

# Sledování vazby kyslíku při výrobě mladiny

JOSEF DYR, GABRIELA HERLÍKOVÁ,

663.44:546.21

Vysoká škola chemicko-technologická, katedra kvasné chemie a technologie, Praha

Chemicky a mechanicky vázaný kyslík v mladině má význam pro průběh kvašení i pro jakost piva, jak o tom svědčí zájem pivovarských výzkumníků.

Wöllmer [1] zjistil, že oxydací se zeslabuje hořkost humulonů, kdežto hořkost lupulonů se zvyšuje. Deur [2] uvádí, že při chlazení na stoku se v 1 litru mladiny oxyduje asi 0,1 g látek. Petit [3] udává, že  $\frac{2}{3}$  těchto oxydovaných látek pocházejí ze sladu a asi  $\frac{1}{3}$  z chmele. Kutter [4] se zabýval kvalitativními změnami hořkých kalů. Vztahem mezi oxydací a jejich množstvím se nezabýval. Podobné studie konali Enders a Spiegel [5]. Příčinné vztahy oxydačně redukční v mladině a pive se snažilo vyjádřit několik autorů. V pive a mladině jsou hlavními redox-systémy cukry. Také dusíkaté látky obsahující SH skupiny i chmelové pryskyřice se okysličují podle schema  $2RSH \rightarrow RSSR + 2H$ . Kolorimetrické stanovení redox-potenciálu pro pivovarství vypracoval Laufer [6]. Změnami rH v mladině a pive se podrobněji zabýval van Laer [7]. U mladiny zchlazené bez přístupu vzduchu stanovil  $rH = 16,9$ . Po jednohodinovém styku se vzduchem bylo  $rH = 21,11$  a po 24hodinovém styku se vzduchem 26,24. Během kvašení klesá rH na asi 11,0, u piva 9,0. Raible [8] dokázal, že i redox-potenciály mladiny zbavené vzduchu se blíží hodnotě 9. Tato hodnota rH se ustálí při  $pH = 4-7$ . Z toho se usoudilo, že sloučeniny v pive zodpovědné za redox-systémy v mladině i pive jsou též třídy. Jako příčina vytvoření limitního potenciálu se uvádí tvorba nových reduktonů melanoidovou reakcí a dochází i k reversibilním pochodům na hydroreduktonech.

Ve své práci jsme se zabývali absorpcí kyslíku během výroby mladiny v závislosti na čase a teplotě a vlivem větrání na množství hořkých kalů.

Vzorky mladiny se odebíraly v 5 pivovarech v určitých časových intervalech před počátkem a po ukončení chmelovaru, během chlazení na stokách, v chladičích a ve spilce. Stanovovaly se: kyslík pokud možno polarograficky, ITT, redox-potenciál potenciometricky, pH a sacharisace, úbytek tříslovin, hořkých látek, celkový dusík a bílkovinné frakce.

## Část experimentální

### Metodika

Rozpuštěný kyslík se stanovil podle Winklera, modif. Bruhnsou [9], kyslík kolorimetricky podle Stone-Rotschilda [10], redukční schopnost ITT kolorimetricky pomocí 2,6 dichlorfenolindofenolu. Do 100 ml kádinky se navázilo 140 mg indikátoru a rozpustilo v 80 °C teplé vodě. K 50 ml ochlazeného roztoku po filtraci se přidá 1 g KI a 2 ml kyseliny sírové 1:6. Uvolněný jod se titruje 0,01 N sirnatem

nem sodným. Spotřeba ml sirnatu násobena 14,5 udává množství indikátoru ve 100 ml. Měřilo se v komparátoru:

1	2	1 — destilovaná voda, 2 — mladina,
4	3	3 — pufr stejného pH jako mladina + 0,05 ml indikátoru, 4 — 10 ml mladiny + 0,25 ml indikátoru.

Měří se čas od přidání indikátoru do vyrovnání barev na obou stranách komparátoru.

Redox-potenciál se měřil potenciometricky na ionoskopu Fraza nasycenou kalomelovou a platínovou elektrodou. Spojovací můstek tvořil nasycený roztok KCl. Na stupnici se při 20 °C odčítaly mV odpovídající elektromotorické síle soustavy:

$Hg/HgCl_2$  nasyc. KCl nasyc. KCl redox Pt<sup>+</sup>

Výpočet redox-potenciálu:  $rH = -\log p_{H_2}$

$E_{redox} = EMS - E_{Hg/HgCl_2 \text{ nasyc.}}$

$E_{Hg/HgCl_2 \text{ 20 °C}} = 248 \text{ mV}$ ;

$$E_{redox} = \frac{0,0581}{2} \cdot \frac{\log (H^+)^2}{p_{H_2}};$$

$$E_{redox} = 0,0581 \log (H^+) - \frac{0,0581}{2} \log p_{H_2}$$

$$-\log p_{H_2} = \frac{E_{redox} + 0,0581 \text{ pH}}{0,0295} = rH$$

pH se stanovilo na stejném potenciometru jako rH za použití kalomelové a chinhydrónové elektrody.

Celkový dusík se stanovil podle Kjeldahla, dusík v hořkých kalcích mikrometodou, bílkovinné frakce podle Lundina, tříslovinu kolorimetrickou metodou podle Clarka, hořké chmelové látky podle Windische-Kolbacha. Sušina hořkých kalů se určovala vázkově. 2 litry mladiny se 5 min odstředí při 3000 otáčkách/min v kyvetách 250 ml. Po slití oddělené mladiny se odstředí znovu s destilovanou vodou, celkem třikrát. Oddělené kaly se suší při 105 °C.

### Prověření metody pro stanovení rozpuštěného kyslíku indigodisulfonátem draselným

Rozpuštěný kyslík stanoven metodou podle Winklera a metodou podle Rotschilda. V provzdušené destilované vodě dávaly obě metody shodné výsledky. U mladiny se Winklerova metoda neosvědčila, výsledky se při paralelních pokusech lišily až o 2 mg O<sub>2</sub> v litru.

### Polarografické stanovení kyslíku

Vzhledem k technickým potížím při kolorimetrickém stanovení kyslíku byl kyslík stanoven polarograficky.

Principem metody je elektrolysa roztoku obsahu-



jícího kyslík při napětí, jež leží nad potenciálem redukce kyslíku. Katodou jsou malé kapky rtuti přiváděné kapilárou, anodou vrstva rtuti v Novákově nádobce [11]. Difusní proud vznikající při odkapávání rtuti v nádobce je přímo úměrný rychlosti, s kterou se redukuje nové molekuly kyslíku. Ilkovič [11] odvodil vztah pro difusní proud:

$$id = 0,627 n \cdot F \cdot C \cdot D^{1/2} m^{1/2} \cdot t^{1/2}$$

$F = 96,500$  coulombů,  $n$  = počet elektronů potřebných k oxydaci nebo redukci,  $c$  = koncentrace depolarisátoru,  $D$  = difusní koeficient,  $m$  = průtoková rychlost,  $t$  = doba kapky,  $0,627$  = konstanta.

Pro analytiku je významné, že je lineární závislost  $id$  na koncentraci depolarisátoru. Kolthoff a Linggan [12] odvodili, že je úměrnost mezi koncentrací kyslíku a příslušným difusním proudem při všech napětích jemu odpovídajících.

Měřilo se na polarografu Heyrovský, Zbrojovka W 301 při stále stejných konstantách:

doba kapky  $t = 1,3$  sec, výška reservoáru = 63 cm, citlivost = 4, akumulátor = 4 V, citlivost galvanometru =  $9 \cdot 10^{-9}$ , vzdálenost zrcátka galvanometru od šterbiny polarografického přístroje = 105 cm. Byl zhotoven kalibrační polarogram a vyhodnocena výška vln. Převodový faktor byl vypočten z 8 vzorků 10 % mladiny v různých fázích chlazení. Jeho průměrná hodnota je  $0,0943 \text{ mg O}_2/1 \text{ litr}$ .

Barva stanovena  $0,1N \text{ I}_2$  tak, že se do 10 odměrných baněk na 100 ml odpipetovalo 0,5, 0,8, 1,1, 1,4, 1,7, 2,0, 2,3, 2,6, 2,9 a 3,2 ml  $0,1N \text{ I}_2$  a zkoušenou látkou doplnilo na 100 ml. Po promíchání se kolorimetřovalo na přístroji Hilger-Speckr při modrém filtru. Na sestupném grafu se přímo odčítaly ml  $0,1N \text{ I}_2$  na 100 ml.

Měřilo se v pěti pivovarech:

- v pivovaru A 12 % a 7 % mladina,
- v pivovaru B 7 %, 10 % a 18 % mladina,
- v pivovaru C 10 % mladina,
- v pivovaru D 7 % mladina,
- v pivovaru E 7 % mladina.

V pivovaru A je jednoduchá varna a pracuje se na 3 rmuty. Doba chmelovaru 2 hod 30 min. Chmelí se na třikrát. Výška mladiny na stokách 17 cm. Nad každým stokem je ventilátor 2 hod v chodu. Chladí se 4 hod po celý rok stejně. Chladiče protiproudě, uzavřené. Zákvasná teplota  $4,1^\circ\text{C}$ .

Vzorky 12 % mladiny:

- č. 1 — sladina těsně před počátkem chmelovaru
- č. 2 — mladina po skončení chmelovaru
- č. 3 — mladina z cizí
- č. 4 — mladina z chladicích stoků těsně po načerpání
- č. 5 — mladina 2 hod po vyčerpání na chladicí stoky
- č. 6 — mladina 3 hod po vyčerpání na chladicí stoky
- č. 7 — mladina 4 hod po vyčerpání na chladicí stoky
- č. 8 — mladina před čerpáním na chladiče
- č. 9 — mladina stékající do kvasných kádí (žlábků).

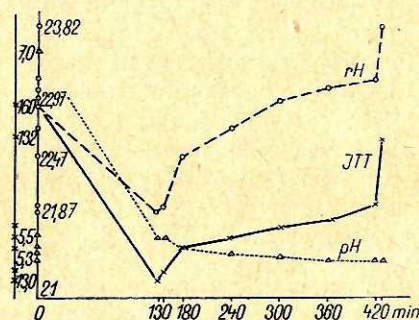
Výsledky měření jsou v tab. I, II, III, IV a obr. 1 a 2.

Vzorek č.	Min.	T ° C	mg/O <sub>2</sub> v 1 lit.	mV	rH	pH	ITT	S
1	0	100	0,8	9,0	22,97	—	160	10,8
2	150	100	1,20	67,5	11,87	5,5	13	11,40
3	155	92	1,26	68,0	21,91	5,50	20	11,42
4	180	73	1,41	90,0	22,47	5,40	40	11,75
5	240	68	1,70	100,0	22,75	5,37	48	11,88
6	300	54	2,00	110,0	23,06	5,35	58	12,00
7	360	38	2,23	116,0	23,17	5,30	64	12,10
8	420	34	2,51	119,0	23,27	5,30	76	12,10
9	426	4,7	6,25	135,0	23,82	5,30	132	12,10

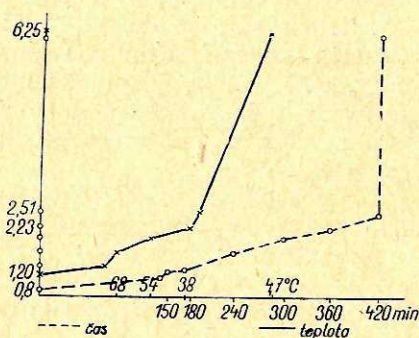
Tabulka I.

Vzorek č.	Hořké látky mg/l	Třisl. mg/l	Celkový N <sub>2</sub> mg/l	Frakce A	Frakce B	Frakce C	Formol. dusík
4	137	190	868	127,1	88,9	653	252
8	113	179	700	65,3	53,4	581	224
úbytek %	17,45	9,59	19,36	48,62	39,94	11,02	11,20

Tabulka II.



Obr. 1 — Změny  $rH$ ,  $ITT$  a  $pH$  u 12 % mladiny v závislosti na čase — pivovar A.



Obr. 2 — Stoupání obsahu kyslíku v závislosti na čase a teplotě u 12 % mladiny pivovaru A.

V tab. III. jsou srovnány hodnoty kyslíku stanoveného kolorimetricky a polarograficky. Obě metody dávají souhlasné hodnoty.

Vzorek č.	Výška vlny mm	Přepočtový faktor	mg O <sub>2</sub> /l polarografický	mg O <sub>2</sub> /l kolorimetrický
1	10	0,0943	0,94	0,94
2	12	0,0943	1,13	1,13
3	16	0,0943	1,40	1,40
4	16	0,0943	1,40	1,40
5	20	0,0943	1,88	1,89
6	21	0,0943	1,98	1,98
8	67	0,0943	6,31	6,31

Tabulka III.

Množství kalů vyloučených během chlazení nebylo možno určovat v provozním měřítku; určovalo se



v odebraných vzorcích, které byly ponechány při 75 °C ve vrstvě vysoké 16 mm. Rozbor a vážení se konaly vždy po 1 hod.

Min.	T °C	Spec. hmota	mg O <sub>2</sub> /l	Kaly v sušině mg/l	pH
0	75	1,0344	1,23	0,399	5,35
60	65	1,0355	1,72	0,419	5,35
120	58	1,0458	1,95	0,456	5,34
180	44	1,0472	2,52	0,473	5,34
240	32	1,0488	2,80	0,480	5,30

Tabulka IV.

Sledování kyslíku u 10 % mladiny:

Rozbor v pivovaru B:

- vzorek č. 1 — sladina před počátkem chmelovaru  
č. 2 — mladina po ukončení chmelovaru  
č. 3 — mladina po načerpání na stoky  
č. 4 — mladina 2 hod po načerpání  
č. 5 — mladina před spíláním  
č. 6 — mladina z 1/3 sprchového chladiče  
č. 7 — mladina ze spodní části sprchového chladiče  
č. 8 — mladina ve spilce

Výsledky jsou v tab. V, VI, VII a obr. 3 a 4.

Vzorek č.	Min.	T °C	mg O <sub>2</sub> v 1 l	mV	rH	pH	ITT	S
1	0	80	0,62	28	23,54	7,0	218	9,10
2	150	100	1,10	96	23,72	5,92	13,7	9,40
3	165	68	1,20	98	23,79	5,92	84	9,58
4	225	53	1,35	106	23,84	5,84	131	9,70
5	285	37	1,68	120	24,38	5,84	177,8	9,95
6	288	24	3,10	124	24,44	5,80	228,2	20,05
7	291	7	3,72	136	24,86	5,80	238,2	10,05
8	294	6,5	6,20	144	25,13	5,80	240	10,05

Tabulka V.

Vzorek č.	Hořké látky mg/l	Tříslov. mg/l	Celkový N <sub>2</sub> mg/l	Frakce A	Frakce B	Frakce C	Formol. dusík
3	130	200	826	119	66	641	308
5	120	180	658	58,9	39,91	559	266
úbytek v %	7,62	10	20,34	51,47	39,54	12,8	8,62

Tabulka VI.

Hořké kaly byly stanoveny jako v pivovaru A.

Min.	T °C	mg O <sub>2</sub> v 1/l	Množství kalů v sušině mg/l
0	72	1,2	0,287
60	62	1,6	0,290
120	57	1,8	0,300
180	43	1,9	0,352
240	33	2,1	0,423

Tabulka VII.

Pivovar C: Vzorky se odebíraly stejně jako v pivovaru A. V 10 % mladíně nebyly sledovány změny obsahu hořkých chmelových látek, tříslovin a bílkovinného dusíku, ani úbytek hořkých kalů.

Výsledky rozborů jsou v tab. VIII a obr. 4.

Vzorek č.	Min.	T °C	mg O <sub>2</sub> v 1 litru	mV	rH	pH
1	0	100	0,5	14	22,85	6,9
2	150	100	0,8	68	22,11	5,6
3	165	88	1,0	71	22,12	5,55
4	210	55	1,25	72	22,15	5,55
5	270	24	1,70	89	22,62	5,50
6	273	15	3,5	140	24,29	5,45
7	276	6,85	4,0	149	24,60	5,45
8	279	6,80	5,8	155	24,81	5,45

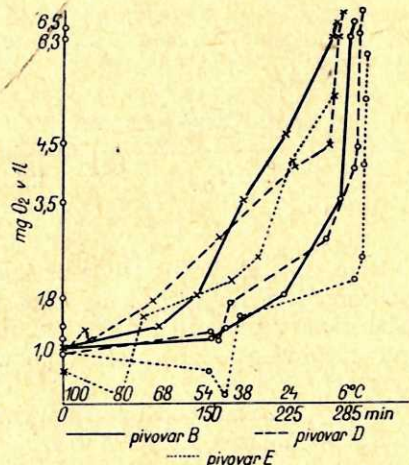
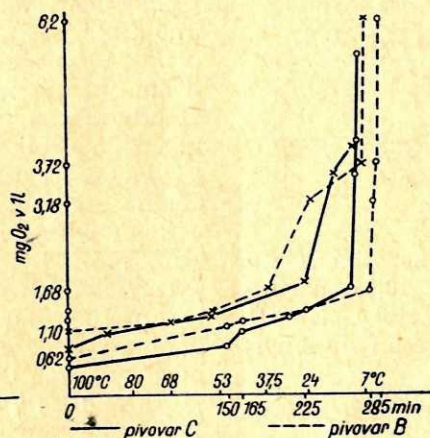
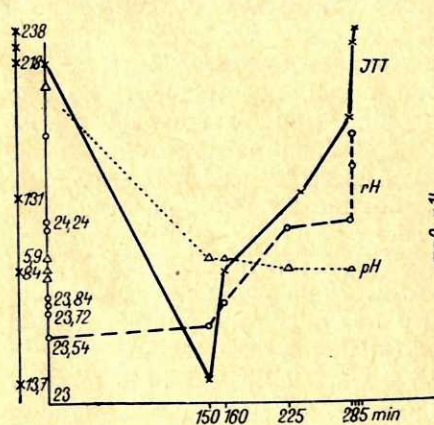
Tabulka VIII.

Sledování kyslíku u 7 % mladiny v pivovaru D:

- vzorek č. 1 — sladina před chmelovarem  
č. 2 — mladina po ukončení chmelovaru  
č. 3 — mladina v cízú  
č. 4 — mladina po vyčerpání na stoky  
č. 5 — mladina 1 hod po vyčerpání na stoky  
č. 6 — mladina před spíláním  
č. 7 — mladina v 1/3 sprchového chladiče  
č. 8 — mladina ve 2/3 sprchového chladiče  
č. 9 — mladina ve spilce

Výsledky jsou v tab. IX, X, XI a obr. 5.

Pivovar B: vzorky 7 % mladiny (odebírané stejně jako u 10 % mladiny):



Obr. 3 — Pohyb hodnot pH, rH a ITT v závislosti na čase. 10 % mladina pivovaru B.

Obr. 4 — Stoupání obsahu kyslíku v 10 % mladíně u pivovaru B a C v závislosti na čase a teplotě.

Obr. 5 — Obsah kyslíku v závislosti na teplotě a čase u 7 % mladiny.



Vzorek č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Min.	0	150	156	171	270	300	303	306	309
T° C	100	94	93	70	48	22	8,5	5	4
mg O <sub>2</sub> /l	0,9	1,25	1,05	1,70	2,80	4,00	4,40	6,30	6,70
S	6,0	6,50	6,58	6,65	6,95	6,96	6,96	6,96	6,96

Tabulka IX.

Vzorek č.	1	2	3	4	5	6	7	8
Min.	0	150	165	225	285	288	291	294
T° C	80	100	68	54	38	24	6,5	6
mg O <sub>2</sub> /l	1,0	1,20	1,35	1,80	3,50	4,5	6,3	6,5
S	6,10	6,40	6,62	6,85	6,90	6,97	6,97	6,97

Tabulka X.

Pivovar C: vzorky odebrány v intervalech uvedených v tab. XI, ve stejných místech a stejném stadiu výroby jako v pivovaru D.

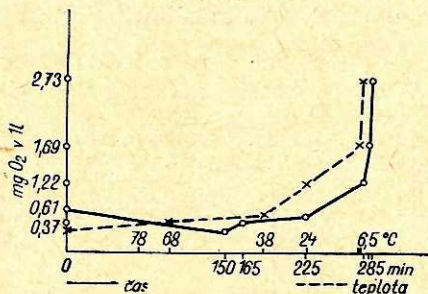
Vzorek č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Min.	0	150	165	180	305	307	309	311	315
T° C	100	100	80,5	73,2	43	33,4	22,1	8,1	6,1
mg O <sub>2</sub> /l	0,80	0,55	1,15	1,50	2,10	2,50	4,10	5,20	6,00
S	6,05	6,40	6,45	6,60	6,92	6,97	6,97	6,97	6,97

Tabulka XI.

Sledování kyslíku u 18 % mladiny v pivovaru B: vzorky byly odebrány v čase udaném v tab. XII. Absorpce kyslíku ukazuje tab. XII a obr. 6.

Vzorek č.	Čas min.	T° C	Výška vlny	mg O <sub>2</sub> v 1/l	S
1	0	78	6,5	0,612	16,05
2	150	100	4	0,377	17,40
3	165	68	5	0,471	17,60
4	221	38	6	0,565	17,97
5	280	24	13	1,22	18,00
6	288	8	18	1,69	18,00
7	292	6,5	29	2,73	18,00

Tabulka XII.



Obr. 6.

Dále jsme sledovali vliv různého způsobu větrání na množství hořkých kalů. Vzorky 10 % mladiny odebrány v provozu při čerpání na stoky při 96 °C byly sledovány v laboratoři. V pokusech řady A byly vzorky:

- č. 2 — chlazen pod parafinovým olejem,
- č. 3 — chlazen za větrání vzduchem,
- č. 4 — chlazen za větrání dusíkem,
- č. 5 — chlazen v klidu za přístupu vzduchu,
- č. 6 — chlazen v pohybu michadlem,

u vzorku č. 1 byl proveden rozbor po jeho odebrání.

U řady pokusů B se mladina ještě půl hodiny po-  
vářela, potom se provedly zkoušky jako u řady A.

Konečná teplota vzorků před analysami byla 50 °C. Vzorky 2 a 5 se chladily v tlustostěnných skleněných válcích při výšce 20 cm; vzorky 3 a 4 rovněž v tlustostěnných válcích s vmontovanou fritou. K větrání dusíkem bylo použito žárovkového dusíku. Chlazení bylo řízeno tak, aby teplota 96 °C klesla během 2 hod. na 50 °C.

Výsledky jsou v tab. XIII a XIV.

#### Pokusy řady A

Vzorek č.	O <sub>2</sub> /l mg	pH	Barva ml 0,1 J <sub>2</sub>	Sušina kalů g/l	% bílkovin v sušině kalů
1	0,75	5,3	0,9	0,1610	53,20
2	1,70	5,5	1,16	0,2074	53,92
3	8,00	5,7	1,36	0,3500	59,33
4	0,83	5,7	1,24	0,2299	54,00
5	3,15	5,1	1,24	0,2534	53,93
6	8,24	5,1	1,44	0,4542	59,62

Tabulka XIII.

#### Pokusy řady B

Vzorek č.	O <sub>2</sub> /l mg	pH	Barva ml 0,1 J <sub>2</sub>	Sušina kalů g/l	% bílkovin v sušině kalů
1	0,80	5,3	1,07	0,5979	59,55
2	1,10	5,3	1,54	5,7062	59,45
3	8,62	5,7	1,88	0,8050	62,38
4	0,85	5,7	1,60	0,7176	59,62
5	3,03	5,2	1,58	0,7983	59,62
6	9,83	5,2	2,00	0,8070	70,90

Tabulka XIV.

#### Diskuse

Pivovar A: kyslík se absorbuje pozvolna v závislosti na čase téměř lineárně. K největšímu nasycení dochází ve spilce při stékání mladiny žlábký do kádí. Vzhledem k tomu, že tento pivovar používá uzavřených chladičů, je žlábkové zařízení nutné k dostatečnému provzdušení mladiny.

Pivovar B: u 10 % mladiny probíhá absorpce kyslíku rovněž téměř lineárně. K velkému nasycení dochází na sprchových chladičích, kdy obsah kyslíku stoupal z 3,72 na 6,20 mg v litru. Patrný je též vliv teploty mezi vzorky 5 a 6, t. j. v rozmezí teplot 37,5 a 24 °C.

U 18 % mladiny je pozoruhodné, že nasycení kyslíkem je mnohem menší, než u 10 %. Hodnoty absorbovaného kyslíku jsou ve srovnání s 10 % mladinou všeobecně nižší, ani na sprchovém chladiči v rozmezí teplot 24 až 6,5 °C nedochází k pronikavému vzestupu obsahu kyslíku. Poněvadž jde o stejný technologický postup a stejné strojní zařízení, může být příčinou menší absorpce kyslíku jen vysoká koncentrace mladiny. Dokladem toho je absorpce kyslíku u 7 % mladiny v témže pivovaru. Zatím co při 38 °C (mladina před spíláním) je u 7 % mladiny obsah O<sub>2</sub> 3,5 mg v litru, u 18 % mladiny je pouze 0,565 mg v litru. Konečný obsah ve spilce je u 7 % 6,5 mg, u 18 % 2,73 mg a u 10 % 6,20 mg. Z toho je patrna nepřímá závislost koncentrace mladiny a obsahu absorbovaného kyslíku při témže postupu a strojním zařízení.



*Pivovar C:* k největšímu nasycení kyslíkem dochází také až na sprchovém chladiči. Hodnoty jsou u 10 % mladiny přibližně stejné jako u pivovaru B, pouze konečné nasycení je o něco nižší (5,8 mg O<sub>2</sub> v 1 litru, proti 6,2 mg). Je to pravděpodobně způsobeno tím, že u pivovaru B dochází k silnějšímu nasycení během cesty z chladicích aparátů do spílký.

*Pivovar D a E:* v pivovaru D dochází u 7 % mladiny k většímu nasycení kyslíkem než v pivovaru E, což je způsobeno o 50 cm vyšším chladičem. Pozoruhodné je zjištění, že u obou pivovarů dochází k poklesu obsahu kyslíku při příchodu mladiny do cizů. V pivovaru D z hodnoty 1,25 na 1,05 a v pivovaru E z 0,55 mg na 0,15 mg v litru. Zajímavý je i rozdíl v obsahu kyslíku po skončení chmelovaru (1,25 mg a 0,55 mg), i když zde určitý vliv má rozdíl teplot vzorku (94 a 100 °C).

Z grafických závislostí vyplývá, že oxydační schopnosti mladiny během chmelovaru velmi klesají (u 12 % mladiny) nebo se nemění (u 10 % mladiny). Vlivem absorpce kyslíku dochází k velkému vzestupu oxydační schopnosti ihned po vyčerpání na stoky. Redukční schopnost mladiny se během chmelovaru značně zvýší a chlazením rychle klesá. Lze soudit, že po ukončeném chmelovaru se kyslík váže silně chemicky a snižuje se redukční schopnost látek uvolněných při chmelovaru. V *pivovaru A* je u 12 % mladiny redukční schopnost značně nižší než u 10 % mladiny v *pivovaru B*. V *pivovaru C* nenastává vzestup rH ihned po vyčerpání na stoky, ale až v době, kdy se začne uplatňovat vliv rozpuštěného kyslíku. Je možné, že se zde uplatňuje vliv varního procesu, měnícího povahu reduktonů. Při všech koncentracích mladiny dochází k poklesu hodnot pH, což souvisí s uvolňováním chmelových kyselin a vysrážením iontů Ca<sup>++</sup> a Mg<sup>++</sup> ve formě terciálních fosforečnanů.

Z analys je dále patrné, že se nedá najít vztah mezi rH a obsahem kyslíku a rH a ITT.

Potvrdila se již známá skutečnost, že během chlazení na stokách se snižuje obsah tříslovin, hořkých látek a především bílkovin. Z těchto přechází do hořkých kalů nejvíce frakce A (asi 50 %), frakce B (asi 40 %) a nejméně frakce C (asi 12 %) a dusíku formolového (asi 8 %). Při chlazení na stokách množství hořkých kalů stoupá s časem. Mezi množstvím kyslíku a hořkých kalů není v průběhu chla-

zení na stokách a časem lineární závislost. Jak je patrné z *tab. XIII.* a *XIV.* nelze najít korelaci mezi teplotou mladiny a rychlostí vylučování hořkých kalů.

Při pokusech o vlivu větrání na vylučování hořkých kalů bylo nalezeno, že ani vrstva parafinového oleje nezabrání difusi kyslíku.

Pozoruhodné je, že mícháním se dosáhlo větší absorpce kyslíku než větráním. Toto srovnání má však ten nedostatek, že větrání mladiny probubláváním vzduchu bylo málo intenzivní a muselo se řídit tak, aby nepřetékala pěna.

Provozdušňováním se zvyšovala barva mladiny. Pro vylučování kalů je důležitá doba varu v mladinové pánvi. Množství vyloučených bílkovin se prodlouženou dobou varu zvýší o 6 až 9 %. Při míchání se vylučují hrubší kaly než při větrání.

### Z á v ě r

Sledoval se vliv absorbovaného kyslíku v mladině od varního kotle až po kvasírnu.

Pozorovány byly mladiny různé stupňovitosti a při různém technologickém postupu. Zjistilo se, že absorpce kyslíku u vysokostupňové mladiny (18 % váh.) je menší, než u nízkostupňové (7 % váh.). Největší nasycení kyslíkem nastává na sprchových chladičích. Oxydační schopnost mladiny během chmelovaru obecně klesá.

Redukční schopnost mladiny se během chmelovaru zvyšuje a chlazením opět klesá.

Nepodařilo se najít vztah mezi pH a obsahem kyslíku, ani mezi pH a redukční schopností.

Také se nepodařilo nalézt lineární závislost mezi množstvím hořkých kalů vyloučených na stokách a obsahem kyslíku. Na vylučování kalů na stokách má vliv doba varu mladiny. Prodlouženou dobou se vylučuje o 6 až 9 % bílkovin více.

### L i t e r a t u r a

- [1] WOLLMER W.: Zeitschrift für das gesamte Brauwesen (1918)
- [2] DEUX L.: Le petit Journal du Brasseur 56 (1948) 851
- [3] PETIT P.: Brasserie et Malterie, Paris (1926)
- [4] KUTTER F.: Schweizer Brauerei-Rundschau 56 (1916)
- [5] ENDERS C., SPIEGEL A.: Wochenschrift für Brauerei 54 (1937) 97
- [6] LAUFER J.: The American Brewer (1935)
- [7] VAN LAER: Wochenschrift für Brauerei 52 (1935) 96
- [8] RAIBLE K.: Brauwissenschaft 8 (1955) 122
- [9] GRÉGR VRAT.: Methody k rozborům provozních a odpadních vod v potravinářském průmyslu, Praha (1952)
- [10] STONE J., ROTSCCHILD M.: Journal of the Institut of Brewing 44 (1938) 425
- [11] HEYROVSKÝ J.: Úvod do polarografie, Praha (1953)
- [12] KOLTHOFF J. M., LINGANE J. J.: Polarography, New York (1946)