

# MĚŘENÍ OBSAHU ROZPUŠTĚNÉHO KYSLÍKU V PIVU A MOŽNOSTI JEHO SNIŽOVÁNÍ

## MEASUREMENT OF DISSOLVED OXYGEN IN BEER AND POSSIBILITIES OF REDUCING

O. Suchý, L. Chládek  
ČZU v Praze

### Abstract

The aim of this research is to identify and analyse the concentration of dissolved oxygen in beer in glass bottles bearing lever or crown cap and also determine content dissolved oxygen in neck of the bottle 14 days after pouring beer to bottles. As well as determine content CO<sub>2</sub> in beverage and in neck of the bottle. Subsequently, all measured values are comparing with values guaranteed brewery. All resulting values are statistically evaluated. The bottles were filled on filling machine with three filling heads and one closing head. Closing head has the possibility to exchange caps and either coronal or tear. The analysis is based on the analysis of the measured values.

**Keywords:** beer, dissolved oxygen, aseptic filling

### ÚVOD

Vysoký obsah rozpuštěného kyslíku v nápoji negativně ovlivňuje jeho kvalitu po naplnění do lahve. Kvalita nápoje může být značně ovlivněna pronikáním kyslíku do lahve a zároveň únikem oxidu uhličitého z lahve. Stanovení koncentrace a eliminace rozpuštěného kyslíku hraje důležitou úlohu v různých stádiích výroby piva. Zamezení kontaktu piva s kyslíkem je velice důležité ve fázi plnění piva do lahví a také použitý typ obalového materiálu a uzávěru lahve. Pro zamezení kontaktu piva s kyslíkem se používají aseptické plniče, které při stáčení v ochranné atmosféře používají jako inertní plyn CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> či jejich kombinace v poměru 1:1. Pouze přesné, stabilní a rychlé měřicí postupy pro stanovení obsahu kyslíku v pivu jsou vhodné pro použití v pivovarských provozech.

Současná technika umožňuje snížit obsah kyslíku v pivu na desítky ppb (1 ppb = 10<sup>-9</sup> = 0,000000001 %). Přes pokrok filtrační a lahvárenské technologie však kyslík z piva nelze během výroby úplně odstranit a další kyslík do obalu vstupuje ze vzduchu přes uzávěr (MÜLLER, 2002).

Pivo je prostředím, kde se mohou uplatnit striktně anaerobní bakterie, které pro svůj růst a množení vyžadují velmi nízký nebo nulový obsah kyslíku. Striktně anaerobní bakterie schopné kazit pivo nebo kontaminovat pivovarské kvasnice patří do rodů *Pectinatus*, *Megasphaera*, *Zymophilus* a *Selenomonas*. Ke zvyšování počtu případů kažení piva těmito mikroorganismy přispívá také stoupající produkce piv, která jsou více náchylná k mikrobiálnímu kažení – piva nepasterovaná, nealkoholická, nízkoalkoholická a méně chmelená. (MATOULKOVÁ, 2008). Stoupá počet případů, kdy je pivo kaženo těmito bakteriemi, na což má přímý vliv modernizace plnicích technologií u kterých je dosahováno minimálních hodnot obsahu rozpuštěného kyslíku. (SAKAMOTO, 2003).

### MATERIÁL A METODY

Pro analýzu koncentrace rozpuštěného kyslíku v pivu a stanovení obsahu rozpuštěného kyslíku v hrdle lahve byly použity skleněné lahve opatřené pákovým nebo korunkovým uzávěrem. Analýza je založena na rozboru změřených hodnot.

Časový rozdíl mezi naplněním a uzavřením byl 14 dní. Plnění lahví proběhlo na plnicím stroji se třemi plnicími hlavicemi a jednou uzavírací hlavicí firmy Pali Chotěboř, s.r.o. Linka na plnění byla poloautomatická - dopravu pod plnicí a uzavírací hlavice zajišťovala obsluha plnicí linky. Výkonost plnicí linky byla 400 NRW 0,5litrových lahví za hodinu. Jako nápoj pro stočení bylo použito světlé výčepní pivo o celkovém objemu 30 litrů. Pro plnění byl použit inertní plyn CO<sub>2</sub>. Při měření byl spotřebován 1 kg CO<sub>2</sub>. Měření rozpuštěného kyslíku v pivu bylo provedeno přístrojem Micrologger 3650 firmy Orbisphere (dodavatel v ČR firma Denwel). Přístroj používá elektrochemickou krytou elektrodu. Měření obsahu CO<sub>2</sub> a obsahu kyslíku v hrdle lahve proběhlo manometrickým přístrojem se zpětným vstřikem piva (dodavatel v ČR firma 1-CUBE).

Postup plnění:

Postup plnění piva na plnicím stroji je podrobně popsán v následujících bodech:

- 1) Příprava plnicího stroje
- 2) Napuštění piva do vyrovnávacího zásobníku plniče
- 3) Ruční nastavení lahví k plnicím hlavicím
- 4) Profuk lahví CO<sub>2</sub>.
- 5) Evakuace vzduchu z lahve
- 6) Tlakování lahve CO<sub>2</sub>.
- 7) Plnění lahví
- 8) Ruční přesunutí lahve k uzavírací hlavicí
- 9) Postupné uzavírání lahví

Po výměně uzavírací hlavicí a použití druhého typu uzávěru se postup opakuje od bodu č.3.

Použité měření patří do kategorie měření destruktivní metodou. Postup stanovení obsahu kyslíku a CO<sub>2</sub> v hrdle lahve a obsahu rozpuštěného kyslíku v pivu je popsán v následujících bodech:

- 1) Zapnutí přístroje Micrologger 3650
- 2) Vložení měřené lahve pod měřicí hlavicí
- 3) Proražení uzávěru měřicím trnem
- 4) Spuštění měření na přístroji Micrologger 3650
- 5) Pivo protéká hadičkami skrz měřicí přístroj

6) Odečet aktuálních naměřených hodnot z měřicího přístroje



Obr. 1: Měření rozpuštěného kyslíku v pivu

Na obrázku 1 je vlevo vpředu měřicí přístroj Microloger 3650, v pravé části obrázku jsou dvě láhve. Jedna láhev umístěná v měřicím přístroji je s odtrhovacím uzávěrem a druhá láhev stojící vpravo od měřicího přístroje má korunkový uzávěr (vlastní foto).

**VÝSLEDKY**

Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

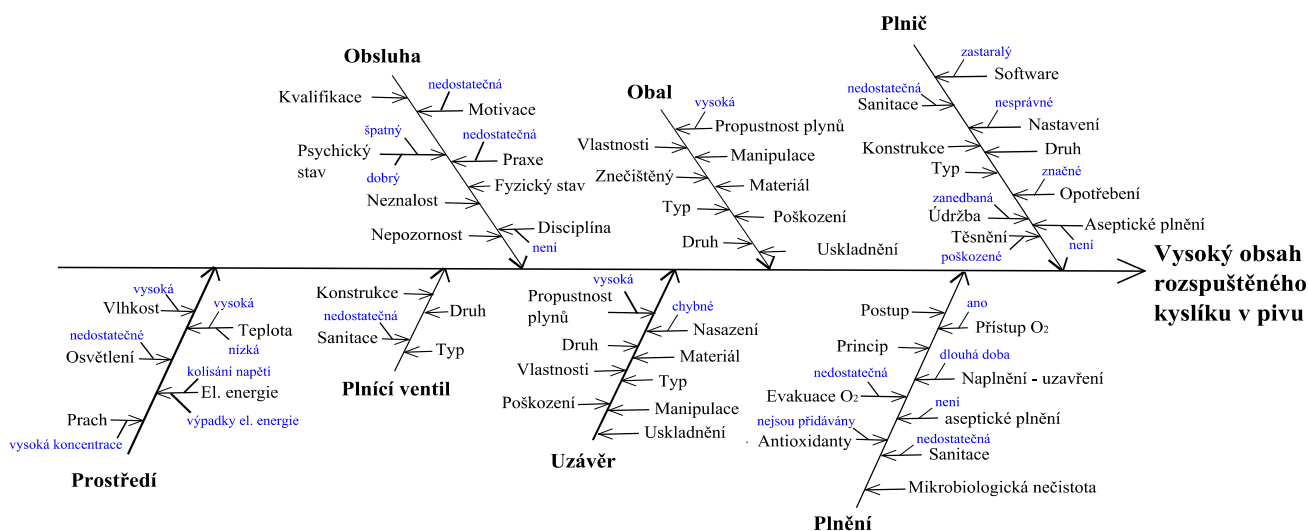
Při měření obsahu kyslíku se musí uvážit i spotřeba kyslíku pivem od stočení do měření, což bylo v našem případě 14 dní. V hrdlovém prostoru by měl být obsah vzduchu pod 0,1 ml.

Pro rozpuštěný kyslík v pivu je zkonstruován diagram rybí kosti podle Ishikawy, který řeší určení pravděpodobné příčiny problému zvýšení obsahu rozpuštěného kyslíku. Výsledný diagram příčin a následků nesprávného rozpuštěného kyslíku v pivu je zobrazen na obr. 2.

Vysoký obsah rozpuštěného kyslíku v pivu je způsoben obsluhou plnicího stroje, použitým obalovým materiálem, použitým uzávěrem, použitým plničem a jeho technickým stavem, zvoleným způsobem plnění a prostředím kde je plnič umístěn, ale také prostředím, kde dochází ke skladování lahví.

Tab. 1: Naměřené průměrné a garantované hodnoty

| 0,5l s korunkou                  | Vzorek č. 1 | Vzorek č. 2 | Vzorek č. 3 | Průměrné hodnoty | Jednotky |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------|----------|
| Obsah O <sub>2</sub> v pivu      | 22          | 19          | 20          | 20,33            | ppb      |
| Obsah O <sub>2</sub> v hrdle     | 0,3         | 0,4         | 0,5         | 0,4              | ml       |
| Obsah CO <sub>2</sub>            | 0,53        | 0,57        | 0,55        | 0,55             | %        |
| 0,33l s odtrh. uzávěrem          | Vzorek č. 1 | Vzorek č. 2 | Vzorek č. 3 | Průměrné hodnoty | Jednotky |
| Obsah O <sub>2</sub> v pivu      | 1,24        | 0,87        | 0,62        | 0,91             | ppm      |
| Obsah O <sub>2</sub> v hrdle     | 0,8         | 0,7         | 0,8         | 0,76             | ml       |
| Obsah CO <sub>2</sub>            | 0,5         | 0,6         | 0,7         | 0,6              | %        |
| Hodnoty garantované pivovarem    |             |             |             |                  |          |
| Obsah O <sub>2</sub> v KEG sudu  | 50          | --          | --          | --               | ppb      |
| Obsah CO <sub>2</sub> v KEG sudu | 0,55        | --          | --          | --               | %        |



Obr. 2: Diagram příčin a následků vysokého obsahu rozpuštěného kyslíku v pivu podle Ishikawy

Jednou z možností jak zabránit kontaktu piva s kyslíkem je použití aseptického plniče lahví. Moderní aseptické plniče lahví jsou zcela uzavřeny a jsou určeny pro plnění kapalných, nesyacených, mikrobiologicky citlivých nápojů s vysokým i nízkým obsahem kyselin. Tyto plniče musí pracovat v naprosto sterilních podmínkách, za nepřítomnosti mikroorganismů a vzduchu. Aseptické plnění se používá z důvodu větší trvanlivosti piva a čistoty piva. Podmínkou pro správné aseptické plnění je mimo jiné mikrobiální čistota vzduchu (tř. 100 podle ISO 14664-1).

Na začátku plnicího procesu je lahev umístěná na dopravní pás, který ji dopraví do sterilizačního stroje, kde se sterilizuje a následně bezkontaktně asepticky naplní a uzavře. To vše je prováděno v ochranné atmosféře sterilního ovzduší – v systému ASEPTIC. Naplněná láhev se opatří etiketou a skupinově zabalí. (EXELSIOR, 2013)

Aseptické plnicí linky mají větší spotřebu energie a inertních plynů oproti běžným plnicím linkám. (SEMINAR-UNTERLAGEN, 2005)

## ZÁVĚRY A DISKUSE

Bylo provedeno měření, které srovnává rozdíly obsahů rozpuštěného kyslíku v pivu ve skleněné lahvi s korunkovým uzávěrem a s odtrhovacím uzávěrem a také zkoumá obsah kyslíku a CO<sub>2</sub> v hrdle lahve. Lahve byly naplněny a uzavřeny na poloautomatickém plniči se třemi plnicími hlavami a jednou uzavírací hlavou o výkonnosti 400 NRW 0,5 l lahví za hodinu. Měření RK v pivu bylo provedeno přístrojem Micrologger 3650 firmy Orbisphere (dodavatel v ČR firma Denwel). Měření obsahu CO<sub>2</sub> a obsahu kyslíku v hrdle lahve proběhlo manometrickým přístrojem se zpětným vstříkem piva (dodavatel v ČR firma I-CUBE).

Výsledkem tohoto měření bylo, že 0,5 l lahev s korunkovým uzávěrem měla při měření menší průměrné hodnoty obsahu kyslíku v pivu (20,33 ppb) a v hrdle lahve (0,4 ml) než lahev s odtrhovacím uzávěrem kde byly průměrné hodnoty obsahu kyslíku v pivu 0,91 ppm a v hrdle lahve 0,76 ml. Při měření obsahu kyslíku se musí uvážit i spotřeba kyslíku pivem od stočení do

### Abstrakt:

Cílem práce je stanovit a analyzovat koncentraci rozpuštěného kyslíku v pivu ve skleněných lahvích opatřených pákovým nebo korunkovým uzávěrem a také stanovit obsah rozpuštěného kyslíku v hrdle lahve po 14 dnech od stočení piva do lahví. Dále také stanovit obsah CO<sub>2</sub> v nápoji a v hrdle lahve. Následně jsou veškeré naměřené hodnoty porovnány s hodnotami garantovanými pivovarem. Veškeré výsledné hodnoty jsou statisticky vyhodnoceny. Lahve byly naplněny na plnicím stroji se třemi plnicími hlavami a jednou uzavírací hlavou. Uzavírací hlava má možnost výměny uzávěru a to buď korunkový nebo odtrhovací. Analýza je založena na rozboru změřených hodnot.

**Klíčová slova:** pivo, rozpuštěný kyslík, aseptické plnění

měření, což byly v tomto případě 3 dny. Pro udržení správných organoleptických vlastností piva by měl být obsah kyslíku v hrdlovém prostoru pod 0,1 ml.

Pokud hladina kyslíku v pivu nepřekročí 0,1 ppm, neprojeví se pasterační příchut'. Tato pasterační příchut' může být již znatelná v pivu s obsahem kyslíku 0,15–0,20 ppm.

Z provedeného měření vyplývá, že vysoký obsah kyslíku v pivu byl způsoben těmito faktory:

- Kontakt piva se vzduchem.
- Dlouhý čas od naplnění po uzavření lahve.
- Absence vypěňovacího zařízení v plniči.

Při změně plnicích podmínek, respektive konstrukce plniče, by byly naměřené hodnoty RK v pivu jiné.

## PODĚKOVÁNÍ

Článek byl zpracován na základě výsledků řešeného projektu grantové agentury na TF ČZU v Praze 31170/1313/3105 s názvem: „Analýza lahvárenských linek“.

## LITERATURA

- EXCELSIOR, Aseptická technika. [online]. Vystaveno 11.3.2013. [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://www.exelsior.org/aspnet.html><http://www.exelsior.org/aspnet.html>
- MATOULKOVÁ, D.: Striktně anaerobní bakterie v pivu a pivovarském provozu. Kvasný průmysl, 54/2008, č. 11–12, s. 338–343. ISSN 0023-5830.
- MÜLLER, K. – WEISSER, H. Gasdurchlässigkeit von Flaschenverschlüssen. Brauwelt 142, 2002, s. 617–619.
- SEMINAR-UNTERLAGEN 12, Flaschenkellerseminar Flaschen- und Verschlussentkeimung mit Wasserstoffperoxid zur aseptischen Abfüllung in PET- und HDPE- Flaschen; TU München, 2005
- SAKAMOTO, K., KONINGS, W. N.: Beer spoilage bacteria and hop resistance. International Journal of Food Microbiology 89, 2003, s. 105–124.

### Kontaktní adresa:

**Ing. Ondřej Suchý**

tel.: 775 695 499, e-mail: [suchy@tf.czu.cz](mailto:suchy@tf.czu.cz)

**doc. Ing. Ladislav Chládek, CSc.**

e-mail: [chladekl@tf.czu.cz](mailto:chladekl@tf.czu.cz)

Česká zemědělská univerzita v Praze

Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka

**Recenzovali:** Dr. J. Třináctý, CSc., Ing. S. Kraml