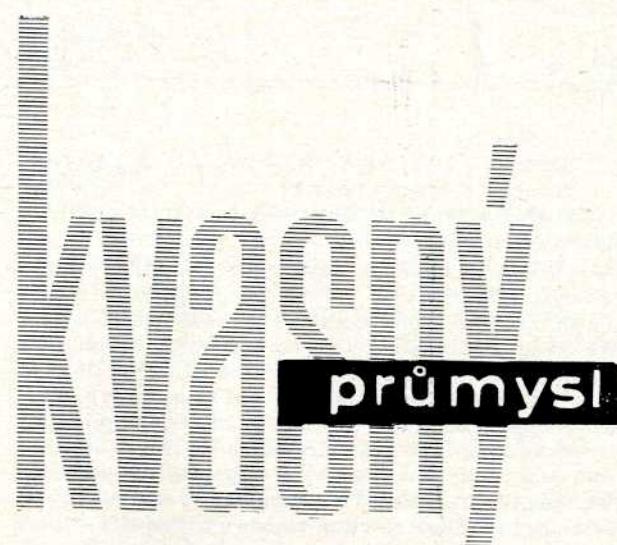


12

prosinec 1984

ročník 30



ODBORNÝ ČASOPIS PRO PRACOVNÍKY V KVASNÉM A NÁPOJOVÉM PRŮMYSLU
VYDÁVAJÍ PIVOVARY A SLADOVNY, KONCERN, PRAHA

Z výzkumu a praxe

Provozní zkoušky jednofázové výroby piva v prototypových cylindrokónických tancích

Ing. TOMÁŠ LEJSEK, CSc., Ing. MIROSLAV KAHLER, CSc., Pivovary a sladovny, koncern, Praha

663.452.033.23

Klíčová slova: cylindrokónický tank, strojní zařízení, jednofázová výroba piva, technologie

První etapou realizace výzkumného úkolu č. 10/2, který byl ukončen v roce 1976, byla výroba a instalace prototypových CK-tanků v pivovaru Saku v Estonsku a v Bratislavě. V obou těchto závodech se ověřila v roce 1982 funkce prototypového zařízení a technologie, vypracovaná v rámci řešení výzkumného úkolu. Po zhodnocení výsledků se upřesnil technologický postup a současně se předaly výrobci připomínky k prototypovému zařízení. S ohledem na připravované realizace CKT je důležité seznámit naše odborné pracovníky s hlavními technicko-technologickými parametry tohoto intenzifikáčního postupu.

1. STROJNÍ ZAŘÍZENÍ

1.1 Geometrie tanků

U CKT pro jednofázovou výrobu piva je kromě vhodného úhlu kuželového dna (vrchový úhel kuželeg 70 až 75°) významný i poměr výšky k průměru tanku. Optimální poměr se pohybuje v rozsahu od 1:2 do 1:4. V příliš vysokých a úzkých tancích je velmi intenzivní proudění při kvašení, naopak sedimentace kvasnic je pomalejší. Dodržení příznivého poměru výšky k průměru zabezpečuje nízké výtraty piva. Tanky výrobní řady ZVÚ — Hradec Králové vyhovují uvedenému poměru do velikosti 200 m³, neboť výroba v závodě je omezena maximálním průměrem tanku 4 350 mm. Tanky s větším průměrem než 4 350 mm se z důvodů obtížné přepravy svařují až na místo, takže celá montáž je náročnější na zajištění hladkého vnitřního povrchu, a proto s nimi zatím nelze počítat.

1.2 Konstrukční materiál

Nerezavějící ocel zůstává nejhodnějším materiélem pro výrobu CKT, protože zaručuje velmi dobrou čistitelnost, stabilitu vlastností povrchu a má vyhovující tepelnou vodivost. Čistitelnost a stabilita vlastností povrchu je ovlivněna provedenou povrchovou úpravou. Drsnost vnitřního povrchu se zatím hodnotila podle velikosti střední aritmetické úchytky profilu (ideální Ra = 0,8 — 1,6), bez bližšího určení polohy hodnoceného profilu. Další ověření a upřesnění nároků na úpravu povrchu přispěje k dokonalé provozní spolehlivosti z hlediska biologické i mechanické čistoty tanků. Důležitost exaktního hodnocení drsnosti je významná zejména u povrchu kuželeg, protože během výrobní fáze se musí zajistit snadné klouzání usazených kvasnic po stěnách kuželeg při jejich vypouštění.

1.3 Chlazení

Každý tank má vlastní chlazení duplikátory, které jsou umístěny na válcovém lubu ve třech sekcích. Horní sekce je samostatně ovládatelná a používá se jí k udržení maximální předepsané teploty kvašení (14 °C). K ochlazení zralého piva se používají všechny sekce, k poklesu teploty pod 2 °C zůstává v činnosti pouze spodní sekce. Kónické dno je bez duplikátoru, protože se kvasnice odpouštějí ještě před ochlazením piva na nízkou teplotu. Za těchto podmínek by při chlazení kónusu docházelo k rozvíření sedimentu vyloučených kalů vlivem teplotní anomálie piva. K dodržení technologických teplot musí být tanky dokonale izolovány, včetně kuželového dna.

S ohledem na použitý konstrukční materiál se jako chladicí médium doporučuje solanka typu A nebo glykolový roztok. Připravuje se výroba tanků s chlazením přímým odparem amoniaku.

V souvislosti s technologickým požadavkem rychlého zchlazení piva ze 14 na 0 °C během 30 hodin se poukazuje na vysokou spotřebu chladu při jednofázové výrobě piva. Tento názor vznikl z neinformovanosti o všech detailech procesu. Opomíjí se, že během převážné doby se vůbec nechladí a že množství odváděného tepla je určeno vyvinutým kvasným teplem a je závislé proto na extraktové bilanci procesu. Lze hovořit pouze o nárazové spotřebě chladu, a to jen pro případy při instalaci několika jednotlivých tanků. Při pravidelné výrobě piva v celém souboru CKT je spotřeba chladu vyrovnaná a při porovnání se spotřebou pro spilky a sklepy je naopak nižší. Toto snížení je způsobeno samostatnou izolací tanků, neboť zabraňuje ztrátám tepla do okolí a vlastní ztráty připadají pouze na teplo k ochlazení nádoby a izolace. Při klasické výrobě se vykazuje větší spotřeba chladu s ohledem na ztráty tepla mezi spilkou a sklepem, použitím dvou chladicích médií a na vyšší únik tepla do okolí. K získání všech uvedených výhod provozu CKT je proto nutno počítat s výstavbou jednotky o nejméně šesti tancích.

1.4 Armatury a regulace

Nedílnou součástí tanků jsou nezbytné armatury a přístroje měření a regulace. Při vlastním provozu působily značnou nespokojenosť uživatele a proto by měly být jejich provedení a funkční spolehlivost dále zdokonalovány.

Z technologického hlediska je důležitá správná funkce hradicí a podtlakové armatury. Maximální hradicí přetlak při kvašení a zrání je rozhodující pro konečný obsah oxidu uhličitého v pivu. Udržení tohoto hradicího přetlaku v průběhu ležení piva je základním požadavkem správné funkce hradicích přístrojů. Při dodržení maximálního přetlaku 90 kPa je konečný obsah CO₂ v pivu 0,51 až 0,52 %, při přetlaku 70 kPa obsah v průměru o 0,04 %. Před odpouštěním usazených kvasnic může se hrazení tanku úplně uzavřít, protože se již nevyvíjí oxid uhličitý. Vlivem odpouštění kvasnic a zchlazení piva na nízkou teplotu klesne přetlak o 10 až 15 kPa.

Propojení tanků s ostatním zařízením dalších výrobních úseků má být co nejjednodušší. Podle našich dosavadních zkušeností i podle zahraničních pramenů je výhodné zapojit tanky na samostatné sběrné větve přívodu mladin, odvodu hotového piva a přívodu a odvodu sanitního roztoku. K přívodu sanitního roztoku do mycí hlavy se může použít potrubí pro odvod oxidu uhličitého, musí se však zajistit jeho dočasně odpojení od sanitních okruhů při kvašení, nebo jiným způsobem zabránit průniku sanitního roztoku do piva vlivem chybnej manipulace s armaturami nebo vlivem jejich netěsnosti.

Regulace teploty má dvě požadované úrovně. Je to jednak udržení maximální teploty při kvašení s rozpětím nejvíše $\pm 1^{\circ}\text{C}$ a dále zajistit teplotu zchlazeného piva opět s diferencí $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Pro instalaci regulátorů teplot je nutno klást důraz na správné projekční zpracování, montáž a seřízení přístrojů. Nezbytné je také spolehlivé ukazování a zapisování skutečné teploty uvnitř tanku a současně i kontrola teploty solanky.

Dalším regulačním prvkem je spolehlivý stavoznak úrovně povoleného zaplnění tanku (92 % celkového objemu) se signalizací pro obsluhu spílací linky.

1.5 Sanitace

Velikost a výkon sanitní stanice a okruhu se volila podle obecně platných zásad pro mechanické mytí ná-

dob. Sanitaci tanku spolehlivě zajišťuje nízkotlaká otočná mycí hlavice umístěná u středu víka tanku. Na sanitaci cirkulaci je nutno napojit i veškerá navazující potrubí na nádobě i potrubí spílací a stáčecí.

2. TECHNOLOGIE

2.1 Plnění a zakvašování

Plnění tanků je důležitým technologickým faktorem, který může mít negativní vliv na konečnou kvalitu hotového piva. Aby se potlačila nežádoucí zvýšená tvorba prekurzorů vicinálních diketonů na začátku kvašení, měl by se tank zaplnit co nejrychleji, nejdéle během 24 hodin. Z tohoto důvodu se musí brát zřetel při projektování velikosti CK-tanků na kapacitu varny a nezvyšovat jejich objem nad denní objem vyrážené mladiny. Obdobný negativní vliv jako nadměrně dlouhé plnění tanků na nežádoucí tvorbu vyšších alkoholů a vicinálních diketonů má vyšší zákvasná teplota a koncentrace kvasinek. V průběhu plnění by neměla teplota přestoupit 7,5 °C. Normální spílací teplota je 6 až 7 °C.

Při spílání mladiny se zakvašuje každá várka přímo do potrubí normální dávkou 500 ml hustých kvasnic na hl. Množství násadné dávky by se nemělo zvyšovat, zvláště u prvních várk, případná korekce konečné koncentrace (např. jsou-li násadní kvasnice příliš řídké) až u poslední várky. Nikdy by neměla dávka kvasnic přesáhnout 600 ml. hl⁻¹.

Nepříznivý vliv kyslíku se může projevit ve výjimečných případech přesycením spodních vrstev mladiny v tanku. Při uvedené spílací teplotě a běžné koncentraci rozpuštěného kyslíku (5,5 až 6,0 mg. l⁻¹) k uvedenému úkazu nedochází.

2.2 Kvašení mladiny a zrání mladého piva

Po doplnění tanku mladinou se tank ihned zahradí a během 24 hodin dosáhne přetlak hodnoty 90 kPa, na kterou se obvykle tanky hradí. Zkvašováním extraktu se postupně zvyšuje teplota a po dosažení 14 až 15 °C se na této hodnotě udržuje v průběhu celé doby zrání mladého piva. Při dosažení uvedené maximální teploty je mladina prokvašena téměř na konečný stupeň prokvašení. Kvašení mladiny trvá 93 až 168 hodin a přímo navazuje na zrání mladého piva. Během dalších dvou až tří dnů je pivo zralé. Časový interval závisí na koncentraci vyráběného piva.

Rychlosť zrání piva se zvyšuje se stoupající teplotou a koncentrací kvasinek, které jsou v mladém pivě. Jako ukazatel zralosti se běžně používá koncentrace diacetolu, jež by v hotovém pivě měla být nižší než 0,25 mg. l⁻¹. Při vyšších koncentracích u piv s nízkým obsahem horfích látek se mohou projevit chutové vady. Je pochopitelné, že obsah diacetolu nerovnouje o chutové zralosti piva a že se na ní podílejí i ostatní aromatické látky. V převážné většině případů je zastoupení ostatních aromatických látek vyrovnané, jestliže obsah diacetolu nepřesahuje uvedenou koncentraci.

2.3 Odpouštění kvasnic

Z hlediska filtrace piva je velmi důležité, aby pivo bylo dobře vyčištěné a koncentrace kvasnic byla minimální. Provozní zkušenosti při kvašení v otevřených kádích ukázaly, že při výškách nad 2,5 m je sedimentace kvasnic podstatně horší a mladá piva se suduje značně zelená. Při zkouškách v CK-tancích s různými kmeny pivovarských kvasinek se zjistilo, že při dosažení téměř konečného prokvašení sedimentovaly všechny kmeny velmi rychle, a to bez výrazné závislosti na výšce zaplnění tanku a na teplotě. Při klasickém kvašení nelze

konečného stupně prokvašení u mladého piva dosáhnout bez technologických zásahů v ležáckém sklepě, a proto při surogovaných várkách mohou nastat ve spilce potíže se sedimentací. Při jednofázové výrobě piva se dosáhne vždy dokonalého prokvašení piva, takže kvasnice sedimentují velmi rychle a během 24 hodin se pivo dobře vyčílí.

Kvasnice se odpouštějí z CK-tanků ještě v teplé fázi zrání piva do tlakového sběrného tanku, aby se omezily ztráty piva na minimum. Za použití protitlaku se v průzorové části výtokového potrubí vytváří ostré rozhraní mezi pivem a kvasnicemi, a tím se výrazně sníží ztráty piva, které nepřekročí 1 až 1,2 %. Objem sebraných kvasnic odpovídá 2 až 2,5 % z celkového objemu piva v CK-tanku. U jednofázové výroby odpadá nutnost přečerpávat mladé pivo do ležáckého sklepa, takže ztráty piva při kvasném procesu připadají pouze na pivo, které se zadrží v sebraných kvasnicích a na smočených povrchách. Při porovnání s klasickým způsobem jsou ztráty piva u jednofázové výroby o 1,0 až 1,5 % nižší.

Podle druhu vyráběného piva se kvasnice odpouštějí za 140 až 240 hodin po naplnění (zahrazení) tanku. Přetlak ve sběrném tanku je o 0,02 MPa nižší, než je tlak u dna CK-tanku (přetlak + hydrostatický tlak).

2.4 Ležení piva

Dalším důležitým úsekem výroby je ochlazení zralého piva ze 14 °C na 0 °C. K dokonalému vyloučení kalických látek se pivo musí ochladit velmi rychle (nejděle za 30 hodin). Při pozvolném ochlazování se vylučují kaly ve velmi jemné formě, a tím se zhoršuje filtratelnost piva. Rychlé zchlazení je závislé jednak na teplotě použitého média, jednak na velikosti a umístění chladicích duplikátorů a jejich konstrukci.

K dosažení obdobných podmínek při ležení piva jako u klasického způsobu by měl být prostor nad hladinou piva co nejmenší. Při plnění CK-tanků na 92 až 93 % z celkového objemu tanku je prázdný prostor nad pivem téměř stejný jako v ležáckých tancích. Aby se zabránilo přepěnění kvasicí mladin, musí se tanky hradit okařitě po naplnění na 90—100 kPa. Kromě omezení výšky kroužků, potlačuje přetlak oxidu uhličitého při kvašení ještě tvorbu některých nežádoucích vedlejších metabolitů. Příznivý účinek přetlaku CO₂ se projevuje také jeho velmi dobrou vazbou v pivě. Při konstantním protitlaku a pohybu kvasicí mladiny v tanku je rozložení koncentrace oxidu uhličitého v celém průřezu výšky zaplnění stejně a nezávislé na hydrostatickém tlaku. Rovnováha jeho koncentrace v kapalné a plynné fázi se mění pouze v závislosti na daném přetlaku a teplotě. Před stáčením piva dosahuje koncentrace oxidu uhličitého 0,55 až 0,60 % hm.

Minimální doba ležení piva při 0 °C je 72 až 120 hodin v závislosti na vyráběném druhu piva. Podle potřeby výstavu může se doba ležení libovolně prodloužit.

2.5 Stáčení piva

Filtratelnost piva je obdobně jako u klasické výroby závislá na koloidním stavu. Negativní vliv kvasinek při filtrace se projevuje teprve tehdy, jestliže jejich počet v jednom ml je vyšší než 1,2 mil. (1,2 · 10⁶). Při provozních zkouškách se pohyboval tento počet v rozsahu 600 až 880 tis. buněk v 1 ml. Kaly, které se vyloučily při chlazení piva, se vypustí den před stáčením do sběrného tlakového tanku při stejném protitlaku jako při odpouštění kvasnic. V průběhu stáčení piva se udržuje v tanku stálý přetlak 90 kPa vzduchem nebo oxidem uhličitým. Veškeré pivo z tanku je nutno stočit během jedné pracovní směny, popř. v prodloužené směně. Nikdy by se nemělo nechat pivo v rozloženém tanku delší dobu.

2.6 Sanitace CK-tanků

K mechanickému mytí tanků se používá horkého postupu po každém kvasném cyklu. Teplota vratného louhu při cirkulaci musí být 70 °C po dobu 30 minut. Při dodržení této podmínky se zajistí technická sterilita vnitřního povrchu tanku. Vzhledem k trvalému uzavření tanku a stálé vnitřní vlhkosti se dokonale smývají veškeré kaly zachycené u povrchu hladiny.

Před každým plněním nebo stáčením se zapojí cirkulační okruh spílaci nebo stáčecí linky. Při sanitaci tanku po stočení piva se začíná pětiminutovým výplachem kalů studenou vodou, na který navazuje čtyřicetiminutová cirkulace horkým louhem (80 °C) o koncentraci 2,5 %. Po této době se tank oplachuje 15 minut horkou vodou a potom 5 až 10 minut studenou vodou. Vlastní sanitace tanku a armatur včetně manipulační doby trvá běžně 1½ hodiny.

3. ZÁVĚR

Důležité technicko-technologické podmínky jednofázové výroby piva lze shrnout do těchto bodů:

1. Tank musí mít vhodné geometrické rozměry s kuželovým dnem, jehož vrcholový úhel je v rozsahu 70 až 75°. Každý tank musí být samostatně chlazen (chladičí duplikátor na válcovém lubu) a tepelně i parotěsně izolován, včetně kuželového dna. Jeho objem musí odpovídat denní kapacitě varny a dennímu výkonu filtrační linky.
2. Při návrhu souboru tanků dbát na současnou instalaci alespoň šesti kusů se zabezpečením potřebné chladicí kapacity a návaznosti na výrobu mladiny a filtrace piva. Před zahájením provozu důkladně prověřit funkci ovládacích armatur, nastavení a spolehlivost měřicích a regulačních prvků.
3. Základní teplota mladiny 6 až 7 °C.
4. Nezvyšovat základní dávky 500 ml · hl⁻¹ u prvních várek, případnou korekci konečné koncentrace kvasinek přesunout až na poslední várku. Nedávkovat více než 600 ml kvasnic na hl (v případě řidších várečných kvasnic), dodržovat normální dávku 500 ml · hl⁻¹ u každé várky.
5. Vzdušnění upravit tak, aby koncentrace kyslíku v mladině odpovídala 5,5 až 6,0 mg · l⁻¹. Nikdy neprovzdušňovat dodatečně již zakvašenou mladodu.
6. Tank naplnit v nejkratší době, nejdéle za 24 hodin. Po naplnění ihned zahradit, přetlak 90 kPa.
7. Maximální teplota při kvašení a zráni piva 14 °C s rozptylem ± 1 °C. Kvašení včetně zráni piva trvá 144 až 240 hodin podle koncentrace vyráběného piva.
8. Usazené kvasnice se vypouštějí při teplotě 14 °C do sběrného tlakového tanku, ve kterém je nastaven protitlak o 20 kPa nižší, než je tlak u dna kvasného tanku. Kvasnice se vypouštějí pomalu, aby mohly stejnomořně vytékat v celé průřezové ploše kónusu.
9. Zralé pivo se musí prudce zchladit na 0 °C během 30 hodin. Usazené vyčištěné kaly se den před stáčením piva vypouštějí do sběrné nádoby při stejném protitlaku jako při odpouštění kvasnic. Doba ležení při 0 °C není omezena, minimálně musí pivo ležet 72 až 120 h, podle vyráběného druhu piva.
10. Pivo se musí stočit během jedné pracovní směny, maximálně v produkové směně.
11. Technologická doba výroby je u 8% piva 10 dní, u 10% piva 11 dní, u 11% piva 13 dní a u 12% piva 16 dní. Manipulační doba je 48 hodin, 24 hodin připadá na plnění tanku a 24 hodin na stáčení a sanitaci.

Lejsek, T. - Kahler, M.: Provozní zkoušky jednofázové výroby piva v prototypových cylindrokónických tancích. Kvas. prům. 30, 1984, š. 12, s. 265—268.

Zavedením jednofázové výroby piva se podstatně zkráti celková výrobní doba (asi o 30 %). K zajištění požadované kvality hotového výrobku je nutno dodržovat technicko-technologické parametry, o kterých se v článku pojednává.

Лейсек, Т., Калер, М.: Производственное испытание однофазного производства пива в прототипах цилиндро-конических танков. Квас. прум. 30, 1984, № 12 стр. 265—268.

Внедрение однофазного производства пива существенно сократило суммарную величину времени производства (около 30 %). Для обеспечения требуемого качества готового продукта необходимо соблюдать технико-технологические параметры, которые рассматривает статья.

Lejsek, T. - Kahler, M.: Large Scale Experiments of Single-tank Beer Production in a Prototype of Conical Bottom Fermenting Vessels. Kvas. prům. 30, 1984, No. 12, pp. 265—268

The single-tank beer production permits a time-saving of the whole production time of about 30 %. It is necessary to keep the technological parameters described in the article to achieve the product of a good quality.

Lejsek, T. - Kahler, M.: Betriebsversuche der Einphase-Biererzeugung in Prototyp-Zylindrokonischen Biertanks. Kvas. prům. 30, 1984, Nr. 12, S. 265—268.

Durch die Einführung der Einphase-Biererzeugung wird die Gesamtproduktionszeit wesentlich (etwa um 30 %) verkürzt. Zur Sicherung der erforderlichen Qualität des Fertigprodukts müssen die in dem Artikel erörterte technisch-technologische Parameter eingehalten werden.