

Semikontinuální kvašení - stručný přehled výsledků z poloprovozních zkoušek

JIRÍ MAŠTOVSKÝ, MIROSLAV KAHLE, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský v Praze

577.15:663.4

Úvod

Všeobecně se mohou kultivační způsoby rozdělit na jednorázové (stacionární), semikontinuální (poloplynulé) a kontinuální (plynulé). U semikontinuálních procesů, které obvykle probíhají v několika nádobách vzájemně propojených, působí příznivě na fyziologický stav mikroorganismů periodické připouštění substrátu. V podstatě však polokontinuální kvašení odpovídá jednorázové kultivaci, avšak z hlediska výrobního umožňuje lépe využít kvasného prostoru a částečně snížit pracnost v kvasírně.

Teoretické podklady, kterých kontinuální metody nutně vyžadují, obšírně rozpracoval *Monod* (1959). Řada dalších pracovníků *Novick* a *Szilará* (1950), *Málek* (1952), *Maxon* (1955), *Spincer* (1955), *Herbert a spol.* (1956), *Katsume* (1956), se zabývala ověřením platnosti Monodovy teorie i jejím praktickým využitím pro kvasný průmysl.

Nejjednodušším zařízením pro kontinuální kvašení je průtokový fermentátor, ve kterém se udržuje homogenní prostředí dokonalým mícháním. Plynulý přítok čerstvého substrátu je seřízen s odběrem prokvašeného substrátu tak, aby obsah v nádobě byl konstantní. Podstatným znakem kontinuálních metod je vytvořit za určitých podmínek stálý stav, který se nemění s časem. Za tohoto stavu je koncentrace v celém kvasném prostoru stejná, specifická růstová rychlost se rovná zředovací rychlosti a také ostatní důležité faktory, které se nevyhnutelně mění při jednorázové kultivaci, zůstávají stálé.

Vyřešit kontinuální kvašení v pivovárství tak, aby zůstala zachována dobrá jakost piva, je obtížné a naráží na určité těžkosti. V první řadě jsou to vyloučené pokrývky a hořké kaly, které nelze odstraňovat během kultivace, jako u jednorázového způsobu, takže zůstávají po dlouhou dobu v kvasném prostoru a působí nepříznivě na akti-

vitu kvasnic. V druhé řadě požadovaný stupeň vyčištění mladého piva je v protikladu s faktorem vyplavení kvasinek a s udržením homogenního prostředí ve fermentátoru. Poslední důležitý bod je nebezpečí infekce. Podmínky, za kterých probíhá kvašení při kontinuálních metodách, jsou příznivé pro pomnožení mikroorganismů pro pivo škodlivých, zvláště pedikoků a mléčných tyčinkových bakterií. Naopak, výhody, které by kontinuální kvašení přineslo za předpokladu, že i ostatní výrobní úseky budou prováděny kontinuálně, jsou všeobecně známy.

Řada návrhů na řešení kontinuálního kvašení byla patentována, avšak většina z nich nejsou čistě průtokovými metodami. Na práce *Delbrückovy* navázal *Hayduck* (1923) a část svých poznatků přihlásil k patentu. Průtokový způsob, který jen v první části kvašení připomíná stálý stav kontinuálních systémů, popisuje ve svém patentu *Alzola* (1941, 1945). O několik let později modifikoval svůj původní postup. Také v SSSR byly vypracovány kontinuální postupy pro kvašení mladiny (*Malčenko* 1945, *Markon* 1939). V poslední době byly v Kanadě patentovány návrhy *Geigera* a *Comptona* (1957) a v Austrálii návrh *Couttsův* (1958).

Couttsův způsob byl zaveden hlavně v některých pivovarech na Novém Zélandě a podle zpráv z literatury zkvašuje se tam kontinuálně až 90 % vystavovaného piva. V patentu je popsáno použití jednoho nebo několika tanků zapojených do série. Rychlost průtoku je dána požadovaným stupněm prokvašení a může se měnit v rozmezí 1/10 až 1/60 obsahu tanku pro hodinu. Teplota se udržuje podle vyráběného piva od 4 do 25 °C. Zákvasná dávka je značně vyšší než u normálního kvašení. Kvasnice z mladého piva se odstraňují na odstředivce a odstředěné pivo se potom důkladně promývá kysličníkem uhličitým. Vyšší teplotou a intenzitou míchání se může zvýšit i produkce kvasnic.

K čistě kontinuálním procesům lze zařadit i způsob podle Hougha a Rudina (1958). Na laboratorním zařízení určili angličtí pracovníci nejvhodnější podmínky pro kontinuální svrchní kvašení při zachování stejného složení i jakosti piva. Zvýšením teploty na 30 °C zkrátily podstatně kvašení bez jakékoliv změny v chuti piva. Dávkování kvasnic v poměru 1 g/l se ukázalo dostačujícím v širokém rozmezí pro různě stupňovité mladiny. Účinnost systému byla největší při použití dvou až tří stejně velkých nádob.

Wellhoener (1954) řešil kontinuální způsob pro hlavní kvašení, dokvašování i zrání piva. Použil k tomu zařízení, které mělo šest tanků různé velikosti (40, 30, 20 hl a tři tanky po 15 hl) s denním průtokem 5 hl mladiny. První tři tanky určené pro hlavní kvašení byly temperovány na teplotu 10 °C jako ve spilce. Zbývající tanky byly postaveny v místnosti s teplotou kolem 0 °C. Ve dvou z těchto tanků probíhalo dokvašování, třetího se použilo jako vyrovnávacího tanku. Vyloučené pokrývky a sedimentující kvasnice při hlavním kvašení se zachycovaly na šikmých plechách, které byly připevněny uvnitř druhého a třetího tanku. Podle autora je doba zrání značně kratší a pivo má stejnoměrnou jakost a vyšší koloidní stabilitu.

Pokusná část

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Pokusným a vývojovým střediskem pivovaru Braník řešil v minulých letech kontinuální kvašení mladiny. Po přezkoušení několika způsobů semikontinuálního a kontinuálního kvašení v malém měřítku byly provedeny čtvrtprovozní pokusy, na jejichž podkladě bylo rozhodnuto o dalším postupu při poloprovodních pokusech, protože zavedení čistě kontinuální metody by vyžadovalo současné řešení nepřetržité výroby mladiny a hlubší zásah do organizace pivovaru, zejména pokud jde o vyráběné druhy pív. Proto jsme se rozhodli vypracovat prozatím polokontinuální způsob, který lze velmi snadno přizpůsobit dosavadnímu technologickému postupu a kapacitě varny. V roce 1959 byly ukončeny zkoušky v poloprovodním měřítku a získané výsledky budou ověřeny v roce 1960 na provozní lince o roční kapacitě 25 000 hl.

Poloprovodní linka pro semikontinuální kvašení má vzduchotěsně uzavřenou chladicí kád na mírný přetlak, filtr na filtraci zchlazené mladiny a pět kvasných tanků. Kvasné hliníkové tanky jsou navzájem propojeny spodem a ve střední části skle-

něným potrubím. Obsah každého tanku je 7 hl a výška hladiny se kontroluje přepadovým kohoutem. V každém tanku jsou přívody pro větrací a tlakový vzduch, odvody pro kyslíčník uhlíčitý a v nejnižším místě dna je kohout pro odběr kvasnic. Mírný protitlak 0,05 at se udržuje příslušným vodním sloupcem.

Ke kvašení se používala vždy 10% ní provozní mladina a podle možnosti odběru bylo přepouštění kroužků nařízeno na 48hodinový interval. První tank, ve kterém se mladina při zahájení cyklu zakvasila, používal se stále jako tank rozkvasný. Jakmile se dostalo kvašení do stadia kroužků, přepustila se polovina obsahu prvního tanku do tanku druhého, po vyrovnání hladin se oba tanky doplnily čerstvou mladinou. V druhém tanku se nechala mladina normálně dokvasit a z rozkvasného tanku se opět po 48 hodinách přepustily kroužky do tanku třetího a potom stejným způsobem do čtvrtého a pátého tanku. Před plněním posledního (pátého) tanku dokvasila již mladina v druhém tanku (prvně plněný), takže mladé pivo mohlo být sesudováno. Po sesudování se z prázdného tanku vypustily za přetlaku kvasnice a bez čištění a otevření se tank znovu použil pro další kvašení. Tanky byly vyčištěny až po ukončení celého cyklu.

Srovnávací stacionární kvašení z mladiny odpovídající příslušné generaci sloužilo jako standard pro hodnocení fyziologického stavu kvasnic v průběhu kvašení, chemického složení mladých pív a jakosti hotových pív. V první skupině pokusů se zakvasovala mladina nefiltrovaná, ve druhé skupině mladina filtrovaná.

Výsledky a diskuse

1. Zkoušky s nefiltrovanou mladinou

Při pokusech s polokontinuální metodou v malých nádobách probíhalo kvašení normálně i při 40denním trvání cyklu. Přejít na poloprovodní měřítko se však projevil nepříznivě, a to v nízkém prokvašení a v jakosti hotových pív (tab. 1). Při zahájení cyklu pohybovalo se zdánlivé prokvašení u mladých pív okolo 56 %, se stoupajícím počtem generací zdánlivé prokvašení klesalo a při ukončení cyklu po 11. generaci nedosáhlo ani 40 %. Tento vážný nedostatek mohl být způsoben buď degenerací kvasinek, nebo snížením jejich aktivity adsorpcí jemných kalů buněčnou blanou, nebo konečně nedostatečným množstvím kvasnic v pře-

Tabulka 1

Zkoušky s nefiltrovanou mladinou — Výsledky rozborů mladiny a mladých pív

	Mladiny			Mladá piva					
				Kvašení					
	generace			semikontinuální			stacionární		
	2.	4.	8.	2.	4.	8.	II.	VIII.	
Celkový dusík mg/100 g	68,4	67,9	68,7	54,7	52,2	58,1	52,3	50,1	
Frakce A — % N ₂	18,3	17,9	19,0	20,4	21,5	23,7	22,3	23,0	
Frakce B — % N ₂	9,7	8,5	9,9	12,3	12,0	10,8	9,9	8,8	
Frakce C — % N ₂	72,0	74,6	71,1	67,3	66,5	63,5	67,8	68,2	
Hořké látky mg/1000 g	120,4	118,7	129,4	93,2	90,4	104,4	97,4	98,9	
Trisloviny mg/1000 g	201,0	193,7	205,4	169,0	168,3	186,7	184,3	182,1	
Glycerin mg/100 g	—	—	—	173,1	168,2	196,2	162,8	159,2	
Zákal čerpané mladiny % abs.	42,8	47,2	45,3	—	—	—	—	—	
Zdánlivé prokvašení %	—	—	—	50,4	56,5	46,8	63,5	64,6	

pouštěných kroužcích. Z výsledků je však patrné, že tyto faktory navzájem souvisí.

Vyčerpání kvasnic (*tab. 2*) se projevilo ztrátou schopnosti zkvašovat maltosu za anaerobních podmínek (*tab. 3*). Průměrná hodnota $Q_{CO_2}^N$ při počátečních generacích byla 250, při skončení cyklu klesla na pouhých 98. Thorne (1954) zjistil určitou závislost mezi obsahem dusíku v kvasnicích a kvasící rychlostí, vyjádřenou množstvím vyvinutého kyslíčnicku uhlíčitého za hodinu na 1 g kvasnic. Při našich pokusech nebyla přímo sledována tato závislost, přesto lze z hodnot RQ a obsahu dusíku v kvasnicích usuzovat na podstatné snížení rychlosti prokvašení. Všechny tyto faktory ukazují na zhoršení fyziologického stavu kvasnic a jsou v tomto případě v rozporu s hypotézami, že periodické připouštění čerstvého substrátu zabraňuje rychlému stárnutí kvasnic.

Tabulka 2

Zkoušky s nefiltrovanou mladinou —
Charakteristika násadních kvasnic

Dávka na 1 hl mladiny	600 g (suš. 11,9 %)
Mrtvé buňky	3,3 %
Zkouška na glykogen (počet obarvených buněk)	20—25 %
Sušina kvasnic v zakvašené mladině mg/100 ml	68,7
Dusík v kvasnicích g/100 g	1,41
RQ	9,7
$Q_{CO_2}^N$	198,5

*) Hodnoty $Q_{CO_2}^N$ představují mm³ vyvinutého CO₂ za 1 hodinu v atmosféře dusíku takovým množstvím kvasnic, které mají 1 mg sušiny.

Adsorpci jemných kalů na buněčnou blánu se snižuje aktivní povrch kvasinek a proto by měly vznikat buňky protáhlého tvaru s větším povrchem. Avšak morfologické změny byly pozorovány pouze ve struktuře plasmu, které ukazují na nedostatek snadno asimilovatelných látek, především dusíku. Tento nedostatek lze vysvětlit zalpením buněčné blány kaly, čímž je ztíženo přijímání živin.

Doba potřebná k tomu, aby kvasící mladina přišla do stadia kroužků, byla 48 hodin. Za tuto dobu se obsah kvasnic zdvojnásobil a ve 100 ml přepouštěných kroužků bylo nalezeno 140 mg sušiny kvasnic (*tab. 3*). S délkou trvání cyklu množství kvasnic v přepouštěných kroužcích neustále klesalo, takže do kvasných tanků přecházelo daleko méně kvasnic, než se normálně používá pro stacionární kvašení. Pokusy bylo zjištěno, že ob-

Tabulka 3

Zkoušky s nefiltrovanou mladinou —
Charakteristika kroužků a sebraných kvasnic

	generace			
	3.	5.	8.	11.
Kroužky				
Sušina kvasnic v přepouštěných kroužcích mg/100 ml	141,1	123,2	128,4	97,4
Dusík v kvasnicích g/100 g	1,58	1,22	1,19	1,17
RQ	13,2	18,8	10,5	9,8
$Q_{CO_2}^N$	245,2	208,0	130,7	98,5
Sebrané kvasnice				
Množství sebraných kvasnic g/hl	679	613	575	446
Sušina sebraných kvasnic %	17,1	17,3	18,5	17,9
Výtěžnost g sušiny/hl	44,5	44,6	42,3	35,2
RQ	12,5	11,8	9,3	8,7
$Q_{CO_2}^N$	169,2	173,3	123,6	103,5

Tabulka 4

Zkoušky s nefiltrovanou mladinou —
Výsledky rozborů hotových pív

	Hotová piva				
	Kvašení				
	semikontinuální			stacionární	
	generace			generace	
	2.	4.	8.	II.	VIII.
Celkový dusík mg/100 g	50,5	51,2	56,5	51,4	49,8
Frakce A % N ₂	21,3	21,9	26,2	24,3	24,8
Frakce B % N ₂	16,0	14,4	14,5	10,5	9,3
Frakce C % N ₂	62,7	63,7	59,3	65,2	65,9
Hořké látky mg/1000 g	87,7	86,1	98,2	85,4	83,8
Trísloviny mg/1000 g	163,2	160,8	178,6	152,0	151,6
Zdánlivý extrakt %	3,41	3,00	3,72	2,34	2,29
Skutečný extrakt %	4,52	4,19	4,81	3,65	3,64
Alkohol %	2,43	2,58	2,34	2,86	2,93
Původní mladina %	9,30	9,27	9,38	9,28	9,40
Zdánlivé prokvašení %	63,4	67,6	60,3	74,7	75,7
Skutečné prokvašení %	51,4	54,8	48,8	60,6	61,3
Barva ml 0,1 N J ₂	0,45 až 0,50	0,50 až 0,55	0,65 až 0,70	0,50 až 0,55	0,50 až 0,55

sah sušiny kvasnic v přepouštěných kroužcích nesmí klesnout pod 150 mg/100 ml, jestliže má být vyloučen nepříznivý vliv nedostatečného množství kvasnic. K udržení tohoto minimálního množství je nutno zvýšit zákvasnou dávku na dvojnásobek.

Při chemických rozbořech byl nalezen u mladých pív z polokontinuálního kvašení vyšší obsah dusíku a hořkých látek (*tab. 4*). U tríslovin byly zjištěny na začátku cyklu hodnoty nižší než u srovnávacích vzorků, avšak ke konci cyklu se jejich obsah vyrovnal s hodnotami z normálního kvašení. Naopak u hotových pív vyrobených polokontinuálním způsobem bylo množství tríslovin vyšší.

Tabulka 5

Zkoušky s nefiltrovanou mladinou —
Výsledky degustační zkoušky

	Počet získaných bodů							
	generace							
	2.	II.	5.	V.	8.	VIII.	11.	XI.
Chut a vůně max. 25 bodů	22,4	22,1	23,2	22,7	20,8	22,7	20,3	21,9
Hořkost max. 15 bodů	14,3	13,9	14,1	13,5	12,7	13,4	12,1	13,4
Dojem po napití max. 10 bodů	9,1	9,0	9,3	8,9	7,9	8,9	7,8	8,7
Celkem bodů max. 50 bodů	46,1	45,0	46,6	45,1	41,4	45,0	40,2	44,0

Přesto, že z výsledku nebylo možné jednoznačně usuzovat na příčinu nedostatečného prokvašení, byl nepříznivý vliv vyloučených kalů a pokrývek považován za prvořadý. K tomuto předpokladu jsme byli vedeni silným mechanickým znečištěním sebraných kvasnic z rozkvasného tanku. Kvasné zkoušky s mladinou filtrovanou a nefiltrovanou v 30litrových skleněných nádobách jasně ukázaly rozdíly v mechanické čistotě. Přistoupilo se proto k zakvašování mladiny filtrované při zákvasné teplotě, aby se odstranily jemné kaly.

2. Zkoušky s filtrovanou mladinou

Úbytek tríslovin a hořkých látek, který byl zjištěn již v mladínách po filtraci, zůstal prakticky stejný i u mladých pív (*tab. 6*). Zkrácení doby kvašení o 10—20 %, jak uvádí Juillerat (1959) ve

Tabulka 6

Zkoušky s filtrovanou mladinou — Výsledky rozborů mladiny a mladých piv

	Mladina						Mladá piva			Mladá piva					
	filtrované			nefiltrované			kvašení semikontinuální			kvašení stacionární					
										mladiny					
	generace			generace			generace			filtrované			nefiltrované		
										generace			generace		
	3.	9.	15.	II.	IX.	XV.	3.	9.	15.	III.	IX.	XV.	III.	IX.	XV.
Celkový dusík mg/100 g	73,6	69,8	76,5	74,4	70,7	76,9	59,6	56,3	60,4	54,4	52,4	56,3	53,5	51,0	57,4
Frakce A — % N ₂	18,8	16,5	20,6	19,3	17,0	20,9	22,7	22,4	24,5	25,1	24,6	25,5	24,2	23,7	23,8
Frakce B — % N ₂	6,4	5,1	8,5	6,8	6,1	8,7	11,3	10,2	10,8	9,2	7,2	8,8	8,5	6,9	9,8
Frakce C — % N ₂	74,8	78,4	70,9	73,9	76,9	70,4	66,0	67,4	64,7	65,7	68,2	66,7	67,3	69,4	66,4
Hořké látky mg/1000 g	112,0	107,4	104,7	122,2	117,1	126,3	87,4	91,0	86,3	86,7	83,3	80,1	92,7	94,0	91,3
Třísloviny mg/1000 g	185,6	179,1	173,2	202,4	207,1	219,7	153,7	159,3	150,3	154,1	155,1	150,2	178,8	177,6	179,5
Glycerin mg/100 g	—	—	—	—	—	—	182,5	174,9	170,1	167,2	164,3	150,0	172,3	160,2	153,4
Zákal čerpané mladiny % abs.	3,5	1,6	1,5	51,5	49,3	54,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zdánlivé pro- kvašení %	—	—	—	—	—	—	62,2	58,5	64,8	68,0	65,6	66,4	69,9	67,0	67,7

své práci, nebylo pozorováno, naopak nefiltrované mladiny prokvašovaly rychleji. Při semikontinuálním kvašení se projevil vliv filtrace příznivě jak ve stupni prokvašení, tak i v chemickém složení piv. Zdánlivé prokvašení mladých piv z nefiltrovaných mladín nedosáhlo u 7. generace ani 50 %, naproti tomu u filtrovaných mladín ze 7. generace bylo 67 %. Při použití normální zákvasné

případech z hlediska koloidní trvanlivosti bylo zastoupení jednotlivých bílkovinných frakcí výhodnější (tab. 9).

Zkvašování cukrů při semikontinuálním i normálním způsobu bylo sledováno chromatograficky. V mladínách byly zjištěny tyto důležité cukry: fruktosa, glukosa, sacharosa, maltosa, isomaltosa, maltotriosa a maltotetraosa. Mezi sacharosou a maltosou byl nalezen ještě jeden neznámý cukr, o kterém se také zmiňuje ve své práci Stöckli (1956 b) a Gjertsen (1953). V průběhu kvašení postupně prokvasila nejdříve sacharosa, potom glukosa a nakonec fruktosa, maltosa prokvasila pouze ze tří čtvrtin. U hotových piv byly nalezeny stopy glukosy, fruktosy, xylosy a arabinosy. Změny u vyšších oligosacharidů nenastaly. Vcelku je možno považovat zkvašování nejdůležitějších cukrů při normálním i polokontinuálním způsobu za totožné.

Tabulka 7
Zkoušky s filtrovanou mladinou —
Charakteristika násadních kvasnic

Dávka na 1 hl mladiny	1050 g (suš. 13,7 %)
Mrtvé buňky	2,3 %
Zkouška na glykogen (počet obarvených buněk)	5—10 %
Sušina kvasnic v zakvašené mladince mg/100 ml	143,7
Dusík v kvasnicích g/100 ml	1,33
RQ	13,5
$Q_{CO_2}^N$	145,0

dávky kvasnic pokleslo prokvašení po 15. generaci na 55 %, při dvojnásobné dávce se pohybovalo v průměru okolo 60 %. Po chemické stránce vyrovnalo se složení pokusných piv z polokontinuálního kvašení srovnávacím vzorkům a v některých

Tabulka 8
Zkoušky s filtrovanou mladinou —
Charakteristika kroužků a sebraných kvasnic

	generace		
	6.	11.	15.
Kroužky			
Sušina kvasnic v přepočetných kroužkách mg/100 ml	243,2	249,1	239,3
Dusík v kvasnicích g/100 g	1,72	1,67	1,63
RQ	14,2	20,8	17,2
$Q_{CO_2}^N$	252,3	259,1	217,8
Sebrané kvasnice			
Množství sebraných kvasnic g/hl	1450	1300	1340
Sušina sebraných kvasnic %	15,4	17,0	16,7
Výtěžnost g sušiny/hl	106,4	96,5	105,4
RQ	9,9	10,4	11,8
$Q_{CO_2}^N$	148,3	160,0	145,7

Tabulka 9
Zkoušky s filtrovanou mladinou —
Výsledky rozborů hotových piv

	Hotová piva					
	Kvašení					
	semikontinuální			stacionární		
	generace			generace		
	3.	9.	15.	III.	IX.	XV.
Celkový dusík mg/100 g	54,0	53,2	56,4	51,7	50,3	52,0
Frakce A — % N ₂	20,9	21,6	22,1	24,5	25,4	22,8
Frakce B — % N ₂	17,4	16,9	16,0	12,8	11,9	14,1
Frakce C — % N ₂	61,7	61,5	61,9	62,7	62,7	63,1
Hořké látky mg/1000 g	80,3	77,0	70,2	80,3	79,8	81,3
Třísloviny mg/1000 g	152,3	151,1	144,2	151,7	153,1	154,2
Zdánlivý extrakt %	2,37	2,85	2,29	2,10	2,31	2,19
Skutečný extrakt %	3,69	4,06	3,60	3,47	3,61	3,54
Alkohol %	2,88	2,64	2,78	2,99	2,86	2,90
Původní mladina %	9,35	9,26	9,24	9,36	9,24	9,24
Zdánlivé prokvašení %	74,7	69,2	75,2	77,5	75,1	76,4
Skutečné prokvašení %	60,5	56,1	61,0	62,9	60,9	61,7
Barva ml 0,1 N J ₂	0,45 až 0,05	0,50 až 0,55	0,50 až 0,55	0,50 až 0,55	0,55 až 0,60	0,55 až 0,60

Tabulka 10
Zkoušky s filtrovanou mladinou —
Výsledky degustační zkoušky

	Počet získaných bodů					
	generace					
	3.	III.	9.	IX.	15.	XV.
Chut a vůně max. 25 bodů	23,1	22,6	22,4	22,7	22,9	22,1
Hořkost max. 15 bodů	13,6	13,4	14,3	13,3	13,2	13,4
Dojem po napití max. 10 bodů	8,9	8,4	9,1	8,7	8,9	8,4
Celkem bodů max. 50 bodů	45,6	44,4	45,8	44,7	45,0	43,9

Charakteristika násadních kvasnic pro semikontinuální kvašení je uvedena v tab. 7. Hodnoty Q_{NCO} byly po celý cyklus vyšší než 200, z čehož lze tedy usuzovat na dobrý fyziologický stav kvasnic. Také RQ a obsah dusíku v kvasnicích jsou příznivější (tab. 8), než hodnoty získané při použití nefiltrovaných mladin. Množství sušiny kvasnic v přepouštěných kroužcích se prakticky neměnilo a jejich neustálý nadbytek způsobil v některých případech značné prokvašení mladých pív, zvláště trvalo-li hlavní kvašení déle než 7 dní. Lze tedy dávkováním kvasnic ovlivnit stupeň prokvašení i jeho dobu. Změny ve struktuře plasmy a tvaru buněk nenastaly ani po čtyřicetidenním cyklu. Výťažnost kvasnic při dvojnásobné zakvašovací dávce se podstatně zvýšila, přesto zůstala asi o 20 % nižší než u srovnávacího kvašení.

Infekce, která se vyskytovala při pokusech na poloprovozní lince, byla způsobena většinou násadními kvasnicemi, neboť se používalo technicky čistých kvasnic přímo z provozu. Při zakvašování čistou kulturou se infekce snížila a její přítomnost byla zjištěna až ke konci cyklu.

Při porovnání výsledků degustačních zkoušek pív vyrobených z nefiltrovaných a filtrovaných mladin semikontinuálním způsobem (tab. 5 a 10)

je viditelný rozdíl v jejich hodnocení. Při použití filtrovaných mladin byla piva ve všech případech ceněna lépe než piva srovnávací. U nefiltrovaných mladin získala piva ze semikontinuálního kvašení po 5. generaci podstatně méně bodů než vzorky ze stacionárního kvašení.

Závěr

Na poloprovozním zařízení byl vyzkoušen nejvhodnější postup zkvašování mladin polokontinuální metodou. Byly sledovány změny v chemickém složení mladých pív, v morfologickém a fyziologickém stavu kvasnic a získané výsledky byly porovnány s výsledky ze stacionárního kvašení. Pro hladký průběh polokontinuálního kvašení je nutné filtrovat spílanou mladinu při 5 °C a udržovat homogenní prostředí v rozkvasném válci míchadlem. Za daných podmínek a při použití biologicky čistých násadních kvasnic lze vyrobit polokontinuálním způsobem piva stejné jakosti jako způsobem stacionárním.

Literatura

- Alzola F.: US Pat. 2 371 208 (1941)
Alzola F.: Mem. Conf. Annual. Asoc. technicos Agucar Cuba 19, 357 (1945)
Coutts M. W.: Austral. Pat. 216 618 (1958)
Geiger K. H., Compton J.: Can. Pat. 545 867 (1957)
Gjertsen P.: J. Inst. Brew. 59, 296 (1953)
Green N. S., Stone J.: Wall. Lab. Comm. 15, 347 (1952)
Hayduck F.: US Pat. 1 449 107 a 1 449 108 (1923)
Herbert E., Elsworth R., Telling R. C.: J. Gen. Microbiol. 14, 601 (1956)
Hough J. S., Rudin A. D.: J. Inst. Brew. 64, 404 (1958)
Juillerat A.: Brauwelt 99, 109 (1959)
Katsume E.: J. Fermentation Assoc. 14, 224 (1956)
Málek I.: Čs. biol. 1, 18 (1952)
Malčenko A. L.: Piščevaja prom. 1, 32 (1945)
Markin B. D.: Trudy Voronež. Khim. Tekh. Inst. 3—4, 123 (1939)
Maxon W. D.: Appl. Microbiol. 3, 110 (1955)
Monod J.: Ann. Inst. Pasteur 79, 390 (1950)
Novick A., Szilard L.: Proc. Nat. Acad. Sci. 36, 708 (1950)
Phillips A. W.: J. Inst. Brew. 61, 122 (1955)
Schalk J.: Pure Products New York č. 12 (1908)
Spencer C. C.: Biometrics 11, 225 (1955)
Stöckli A.: Schw. Br. Rundschau 67, 1 (1956 a)
Stöckli A.: Schw. Br. Rundschau 67, 62 (1956 b)
Thorne R. S. W.: Wall. Lab. Comm. 17, 195 (1954)
Wellhoener H.: Brauwelt 94, 624 (1954).

Došlo do redakce 8. 3. 1960.

ПОЛУНЕПРЕРЫВНЫЙ МЕТОД СБРАЖИВАНИЯ СУСЛА

В полуконвейерном масштабе и со соответствующим этому масштабу оборудованием был проверен полунепрерывный метод сбраживания сусла на пивоваренных заводах. Систематически определялись и изучались изменения химического состава молодого пива а также изменения морфологического и физиологического состояния дрожжей. Результаты сравнивались с прохождением брожения стационарного характера. Для обеспечения правильного хода полунепрерывного брожения необходимо сусло фильтровать при температуре 5° Ц и поддерживать в ферментационном сосуде однородные условия при помощи механической мешалки. При строгом соблюдении указанных условий и применении биологически чистых задаточных дрожжей обеспечивается полунепрерывный метод получения пива одинакового качества как принятый до сих пор повсеместно метод стационарный.

SEMIKONTINUIERLICHE HAUPT- GÄRUNG

Im haubetrieblichen Ausmass wurde das geeignetste Verfahren zur halbkontinuierlichen Würzevergärung erprobt. Es wurden die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der jungen Biere und in dem morphologischen und physiologischen Zustand der Hefe verfolgt und die ermittelten Werte wurden mit den Ergebnissen stationärer Gärung verglichen. Für den glatten Verlauf der semikontinuierlichen Gärung muss die Würze bei 5 °C filtriert werden und in dem Angärungstank muss ein Rührwerk arbeiten, damit die Lösung homogen bleibt. Unter den gegebenen Bedingungen und bei Benützung biologisch reiner Anstellhefe können mit dem halbkontinuierlichen Verfahren Biere hergestellt werden, die den Produkten stationärer Gärung in der Qualität keineswegs nachstehen.

SEMICONTINUOUS METHOD OF FERMENTING BEER

A semicontinuous method of fermenting beer wort has been verified on a semi-production scale, using suitably adjusted equipment. Changes of the chemical composition of beer wort, as well as of the morphological and physiological state of yeasts have been determined and the results compared with those obtained by conventional stationary fermentation. To secure good results of semicontinuous fermentation it is necessary to filter the wort at 5 °C and to maintain uniform conditions in the vats by agitating mechanically the content. If all the indicated conditions are strictly adhered to, and pure initial yeasts used for fermentation, the semicontinuous technology is quite reliable and beer is in every respect the same as the best product of conventional technology.