřeby piva přestává být pro výrobce klasický způsob ekonomicky dostatečně výhodný, a proto se hledají nové technologické postupy, které by nejen urychlily výrobu, nýbrž by byly ekonomicky efektivní při zachování dobré kvality piva. Jedním z možných způsobů intenzifikace výroby piva je kvašení a dokvašování v jedné nádobě.

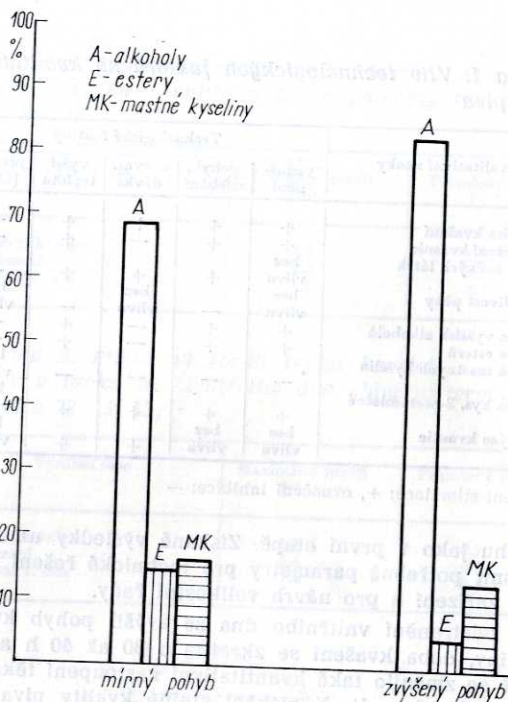
Tento nový způsob, jenž se řešil v našem ústavu v roce 1975 až 1976, ve spojení s velkokapacitními tanky s kónickým dnem, podstatně zkracuje výrobní dobu, snižuje investiční a provozní náklady a výrazně zjednodušuje celkovou koncepci pivovaru. Tradiční rozdělení výroby na samostatné oddělení spilky a ležáckého sklepa odpadá, protože hlavní kvašení a dokvašování navazují bezprostředně na sebe jako jedna kvasná fáze. Spojením obou jmenovaných úseků odstraňují se některé výrobní potíže klasické technologie, např. špatná sedimentace kvasnic, nedokonalé prokvašení mladiny a nedostatečné nasycení pív kyslíčkem uhlíčitým. Dalším významným přínosem je lepší využití hořkých látek (nižší ztráty při kvašení) a menší výtraty mezi spilkou a výstavem piva. Dosažení uvedených výhod je však závislé na způsobu plnění tanku, na výšce hladiny v tanku, na pohybu kvasící mladiny, na uspořádání chladicích zón, na vrcholovém úhlu kónického dna a na geometrii tanku. Při našich

zkouškách se věnovala především pozornost vlivu jmenovaných faktorů na kvalitu hotového piva.

Pohyb kvasící mladiny, který je způsoben jednak vývinem kyslíčnicku uhlíčitého a vertikálním pohybem kvasinek oběma směry a jednak termoprouděním, je tím intenzivnější, čím je tank vyšší a užší. V některých případech (při nevhodných rozměrech) je pohyb tak silný jako při intenzivním míchání. Pohybem se sice zlepšuje styk kvasinek se substrátem a zkracuje se doba kvašení, avšak příliš intenzivní proudění v tanku nepříznivě ovlivňuje sedimentaci buněk a kvalitu piva. Rychle kvašená piva mají prázdnou chuť a jsou málo aromatická. Při nadměrném pohybu klesá výrazně obsah esterů v pivě a zvyšuje se množství alkoholů. U aromaticky vyvážených pív bývá poměr alkoholů k esterům v rozmezí 4,5:1 až 10:1. Grafické znázornění celkového obsahu alkoholů, esterů a mastných kyselin při různé intenzitě pohybu je uvedeno na obr. 1. Zastoupení uvedených těkavých látek se sledovalo plynovou chromatografií. Zamezení nadměrného pohybu v tanku lze omezit vhodnými rozměry tanku (výška a průměr).

Při jednofázové výrobě piva je sedimentace kvasnic závislá především na stupni prokvašení mladiny, zatímco výška plnění tanku a teplota nemají tak podstatný význam jako u klasického kvašení. Ve zkoušeném rozmezí výšky vrstvy mladiny (do 7,7 m) a teploty (do 17,0 °C) sedimentovaly kvasnice stejně rychle. Po dosažení téměř konečného stupně prokvašení vyčeřilo se pivo během 12 hodin a koncentrace kvasinek se pohy-



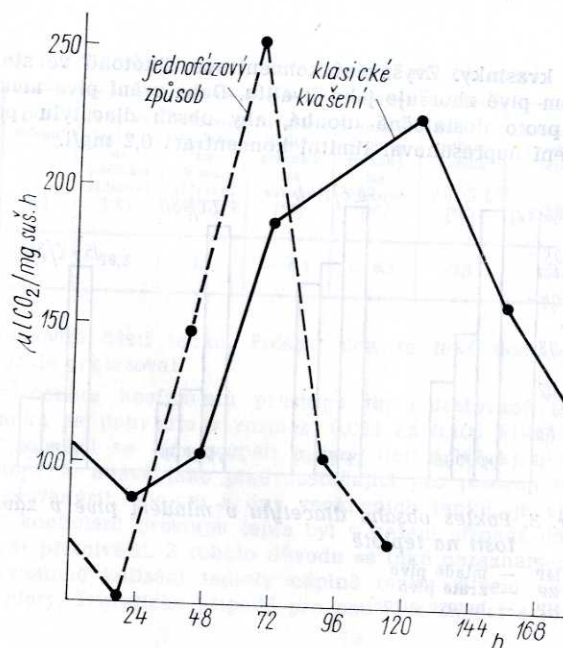


Obr. 1. Obsah alkoholů, esterů a mastných kyselin v pivech při různé intenzitě pohybu kvasící mladiny

bovala průměrně mezi 10 až 15 mg suš. ve 100 g vzorku. Tato hodnota bývá u dobře sazených piv před filtrací. Se zřetelem na dokonalé odstranění usazených kvasnic z tanku před zchlazením zralého piva, nemůže být vrcholový úhel kónického dna libovolně velký. Podle našich zkoušek je optimální hodnota tohoto úhlu 75°.

Fyziologický stav kvasinek se hodnotil v průběhu kvašení podle schopnosti zkvašovat maltózu za anaerobních podmínek. Při stacionárním kvašení v otevřených kádích dosahují kvasinky většinou hodnoty okolo 250  $\mu\text{l CO}_2/\text{mg suš. h}$ . Na základě dlouholetého sledování metabolických kvocientů se stanovila minimální hodnota (200  $\mu\text{l CO}_2/\text{mg suš. h}$ ), kterou by měly vykazovat kvasinky s dobrým fyziologickým stavem. Jestliže metabolické kvocienty jsou nižší než 200  $\mu\text{l CO}_2/\text{mg suš. h}$ , měly by se kvasnice vyřadit z provozu. Při všech zkouškách s jednofázovým způsobem kvašení byla uvedená minimální hodnota vysoce překročena. Metabolické kvocienty se pohybovaly od 250  $\mu\text{l CO}_2$  do 320  $\mu\text{l CO}_2$ . Na obr. 2 je vyznačen průběh metabolických kvocientů stejného kmene kvasnic při klasickém kvašení a při jednofázovém způsobu. Dokonalé prokvašení piv z jednofázové výroby lze vysvětlit vyšší aktivitou buněk k maltóze a maltotrióze. Příznivější podmínky při tomto kvašení (např. vyšší teplota, pohyb) z hlediska fyziologie kvasnic příznivě působí na celkovou jejich činnost.

Kromě pohybu kvasící mladiny má na kvalitu piva také vliv doba plnění tanku a jeho naplnění. Dlouhodobé doplňování tanku na plný objem podporuje zvýšenou tvorbu např. prekurzorů vicinálních diketonů. Hlavní příčinou nadměrného vzniku uvedených metabolitů je přesyťování rozkvašené mladiny kyslíkem při postupném doplňování čerstvou mladinou. Zakvašuje-li se každá várka při plnění tanku běžnou dávkou kvasnic, 500 ml/hl a současně se normálně vzdušní (6 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ ), zvyšuje se v nejspodnějších vrstvách mladiny koncentrace kyslíku vlivem hydrostatického tlaku. Nadměrné prodlužování první fáze růstové křivky v přítomnosti většího množství kyslíku vede k nežádoucí zvýšené tvorbě některých aromatických látek. Tento negativní vliv se může potlačit rychlým doplněním tanku. Podle našich



Obr. 2. Průběh metabolických kvocientů při klasickém kvašení a při jednofázovém způsobu

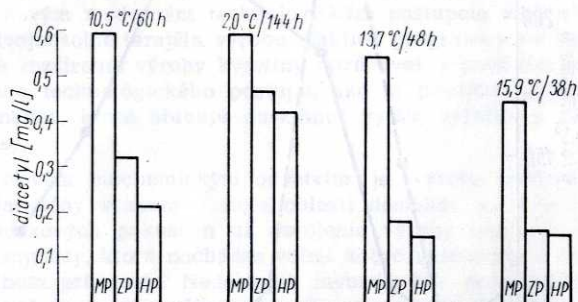
výsledků mělo by se ukončit plnění během 15 hodin. Z tohoto důvodu se volí velikost tanku podle kapacity varny a podle denního výstupu, aby se pivo mohlo z tanku stočit maximálně v jedné prodloužené směně.

Zaplnění tanku by mělo být co největší, aby se podmínky po hlavním kvašení blížily podmínkám, které jsou při klasickém dokvašování. Při dostatečném přetlaku může se snížit volný prostor nad hladinou až na 7 % z celkového objemu. Při našich pokusech se hradil tank na přetlak cca 0,1 MPa ihned po doplnění.

Při klasickém dokvašování se zkvašuje zbytkový extrakt, uvolněným kyslíčkem uhlíčitým se pivo sytí a současně se modifikuje tzv. mladá chuť piva (chuťové dozrávání). Trvání tohoto procesu je značně závislé na teplotě a na koncentraci kvasinek v mladém pivě. Zrání piva se těžko analyticky sleduje, protože biochemické změny, které nastávají, jsou velmi nepatrné. Výsledkem zrání je vznik určité rovnováhy mezi různými skupinami chuťově významných aromatických látek. V současné době nelze zralost piva přesně definovat. Obvykle se posuzuje podle obsahu vicinálních diketonů, protože jejich redukce je důležitou součástí zrání piva. Tvorba vicinálních diketonů je regulována z velké části užitím aminokyselin z mladiny, především valinu a izoleucinu. Vlivem malé specifčnosti transportního systému buněk využívají se jednotlivé aminokyseliny nesteriomerně. V první části kvašení se podílí exogenní valin i izoleucin na biosyntéze bílkovin jen částečně. Teprve v pozdějším úseku kvašení je spotřeba obou aminokyselin plně kryta užitím ze substrátu. Biosyntéza valinu a izoleucinu je vždy spojena se vznikem 2-acetohydroxykyselin, které jsou prekurzory vicinálních diketonů. Oxidační dekarboxylaci přecházejí na diacetyl a 2,3-pentandion. U velkokapacitních tanků podporuje tvorbu 2-acetohydroxykyselin dlouhodobé doplňování, nadměrný pohyb při kvašení, vyšší zákvasné dávky a vyšší zákvasná teplota. Rychlé štěpení 2-acetohydroxykyselin umožňuje zvýšená teplota a redukci diketonů přítomnost kvasinek. Na obr. 3 je graficky znázorněn pokles obsahu diacetylu v závislosti na teplotě. Zůstane-li po filtraci v pivě větší množství prekurzorů, štěpí se postupně při uskladnění piva na diketony, které se však nemohou redukovat na chuťově neškodné sloučeniny (2,3-butandiol, 2,3-pentandiol), protože v pivě ne-



jsou kvasinky. Zvyšování koncentrace diketonů ve stočeném pivě zhoršuje jeho kvalitu. Doba zrání piva musí být proto dostatečně dlouhá, aby obsah diacetylu po stočení nepřesahoval limitní koncentraci 0,2 mg/l.



Obr. 3. Pokles obsahu diacetylu v mladém pivě v závislosti na teplotě

MP — mladé pivo  
ZP — zralé pivo  
HP — hotové pivo

Koncentrace kyslíčnicku uhličitého ve velkokapacitních tancích je závislá na podmínkách při kvašení. Kvasí-li se bez tlaku, udržuje se stejnoměrná koncentrace v celém objemu pouze v úseku intenzivního kvašení, kdy je zajištěn dostatečný pohyb v tanku. S klesající intenzitou kvašení přestává pohyb mladého piva a začíná postupné uvolňování kyslíčnicku uhličitého z horních vrstev. Vzniklý rozdíl koncentrace v různých výškách tanku souvisí s hydrostatickým tlakem. V žádném případě se nezíská kvašením bez přetlaku pivo s dostatečným obsahem kyslíčnicku uhličitého a musí se proto uměle dosycovat. Také při kvašení pod tlakem se vytvoří vlivem proudění v tanku rychle rovnováha koncentrace kyslíčnicku uhličitého, která však v daném případě závisí na teplotě a přetlaku. Vzhledem k tomu, že se přetlak nemění ani po ukončení kvašení, nemění se ani koncentrace kyslíčnicku uhličitého a v celém objemu zůstává stejná.

Ztráty hořkých látek při kvašení jsou v úzkém vztahu s tvorbou pokrývek a s množstvím vyloučených kalů. Piva kvašená v uzavřených tancích, ve kterých se nevytvářejí pokrývky v takovém rozsahu jako v otevřených kádích, obsahují vždy více izo- $\alpha$ -hořkých kyselin. Při našich zkouškách bylo nutné k vyrovnání intenzity hořkosti mezi pokusnými a srovnávacími pivy snížit u várek pro jednofázové kvašení dávku chmele o 10 %. Při kvašení se shromažďovaly vyloučené kaly na stěnách tanku u hladiny ve formě prstence, který se nestrhal do piva ani při chlazení, ani při stáčení piva.

Pokusný kvasný tank o užitečném objemu 350 hl, ve kterém se konaly provozní pokusy, byl postaven v pivovaru Kutná Hora mimo výrobní budovy na zadním dvoře. Pouze jeho kuželová část, kde jsou ovládací ventily, zasahuje do prostoru spilky a není izolována. Válcovitá část je chráněna proti změnám venkovní teploty 10 cm vrstvou polyuretanové pěny, pokryté pláštěm z hliníkového plechu. Tank je vyroben z nerezavějící oceli, uvnitř jemně broušené. Součástí tohoto prototypového zařízení je samostatná sanitační stanice. Aby se mohl ověřit vliv pohybu kvasící mladiny na kvalitu piva a sedimentace kvasnic při rozdílné sedimentační výšce, bylo při výrobě zavěšeno v tanku ještě jedno kónické dno přibližně v polovině celkové výšky. Toto dno mělo vrcholový úhel 90° a jeho průměr byl o 200 mm menší, takže mezi stěnou a dnem zůstal volný prostor. Z hydrodynamického hlediska bylo možné považovat obě části tanku za samostatné systémy. Po ukončení technologických zkoušek první etapy (s vnitřním dnem) bylo dno demontováno a další pokusy se opakovaly ve stejném

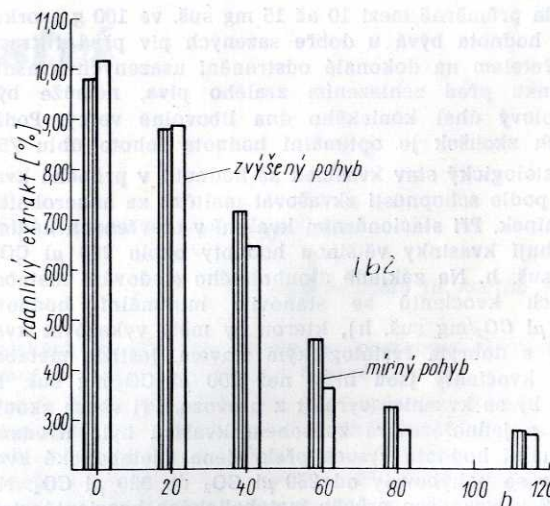
Tabulka 1. Vliv technologických faktorů na kvalitativní znaky piva

Kvalitativní znaky	Technologické faktory				
	vzdušnění	pohyb, míchání	zákvas. dávka	vyšší teplota	přetlak [CO <sub>2</sub> ]
Intenzita kvašení	+	+	+	+	—
Pomnožení kvasnic	+	+	—	+	—
Ztráty hořkých látek	bez vlivu	+	+	+	—
Trvanlivost pěny	bez vlivu	—	bez vlivu	—	bez vlivu
Tvorba vyšších alkoholů	+	+	—	+	—
Tvorba esterů	+	+	—	+	—
Tvorba mastných kyselin	—	—	—	—	bez vlivu
Tvorba kys. 2-acetomléčné	—	—	—	—	bez vlivu
Autolýza kvasnic	+	+	+	+	bez vlivu
	bez vlivu	bez vlivu	+	+	bez vlivu

Označení stimulační: +, označení inhibice: —

rozsahu jako v první etapě. Získané výsledky umožnily upřesnit potřebné parametry pro technické řešení kvasného zařízení a pro návrh velikostní řady.

Po odstranění vnitřního dna se zvýšil pohyb kvasící mladiny, doba kvašení se zkrátila o 30 až 40 h a současně se změnilo také kvantitativní zastoupení těkavých látek (obr. 1 a 4). K získání stejné kvality piva jako v první etapě musela se změnit technologie a doba zrání piva. Vliv některých technologických faktorů, které se sledovaly při pokusech, na důležité znaky je uveden v tabulce 1.



Obr. 4. Vliv pohybu kvasící mladiny na rychlost zrnašování extraktu

Chlazení tanku je rozděleno na tři sekce, umístěné ve spodní, střední a horní části válcovitého lubu. Plocha chladicích sekcí musí zaručovat se zřetelem na teplotní anomálie kapaliny rovnoměrné a rychlé ochlazení. Chladí se solankou a celková účinná chladicí plocha je 18 m<sup>2</sup>. K měření teploty kvasící mladiny je zabudován ve spodní třetině válcovitého lubu odporový teploměr. K získání údajů o průběhu klesání teploty při chlazení se použilo termočlánků, které byly umístěny v různých výškách a vzdálenostech od osy tanku. Umístění termočlánků je vyznačeno na obrázku 5 a výsledky měření v tabulce 2. Mezi středem a okrajem nádoby se v jednotlivých vrstvách nezjistily významné rozdíly teplot. Z výsledků je patrné, že vnitřní dno z hydrodynamického hlediska omezuje proudění v tanku. Při chlazení se rozdíly teplot vždy zvětšovaly, avšak vzniklé difference se poměrně rychle vyrovnávaly.

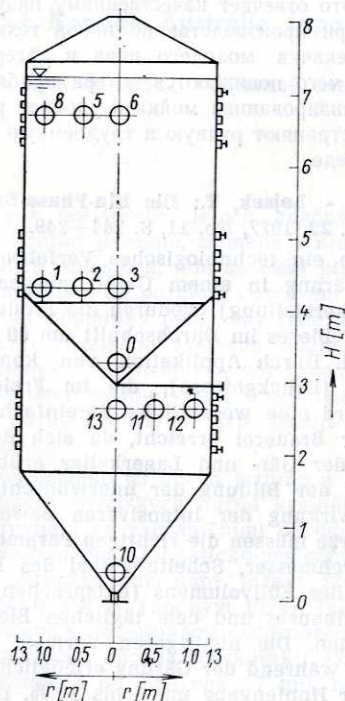


Tabulka 2. Průměrný rozdíl teplot horních a spodních vrstev v tanku s vnitřním dnem (hladiny termočlánků 8, 5, 6 a 12, 11, 13)

Výrobní fáze	Maximální rozdíl [°C]	Průměrný rozdíl [°C]
Hlavní kvašení	0,4	0,2
Chlazení	2,2	1,2
Ležení 1. den	0,6	0,3

Tabulka 3. Průměrný rozdíl teplot horních a spodních vrstev v tanku bez vnitřního dna (hladiny termočlánků 8, 5, 6 a 12, 11, 13)

Výrobní fáze	Maximální rozdíl [°C]	Průměrný rozdíl [°C]
Hlavní kvašení	1,4	0,9
Chlazení	1,6	0,8
Ležení 1. den	1,4	0,9



Obr. 5. Umístění termočlánků při kvašení mladiny s vloženým vnitřním kuželovitým dnem

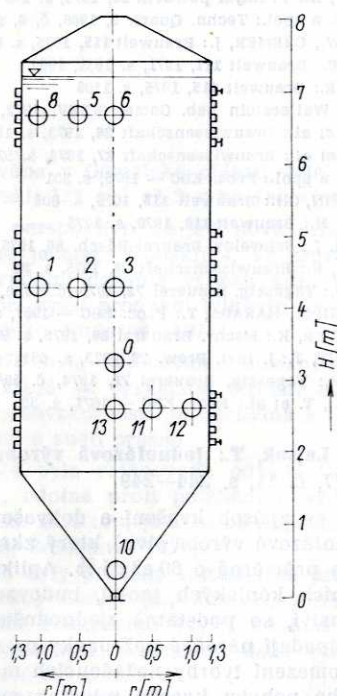
Obdobná měření se konala po odstranění vnitřního dna. Termočlánky se umístily prakticky ve stejných místech jako při měření s vnitřním dnem (obr. 6). Teploty se opět odečítaly v hodinových intervalech a průměrné rozdíly naměřených hodnot jsou uvedeny v tabulce 3. Zjištěné teplotní rozdíly v tanku jsou vyšší, výjimkou je etapa chlazení. Při teplotách nad teplotní anomálií jsou horní vrstvy teplejší, nepochybně vlivem výrazného termoproudění. Pod teplotní anomálií se poměry obrací. Volný prostor uvnitř tanku umožnil rychlejší proudění, které se příznivě projevilo při chlazení. Zchlazení mladého piva proběhlo v kratším časovém intervalu, např. z 10 na 2 °C se obsah tanku ochladil během 10 až 14 hodin. Výsledky získané (tab. 4) při chlazení svědčí o plně vyhovující konstrukci chladicích ploch. Teplotní údaje termočlánků v kuželovitém dně tanku korespondovaly bez větších výkyvů s termočlánky umístěnými na lubu

Tabulka 4. Koefficient prostupu tepla při chlazení

Doba měření [h]	Průměrná teplota na počátku chlazení [°C]	Průměrná teplota na konci chlazení [°C]	Průměrná teplota solanky na vstupu [°C]	Průměrná teplota solanky na výstupu [°C]	Střední teplotní rozdíl [°C]	Koefficient prostupu tepla [kJ/m² h °C]
9,5	10,3	2,0	— 6,5	— 6,3	12,5	550,5

válcovité části tanku. Prostor dna se také dostatečně rychle ochlazoval.

Hodnota koefficientu prostupu tepla izolované stěny tanku se pohybuje v rozmezí 0,063 až 0,105 kJ/m² h °C. Porovná-li se toto rozpětí s hodnotou 1,047 kJ/m² h °C, která se udává jako plně dostačující pro prostup tepla izolovanými stěnami a dny venkovních tanků, je vidět, že koefficient prostupu tepla byl v našem případě desetkrát příznivější. Z tohoto důvodu se také nezaznamenalo významné kolísání teploty náplně tanku vlivem okolní teploty. Teoreticky připadá pro použitou izolaci a teplo-



Obr. 6. Umístění termočlánků v tanku při měření teplot bez vnitřního dna

tu okolí vyšší o 20 °C zvýšení teploty piva v tanku o 0,015 °C/den. Za těchto podmínek je vliv venkovní teploty zcela zanedbatelný.

Proti překročení povoleného přetlaku při kvašení, max. provozní přetlak 0,10787 MPa, a proti podtlaku je kvasný tank jištěn pojišťovacími přetlako-podtlakovými ventily. Vnitřní přetlak v tanku se odečítá na manometru, který je umístěn přibližně v horní třetině válcovitého lubu a přetlak nad kapalinou ukazuje manometr hradičného přístroje.

Sanitační stanici tvoří dvě válcovité nádoby z plastické hmoty, každá o objemu 10 hl. Jedna je určena pro roztok louhu (2,5 %) a druhá pro horkou vodu. Obě nádoby se vyhřívají přímou párou na teplotu 70 °C. Místnost, ve které jsou nádoby, sousedí se spilkou, takže spojovací potrubí k tanku je poměrně krátké. Mycí roztok a vy-



plachovací voda se čerpají do tanku přes mycí hlavice odstředivým čerpadlem. Na zpětné větvi je druhé odstředivé čerpadlo, které vrací sanitační roztok zpět do zásobních nádob. Nádoby sanitační stanice jsou propojeny s kvasným tankem potrubím Js 40.

Jednofázovým způsobem se zkracuje výroba piva o 60 až 65 %. Výčepní pivo se vyrobí za 10 dní, světlý ležák za 16 dní. Kromě intenzifikace výrobního procesu přináší tento způsob snížení investičních nákladů. Hlavními faktory, které rozhodují o investiční náročnosti, jsou zkrácení výroby a instalace tanků ve volném prostoru. Významných úspor se dosahuje také na úseku provozních nákladů, neboť klesá spotřeba chladu, vody, chmele, dále jsou menší nároky na mzdy, na běžné opravy a konečně se snižují i výtraty mezi spilkou a sklepem. Tato nová technologie je vhodným intenzifikačním postupem, neboť umožňuje vyrábět piva stejné kvality jako klasickou technologií a současně přináší významné investiční a provozní úspory.

#### Literatura

- [1] BASAŘOVÁ, G.: Brauwissenschaft 27, 1974, s. 244
- [2] BORKMANN, K.: Průmysl potravin 26, 1975, s. 149
- [3] DELENTE, J. a spol.: Techn. Quart. 5, 1988, č. 4, s. 228
- [4] DROST, B. W., CREMER, J.: Brauwelt 115, 1975, s. 961
- [5] GAENG, F. E.: Brauwelt 111, 1971, s. 1631, 1953
- [6] GAENG, F. E.: Brauwelt 115, 1975, s. 1105
- [7] JONES, M.: Wallerstein Lab. Comm. XXXV, 1972, č. 117, s. 131
- [8] MÄNDL, B. et al.: Brauwissenschaft 26, 1973, s. 10, 50
- [9] MÄNDL, B. et al.: Brauwissenschaft 27, 1974, s. 57
- [10] MARTIN, S. a spol.: Proc. EBC — 1975, s. 301
- [11] MASSCHELEIN, CH.: Brauwelt 115, 1975, s. 608
- [12] MIEDANER, H.: Brauwelt 110, 1970, s. 1775
- [13] NIEFIND, H. J.: Schweinz. Brauerei Rdsch. 86, 1975, s. 31
- [14] PÖHLMANN, R.: Brauwissenschaft 28, 1975, s. 89
- [15] SOMMER, G.: Tagesztg. Brauerei 72, 1975, č. 87/88, s. 468
- [16] TAKAYANAGI, S., HARADA, T.: Proc. EBC — 1967, s. 473
- [17] WACKERBAUER, K.: Mschr. Brauerei 28, 1975, s. 38
- [18] WAINWRIGHT, T.: J. Inst. Brew. 79, 1973, s. 451
- [19] WUNSCH, H.: Tagesztg. Brauerei 71, 1974, č. 59/60, s. 330
- [20] ZANGRENDO, T. et al.: Peoc. EBC — 1971, s. 355

**Kahler, M. - Lejsek, T.: Jednofázová výroba piva.** Kvas. prům. 23, 1977, č. 11, s. 244—249

Vypracoval se způsob kvašení a dokvašování v jedné nádobě (jednofázová výroba piva), který zkracuje výrobu 10 a 12° piva průměrně o 60 až 65 %. Aplikací tlakových velkokapacitních kónických tanků, budovaných ve volném prostoru, se podstatně zjednodušuje koncepce pivovaru a odpadájí náročné požadavky na stavbu spilky a sklepa. K omezení tvorby nežádoucích metabolitů vlivem zvýšeného pohybu kvasící mladiny musí se zvolit správné rozměry tanku (výška, průměr, vrcholový úhel kónického dna) a objem plnění (návažnost na kapacitu varny a denní výstav piva). Nižší ztráty hořkých látek při kvašení umožňují snížit dávku chmele o 5 až 10 %. Přetlak 0,1 MPa od začátku kvašení má příznivý vliv na celý proces. Podporuje sedimentaci kvasnic, nasycení piva CO<sub>2</sub> a potlačuje tvorbu prekursorů viciálních diketonů. Sedimentace kvasnic při jednofázové výrobě je závislá především na stupni prokvašení. Vyčištění piva je velmi rychlé, během 12 h dosahuje koncentrace kvasinek hodnot (průměrně 13 mg suš. na 100 g), které bývají u dobře sazených piv před filtrací. Při výrobě podle nové technologie odpadá sudování mladého piva, a tím se snižují výtraty přibližně o 1 %. Zavedení mechanického mytí a snadná regulace procesu odstraňují ruční a fyzicky namáhavou práci v nezdavém prostředí.

**Карлер, М. — Лейсек, Т.: Однофазная подготовка пива.** Квас. прум. 23, 1977, No 11 стр. 244—249.

Был разработан способ брожения и дображивания в одной посуде (однофазная подготовка пива), сокра-

щающий производство 10° и 12° пива в среднем на 60—65 %. Вследствие применения конических танков большой ёмкости, устанавливаемых на свободном пространстве, резко упрощается оснащение пивзавода и отменяются требовательные запросы на постройку бродильного и лагерного цеха. Для ограничения образования нежелательных продуктов метаболизма влиянием интенсивного движения сбраживаемого сусла необходимые надлежащие размеры танка (высота, диаметр, угол при вершине конического dna) и объём наполнения (в связи с производительностью варочного цеха и с экспедицией в день). Более низкие потери горьких веществ во время брожения позволяют уменьшить дозу хмеля на 5—10 %. Избыточное давление 0,1 МПа с начала брожения имеет благоприятное влияние на весь процесс. Оно поддерживает осаждение дрожжей, насыщению пива углекислотой и одновременно подавляет образование прекурсоров вициальных diketонов. Осаждение дрожжей при однофазной подготовке зависит в основном от степени сбраживания. Осветление происходит быстро, так что в течение 12 часов получается средняя концентрация дрожжей 13 мг сухого вещества на 100 г. Это отвечает качественному пиву перед фильтрацией. При производстве по новой технологии отменяется перекачка молодого пива в лагерьный подвал, вследствие чего понижаются потери приблизительно на 1 %. Механизированная мойка и удобное регулирование процесса устраняют ручную и трудоёмкую работу в нездоровой среде.

**Kahler, M. - Lejsek, T.: Die Ein-Phase-Bierherstellung.** Kvas. prům. 23, 1977, No. 11, S. 244—249.

Es wurde ein technologisches Verfahren der Haupt- und Nachgärung in einem Gefäß ausgearbeitet (Ein-Phase-Bierherstellung), wodurch die Produktionszeit des 10° und 12° Bieres im Durchschnitt um 60 bis 65 % verkürzt wird. Durch Applikation von konischen Großraumtanks (Druckgefäße), die im Freien installiert werden, wird eine wesentliche Vereinfachung der Konzeption der Brauerei erreicht, da sich der anspruchsvolle Bau der Gär- und Lagerkeller erübrigt. Zur Beschränkung der Bildung der unerwünschten Metabolite durch Einwirkung der intensiveren Bewegung der gärenden Würze müssen die richtigen Parameter des Tanks (Höhe, Durchmesser, Scheitelwinkel des konischen Bodens) und des Füllvolumens (entsprechend der Kapazität des Sudhauses und dem täglichen Bierausstoß) gewählt werden. Die niedrigeren Verluste der Hopfenbitterstoffe während der Gärung ermöglichen die Herabsetzung der Hopfengabe um 5 bis 10 %. Der Überdruck von 0,1 MPa vom Anfang der Gärung hat einen günstigen Einfluß auf den ganzen Prozeß. Die Sedimentierung der Hefen und die Sättigung des Bieres mit CO<sub>2</sub> wird gefördert und die Bildung der Precursoren der viciinalen Diketone wird gehemmt. Die Sedimentation der Hefen bei der Einphase-Gärung ist vor allem von dem Vergärungsgrad abhängig. Die Klärung des Bieres verläuft sehr schnell, binnen 12 Stunden erreicht die Konzentration der Hefen Werte (im Durchschnitt 13 mg Trockensubstanz pro 100 g), die bei gut geklärten Bieren vor der Filtration üblich sind. Bei der neuen Technologie fällt das Fassen des Jungbieres weg, wodurch der Bierschwund ungefähr um 1 % vermindert wird. Die Einführung der mechanischen Reinigung des Tanks und die einfache Regulation des Prozesses beseitigen die manuelle und physisch anstrengende Arbeit in ungesundem Milieu.

**Kahler, M. - Lejsek, T.: Single-Phase Beer Production.** Kvas. prům., 23, 1977, No. 11, pp. 244—249.

The article deals with a so called single-phase beer production based on combined fermentation and on



secondary fermentation in the same vessel. Applying the large capacity conical-bottomed tanks installed in free area, the equipment of the brewery is simplified and the demanding requirements on the structure of fermenting room and storage cellar fall off. This method reduces the time of the fermenting process of 10% and 12% beers by roughly 60 a 65 %. - For the limitation of the formation of undesirable metabolic products, the correct size of the tank (height, diameter, apex angle of the conical bottom) must be elected and so the effective capacity (the capacity must be adequate to the brew-house and to daily beer production). Since the losses of bitter substances during fermentation are lower, it is possible to reduce the dose of hops by 5% or 10%. The overpressure 0,1 MPa from the beginning of ferment-

tation has a favourable influence on all the process. The pressure supports the yeast sedimentation, the saturation of beer with  $\text{CO}_2$  and supresses the formation of the precursors of vicinal diketones. The yeast sedimentation depends by singlephase production above all on the attenuation degree. The beer clarification takes little time and an average yeast concentration of 13 mg of dry matter per 100 g is achieved within 12 hours. This value is the same as that for good settled beer prior to filtration. By the new method the lagering of young beer falls off, which by the beer losses are reduced about 1 %. Mechanized washing and an easy control of fermenting process remove manual and physical work in the unhealthy conditions.