Výroba piva jednofázovým způsobem

663.433.44 663.45

Ing. JOSEF ŠTICHAUER, Pokusné a vývojové středisko pro pivo a slad, Praha
Ing. MIROSLAV KAHLER, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Klíčová slova: *pivo, pivovar, technologie, kvašení, dokvašování, jednofázová výroba, hořké látky, úspora, kvalita*

Před plánovaným zahájením výroby piva jednofázovým způsobem ve vybraných pivovarech se postupně ověřoval na prototypovém cylindrokónickém (CK) tanku v období od listopadu 1983 do července 1985 účinek různých technických a technologických faktorů na kvalitu hotových piv. Z výsledků, které se během zkušebního období získaly, vyplývá, že jednofázová výroba piva zkracuje podstatně výrobní dobu a zlepšuje některé znaky jakosti. Současně však vyžaduje přesné dodržení technologie a pozornost technické čistotě násadních kvasnic (nízký podíl kalů, škodlivých cizích mikroorganismů a mrtvých buněk). Cizí mikroorganismy (koliformní baktérie, laktobacily, pediokoky) způsobují svou metabolickou činností výrazné zhoršení senzorických vlastností piv. K potlačení jejich negativního účinku (např. zvýšené tvorby vicinálních diketonů) se musí prodlužovat doba zrání při vyšší teplotě, aby se dosáhlo podprahové koncentrace vnímání. Naopak technická sterilita CK-tanku, spojovacího potrubí a ostatního navazujícího výrobního zařízení se snadno zajistí vhodným sanitačním postupem.

V poslední etapě těchto ověřovacích zkoušek, která je náplní článku, se věnovala pozornost výhradně dodržování základních technologických parametrů. Pracovníci PVS Braník zajišťovali analytickou a senzorickou kontrolu mladin, meziproduktů, kvasnic a hotových piv, vedení a dodržování technologie a teplotního režimu výrobní oddělení pivovaru Kutná Hora a dozor při sanitaci, zakvašování, odpouštění kvasnic a stáčení piva VÚPS Praha.

Základní technologické parametry

Hlavním znakem vypracované technologie jednofázové výroby piva je spojení hlavního kvašení, zrání a ležení piva v jednu pracovní fázi bez přečerpávání mladého piva, odpouštění usazených kvasnic a zrání piva při vyšší teplotě. Po zchlazení se hotové pivo filtruje a stáčí přímo z CK-tanků.

Při plnění CK-tanků se jednotlivé várky zakvašují přímo do potrubí a mladina se vzdušní běžným způsobem přes keramickou svíčku tak, aby litr mladiny obsahoval 6,5 až 7,5 mg rozpuštěného kyslíku. Množství násadních kvasnic zůstává stejné jako u klasické výroby (500 ml . hl^{-1}), takže jejich konečná koncentrace se pohybuje v rozsahu 50 až 70 mg sušiny ve 100 ml mladiny. CK-tanky se plní na 92 % celkového objemu a po dosažení této hodnoty se ihned zahradí. Naplnění tanku by nemělo trvat déle než 24 hodiny. Během celé výrobní doby se udržuje konstantní přetlak 90 až 100 kPa. Trvalý přetlak CO_2 příznivě ovlivňuje jeho vazbu v pivě a současně inhibuje tvorbu některých nežádoucích metabolitů kvašení.

Vlivem tepla, které vzniká při kvašení, zvýší se teplota kvasící mladiny na 14 až 15 °C. Při dodržení zákvasné teploty 6 až 7 °C nepřekročí teplota mladého piva uvedené rozpětí. V případě nutnosti se maximální teplota reguluje zapojením horní chladicí zóny. V mladém pivě, jehož stupeň prokvašení odpovídá téměř dosažitelnému prokvašení, sedimentují kvasnice i při zvýšené teplotě velmi rychle. Podle druhu vyráběného piva se odpouštějí za 144 až 216 hodin po naplnění CK-tanku. Zralé pivo se potom intenzívně chladí na 0 až + 1 °C a při této teplotě se nechá ležet 3 až 7 dní, aby sedimentovaly látky vyloučené chladem. Po uplynutí uvedené doby se pivo zfiltruje a stočí. Minimální technologická doba (bez manipulační doby) je u 10% piva 11 dní, u 12% piva 16 dní. Tuto technologickou dobu lze podle požadavku výstavu piva nebo týdenní pracovní doby libovolně prodloužit, avšak záměrné prodlužování ležení piva při 0 °C s cílem zvýšit jeho zralost je z technologického i ekonomického hlediska nezdůvodnitelné. V pivě, ve kterém je nepatrné množství kvasnic a téměř žádný zkvasitelný extrakt, nemohou probíhat příslušné biochemické reakce, důležité pro zrání piva. Jejich reakční rychlost je závislá na teplotě, takže při 0 °C nelze očekávat v přiměřeném časovém úseku zlepšení charakteru piva. Takovýto trvalý technologický zásah by si vyžádal zvýšení investičních nákladů, a tím by se snížil ekonomický přínos jednofázové výroby piva.

V *tabulce 1* je uvedena technologie, použitá při provozních zkouškách v pivovaru Kutná Hora.

Tabulka 1. Technologický postup jednofázové výroby piva

Technologické parametry	10% mladina	12% mladina
Zaplnění tanku (% z celkového objemu)	92	92
Doba plnění tanku [h]	6 až 12	6 až 12
Zákvasná dávka [ml . hl^{-1}]	500	500
Zákvasná teplota [°C]	6 až 7	6 až 7
Maximální teplota při kvašení a zrání [°C]	14 až 15	14 až 15
Přetlak nad kvasící mladinou [kPa]	98	96
Odpouštění kvasnic	5. až 6. den po zahražení	7. až 8. den po zahražení
Doba zrání [h]	48 až 72	72
Počátek intenzívního chlazení	8. až 9. den po zahražení	10. až 11. den po zahražení
Ležení při nízké teplotě [h]	72	144
Technologická výrobní doba, dny	11	16
Manipulační doba (plnění, stáčení, sanitace) [h]	48	48
Sanitace	výplach studenou vodou 5 až 10 min cirkulace horkým louhem (2,5%) 30 až 35 min cirkulace horkou vodou (75—80 °C) 15 min výplach studenou vodou 10 min	

Pozn.: Celkový objem tanku: 400 hl

Provozní zkoušky

Příprava mladiny pro 10 a 12% piva se neměnila, pouze při chmelovaru se u všech várek určených pro jednofázové kvašení snížilo chmelení o 5 až 8 %, aby se vyrovnala intenzita hořkosti s intenzitou hořkosti běžně vyráběných piv. Ostatní technologické práce (praní kvasnic a jejich ošetření, filtrace a stáčení piva) se udržovaly ve stejném rozsahu jako při normální výrobě.

Hlavním záměrem zkoušek v této etapě bylo ověření vlivu dodržování minimální technologické doby na kvalitu piva a zastoupení vedlejších metabolitů. Kromě vlastní technologie rozhoduje o obsahu vedlejších metabolitů ještě fyziologický stav násadních kvasnic, stupeň kontaminace a složení mladiny. Vzhledem k tomu, že nebylo možno použít stejnou mladinu a stejné váreč-né kvasnice pro oba způsoby současně, odebralo se k porovnání vždy pivo, které určilo výrobní oddělení závodu. Z důvodů přetěžování kapacit pivovaru nebylo možno zajistit srovnávací vzorek piva odpovídající přesně technologickému postupu závodu. Údaje analytických rozborů jsou uvedeny v příslušných tabulkách.

Průměrný pokles hořkosti při kvasném procesu byl u 10% mladin pouze 12,3 %, u 12% mladin 20,4 %. Konečná hořkost v pokusných pivech byla prakticky ve všech případech vyšší než u srovnávacích piv (*tab. 3*), přestože chmelení bylo o 5 % nižší. Při porovnání ostatních chemických rozborů je patrné, že všechna pokusná piva byla hlouběji prokvašena, obsahovala více oxidu uhličitého, měla lepší trvanlivost pěny a nižší koncentraci vicinálních diketonů, vyjádřených jako diacetyl.

Zastoupení těkavých látek, které se výrazně podílejí na celkové intenzitě vůně a chuťovém charakteru piva, bylo u obou vzorků piv kvalitativně stejné, avšak jejich celkový obsah byl u pokusných piv nižší (*tabulky 4, 5, 6*).

Tabulka 2. Chemický rozbor mladin určených pro jednofázové kvašení

Označení mladin	Původní koncentrace % hm	Barva podle Branda	pH	Hořkost j. EBC
VI.	10,22	0,75—0,80	5,55	28,0
VII.	10,19	0,65—0,70	5,49	31,5
XI.	10,05	0,65—0,70	5,42	31,2
VIII.	12,06	0,65—0,70	5,43	43,1
IX.	12,01	0,65—0,70	5,48	47,5
X.	12,08	0,60—0,65	5,39	36,1

Tabulka 3. Přehled chemických rozborů piv

Označení vzorků	10% pivo						12% pivo					
	pokus.	srov.	pokus.	srov.	pokus.	srov.	pokus.	srov.	pokus.	srov.	pokus.	srov.
Extrakt zdánlivý [% hm]	1,79	1,95	2,37	2,48	2,10	2,54	1,26	1,84	1,37	2,47	1,99	2,23
Extrakt skutečný [% hm]	3,42	3,54	3,87	4,04	3,66	3,95	3,32	3,81	3,38	4,28	3,97	4,07
Extrakt dosažitelný [% hm]	1,67	1,67	1,67	1,77	2,06	1,97	1,05	1,27	1,16	1,34	1,84	1,67
Alkohol [% hm]	3,46	3,37	3,13	3,24	3,20	2,97	4,54	4,31	4,36	3,96	4,11	3,97
Původní koncentrace [% hm]	10,19	10,14	10,00	10,38	9,93	9,77	12,12	12,16	11,84	11,98	11,94	11,78
Prokvašení zdánlivé [%]	82,4	80,8	76,3	76,1	78,8	74,0	89,6	84,9	88,4	79,3	83,3	81,1
Prokvašení skutečné [%]	66,4	65,1	61,3	61,1	63,1	59,6	72,6	68,7	71,5	64,2	66,8	65,4
Prokvašení dosažitelné [%]	83,6	83,5	83,3	82,9	79,3	79,8	91,3	89,6	90,2	88,8	84,6	85,8
Barva podle Branda	0,60—0,65	0,60—0,65	0,60—0,65	0,60—0,65	0,60—0,65	0,50—0,55	0,60—0,65	0,60—0,65	0,55—0,60	0,60—0,65	0,45—0,50	0,60—0,65
pH	4,32	4,54	4,59	4,58	4,20	4,30	4,37	4,34	4,43	4,31	4,10	4,18
Hořkost j. EBC	23,3	23,6	28,5	25,9	28,0	25,8	34,6	28,4	37,5	31,2	28,8*	34,3
Obsah CO_2 [% hm]	0,36	0,30	0,37	0,26	0,36	0,26	0,45	0,38	0,35	0,35	0,35	0,33
Výška pěny [cm]	7,5	7,5	10,5	10,0	7,5	6,5	8,5	9,0	9,0	9,0	7,0	7,0
Trvanlivost pěny [min]	4,0	4,0	6,0	5,0	5,0	3,5	5,0	5,0	5,0	4,5	5,0	5,0
Čirost [j. EBC]	0,32	0,27	0,45	0,18	0,32	0,21	0,24	0,35	0,24	0,25	0,35	0,28
Vicinální diketony (diacetyl) [mg.l^{-1}]	0,28	0,55	0,17	0,26	0,26	0,54	0,05	0,08	0,11	0,18	0,04	0,07
Trvanlivost piva [dny]	15	15	15	14	11	8	15	15	15	15	19	19
Technolog. doba výroby [dny]	11	32	13	20	11	21	16	47	16	31	16	43

Pozn.: * u této várky se snížilo chmelení o 8 %.

Tabulka 4. Těkavé látky

Označení sloučenin [mg . l⁻¹]	10% piva			
	pokus.	srovn.	pokus.	srovn.
1. Ethylformiát	0,00	0,00	0,00	0,00
2. Ethylacetát	7,8	8,1	7,1	5,7
3. Propylacetát	0,02	0,04	0,13	0,07
4. 2-Methylpropylacetát	0,07	0,09	0,00	0,08
5. Propanol	0,06	0,14	0,03	0,10
6. Ethylbutyrát	0,00	0,00	0,00	0,00
7. 2-Methylpropanol	2,2	3,1	1,9	3,5
8. 3-Methylbutylacetát	1,5	2,7	1,1	3,1
9. Butanol	0,00	0,11	0,00	0,08
10. 2- a 3-Methylbutanol	40,1	49,7	38,9	48,2
11. Ethylhexanoát	0,23	1,0	stopy	1,3
12. Ethyllaktát	0,00	0,16	0,00	0,12
13. Octová kyselina	4,7	4,2	3,5	3,3
14. Ethyloktanoát	0,06	0,06	0,00	0,00
15. Oktylacetát	0,00	0,00	0,00	0,00
16. Propionová kyselina	0,46	stopy	0,80	stopy
17. Linalool	—	—	—	—
18. Isomáselná kyselina	0,05	0,20	0,07	0,16
19. Máselná kyselina	0,10	0,16	0,22	0,13
20. 3-Methylbutylhexanoát	—	—	—	—
21. Ethyldekanoát	0,13	0,53	0,21	0,45
22. Isovalerová kyselina	1,6	2,3	1,7	2,8
23. Valerová kyselina	0,09	0,54	0,15	0,82
24. Furfurylalkohol	—	—	—	—
25. 2-Fenylethylacetát	0,52	0,80	1,2	0,75
26. Hexanová kyselina	1,7	1,2	1,4	1,8
27. Ethyldodekanoát	0,00	0,00	0,00	0,00
28. 2-Fenylethanol	13,3	10,8	12,7	9,3
29. 2-Ethylhexanová kyselina	—	—	—	—
30. Oktanová kyselina	4,0	5,7	3,8	5,1
31. Ethyltetradekanoát	0,17	0,11	0,23	0,07
32. Nonanová kyselina	—	—	—	—
33. Dekanová kyselina	0,27	1,2	0,85	1,0
34. 2-Fenyloctová kyselina	0,12	0,42	stopy	stopy
35. Dodekanová kyselina	0,09	0,78	stopy	0,11
Celkové vyšší alkoholy	55,7	63,8	53,5	61,2
Celkové estery	10,5	13,6	10,0	11,6
Celkové mastné kyseliny	13,2	16,5	12,5	15,2

Tabulka 5. Těkavé látky

Označení sloučenin [mg . l⁻¹]	10% pivo		12% pivo	
	pokus.	srovn.	pokus.	srovn.
1. Ethylformiát	0,00	0,00	0,00	0,00
2. Ethylacetát	6,9	7,3	8,7	10,8
3. Propylacetát	0,00	0,00	0,00	0,04
4. 2-Methylpropylacetát	0,12	0,24	0,16	0,07
5. Propanol	0,00	0,05	0,00	0,03
6. Ethylbutyrát	—	—	—	—
7. 2-Methylpropanol	1,5	1,1	3,3	2,4
8. 3-Methylbutylacetát	1,2	2,0	1,5	3,8
9. Butanol	0,00	0,00	0,16	0,11
10. 2- a 3-Methylbutanol	39,1	43,7	43,3	68,3
11. Ethylhexanoát	0,88	0,71	1,2	1,2
12. Ethyllaktát	0,00	0,00	0,44	0,34
13. Octová kyselina	5,3	4,9	8,8	10,7
14. Ethyloktanoát	0,11	0,05	0,13	0,19
15. Oktylacetát	—	—	—	—
16. Propionová kyselina	0,00	0,00	0,11	0,06
17. Linalool	—	—	—	—
18. Isomáselná kyselina	0,12	0,10	0,33	0,45
19. Máselná kyselina	0,09	0,13	0,22	0,17
20. 3-Methylbutylhexanoát	—	—	—	—
21. Ethyldekanoát	0,06	0,14	0,64	0,97
22. Isovalerová kyselina	0,94	1,3	1,6	1,7
23. Valerová kyselina	stopy	0,14	0,29	0,38
24. Furfurylalkohol	—	—	—	—
25. 2-Fenylethylacetát	0,43	0,68	0,59	1,3
26. Hexanová kyselina	0,96	1,4	2,8	3,8
27. Ethyldodekanoát	—	—	—	—
28. 2-Fenylethanol	10,7	8,9	18,6	13,7
29. 2-Ethylhexanová kyselina	—	—	—	—
30. Oktanová kyselina	4,2	6,1	5,3	5,7
31. Ethyltetradekanoát	0,07	0,17	0,00	0,44
32. Nonanová kyselina	—	—	—	—
33. Dekanová kyselina	0,64	1,0	0,41	1,5
34. 2-Fenyloctová kyselina	0,44	0,31	0,33	0,13
35. Dodekanová kyselina	0,37	1,1	0,81	0,85
Celkové vyšší alkoholy	51,3	53,8	65,4	84,6
Celkové estery	9,8	11,3	13,4	19,2
Celkové mastné kyseliny	12,4	16,5	21,0	25,4

Průměrné koncentrace vyšších alkoholů, esterů a mastných kyselin jsou uvedeny v *tabulce 7.*

Poměr vyšších alkoholů k esterům určuje do jisté míry charakter vůně a chuti piva. Při hodnotě poměru nad 5:1 se potlačuje aróma a chuť esterů, naopak při jeho

Tabulka 6. Těkavé látky

Označení sloučenin [mg . l⁻¹]	12% piva			
	pokus.	srovn.	pokus.	srovn.
1. Ethylformiát	0,00	0,00	0,00	0,00
2. Ethylacetát	5,9	8,9	6,4	7,1
3. Propylacetát	0,00	0,09	0,08	0,09
4. 2-Methylpropylacetát	1,3	0,96	0,15	0,17
5. Propanol	0,00	0,03	0,00	0,16
6. Ethylbutyrát	—	—	—	—
7. 2-Methylpropanol	1,6	2,5	2,8	1,7
8. 3-Methylbutylacetát	2,1	4,1	1,8	4,4
9. Butanol	0,05	0,22	0,46	0,00
10. 2- a 3-Methylbutanol	49,6	69,8	53,6	61,4
11. Ethylhexanoát	1,1	1,3	1,2	1,2
12. Ethyllaktát	0,13	0,26	0,39	0,20
13. Octová kyselina	7,4	7,2	6,7	8,4
14. Ethyloktanoát	0,19	0,22	0,00	0,17
15. Oktylacetát	—	—	—	—
16. Propionová kyselina	0,08	0,12	0,00	0,11
17. Linalool	—	—	—	—
18. Isomáselná kyselina	0,16	0,18	0,18	0,19
19. Máselná kyselina	0,23	0,19	0,13	0,23
20. 3-Methylbutylhexanoát	—	—	—	—
21. Ethyldekanoát	0,29	0,36	0,34	0,40
22. Isovalerová kyselina	1,1	1,9	1,2	1,1
23. Valerová kyselina	0,21	0,17	0,14	0,16
24. Furfurylalkohol	—	—	—	—
25. 2-Fenylethylacetát	0,72	1,8	0,51	1,1
26. Hexanová kyselina	1,6	2,1	1,8	2,5
27. Ethyldodekanoát	—	—	—	—
28. 2-Fenylethanol	16,1	15,3	17,2	17,8
29. 2-Ethylhexanová kyselina	—	—	—	—
30. Oktanová kyselina	4,7	5,6	5,0	7,9
31. Ethyltetradekanoát	0,00	0,00	0,00	0,03
32. Nonanová kyselina	—	—	—	—
33. Dekanová kyselina	0,22	1,1	1,2	2,1
34. 2-Fenyloctová kyselina	0,59	0,62	0,19	0,10
35. Dodekanová kyselina	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové vyšší alkoholy	67,4	86,5	74,1	81,1
Celkové estery	11,7	18,0	10,9	14,9
Celkové mastné kyseliny	16,3	19,2	16,5	22,8

Tabulka 7. Průměrné hodnoty těkavých látek

Označení těkavých látek	10% piva		12% piva	
	pokus.	srov.	pokus.	srov.
Vyšší alkoholy [mg . l⁻¹]	53,5	59,6	69,0	84,1
Estery [mg . l⁻¹]	10,1	12,2	12,0	17,4
Poměr vyšších alkoholů k esterům	5,3 : 1	4,9 : 1	5,7 : 1	4,8 : 1
Mastné kyseliny [mg . l⁻¹]	12,7	16,1	17,9	22,5

nižší hodnotě se zvýrazňuje ovocné (esterové) zabarvení piva. Vyšší obsah mastných kyselin u srovnávacích piv byl zaznamenán především u kyseliny oktanové a částečně i u kyseliny dekanové. Obě tyto kyseliny při vyšší koncentraci působí negativně na trvanlivost pěny a jejich vliv se částečně projevil u některých srovnávacích vzorků.

Při senzorickém hodnocení se téměř u všech pokusných vzorků zjistila vyšší intenzita hořkosti, přestože chmelení bylo nižší *(tab. 8, 9)*. Také celková intenzita vůně byla u těchto piv výraznější. Kvasničnou cizí vůni a chuť, která u všech vzorků převládala, označili hodnotitelé za velmi slabou. Celkový subjektivní dojem u 10% piv byl prakticky stejný, podle trojúhelníkové zkoušky zjištěné rozdíly nebyly průkazné. Pokusná 12% piva naopak měla lepší jakost, zatímco celkový subjektivní dojem byl obdobně jako u 10% piv stejný.

Průměrné hodnoty některých hlavních kritérií jsou zaznamenány v *tabulce 10.*

Závěr

Z důvodu pětidenního pracovního týdne se minimální technologická doba mimovolně prodlužuje o jeden až dva dny, a to v závislosti na vyráběném typu piva. Uvedený pracovní režim se dodržuje prakticky celý rok především na úseku filtrace a stáčení piva, takže je nutno pouze v ojedinělých případech dodržet minimální technologickou dobu. Provozní zkoušky prokázaly, že vypracovaný technologický postup při zkrácení výrobní doby

Tabulka 8. Senzorické hodnocení 10% piv

Znaky jakosti	Pivo pokus.	srovn.	Pivo pokus.	srovn.	Pivo pokus.	srovn.
Celková intenzita vůně střední	+0,33	±ø	±ø	±ø	+0,11	−0,11
Intenzita cizí vůně velmi slabá slovní vyjádření	+0,50 kvasničná	+0,17 esterová	+0,62 kvasničná	+0,62 esterová	+0,22 kvasničná	−0,44
Říz střední	±ø	−0,17	−0,12	+ø	±ø	−0,67
Plnost střední	−0,17	−0,17	±ø	±ø	−0,11	±ø
Intenzita hořkosti střední	+0,17	±ø	±ø	±ø	±ø	±ø
Charak. hořkosti mírně drsný	±ø	−0,17	+0,25	±ø	+0,22	±ø
Intenzita cizí chuti velmi slabá slovní vyjádření	+0,67 kvasničná trpká	−0,67	+0,62 kvasničná svíravá	+0,50	±ø kvasničná svíravá	−0,33
Celkový subjektivní dojem po stočení	4,17	3,67	4,50	4,25	3,78	4,22
po záruční době	4,00	4,25	4,80	5,00	4,50	5,50
Trojúhelníková zkouška						
Hodnocení jakosti průkaznost % (lepší jakost)	neprů-kazné		—	99,0	99,9	—

Poznámka: Stupnice celkového subjektivního dojmu
mimořádně dobrý (1)
velmi dobrý (2)
dobrý (3)
dosti dobrý (4)
prostřední (5)
dosti špatný (6)
špatný (7)
velmi špatný (8)
mimořádně špatný (9)

o 57 až 64 % umožňuje vyrobit piva stejné kvality jako při použití běžné provozní technologie na klasickém zařízení. Současně při využití CK-tanků pro jednofázovou výrobu piva se zajistí technická sterilita zařízení, stabilita režimu výroby, snadná regulace a řízení technologického procesu a sníží se manuální pracnost při výrobě. Na základě dosud získaných výsledků jsou ztráty hořkých látek při kvašení nižší, takže se může snížit dávka chmele o 5 %. Vyšší obsah CO_2 příznivě působí na říz piva. Jednofázový způsob, s ohledem na hluboké prokvašení piv, vyšší obsah ethanolu a zajištění technické sterility zařízení, dává předpoklady pro dosažení lepší biologické trvanlivosti. Uvedené přednosti jednofázového způsobu lze využít ke zvýšení kvality piv a k zefektivnění výroby.

Literatura

[1] Prozessgesteuerte CIP-Anlage: Brauwelt **124**, 1984, č. 35, s. 1486
[2] CUMBERLAND W. G. et al.: MBAA Techn. Quart. **21**, 1984, č. 1, s. 39
[3] SHUTTLEWOOD J. R.: Brew. Distill. Int. **14**, 1984, č. 8, s. 22
[4] LEJSEK T., KAHLER M.: Kvas. prům. **30**, 1984, č. 12, s. 285
[5] KUBICKI G. H. G.: Brauwelt **126**, 1986, č. 8, s. 255
[6] UNTERSTEIN K.: Brauwelt **126**, 1986, č. 12, s. 416
[7] KAHLER M., LEJSEK T.: Způsob a zařízení pro jednofázovou výrobu piva, Autorské osvědčení č. 187 157, PV 8355-76, 1976
[8] KAHLER M., LEJSEK T.: Způsob a zařízení pro jednofázovou výrobu piva, Patentová listina č. 140 091, PV 6329-89, 1969

Štichauer, J. - Kahler, M.: Výroba piva jednofázovým způsobem. Kvas. prům. **32**, 1986, č. 12, s. 305—309.

Při použití technologického postupu jednofázové výroby piva se zkrátí celková výrobní doba o 57 až 64 %. Menší ztráty hořkých látek při kvašení umožňují snížit dávku chmele o 5 %. Kvalita hotových piv zůstává na stejné úrovni jako při použití běžné provozní technologie na klasickém zařízení.

Tabulka 9. Senzorické hodnocení 12% piv

Znaky jakosti	Pivo pokus.	srovn.	Pivo pokus.	srovn.	Pivo pokus.	srovn.
Celková intenzita vůně střední	+0,22	±ø	−0,10	−0,10	±ø	−0,43
Intenzita cizí vůně velmi slabá slovní vyjádření	±ø kvasničná	−0,22 esterová	+0,20 kvasničná	+0,20 esterová	+0,43 kvasničná	+0,29 esterová
Říz střední	±ø	+0,11	−0,20	−0,20	−0,14	−0,29
Plnost střední	+0,67	+0,56	+0,30	+0,50	−0,14	+0,29
Intenzita hořkosti střední	+0,22	−0,11	+0,40	+0,20	+0,14	−0,14
Charak. hořkosti mírně drsný	+0,67	−0,11	+0,60	+0,50	±ø	−0,29
Intenzita cizí chuti velmi slabá slovní vyjádření	+0,33 kvasničná svíravá	−0,33 nasládlá	+0,40 kvasničná svíravá	+0,30	−0,14 kvasničná svíravá	−0,29 trpká
Celkový subjektivní dojem po stočení	3,78	3,33	4,20	4,10	3,43	3,29
po záruční době	4,60	4,20	3,86	3,71	3,80	4,00
Trojúhelníková zkouška						
Hodnocení jakosti průkaznost % (lepší jakost)	neprů-kazné		99,9	—	99,9	—

Poznámka: Stupnice celkového subjektivního dojmu
mimořádně dobrý (1)
velmi dobrý (2)
dobrý (3)
dosti dobrý (4)
prostřední (5)
dosti špatný (6)
špatný (7)
velmi špatný (8)
mimořádně špatný (9)

Tabulka 10. Průměrné hodnoty vybraných analytických výsledků

Sledovaná kritéria	10% piva pokus.	srov.	12% piva pokus.	srov.
Rozdíl zdánlivého a dosažitelného prokvašení [%]	1,5	2,6	0,8	3,2
Hořkost [j. EBC]	26,6	25,1	33,6	31,3
Vicinální diketony (diacetyl) [mg . l⁻¹]	0,24	0,45	0,07	0,11
Obsah CO_2 [% hm]	0,36	0,27	0,38	0,35
Trvanlivost [dny]	13,7	12,3	16,3	16,3
Celkový subjektivní dojem po stočení	4,15	4,05	3,80	3,57
po záruční době	4,43	4,92	4,09	3,97
Hodnocení jakosti trojúhelníkovou zkouškou	neprůkazné		neprůkazné	
průkaznost [%]	99,9	—	99,9	—
(lepší jakost)	—	99,0	99,9	—

Штихауер, И., Калер, М.: Производство пива однофазным способом. Квас. прум. 32, 1986, № 12, стр. 305—309.

При применении технологического способа однофазного производства суммарное время производства сокращается до 57—64 %. Меньшие потери горьких веществ при брожении дают возможность понизить дозу хмеля на 5 %. Качество готовых пив остается на том же уровне, как при применении обычно применяющейся технологии и в классической установке.

Štichauer, J. - Kahler, M.: One-Stage Process of Beer Production. Kvas. prům. **32**, 1986, No. 12, pp. 305—309.

Using the one-stage procedure of a beer production the whole production time is shorted by 57 to 64 %. Lower losses of bitter substances during the fermentation permit to use a lower dosage of hop by 5 %. The beer quality remains at the same level in comparison to the case when the usual technology with a classical equipment is used.

Štichauer, J. - Kahler, M.: Biererzeugung im Eintankverfahren. Kvas. prům. **32**, 1986, Nr. 12, S. 305—309.

Bei der Applikation des Eintankverfahrens der Biererzeugung kann die Gesamtproduktionszeit um 57 bis 64 % verkürzt werden. Die Verringerung des Bitterstoffverlustes während der Gärung ermöglicht die Herabsetzung der Hopfengabe um 5 %. Die Qualität der Fertigbiere bleibt auf dem gleichen Niveau wie bei der Anwendung der üblichen Betriebstechnologie auf klassischen Produktionsanlagen.