

## Polokontinuální kvašení sterilních mladín

FRANTIŠEK HLAVÁČEK, GASTON KLAZAR, MIROSLAV KAHLER  
Pokusný pivovar, Praha-Braník

Snahy vyrobit pivo nebo jiné produkty kvasného průmyslu kontinuálním způsobem nejsou nové. Již v r. 1906 až 1908 započal Schalk v Novém Yorku s kontinuálním kvašením piva. Též způsob Nathanův, který vznikl ve stejnou dobu, lze počítat k pokusům o kontinuální výrobu piva.

Podle Malceva [1] uveřejnil v r. 1915 prof. S. V. Lebeděv z Vysoké školy technické v Tomsku způsob kontinuálního kvašení v lihovarech a doporučil obdobný postup též pivovarům. Také prof. Delbrück [2] uvádí již v r. 1911 řadu způsobů směřujících při hlavním kvašení ke kontinuální práci.

Po první světové válce pokusy o kontinuální výrobu ustaly a teprve po roce 1945 při naprostém přechodu pivovarství z výroby řemeslné do výroby průmyslové nabývá mechanisace a automatisace všech výrobních procesů stále většího významu a znovu vzniká otázka plynulé výroby. Varní proces svou závislostí na určitých prodlevách, nutných pro enzymatické štěpení a také chmelovar, vyžaduje koncentraci celého díla ve velkých nádobách a nelze dobře zavést způsob průtokový nebo jiný, který by znamenal pravidelnou a plynulou dodávku mladiny. Také o tento způsob se ještě nikdo nepokoušel. Chlazení mladiny, kvašení a dokvašování může být za určitých podmínek prováděno kontinuálně, stejně tak ostatní práce související s filtrací a stáčením piva.

Kontinuální výrobní procesy nabývají v průmyslu stále většího významu. V kvasném průmyslu byl kontinuální způsob zaveden v lihovarech a také v některých droždárnách. Ukázalo se, že po stránce fyziologické a morfologické kvasinkám kontinuální způsob vyhovuje (Málek [3]), neboť jsou v proudícím živném prostředí a nejsou vysazeny tak silně působení metabolitů, jak je tomu u kvašení stacionárního. Průběh kvašení v pivovarech se ovšem liší od obou uvedených průmyslů. V lihovarství je snahou získat ze zkvašovaného substrátu co možná největší množství lihu a ostatní průvodní zjevy ustupují do pozadí. V droždárnách opět záleží na množství získané biomasy s náležitou fermentační schopností, jedná-li se o pekařské droždí.

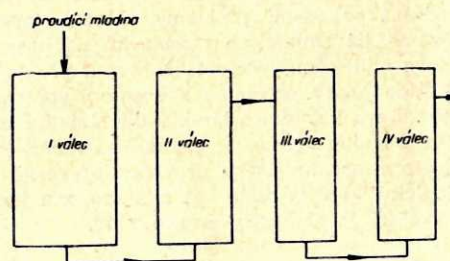
V pivovarství je kvasný proces komplikovanější. Kromě určitého stupně prokvašení je požadována především dokonalá vazba kyslíčnicku uhlíčitého, vyrovnání chuťových vlastností a náležité vyčištění piva.

Dříve se kvašení považovalo za jakýsi čistící proces. Při svrchním kvašení odcházely s kvasnicemi různé vysrážené nebo kvasnicemi adsorbované látky jako tříslovlkovinné sloučeniny, hořké látky apod. Také při spodním kvašení dochází k vyloučení těchto látek, a to v pokrývkách po ukončeném hlavním kvašení a nebo při „mazání“ v ležáckých sudech. Vysrážení a vyloučení těchto látek je v pivovarství složitým problémem a má značný význam pro chuť piva a koloidní stabilitu hotového výrobku. Kromě samotné činnosti kvasnic uplatňují se při kvašení ještě různé vnější vlivy jako materiál a velikost nádob, vlivy fyzikálně chemické, stupeň okysličení, teplota, tlak a pod. Je proto třeba zvláště pečlivě sledovat, jak se tyto vlivy projevují při kontinuálním způsobu oproti osvědčenému způsobu stacionárnímu. Analyticky nelze některé chuťové rozdíly podchytit, jiné lze sice stanovit, avšak metody jsou velmi složité. K objektivnímu posouzení je proto třeba podrobných zkoušek.

V rámci výzkumu o možnostech racionalisace průběhu kvašení byla v Pokusném středisku pivovarském v Braníku

provedena řada pokusů s různými způsoby hlavních kvašení, včetně kvašení kontinuálního. Ve čtvrtprovozním a poloprovozním měřítku byly získány důležité poznatky, kterých pak bylo využito k vypracování návrhu na provozní výrobní linku.

Při průzkumu vlivu kvašení v proudícím prostředí byl přezkoušen způsob navrhovaný H. Wellhoenerem [4]. Při tomto způsobu se autor snažil vyřešit kontinuálně hlavní kvašení, dokvašování i zrání piva. Používal k tomu baterii vzájemně propojených nádob, kterými pivo protékalo pod různými tlaky a za různých teplot. Zařízení pozůstávalo ze 6 tanků různých velikostí, z nichž 3 byly určeny k hlavnímu kvašení, 2 tanky k dokvašování a 1 tank jako vyrovnávací. Obsah tanků se volil podle množství denního průtoku mladiny. První 2 tanky byly v prostoru 10<sup>0</sup> C teplém, ostatní při teplotě normálního ležáckého sklepa. Různé seřízenými odtoky a přítoky, a tlaky od 0,2—0,7 atp, se kvasící mladina postupně přetlačovala a měla v posled-



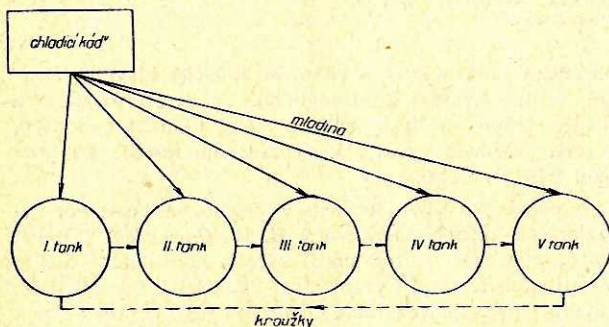
Obr. 1 — Průtokové kvašení.

ních tancích dozrávat a nasytit se kyslíčnickem uhlíčitým. Pracovalo se za sterilních podmínek a k vyčištění piva byly do tanků vestavěny děrované plechy k usazování kvasnic. K posouzení tohoto způsobu u nás bylo použito skleněného zařízení (schema na obr. 1), aby mohlo být dobře sledováno sázení kvasnic a čtení piva. Podle našich zkušeností má kontinuální způsob navrhovaný Wellhoenerem nedostatky, které lze v praxi jen těžko odstranit. Má-li pivo získat během dokvašování vyrovnanou chuť a dobrou vazbu kyslíčnicku uhlíčitého, musely by alespoň poslední fáze zrání probíhat za určitého klidu.

Způsob Schalkův je v podstatě jen polokontinuální a podobá se kvašení na ujato. Provádí se pouze při hlavním kvašení, v uzavřených nádobách, a kontinuálně se přenášejí jen kvasinky v kroužkách v krátkých obdobích. Schalk [5] podle svého systému spojil 6—8 tanků (každý obsahu 1700 hl) v jednu baterii, ve které bylo možno přetlačovat pivo z tanku do tanku, účelně větrat, jímat kyslíčnick uhlíčitý atd. Sterilní mladinu ochlazenou v uzavřených chladičích zakvasil v prvním tanku přibližně dvojnásobným množstvím kvasnic než obvykle a mladinu řádně provzdušnil. Jakmile se mladina dostala do stadia kroužků, spojil první tank s následujícím. Tanky byly propojeny asi v jedné třetině výšky, takže druhý tank se naplnil až do poloviny mladinou v kroužkách, tedy kvasinkami v největší aktivitě. Po vyrovnání hladin se oba tanky od sebe odpojily a připustila se do nich další zchlazená mladina, která se důkladně provzdušnila. První tank se pak nechal dokvasit a z druhého tanku se opět přepustily kroužky do třetího; stejně se postupovalo i u dalších tanků. Jakmile skončilo dokvašování mladiny



v prvním tanku, byly kroužky přetlačeny z posledního tanku zase do prvního. Postup kvašení podle Schalka je patrný ze schematu (obr. 2).



Obr. 2 — Kvašení podle Schalka.

Z dalších rešerší měly pro nás význam některé poznatky Delbrücka [2], jak působí mechanika a dynamika kvašení, pohyb, tlak a provzdušnění na kvasinky a chuť piva. Speciálním způsobem kvasného procesu je také kvašení „spoutané“ (Fesselgärung), při kterém mladina kvasí pod určitým tlakem.

Při určování postupu průzkumných prací nebylo možno se vypořádávat se všemi problémy, hlavně teoretickými, neboť kromě již zmíněných požadavků na nasycení piva kyslíkem uhlíčitým, vyčeření, na stupeň prokvašení atd., je ještě řada jiných problémů k dosažení správného rovnovážného stavu koloidních látek vedle stability biologické. Tyto otázky budou vyžadovat pozdějšího vědeckého studia a byl proto v prvním úseku proveden převážně průzkum technologický, kterým mělo být zjištěno, zda kontinuální způsob kvašení je prakticky proveditelný.

### Pracovní postup a metodika

Po orientačních laboratorních zkouškách byly sledovány způsoby podle Wellhoenera a podle Schalka ve čtvrtprovozním měřítku, a na podkladě získaných výsledků byl přezkoušen modifikovaný způsob Schalkův ještě v měřítku poloproduktivním. Paralelně bylo vždy vedeno srovnávací kvašení stacionární.

Při průtokovém kvašení podle Wellhoenera byly použity 4 stojaté skleněné válce, z nichž první měl obsah 75 l, druhý 50 l, a poslední dva po 20 l. Mladina přitékala neustále pod mírným tlakem ze sběrné nádoby do prvního válce k povrchu kvasící mladiny. První válec s druhým a třetí válec se čtvrtým tvořily spojitě nádoby. S povrchu druhého válce se odváděla mladina do třetího válce opět k hladině kvasící mladiny.

K ověření polokontinuálního způsobu kvašení podle Schalka byly při čtvrtprovozních pokusech použity hliníkové sudy obsahu 50 l, jež byly propojeny stejně, jak původně navrhl Schalk.

Pro zkoušky poloproduktivní byla postavena linka na sterilní chlazení a hlavní kvašení, pozůstávající z nerezocelové kádě a 5 kvasných hliníkových tanků, každý obsahu 700 l. Uzavřená chladič kád' byla použita s ohledem na udržení praktické sterility zakvašované mladiny. Kvasné tanky byly navzájem propojeny spodem a ve střední části. Každý tank měl přípoj k větracímu a tlakovému vzduchu a odvod pro kyslík uhlíčitý. Přetlak tanků byl regulován podle potřeby výškou vodního sloupce. Pracovní postup na poloproduktivní lince se lišil proti původnímu Schalkovu způsobu především tím, že první tank byl po celý kvasný cyklus používán jako tank rozkvasný a armatury mladinového vedení a tlakového vzduchu byly upraveny podle námi modifikovaného způsobu.

Při všech pokusech byla zkvašována asi 10 % mladina, a při srovnávacích zkouškách s kvašením stacionárním se použily vždy kvasnice stejného typu.

Při průzkumu bylo podrobně sledováno:

1. Jakost vřecných kvasnic použitých při prvním nasazení jak pro kvašení kontinuální, tak pro kvašení stacionární.
2. Chemické složení mladiny.
3. Morfologický a fyziologický stav kvasnic a infekce kvasnic z každého válce a z kroužků při přepouštění.
4. Jakost a množství kvasnic z jednotlivých válců nebo tanků po sesudování mladého piva.
5. Chemické složení mladých pív po hlavním kvašení a hotových pív z různých kvasných válců při způsobu polokontinuálním i z kontrolních kvašení stacionárních.

Biologické rozborů byly provedeny běžnými metodami používanými v pivovarské mikrobiologii. Při chemických a fyzikálně chemických rozbořech byly stanoveny cukry a dextriny podle Schoorla, veškerý dusík metodou Kjeldahlovou, tříslovinu podle De Clercka-Descampse-Van der Ullsche a rozborů pív refraktometricky.

V mladině a v mladém pívu při poloproduktivním průzkumu na sterilní lince byly též kvalitativně stanoveny cukry papírovou chromatografií.

Ke vzájemnému porovnání výsledků v množství nasazených a sklizených kvasnic byly hodnoty přepočteny na jednotnou sušinu 15 %. Při degustačních zkouškách bylo použito rozšířeného bodovacího systému s maximálním počtem 75 bodů.

### Přehled výsledků

#### a) Čtvrtprovozní zkoušky podle Wellhoenera

Byly provedeny čtyři pokusné cykly při výběru vhodného typu kvasnic a zjištění nejvhodnějšího propojení válců. Denní průtok zařízením byl asi 15 litrů mladiny. Vzorky k rozborům byly brány každého čtvrtého dne. Stacionární kvašení probíhalo ve skleněných kvasných kádinkách obsahu 30 l a bylo sledováno u téže mladiny každý třetí den. Průměrné výsledky třetího pokusu průtokového kvašení trvajících 28 dní ve srovnání s kvašením stacionárním jsou uvedeny v tabulkách 1, 2 a 3.

Tabulka 1 Chemické rozborů mladiny

	Mladina použitá v rozmezí	
	1. – 15. dne	16. – 28. dne
stupňovitost % váh.	9,70	9,80
pH	5,40	5,45
celkový dusík mg/100 g	84,8	85,7
tříslovinu mg 1000 g	188,5	174,0

Tabulka 2

#### Rozborů mladých pív z jednotlivých válců a z kvašení stacionárního

	I. válec	II. válec	III. válec	IV. válec	Kvašení stacionární
původní mladina % váh.	9,73	9,75	9,75	9,79	9,75
zdánl. extrakt %	5,85	4,46	3,63	3,20	3,28
zdánl. prokvašení %	39,9	54,3	62,8	67,2	66,3
pH	5,1	5,0	4,9	4,8	4,6
teplota °C	8,3	8,3	8,2	8,1	7,8
celk. dusík mg/100 g	79,6	79,1	78,2	77,0	74,7
tříslovinu mg/1000 g	162,9	160,8	157,8	152,8	136,2
alkohol %	1,22	1,83	2,49	2,79	2,65



Tabulka 3 Rozbory kvasnic

Typ PG 2×	Kvašení polokontinuální, cyklus 28 dní		Kvašení stacionární, sudováno vždy 8. den	
	násadní kvasnice	sebrané kvasnice	násadní kvasnice	sebrané kvasnice
množství v ml	1855	3905	162	536
množství v g suš	312	656	27	90
morfologický stav	mírně oválné, stř. velké, plasma jemno- zrnná	mírně oválné, střední až velké, plasma hrubá	kulaté, stř. velké, plasma jemno- zrnná	kulaté středně velké, plasma hrubá
infekce	prakticky čisté	mírně koků a tyč. bakt.	prakticky čisté	mírně koků
mrtvé buňky %	2,5	5,0	2,8	3,5
výtěžnost v g suš./hl mladiny	—	81	—	225

b) Čtvrtprovozní zkoušky podle Schalka

Na daném zařízení byly sledovány 3 polokontinuální kvasné cykly v časovém rozmezí 36—42 dní (18—21 generací). Výsledky jednoho pokusu ve srovnání s kvašením stacionárním jsou uvedeny v tabulkách 4, 5 a 6.

Tabulka 5 Kvašení stacionární (srovnávací)

Mladiny stejné jako u generace 1,5, 10,16 polokontinuálního kvašení Kvasnice: P 3× Množství: 160 ml—27 g suš. (na 28 l)						
Kvašení stacionární	Doba hlavního kvašení dní	Prokvašení %	Množství vytěžených kvasnic		Infekce	Mrtvé buňky %
			ml	g/suš.		
průměr 4 zkoušek	8	62,7	536	90	mírně koků, stopy tyčinek, bakterií	4,1

Tabulka 4

Polokontinuální kvašení podle Schalka

Původní mladina:		9,70 % váh.					
Kvasnice:		P 3×					
Množství:		650 ml — 109 g sušiny (na 50 l)					
Infekce:		prakticky čisté					
Mrtvé buňky:		3 %					
Morfologický stav:		mírně oválné, střední velikosti, plasma jemnozrnná					
Fysiologický stav:		velmi dobrý					
generace	stupňovitost kroužků % váh.	biologická čistota kroužků	doba hlavního kvašení dní	prokvašení %	množství vytěžených kvasnic g suš.	infekce sudovaného piva	mrtvé buňky %
1	8,20	prakticky čisté	4	64,4	78,3	stopy koků	4,5
2	7,03	prakticky čisté	4	62,8	52,0	stopy koků	4,0
3	7,05	prakticky čisté	5	51,1	63,0	stopy koků	4,3
4	7,42	prakticky čisté	6	62,6	60,5	stopy koků	3,0
5	7,70	prakticky čisté	6	62,0	44,5	velmi mír. koků	3,0
6	8,05	prakticky čisté	6	61,6	40,5	stopy koků	1,0
7	7,50	prakticky čisté	5	57,7	39,8	stopy koků	1,2
8	5,98	prakticky čisté	4	62,9	42,8	mírně koků, stopy tyč.	3,5
9	6,40	prakticky čisté	4	59,7	49,2	mírně koků, stopy tyč.	0,9
10	6,86	prakticky čisté	5	63,1	47,0	mírně koků a tyč.	2,8
11	7,45	prakticky čisté	6	55,4	57,5	mírně koků, stopy tyč.	2,0
12	7,50	prakticky čisté	7	62,3	59,3	mírně koků, stopy tyč.	3,1
13	7,50	prakticky čisté	8	69,2	64,2	mírně koků	2,0
14	7,17	prakticky čisté	7	69,4	62,2	mírně koků a tyč.	1,2
15	6,40	prakticky čisté	6	60,8	51,9	mírně koků a tyč.	1,0
16	6,15	prakticky čisté	5	65,8	62,3	mírně koků, stopy tyč.	1,0
17	5,50	prakticky čisté	5	62,4	54,8	silně koků, stopy tyč.	1,5
18	6,50	prakticky čisté	5	58,7	50,8	silně koků, stopy tyč.	1,7
19	7,18	prakticky čisté	7	43,8	48,7	silně koků, mírně tyč.	2,0
20	7,50	stopy koků	6	44,7	48,2	silně koků, mírně tyč.	2,0
21	7,63	stopy koků	5	45,4	49,1	silně koků, mírně tyč.	2,1
prům. 21 pokusů	7,05	—	5,5	59,3	53,6	—	2,3

c) Poloprovozní zkoušky na sterilní lince 7 hl

Výsledky jednoho pokusu jsou sestaveny do tabulek 7 až 13. Mladina byla zakvašena typem PG a kvasný cyklus byl veden nepřetržitě po dobu 21 dní (celkem 11 generací). Kroužky se přečerpávaly pravidelně po 48 hodinách.

Pro přehlednost byly při rozbořích mladých piv a hoto- vých piv pro výstav vypočteny průměry z hodnot zjiště-

ných u 3., 6., 8. a 11. generace kvašení polokontinuálního a průměry z pokusů I, III, VI, VIII a XI srovnávacího kvašení stacionárního. Stejně bylo postupováno při sestavení tabulky rozborů kvasnic a výsledků degustačních zkoušek. Při biologických rozbořích byla sledována trvanlivost piva u 10 vzorků každého druhu a ze získaných hodnot byly vypočteny průměry. Inkubační doba u zkoušek stálosti byla 14 dní při teplotě 20° C. Trvanlivost je



Tabulka 6 Rozbory pokusných piv

Způsob polokontinuální:	průměr z generací 1, 5, 10, 16	
Způsob stacionární:	průměr ze 4 zkoušek	
Způsob kvašení	polo-kontinuální	stacionární
zdánlivý extrakt %	2,34	2,02
skutečný extrakt %	3,79	3,50
alkohol %	3,09	3,17
původní mladina % váh.	9,85	9,72
zdánlivé prokvašení %	76,2	79,3
skutečné prokvašení %	61,5	63,9
barva v ml 0,1 N J	0,60—0,65	0,65—0,70
degustační zkouška, bodů (z dosažitelných 75 bodů)	68,6	69,5

Tabulka 8 Rozbory kroužků při přetlačování

Označení	1. gen.	3. gen.	6. gen.	8. gen.	11. gen.
extrakt zdánlivý %	7,55	7,18	7,20	7,40	7,22
zdánlivé prokvašení %	19,7	23,6	23,4	21,2	24,0
teplota °C	8,5	8,7	8,7	8,5	8,8
morfologický stav	kulaté, stř. velké, plasma jemnozrnná	kulaté, stř. velké, plasma jemnozrnná	kulaté, stř. velké, plasma hrubší	kulaté, stř. velké, plasma hrubší	kulaté, stř. velké, plasma hrubozrnná
mrtvé buňky %	0,7	0,5	1,1	1,3	1,2
zkouška na glykogen (vybarvených buněk %)	65—70	75—80	80—85	80—85	75—80
fysiologický stav	velmi dobrý	velmi dobrý	velmi dobrý	velmi dobrý	velmi dobrý
infekce	mírně koků	mírně koků	mírně koků	mírně koků	mírně koků

Tabulka 11 Chemické rozbory hotových piv

	Kvašení	
	polo-kontinuální	stacionární
zdánlivý extrakt %	2,95	2,95
skutečný extrakt %	4,19	4,31
alkohol %	2,67	2,92
původní mladina % váh.	9,45	10,03
zdánlivé prokvašení %	68,9	70,7
skutečné prokvašení %	55,7	57,0
barva v ml 0,1 N J	0,65—0,70	0,65—0,70
pH	4,46	4,39

Tabulka 12 Degustační zkoušky

	Kvašení	
	polo-kontinuální	stacionární
průzračnost	10,0	10,0
pěnovost	14,2	13,9
chuť a vůně	23,4	23,6
hořkost	13,6	13,6
dojem po napití	8,9	8,9
celkem bodů	70,1	70,0

Tabulka 7 Rozbory mladín

Označení	I (1. den)	III (5. den)	VI (11. den)	VIII (15. den)	XI (21. den)
stupňovitost % váh.	9,40	9,35	9,35	4,45	9,50
maltosa g/100 g	6,68	6,73	6,87	6,85	6,88
poměr cukrů k necukrům	1 : 0,41	1 : 0,36	1 : 0,36	1 : 0,38	1 : 0,38
dextriny g/100 g	1,69	1,88	1,55	1,67	1,70
celkový N <sub>2</sub> mg/100 g	87,6	87,1	84,3	86,6	80,1
třísloviny mg/1000 g	241	239	208	235	241
barva v ml 0,1 N J	0,80—0,90	0,80—0,90	0,80—0,90	0,75—0,80	0,75—0,80
pH	5,7	5,6	5,5	5,6	5,6
zákvasná teplota °C	5,3	5,6	5,5	5,6	5,5

Tabulka 9 Rozbory mladých piv

	Kvašení	
	polo-kontinuální	stacionární
původní mladina % váh.	9,45	10,03
zdánliv. extrakt %	3,41	3,70
zdánliv. prokvašení %	63,9	63,1
maltosa g/100 g	1,05	1,52
dextriny g/100 g	1,69	1,85
celkový N <sub>2</sub> mg/100 g	63,4	67,1
třísloviny mg/1000 g	193,0	185,4
pH	4,6	4,4

Tabulka 10 Rozbory kvasnic

	Kvašení polokontinuální		Kvašení stacionární	
	násadní kvasnice	sebrané kvasnice	násadní kvasnice	sebrané kvasnice
množství v ml/hl mladiny	410	800	500	1775
množství v g suš./hl mladiny	68,9	134,4	84,0	298,2
morfologický stav	kulaté, stř. velké, plasma jemnozrnná	kulaté, stř. velké, plasma hrubší	kulaté až oválné, středně velké, plasma hrubší	kulaté až oválné, středně velké, plasma hrubozrnná
infekce (znečištění)	mírně koků	silně koků	stopy koků	mírně koků, stopy tyč. bakterií
mrtvé buňky %	1,8	2,2	2,3	3,2
zkouška na glykogen (vybarvených buněk %)	asi 40	45—50	asi 40	30—35
fysiologický stav	velmi dobrý	velmi dobrý	velmi dobrý	dobrý
výtěžnost v ml/hl mladiny	—	390	—	1275
výtěžnost v g suš./hl mladiny	—	65,5	—	214,2



vyjádřena jednak počtem dní do vzniku ssedlinky, jednak v procentech s ohledem na minimální požadavek normy jakosti.

Tabulka 13 Biologické rozborů pív

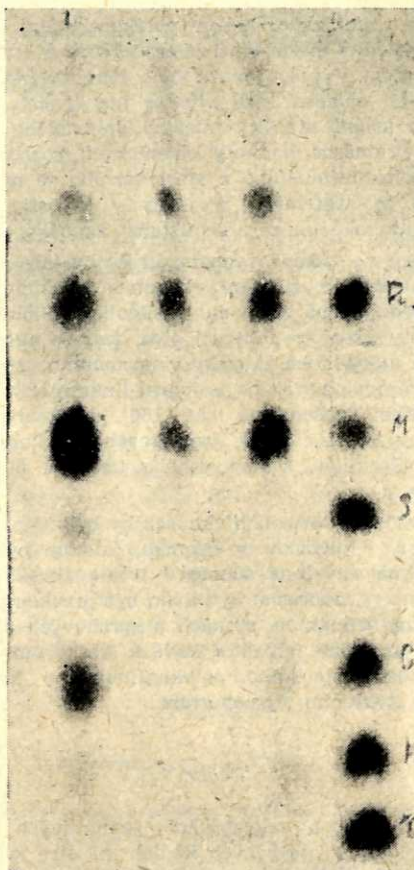
	Kvašení	
	polo-kontinuální	stacionární
vznik ssedlinky dne	9,5	6,5
vznik zákalu dne	20,0	12,0
trvanlivost dní	9,5	6,5
trvanlivost %	157,7	107,9
mikroskopický nález	koky	koky, tyč. bakt.

#### Stanovení cukrů v mladínách a v mladých pivech papirovou chromatografií

Průběh kvašení v polokontinuální lince byl ověřován chromatografickým stanovením cukrů.

U sledovaného cyklu byly brány vzorky mladiny a vzorky mladého piva před sudováním pravidelně jednou týdně. Současně byly vzaty vzorky z kontrolního kvašení stacionárního.

V níže uvedeném chromatogramu (obr. 3) je v I. sloupci nanesen vzorek mladiny, v II. sloupci vzorek mladého piva po hlavním kvašení stacionárním a v III. sloupci vzorek mladého piva z kvašení polokontinuálního. V posledním sloupci IV. jsou naneseny vzorky čistých cukrů. (Ra = rafinosa, M = maltosa, S = sacharosa, G = glukosa, Fr = fruktosa, Xy = xylosa). Použitá rozpouštěcí soustava byla butanol, kyselina octová, voda (4:1:5) a jako detekčního činidla bylo použito benzidinu. Chromatografický papír Whatman č. 3.

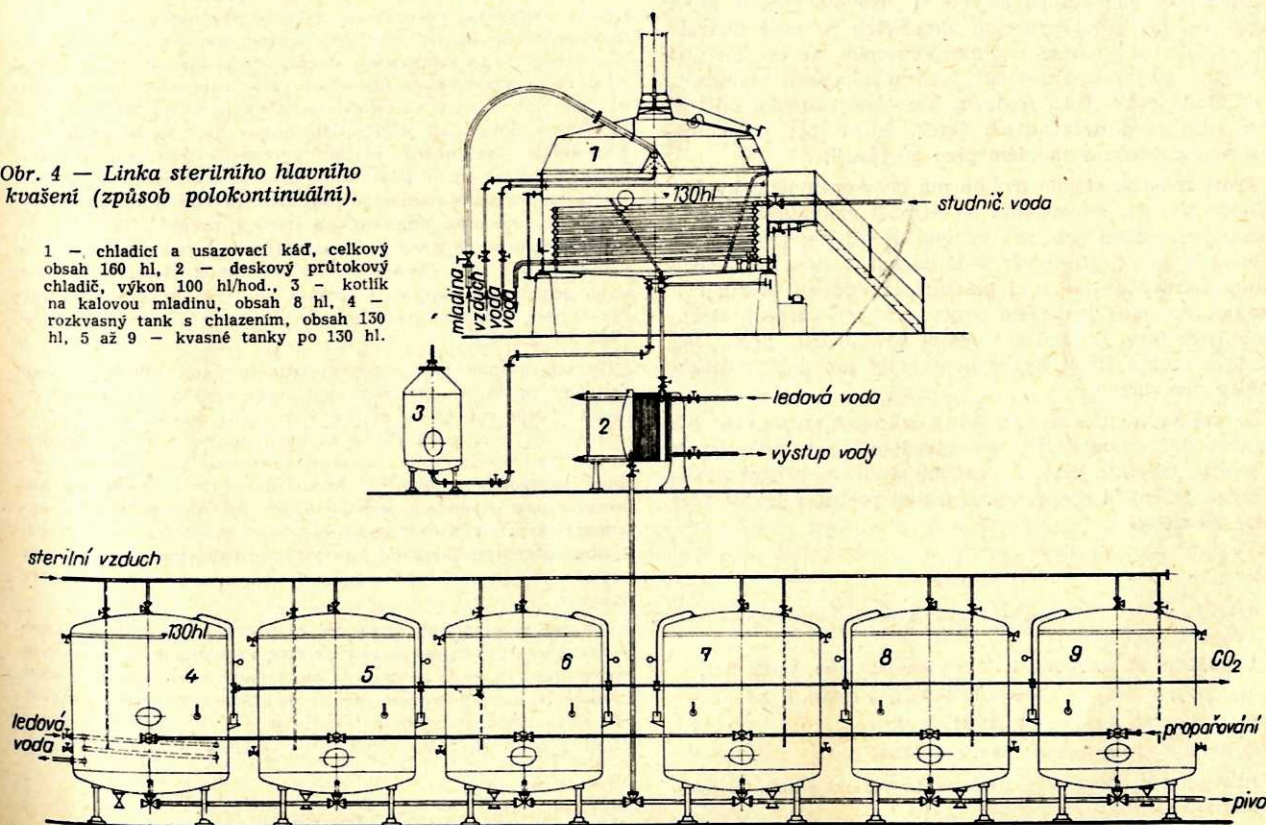


Obr. 3 — Chromatogram.

#### Návrh na provozní linku polokontinuálního hlavního kvašení sterilních mladín

Obr. 4 — Linka sterilního hlavního kvašení (způsob polokontinuální).

1 — chladicí a usazovací kád, celkový obsah 160 hl, 2 — deskový průtokový chladič, výkon 100 hl/hod., 3 — kotlík na kalovou mladinu, obsah 8 hl, 4 — rozkvasný tank s chlazením, obsah 130 hl, 5 až 9 — kvasné tanky po 130 hl.





Poloprovozními zkouškami v polokontinuální lince byly ověřeny výsledky získané při laboratorních a čtvrtprovozních pokusech. V poloprovozu bylo také možno nahradit funkci stoku chladicí kádí vhodné konstrukce, ve které se dosáhlo kromě sterility mladiny dokonalého vyloučení kalů [6]. Průměrné hodnoty chemických rozborů pív ze způsobu polokontinuálního a stacionárního se nelišily natolik, aby se zřetelněji projevíly v jakosti hotových výrobků, jak také ukázaly degustační zkoušky.

S ohledem na značný význam, který by měl polokontinuální způsob pro zlepšení ekonomie hlavního kvašení, dále pro jednoduché získávání kyslíčnicku uhlíčitěho a zejména pro zvýšení trvanlivosti piva, jeví se nutným provést ještě dlouhodobé zkoušky v normálním provozu. Byl proto vypracován návrh na provozní linku sterilního polokontinuálního kvašení na cca 130 hl obsahu. Linka pozůstává z chladicí kádě, průtokového deskového chladiče typu Paraflow, z rozkvasného tanku a 5 kvasných tanků (obr. 4).

Pro provedení provozních zkoušek by byly výhodné podmínky např. v pivovare v Braníku, kde by bylo možno bez potíží na navržené soupravě trvale zkvašovat 50 % výroby 10<sup>0</sup> piva. Současně by mohlo být přezkoušeno chlazení mladiny jednak na stokách a sprchových chladičích, jednak v uzavřené chladicí kádě a deskovém chladiči, a dále způsob sterilního polokontinuálního kvašení ve srovnání s kvašením stacionárním.

#### Závěr

Dosavadní způsob zakvašování jednotlivých várek a kvašení mladiny v otevřených kádích má sice své výhody po stránce jakostní, nevyhovuje však plynulé výrobě a je příliš závislé na pozornosti a pečlivosti pracovníků. Průzkumem bylo prokázáno, že na vhodně upraveném zařízení může být provedeno hlavní kvašení i způsobem polokontinuálním při zachování sterility kvasící mladiny a udržení dobrého fyziologického a morfologického stavu kvasinek. Při poloprovozních zkouškách se také ukázalo, že sterilním a polokontinuálním kvašením lze vyrobit piva přibližně stejných vlastností jako při kvašení stacionárním. Bude však třeba sledovat podrobněji otázku odstranění některých nežádoucích látek, které při polokontinuálním způsobu v mladém pivu zůstávají.

Proti způsobu stacionárnímu má polokontinuální kvašení výhody v tom, že mladina se nemusí zakvašovat denně, nýbrž jen jednou pro celý cyklus 21–28 dní (10–14 generací), a že při sterilních podmínkách mohou být kvasné tanky čistěny až po 3–4 plněních. Předností postupu je snadná regulace kvasného procesu a při udržení sterilních podmínek podstatné zvýšení trvanlivosti piva. Dále by bylo možno jímát kyslíčnick uhlíčitý pro další zužitkování v pivovarech.

Je pochopitelné, že z těchto zkoušek nemohou být učiněny definitivní závěry pro zavedení tohoto způsobu do provozu. Je však jisté, že dalším studiím, případně některými změnami mohou být výrobní postup i jakost piva ještě zlepšeny.

#### Literatura

- [1] MALCEV P. M.: Technologija i oborudovanije pivovarennoho proizvodstva, Moskva 1948
- [2] DELBRÜCK M., HAYDUCK F.: Die Gärungsführung, Berlin 1911.
- [3] MÁLEK I. a spol.: Československá biologie 3 (1954), č. 3.
- [4] WELLHOENER H.: Brauwelt (1954), č. 44.
- [5] SCHALK J.: Pure Products New York (1908) č. 12.
- [6] HLAVÁČEK F., KLAZAR G., KAHLER M.: Vědecká příloha Kvasného průmyslu (1956), č. 3.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das bisher geläufige Verfahren beim Anstellen der einzelnen Sude und die Gärführung in offenen Gärbottichen hat zwar vom Standpunkt der Qualität gewisse Vorteile, entspricht jedoch nicht den Forderungen der kontinuierlichen Produktion und hängt in zu grossem Maß von der Aufmerksamkeit und Sorgfalt des Personals ab. Die Versuche führten zu der Feststellung, daß in einer passend verbesserten Einrichtung die Hauptgärung auch semikontinuierlich durchgeführt werden kann, und zwar ohne Beeinträchtigung der Sterilität der gärenden Würze und des guten physiologischen und morphologischen Zustandes der Hefe. Kleinbetriebsversuche zeigten, daß durch sterile und semikontinuierliche Gärung Biere hergestellt werden können, die in den Eigenschaften den stationär vergärten Bieren ungefähr gleichstehen. Das Problem der Entfernung der unerwünschten Stoffe, die bei dem semikontinuierlichen Verfahren im Jungbier bleiben, muss jedoch im weiteren eingehend verfolgt werden.

Das semikontinuierliche Verfahren hat im Vergleich mit dem stationären den Vorteil, daß die Würze nicht täglich angestellt werden muss, sondern nur einmal für den ganzen Zyklus von 21–28 Tagen (10–14 Generationen) und daß in sterilen Bedingungen die Gärtanks erst nach 3 bis 4 Füllungen gereinigt werden können. Ein weiterer Vorteil ist eine leichte Regulation des Gärprozesses und — bei Erhaltung steriler Bedingungen — eine wesentliche Erhöhung der Haltbarkeit des fertigen Bieres. Ferner ist die Gewinnung des Kohlendioxids und seine Verwertung in der Brauerei möglich.

Es ist begreiflich, daß aus diesen Versuchen keine definitiven Schlüsse für die betriebliche Einführung des neuen Verfahrens gezogen werden können. Es ist jedoch sicher, daß ein weiteres Studium bzgl. Modifikationen zu wesentlicher Besserung des Produktionsverfahrens und auch der Bierqualität führen können.

#### РЕЗЮМЕ

Применяемый в настоящее время метод заквашивания отдельных заделов сусла и его брожения в открытых чатах имеет свои преимущества с точки зрения обеспечения качества продукта, не отвечает однако требованиям поточного производства. Кроме того результаты зависят до значительной степени от внимания уделяемого работниками исполнению соответствующих операций. Исследовательские работы показали, что при надлежащем оборудовании можно внедрить полупоточный метод брожения при обеспечении стерильности бродящего сусла и сохранении правильного Физиологического и морфологического состояния дрожжей. Испытания проведенные в полук эксплуатационном масштабе показали, что при применении метода стерильного полупоточного брожения можно выпускать пиво примерно такого же качества как при брожении стационарном. Необходимо однако разрешить вопрос удаления из пива некоторых нежелательных веществ, которые при указанном методе в молодом пиве остаются.

По сравнению со стационарным методом преимуществом полупоточного метода является возможность заквашивания сусла лишь на один прием для всего цикла продолжающегося 21 — 28 дней (10 — 14 поколений), а не ежедневно. Кроме того бродильные чаны требуют при условии соблюдения стерильности очистки лишь после 3–4 заправок. Ход бродильного процесса можно легко регулировать. При соблюдении условия стерильности повышается стойкость пива. Существуют предпосылки для улавливания углекислого газа с целью его дальнейшего использования на пивоваренных заводах.

Вполне естественно, что на основании первых экспериментальных результатов нельзя еще вывести окончательные заключения и рекомендовать внедрение метода в широком производственном масштабе. Не подлежит однако сомнению, что дальнейшее изучение метода и его усовершенствование могут улучшить технологию пивоварения и качество пива.