

## RYCHLÉ ODSTRANĚNÍ OXIDU UHLÍČITÉHO Z NÁPOJŮ

Doc. Ing. JAN ŠAVEL, Csc., Budějovický Budvar, n. p., České Budějovice

**Klíčová slova:** oxid uhličitý, dekarbonizace, nápoje

### 1. ÚVOD

Oxid uhličitý je významnou složkou piva a některých nealkoholických nápojů. Před chemickými a mikrobiologickými analýzami se nápoje zbavují oxidu uhličitého různými způsoby, např. třepáním, ultrazvukem, probubláváním inertním plynem, difusí přes membránu apod.

Pro tento postup se v cizí pivovarské literatuře používají specifické termíny *Entkarbonisierung*, popř. *Decarbonation*. Českým výrazem dekarbonizace se ovšem ve vodárenství označuje i snížení obsahu uhličitánů ve vodě. V pivovarství se často používá termín *odpěnění*, který má širší platnost. V tomto článku používáme výraz *dekarbonizace*.

Odstranění oxidu uhličitého není obvykle úplné. V průběhu dekarbonizace mohou uniknout další těkavé látky, zejména alkohol. Kvalitu dekarbonizace proto určují změny složení piva, obsah zbytkového oxidu uhličitého a doba procesu.

Porovnání různých způsobů dekarbonizace prokázalo rozdílné obsahy alkoholu a zbytkového oxidu uhličitého v závislosti na teplotě a době odplynění. Při změně zbytkového obsahu oxidu uhličitého o 1 objemový díl na 1 objemový díl piva vzrostl zdánlivý extrakt o 0,11 % [1].

Podle jiných údajů se změnou obsahu oxidu uhličitého v pivu o 0,1 % změní relativní hustota piva o  $3,6 \cdot 10^{-4}$ , tj. asi o 0,1 % zdánlivého extraktu [2]. V pivu, zbaveném oxidu uhličitého podle analytik EBC, ASBC a MEBAC, se nacházel zbytkový obsah oxidu uhličitého v množství 700 až 900 mg.l<sup>-1</sup>, zatímco speciálně zkonstruovaný dekarbonizátor snížil jeho obsah až na 20 mg.l<sup>-1</sup>. Rozdíl obsahu oxidu uhličitého odpovídala změna relativní hustoty piva o  $2,5 \cdot 10^{-4}$  [3].

V našich laboratořích se většinou pivo dekarbonizuje na třepáčkách po dobu 10 až 20 min. V kontrolní praxi se ve zvláštních případech požadují rychlejší výsledky analýzy. Tento článek se zabývá testováním přístroje pro rychlou dekarbonizaci piva.

## 2. MATERIÁL, METODY, PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ

### 2.1 Chemikálie a činidla

Roztok ( $c=12 \text{ mol.l}^{-1}$ ) hydroxidu sodného (MERCK, SRN) v destilované vodě, fotometrický test LCK 338 pro stanovení uhličitánů a oxidu uhličitého (Dr. Lange, SRN).

### 2.2 Metody

#### 2.2.1 Dekarbonizace piva na třepáčce

Pivo (250 ml) se třepalo 10 min na kyvné třepáčce (300 min<sup>-1</sup>) ve třech nezávislých pokusech (A,B,C).

#### 2.2.2 Dekarbonizace piva v dekarbonizátoru I – CUBE

Pivo (150 ml) se dekarbonizovalo po dobu 20 s a po oddělení kapalně fáze se 100 ml piva přepustilo do podstavené nádoby. Mezi jednotlivými vzorky se přístroj vyplachoval následným vzorkem. Při dekarbonizaci kombinované se současným promýváním dusíkem se nad hladinu piva zaváděl do dekarbonizátoru dusík ( $2 \text{ l.min}^{-1}$ ).

#### 2.2.3 Základní analýza piva

Výsledky analýzy udávají relativní hustotu 20 °C / 20 °C, alkohol (% hm.) a původní extrakt (% hm.).

#### 2.2.4 Stanovení oxidu uhličitého

K 100 ml zchlazeného piva (5 °C) se přidaly 2 ml roztoku hydroxidu sodného ( $c=12 \text{ mol.l}^{-1}$ ) a po promíchání se roztok desetkrát zředil destilovanou vodou. Oxid uhličitý se stanovil po jeho zpětném uvolnění v kyselé prostředí do roztoku indikátoru fotometrickým testem LCK 338 (Dr. Lange, SRN).

#### 2.2.5 Deoxygenace vody v dekarbonizátoru

Destilovaná voda (150 ml) se míchala 20 s v dekarbonizátoru za současného zavádění dusíku (odst. 2.2.2). Deoxygenovaná voda se dusíkem znovu přetlačila přes oximetr do dekarbonizátoru a proces se opakoval.

### 2.3 Přístroje a zařízení

#### 2.3.1 Analyzátor SCABA

Pivo se analyzovalo analyzátozem SCABA 5600 Automatic Beer Analyzer (Švédsko).

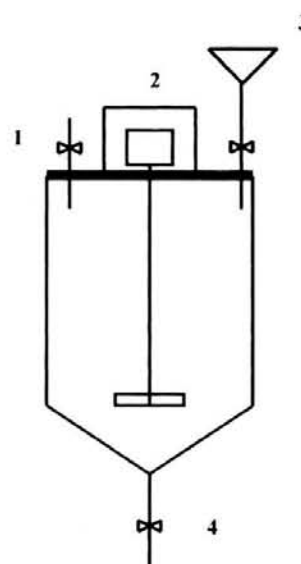
#### 2.3.2 Spektrofotometr

Hodnoty absorpance pro stanovení obsahu oxidu uhličitého se měřily spektrofotometrem CADAS 100 (Dr. Lange, SRN) s testem LCK 338.

#### 2.3.3 Třepáčka

Kyvná třepáčka HS 501 digital pocházela od firmy IKA Labor-technik (SRN).

#### 2.3.4 Dekarbonizátor Dekarbonizátor (I – CUBE, Havlíčkův



Obr. 1 Dekarbonizátor piva  
1 – přívod inertního plynu, 2 – motorek s míchadlem, 3 – přívod vzorku a odvod plynu, 4 – výpustní kohout

Brod) se skládal z nádoby s rychloběžným míchadlem, nálevky k plnění vzorku a z ovládací elektronické části přístroje (obr. 1).

Tabulka 1. Analýza 12 % piva ( $4810 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CO}_2$ ) po dekarbonizaci piva třepáčkou a dekarbonizátorem při 5 °C

Vzorek	Rel. hustota	Alkohol (%)	Pův. extrakt (%)	CO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Třepáčka A	1,00 980	4,00	12,10	669
Třepáčka B	1,00 970	3,99	12,05	483
Třepáčka C	1,00 980	3,98	12,06	660
<b>průměr</b>	<b>1,00 977</b>	<b>3,99</b>	<b>12,07</b>	<b>604</b>
Dekarbon A	1,00 994	3,99	12,12	1380
Dekarbon B	1,00 990	3,99	12,09	1430
Dekarbon C	1,00 994	3,99	12,10	1630
<b>průměr</b>	<b>1,00 993</b>	<b>3,99</b>	<b>12,10</b>	<b>1480</b>

Tabulka 2. Analýza 16 % piva ( $5380 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CO}_2$ ) po dekarbonizaci piva třepáčkou a dekarbonizátorem při 5 °C

Vzorek	Rel. hustota	Alkohol (%)	Pův. extrakt (%)	CO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Třepáčka A	1,01 051	5,73	16,13	505
Třepáčka B	1,01 055	5,78	16,25	623
Třepáčka C	1,01 059	5,76	16,22	508
<b>průměr</b>	<b>1,01 055</b>	<b>5,76</b>	<b>16,20</b>	<b>545</b>
Dekarbon A	1,01 057	5,79	16,27	1500
Dekarbon B	1,01 068	5,79	16,29	1320
Dekarbon C	1,01 059	5,79	16,27	1480
<b>průměr</b>	<b>1,01 061</b>	<b>5,79</b>	<b>16,28</b>	<b>1433</b>



Tabulka 3. Analýza 12 % piva (4965 mg . l<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub>) po dekarbonizaci piva třepačkou a dekarbonizátorem při 25 °C se zaváděním dusíku (N<sub>2</sub>) a bez něj

Vzorek	Rel. hustota	Alkohol (%)	Pův. extrakt (%)	CO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Třepačka A	1,00 902	3,93	11,74	402
Třepačka B	1,00 900	3,93	11,74	454
Třepačka C	1,00 899	3,92	11,72	462
<b>průměr</b>	<b>1,00 900</b>	<b>3,93</b>	<b>11,73</b>	<b>439</b>
Dekarbon A	1,00 900	4,00	11,90	883
Dekarbon B	1,00 901	3,99	11,89	967
Dekarbon C	1,00 902	4,00	11,91	928
<b>průměr</b>	<b>1,00 901</b>	<b>4,00</b>	<b>11,90</b>	<b>926</b>
Dekarb. +N <sub>2</sub> A	1,00 885	3,96	11,77	692
Dekarb. +N <sub>2</sub> B	1,00 889	3,96	11,79	548
Dekarb. +N <sub>2</sub> C	1,00 893	3,97	11,81	654
<b>průměr</b>	<b>1,00 889</b>	<b>3,96</b>	<b>11,79</b>	<b>631</b>

### 2.3.5 Oximetr

Rozpuštěný kyslík se měřil oximetrem (model 3650, Orbisphere laboratories, Švýcarsko).

## 3. VÝSLEDKY A DISKUSE

Požadavky, kladené na rychlost základního rozboru piva, se neustále zvyšují. Ačkoliv doba analýzy se u automatických analyzátorů piva pohybuje okolo 2 min, trvá vytřepávání piva neúměrně dlouho. V nutném případě je zapotřebí výsledky analýz znát v několika minutách.

Kvalita dekarbonizace, která se hodnotila podle doby a změn chemického složení piva, silně závisela na teplotě, méně na koncentraci piva.

Při dekarbonizaci piva na třepačce se u 12 % a 16 % piva při 5 °C prokázal mírný, nebo žádný pokles obsahu alkoholu, obsah oxidu uhličitého byl 2 až 3 krát nižší než při odplynění dekarbonizátorem (tab. 1, 2). Ve shodě s tím byla vyšší i relativní hustota piva, což se projevilo ve vyšších hodnotách původního extraktu.

Podstatné rozdíly v chemickém složení piva se však prokázaly při teplotě 25 °C, kde po 10 min třepání uniklo 0,07 % ethanolu, což odpovídalo ztrátě 0,17 % původního extraktu. Obsah oxidu uhličitého v pivu z dekarbonizátoru rovněž poklesl proti hodnotě při 5 °C (tab.3).

Z tohoto důvodu je dekarbonizace piva mícháním šetrnější i přes mírně zvýšený obsah oxidu uhličitého ve srovnání s třepáním na třepačce, neboť rozdíly v relativní hustotě piva byly zanedbatelné. Dalšího snížení ob-

sahu oxidu uhličitého se dosáhne zaváděním proudu dusíku nad hladinu piva během dekarbonizace. I při tomto postupu je možné snížit únik ethanolu.

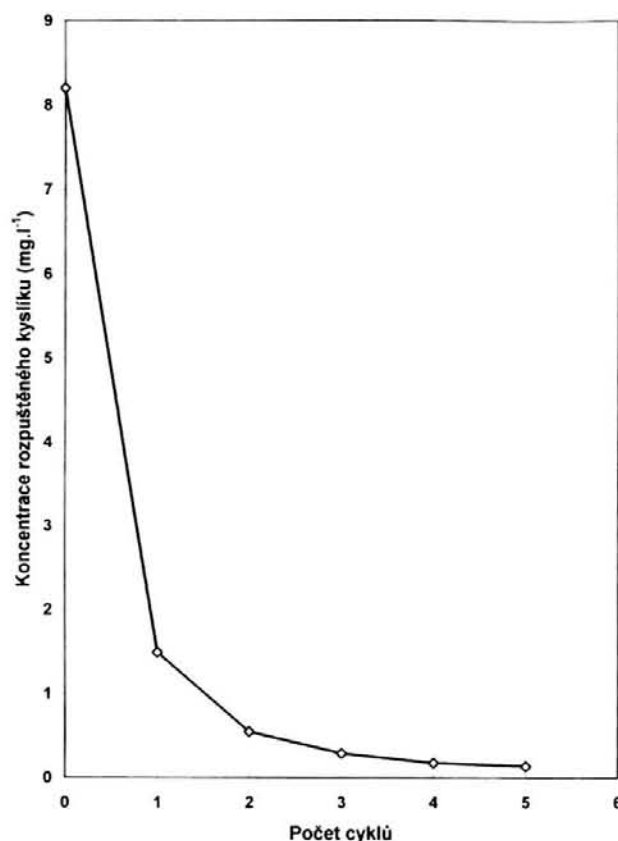
Při odstraňování oxidu uhličitého z nápojů je důležité dosáhnout co nejnižšího obsahu oxidu uhličitého a zabránit co nejvíce jeho úniku. Podle našich zkušeností doporučujeme zavádět proud dusíku nebo vzduchu nad hladinu piva při dekarbonizaci při teplotě 20 °C s dobou míchání 20 s.

Při dekarbonizaci se kombinuje účinek míchání a desorpce oxidu uhličitého do proudu inertního plynu. Dalšímu účinnému snižování obsahu oxidu uhličitého v pivu brání požadavek krátké doby dekarbonizace. Při prodloužení doby dekarbonizace lze připravit pivo s ještě nižšími obsahy oxidu uhličitého.

Popsaná technika dekarbonizace umožňuje optimalizovat úpravu vzorku před analýzou, standardizovat ji a získat tím přesnější výsledky, což souvisí s ekonomikou výroby piva. Přesné vymezení podmínek pro dekarbonizaci piva může snížit ztráty extraktu, vykazované vlivem nepřesných rozborů.

Vcelku lze úpravu piva v dekarbonizátoru považovat za dostatečně rychlou a šetrnou pro rutinní analýzu. Před dekarbonizací se doporučuje příliš studené vzorky ohřát na teplotu místnosti, což ostatně doporučuje i práce [2].

Odplynění mícháním poskytuje kromě toho další výhody proti třepání. Tímto způsobem lze totiž v krátké době připravit mla-



Obr. 2 Pokles obsahu rozpuštěného kyslíku při míchání

dinu nebo pivo s různým obsahem rozpuštěného kyslíku, což má význam např. při studiu oxidace piva, nebo vlivu kyslíku na růst mikroorganismů. Inertní plyn, nebo naopak vzduch, popř. kyslík se přitom zavádějí nad hladinu piva při míchání.

V modelovém pokusu se ověřoval vliv počtu cyklů míchání (po 20 s) na obsah rozpuštěného kyslíku v předem upravené vodě (obr. 2). Z grafu je dobře patrný pokles obsahu rozpuštěného kyslíku již po třetím cyklu odplynění.

Podobným způsobem lze připravit i pivo s vysokým obsahem rozpuštěného kyslíku při zavádění vzduchu do dekarbonizátoru.

## LITERATURA

- [1] CONSTANT, M. O., COLLIER, J. E.: J. Am. Soc. Brew. Chem. **51**, 1993, s. 29.
- [2] ANALYTICA EBC, 4th edition, Zurich 1987.
- [3] UHLIG, K., VILACHÁ, C., de LIMA, C.: Brauwelt **136**, 1996, s. 1546.

Lektoroval: Ing. Jiří Šrogl  
Do redakce došlo 8. 1. 1998