VÝZKUMNÝ ÚSTAV
PIVOVARSKÝ A SLADAŘSKÝ V PRAZE
Pracoviště BRNO Mostecká 7

5

květen 1967 - ročník 13

KVASNÝ PRŮMYSL

ODBORNÝ ČASOPIS PRO PRACOVNÍKY V KVASNÝCH PRŮMYSLECH

Vliv intenzifikace výroby piva na koncepci pivovarů

† FRANTIŠEK HLAVÁČEK, MIROSLAV KAHLER, VÚPS Praha, JAROSLAV LOOS, Potravinoprojekt Praha

663.4.003
663.4.012.4

Velký zájem o zkrácení výroby piva si vynutil vypracovat mnoho nových technologických postupů. Obyčejně jde o úpravu některých úseků klasické technologie. Přesto mohou i tyto změny snížit výrobní náklady a částečně omezit lidskou práci podle stupně možnosti zavedení automatizace. Komplexní řešení této otázky přinášejí pouze kontinuální postupy.

U nás byl zaveden semikontinuální způsob, který zkracuje dobu kvašení a snižuje výrobní a investiční náklady. Jako každá polokontinuální nebo kontinuální metoda, vyžaduje pravidelnost výroby, a to může být ve srovnání s klasickým postupem do určité míry nevýhodné. Proto aplikovat semikontinuální kvašení i na piva, která se vaří dvakrát nebo třikrát v týdnu, by bylo nerozumné. Je však možné plně použít pro tato piva zkráceného kvašení jako u semikontinuálního způsobu, avšak bez dlouhodobého využití nasazených kvasnic. Vzhledem k tomu, že se postupně přechází na pětidenní pracovní týden, je nutné pozměnit nejen harmonogram práce ve výrobních odděleních, nýbrž i kapacitu zařízení. Bez těchto změn by bylo obtížné zajistit maximální výrobu v měsíci a bez zkráceného postupu přípravy piva by se nevyužilo dostatečně kapacity pivovaru. Tyto důvody byly podkladem k vypracování hrubého základního návrhu pivovaru s ročním výstavem 300 000 hl piva, ve kterém se využilo nových, ověřených technologických poznatků.

Kapacita zařízení

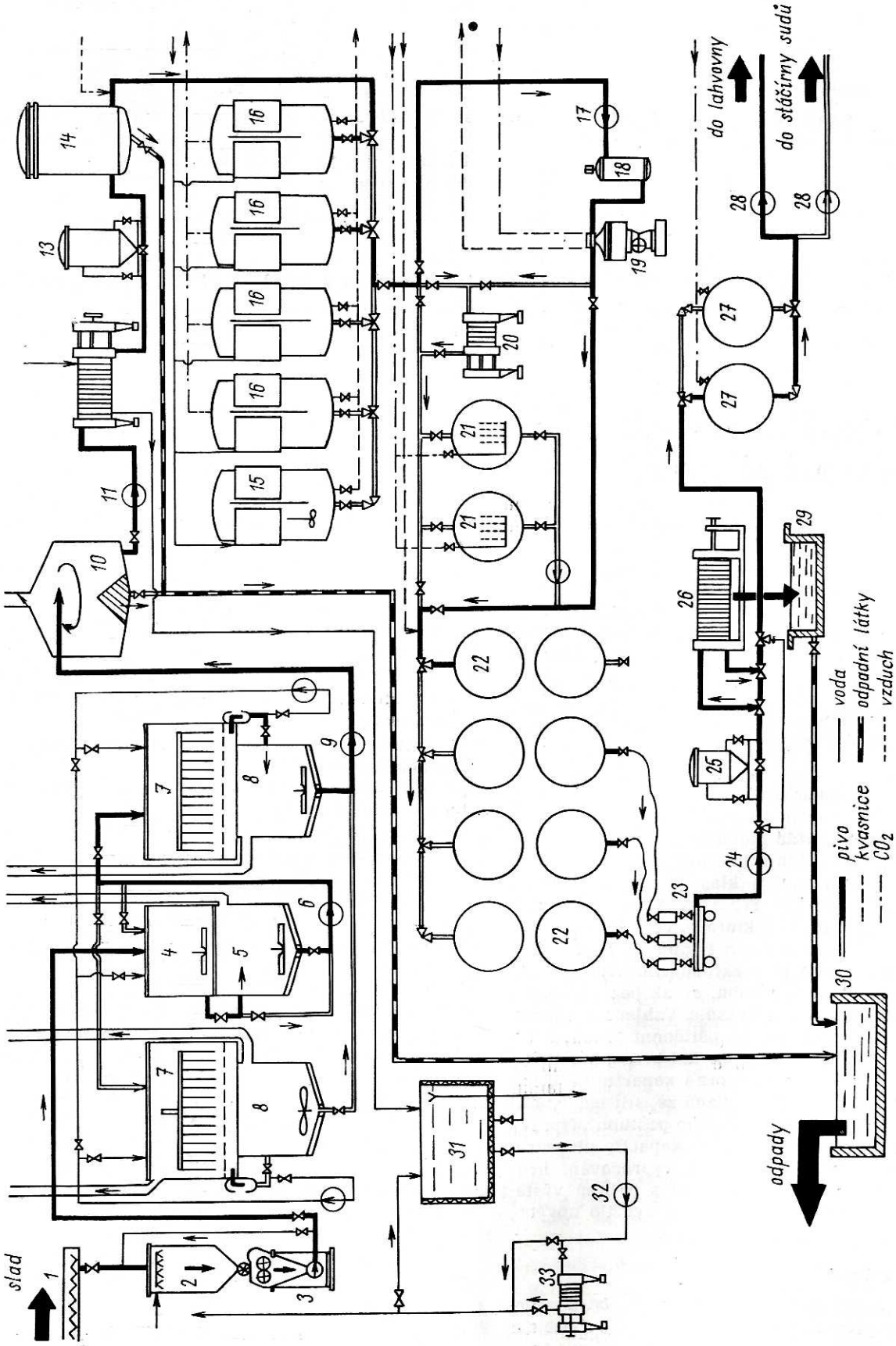
Schéma pivovaru, jak je uvedeno na *obr. 1* zahrnuje výrobu piva od šrotování až po stáčení. Objem várky je počítán pro 300 hl studené 10% mladiny. Tomuto množství odpovídají nádoby i v ostatních výrobních úsecích. Pro semikontinuální kvašení by neměla přestoupit výška vrstvy kapaliny v tancích určitou hranici, jestliže se má obsah dobře promíchat a zajistit určité podmínky sedimentace a dozrávání. Počet semikontinuálních linek ve spilce je určen maximálním počtem várek za den. Kapacita ležáckého sklepa je dána dobou ležení vyráběných druhů piv. Vzhledem ke zkrácení fáze dokvašování budou požadavky na obstavěný prostor menší. Doba dokvašování pro 7% a 10% piva se pohybuje v rozmezí 12 až 15 dnů, u 12% piva okolo 4 týdnů.

Při šesti várkách za den a při pětidenním pracovním týdnu by se uvařilo v maximálním měsíci asi 38 000 hl mladiny. Semikontinuálním způsobem by se zkvašovala 10% mladina a zbývajících tanků by se použilo pro 7% a 12% mladinu. Obsah ležáckého sklepa by se snížil asi o jednu třetinu.

Varna

Mladinu je možno vyrábět v libovolném varním zařízení. V poslední době se prosazuje uplatnění blokové varny, protože se v ní dosáhne lepšího využití tepelné energie. Pro tento případ lze aplikovat princip blokové varny 315 hl „Chepos“, v uspořádání 3×2 nádoby nad sebou jako varnu šestinádobovou pro 6 várek za 24 hodin. Zavedením šrotování za vlhka by se zkrátilo scezování a zvýšil by se varní výtěžek. U této varny se může využít patoků přímo jako vystírací vody pro další várku bez sběrné nádoby.

Při svařování upraveného rozemletého chmele (chmelový koncentrát), který má částečně odstraněná vřeténka a hrubé listence, nepoužívá se chmelového cízu. Rozemletý chmel podporuje lepší usazení hrubých kalů, zvláště při jejich separaci ve vířivé kádi. Průměrná vydatnost chmelového koncentrátu je 1 : 3,5. Při skladování nenastávají ne-



Obr. 1. Základní technologické schéma intenzifikované výroby piva

1 — dopravník na slad; 2 — zásobník pro navlhčení sladu; 3 — mačkadlo; 4 — vystírací káď; 5 — rmutová pánev; 6 — čerpadlo na rmuty; 7 — scezovací káď; 8 — mladinové pánve; 9 — čerpadlo na mladinu; 10 — vířivá káď; 11 — čerpadlo; 12 — deskový chladič; 13 — dávkovač křemeliny; 14 — křemelinový filtr; 15 — rozkvasný tank; 16 — kvasné tanky; 17 — čerpadlo; 18 — předfiltrační zařízení; 19 — odstředivka na mladé pivo; 20 — deskový chladič; 21 — promývací tanky na karbonizování piva; 22 — ležácké tanky; 23 — směšovací přístroj; 24 — čerpadlo; 25 — dávkovač křemeliny; 26 — křemelinový filtr; 27 — sběrné tanky na filtrované pivo; 28 — čerpadlo; 29 — odpadní jímka na křemelinu; 30 — sběrná jímka na odpadky; 31 — nádrž na horkou vodu; 32 — čerpadlo; 33 — deskový výměník tepla

příznivé změny hořkých látek vlivem oxidace a polymerace, protože lze koncentrát uchovávat v obalech pod inertním plynem. Zvýšené využití hořkých látek přináší ještě finanční úspory.

Chlazení mladiny

Pro semikontinuální kvašení je zvlášť důležité, aby chlazení probíhalo za aseptických podmínek. Tomuto požadavku vyhovuje takový způsob chlazení, při kterém se může udržovat před zchlazením v průběhu spílání stále teplota vyrážené mladiny. Jedním z řešení je aplikace vířivé kádě. Kromě vyloučení sekundární infekce odpadá zpracování kalové mladiny.

Po vyčerpání mladiny může se začít spílat za 30 min. Na zákvasnou teplotu se chladí mladina přímo v deskovém chladiči (tepelný spád 90 až 5 °C). Výkon chladiče by měl být okolo 200 hl/h, aby chlazení netrvalo déle než dvě hodiny. Zchlazená mladina se filtruje naplavovacím filtrem se sítovými vložkami. Potřebné množství vzduchu k provzdušnění mladiny se dávkuje za filtrem přímo do spílacího potrubí.

Po ukončení chlazení se dopraví kaly i křemelina do sběrné nádoby pro odpady. Používá se k tomu vhodně dimenzovaného skleněného potrubí. Vířivá káď a filtr se dobře vystříkají tlakovou vodou a umyjí se. Deskový chladič se připojí na cirkulační okruh pro horký louh a tímto roztokem se čistí po každém spílání. Výjimečně lze prodloužit intervaly mezi čištěním na 24 h.

Chladicí vody z první sekce deskového chladiče se dále využívá v provozu pivovaru. Teplota vody se pohybuje okolo 70 °C a podle potřeby se dohřívá v deskovém výměníku. Izolované akumulační nádrže na horkou vodu jsou součástí ekonomického využití vody a tepla.

Semikontinuální kvašení

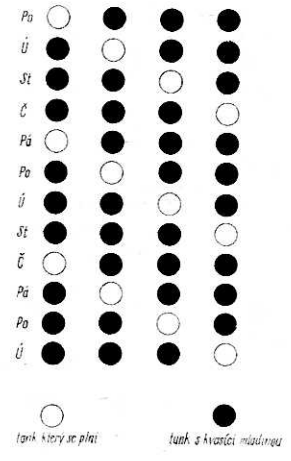
Tento způsob byl již několikrát popsán v odborné literatuře. V principu se kvasí mladina při teplotě 9 °C (maximum 10 až 11 °C) aktivními kvasnicemi, které jsou ve stadiu kroužků, až téměř k stupni prokvašení vystavovaného piva. Z celkového počtu tanků ve spilce tvoří 20 tanků čtyři linky pro 10% mladinu. Každá linka má jeden rozkvasný tank a čtyři kvasné tanky. Vzhledem k lepší operativnosti ve varně a ve spilce a k počtu várek za týden, nepočítá se u 7% a 12% mladiny se semikontinuálním kvašením. Pro tyto mladiny je určeno 7 tanků, které jsou stejné jako kvasné tanky v semikontinuálních linkách, aby se mohlo použít zkráceného postupu kvašení.

Nejdůležitější částí linky je rozkvasný tank, neboť se v něm udržují kvasnice po delší dobu (5 až 6 týdnů) ve stadiu logaritmické fáze růstové křivky. Koncentrace kvasnic v kroužcích musí být během této doby konstantní, aby se počáteční množství kvasnic při zakvašování v kvasných tancích neměnilo. Homogenní prostředí se udržuje vhodným míchadlem. Teplota kvasící mladiny se reguluje teplotou při spílání nebo chladicím duplikátorem.

Všechny kvasné tanky mají duplikátory s dostatečným chladícím účinkem. Při automatické regulaci teploty se nařídí průtok ledové vody tak, aby doba chlazení mezi maximální teplotou (např. 11 °C) a minimální (5 °C) odpovídala požadovanému stupni prokvašení. K dodržení stejnoměrného průběhu kvašení upravuje se průtok chladicí vody na čtyřdenní kvašení. Přetlak v kvasných tancích se udržuje v rozmezí 0,04 až 0,08 at. Dobu kvašení lze měnit podle způsobu přepouštění kroužků od 4 dnů do 6 dnů. Schéma plnění při pěti pracovních dnech v týdnu je uvedeno na *obr. 2.*

Pro zkrácení doby ležení lze použít několika postupů. Hlavním předpokladem je dostatečné prokvašení mladého piva. Z analytických výsledků vyplývá, že podstatná část těkavých látek (vyšší alkoholy, aromatické alkoholy, diacetyl) dosahuje maximálních hodnot na rozhraní logaritmické a stacionární fáze růstové křivky. V další části hlavního kvašení postupně klesá. Při dokvašování se již prakticky nemění koncentrace těchto látek. Z tohoto důvodu při zkráceném dokvašování má být jejich obsah v mladém pivě co nejnižší a proto se sudují piva poměrně hluboko prokvašená.

Nutnost odstraňovat kvasnice z mladých piv před sudováním byla prokázána na základě sledování aktivity buněk. Kvasnice, které přecházejí s mladým pivem do ležácké nádoby, nemohou zkvasit v krátké době zbytkovou maltózu, protože jejich aktivita za anaerobních podmínek k tomuto cukru je velmi nízká. Kroužkováním piv se dodají sice buňky s vysokou aktivitou, avšak jejich koncentrace, při běžném dávkování 5 %, je nedostatečná pro rychlé zkvašení. Při vyšších dávkách se zvyšuje obsah těkavých látek a v pivě zůstává nevyzrálá příchuť. Proto při zkrácených postupech dokvašování není vhodné piva kroužkovat. Koncentrace se upravuje čerstvými nebo sebranými vypranými kvasnicemi, které mají vyšší aktivitu, než kvasnice zůstávající v mladém pivě. Obdobná inhibice glukózou jako na začátku hlavního kvašení, nemůže nastat, protože její obsah je pod limitní hodnotou. Přídavek kvasnic zajišťuje pouze nasycení piva kysličníkem uhličitým, který se vyvine prokvašením zbývajícího extraktu. Nejčastěji se používá k odstranění kvasnic odstředivek. V případě, že lze využít kysličníku uhličitého uvolněného při hlavním kvašení ke karbonizaci, není nutné přidávat kvasnice, neboť promýváním kysličníkem uhličitým se dosáhne stejné-



Obr. 2. Schéma plnění kvasných tanků při odběru kroužků pětkrát týdně

ho stupně nasycení. Při semikontinuálním kvašení se může použít některého z uvedených způsobů a záleží pouze na ekonomickém zvýhodnění podle místních podmínek.

Po stažení mladého piva se vystříkne zbytek usazených kvasnic vystřikovací otočnou hlavou, která je umístěna ve středu horního dna. Tank se opět plní bez dalšího otvírání. Mechanické čištění se provádí přibližně za 5 týdnů. Část sebraných kvasnis se po vyprání uchovává a používá se k zakvašení 7% a 12% mladiny, popř. pro úpravu koncentrace buněk při dokvašování. Kvasnice ze semikontinuálního kvašení představují vždy první generaci, která prošla jednou provozními podmínkami. Zbývající část kvasnic a kvasnice z 7% a 12% mladého piva se shromažďují v zásobníku a dopravují se do sušárny. Pracovníci v sušárně mohou být současně pověřeni i dohledem na sběr ostatních pivovarských odpadů.

Kysličník uhličitý se odvádí k čištění a zkapalňování pouze z kvasných tanků. Dostatečné koncentrace pro čištění se dosáhne okolo 30 h po doplnění kvasného tanku čerstvou mladinou. U tanků pro 7% a 12% mladinu se začíná jímat asi ve 42. hodině po zakvašení. Kysličníku uhličitého lze používat k přetlačování piva místo vzduchu, k zajištění inertního prostředí v rozplněných ležáckých a roztočených sběrných tancích, popř. ke karbonizaci při dokvašování.

Dokvašování

Kapacitu sklepa určuje výroba v maximálním měsíci a doba ležení. Při zkráceném dokvašování je potřebný obsah sklepa 23 000 hl. V této kapacitě jsou zahrnuty i sběrné tanky pro filtrované pivo. Manipulaci v ležáckém sklepě je nutno přizpůsobit novým požadavkům. Pivo se má stáčet asi 2 dny před výstavem v centrální filtrační stanici a přetlačit do sběrných tanků, předplněných kysličníkem uhličitým. Ze sběrných tanků by se pivo čerpalo do stáčecích kolon nezávisle na filtraci. Odpadá výroba nákladných tlakových nádob na přetlak 4 at protože ležáckých tanků lze použít k tomuto účelu.

Protláčkové a stažkové pivo by se shromažďovalo ve dvou přiměřeně velkých tancích. Po průtokové pasteraci by se vracelo do rozplněných ležáckých tanků. K zajištění biologické trvanlivosti průměrně 16 dní (bez pasterace) je bezpodmínečně nutné, udržovat technickou sterilitu ve všech nádobách a potrubích, s nimiž pivo přijde do styku v konečné fázi výroby (filtry, stáčecí kolony). Počítá se s použitím tlakových mechanických vystřikovačů k mytí tanků a u sběrných tanků ještě s dezinfekcí takovým prostředkem, který by nevyžadoval dodatečné vyplachování vodou (3% H_2O_2). Ostatní zařízení se musí sterilovat horkou vodou v pravidelných intervalech, minimálně jednou za den.

Sběr a využití odpadů

K odpadům se nesmějí počítat kvasnice a sladové mláto, protože představují plnohodnotné vedlejší produkty. Všechny ostatní odpady, jako chmelové mláto, hořké kaly, křemelina z filtrace mladiny a piva, mají se okamžitě a bez zatížení kanalizace odstranit z provozu. Nejvýhodnější jejich použití a zpracování je ve formě průmyslových kompostů, neboť obohacují půdu také humusem.

Jmenované odpady se shromažďují v samostatné odpadní jímce s přepadem pro přebytečnou vodu. Vhodným mechanickým prostředkem a transportním zařízením se kaly z jímky dopravují na místo, kde je založen kompost. Tímto uspořádáním se podstatně zvýší čistota odpadních vod, protože se odstraní převážná část mechanických nečistot a organických látek.

Ekonomická úvaha

Navržené technologické změny, progresívní prvky strojního zařízení, dokonalé využití energie a vhodné zpracování odpadních produktů, přinášejí podstatné hospodářské efekty, a to v investičních i provozních nákladech. Není účelem této úvahy podat přesný výpočet ceny 1 hl piva a proto jsou uvedeny pouze rámcově předpokládané úspory nebo zisky.

Využitím chladicí vody z deskového chladiče k další recirkulaci v provozu a úsporou mycích vod ve spilce a ležáckém sklepě klesne spotřeba vody zhruba o 3 až 4 hl/hl. Při dnešních cenách kvalitní vody 3,70 Kčs/m^3 a odpadní vody 2,35 Kčs za m^3, činí tato úspora pro uvažovaný pivovar asi 2,40 Kčs/hl piva.

Při prodeji jímaného kysličníku uhličitého ze semispilky se může získat asi 1,20 Kčs/hl piva.

KONKURS

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha 2, Lípová 15, vypisuje konkurs na obsazení těchto míst:

2 inženýry muže,

absolventy Vysoké školy chemicko-technologické, specializace kvasná chemie a technologie s praxí v pivovarském a sladařském oboru, pro zkušební provoz prototypového kontinuálního zařízení a pro výzkum.

1 strojního inženýra,

absolventa strojní fakulty s alespoň tříletou praxí v potravinářském průmyslu, pro řešení strojně technologických úkolů. Platové zařazení T 9—10.

2 absolventy průmyslové školy potravinářské technologie,

specializace pivovarství a sladařství, s praxí v pivovarech nebo sladovnách, pro práci na prototypovém kontinuálním zařízení a na výzkumných úkolech.

Byty pro uchazeče nejsou k dispozici. Písemné nabídky na adresu ústavu.

Pro výpočet se uvažovala nová cena kysličníku uhličitého (1700 Kčs) za předpokladu 50 % nákladů na jeho jímání, čištění a zkapalnění.

Podstatné úspory vznikají u investičních nákladů navrženého zařízení proti zařízení při aplikaci klasické technologie. Zmenšení obestavěného prostoru u blokových varních soustav je dnes již všeobecně známé. Rozhodující položku však tvoří stavební náklady spilky a sklepů. Plnicí obsah spilky se snižuje o 30 %, u sklepů o 35 %. Tyto položky vyniknou lépe, promítnou-li se do ceny celého pivovaru. U klasického provedení činí náklady na spilku a sklepy zhruba kolem 40 % z celkové ceny všech hlavních výrobních objektů. Aplikací navrženého zařízení se zmenší celkové investiční náklady hlavních výrobních objektů asi o 20 % úhrnné ceny. Zmenšení prostorů spilky a sklepů přináší ještě další úspory, z nichž lze uvést snížení počtu pracovních sil, spotřeby chladu a redukovaný výkon instalovaných kompresorů.

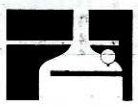
Celkový přínos navrhovaného řešení by zasloužil zpracovat úplnou projektovou studii a ekonomicky ji zhodnotit.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПИВОВАРЕНИЯ НА КОНЦЕПЦИЮ ПИВОВАРЕННЫХ ЗАВОДОВ

Сокращение производственных циклов в пивоварении и переход на пятидневную рабочую неделю вызывают необходимость пересмотра существующих в настоящее время концепций пивоваренных заводов. В статье описывается в основных чертах проект нового пивоваренного завода, расчитанного на производство 300 000 гл в год. В технологической оснатке завода предусматриваются установки и устройства, обеспечивающие возможность увеличить продукцию в периоды сезонных пиков, не прибегая ни к шестидневной рабочей неделе ни к повышению численности персонала завода. Экономический анализ проекта показывает снижение капитальных вложений и производственных расходов.

EINFLUSS DER INTENSIFIKATION DER BIERERZEUGUNG AUF DIE KONZEPTION DER BRAUEREIEN

Die Verkürzung des technologischen Prozesses sowie auch die Arbeitszeitverkürzung benötigen eine Änderung der bisherigen Konzeption der Brauereien. Es wurde ein prinzipieller Entwurf einer Brauerei für 300 000 hl Jahresausstoss ausgearbeitet. In dem Entwurf wurden neue technologische Erkenntnisse und Erfahrungen appliziert mit dem Ziel, die Produktion auch in den Spitzenmonaten bei 5 Arbeitstagen pro Woche zu sichern. Eine approximative ökonomische Auswertung zeigt die Ersparungen der Betriebs- und Investitionskosten.

INTENSIFICATION OF BREWING PROCESSES DETERMINES THE CONCEPTION OF BREWERIES

Shorter brewing cycles and five-day working week require necessarily new conception and lay-out of breweries. The article deals with the project of a new brewery with the annual capacity of 300 000 hl. The technological equipment of the brewery incorporates several new ideas permitting to step up the production in seasonal peaks without extending normal working hours and without introducing a six-day working week. Economical analysis of the project confirms that it offers substantial savings both of capital investments and production costs.