

wiederhalter Anwendung des bestimmten Immobilisats bewegte sich die Diacetylkonzentration in dem Intervall zwischen 0 bis 0,11 mg/l in dem zweiten Zyklus und im Bereich zwischen 0,04 bis 0,16 mg/l in dem dritten Zyklus, in Abhängigkeit von dem Verfahren zur Immobilisierung des Enzympräparats.

Das Enzym wies die grösste Stabilität auf, wenn es zuerst auf die Oberfläche der DEAE Zellulose adsorbiert war und nachfolgend zusammen mit den Hefen in das Alginatgel fixiert wurde, wodurch seine Auswaschung aus dem Träger erschwert wurde.

**Шмогровичова, Д. – Дэмены, З.: Деградация альфа-ацетолактата иммобилизированной альфа-ацетолактатдекарбоксилазой.** Kvasny Prum. 49, 2003, No. 7–8, str. 182–185.

Была проверена эффективность деградации альфа-ацетолактата как прекурсора диацетила ферментом альфа-ацетолактатдекарбоксилазы, иммобилизированной разными способами кальциевым альгинатом с целью обеспечения возможности его повторного использования для последующих ферментаций. При первой ферментации способ иммобилизации ферментативного средства не повлиял на его стабильность, кон-

центрация диацетила в молодом пиве была нулевая. При повторном использовании того же самого иммобилизата находилась концентрация диацетила в пределах с 0 до 0,11 мг/л во втором цикле и в течение третьего цикла в пределах с 0,04 до 0,16 мг/л в зависимости от способа иммобилизации ферментативного средства. Фермент оказался самым стабильным после его начального адсорбирования на поверхность DEAE целлюлоза и после того содержимого вместе с дрожжами в альгинатовом геле, в следствие чего понизилось его отмучивание из носителя.

## NEGATIVNÍ VLIV VZDUCHU JAKO HNACÍHO PLYNU NA KVALITU ČEPOVANÉHO PIVA

### A NEGATIVE INFLUENCE OF AIR AS A TAPPING GAS ON DRAUGHT BEER QUALITY

JOSEF KRÝSL, JIŘÍ FAMĚRA, Plzeňský Prazdroj, a.s., Pivovar Plzeň, U Prazdroje 7, 304 97 Plzeň

**Klíčová slova:** hnací plyn, vzduch, kvalita čepovaného piva, ropné látky

**Keywords:** gas for tapping, air, tapping beer quality, oils compounds

#### 1 ÚVOD

Konzumenti v České republice si občas stěžují na kolísavou kvalitu čepovaného piva. Při bližším pohledu na tuto problematiku jsme jako potenciálně významný faktor označili použití tlačného média. Byly provedeny podrobnější statistické rozbory a analýzy, na základě kterých můžeme posoudit klíčové parametry procesu. Vyhodnotili jsme obrovské množství statistických údajů, které popisují různé parametry důležité při čepování piva. V další části práce byly provedeny speciální analýzy, jejichž účelem bylo posouzení kvality vzduchu vháněného do transportního sudu při čepování. Předchozí hodnocení doplňují základní ekonomické údaje.

#### 2 POUŽITÍ TLAČNÝCH MÉDIÍ V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

K dispozici je jedinečný soubor informací z cca 18 000 výčepních míst. Obr. 1 a 2 ukazují vývoj v použití tlačných médií v posledním období. Můžeme zaznamenat úbytek výčepních míst, která pou-

Tab. 1 Podíl jednotlivých hnacích plynů v různých regionech České republiky (%)

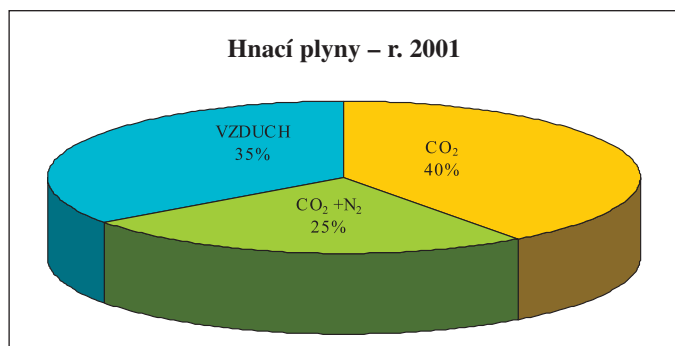
Medium Region	Oxid uhličitý	Směsný plyn CO <sub>2</sub> + N <sub>2</sub>	Vzduch
Praha	26	23	51
České Budějovice	47	30	23
Karlovy Vary	57	38	06
Střední Čechy	20	46	35
Plzeň	46	28	25
Brno	26	37	37
Zlín	36	28	36
Liberec	29	55	15
Jihlava	18	23	59
Hradec Králové	20	38	43
Teplice	51	28	21
Olomouc	15	30	55
Ostrava	56	14	30

žívají jako tlačný plyn vzduch, a poměrně významný nárůst použití směsi CO<sub>2</sub> a N<sub>2</sub>.

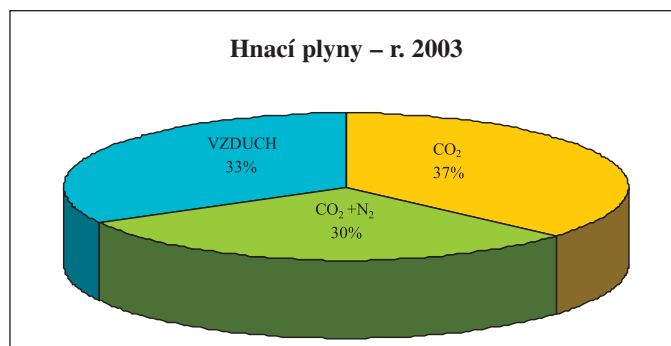
Podíváme-li se podrobněji na různé regiony České republiky (tab. 1), ukáží se velmi významné rozdíly. Zdá se, že jsou dány lokálními pivovary, požadavky zahraničních turistů a zvyklostmi konzumentů v dané oblasti.

#### 3 ÚROVEŇ MIKROBIOLOGICKÉ KONTAMINACE PIVA NA VÝSTUPU Z VÝČEPNÍHO ZAŘÍZENÍ

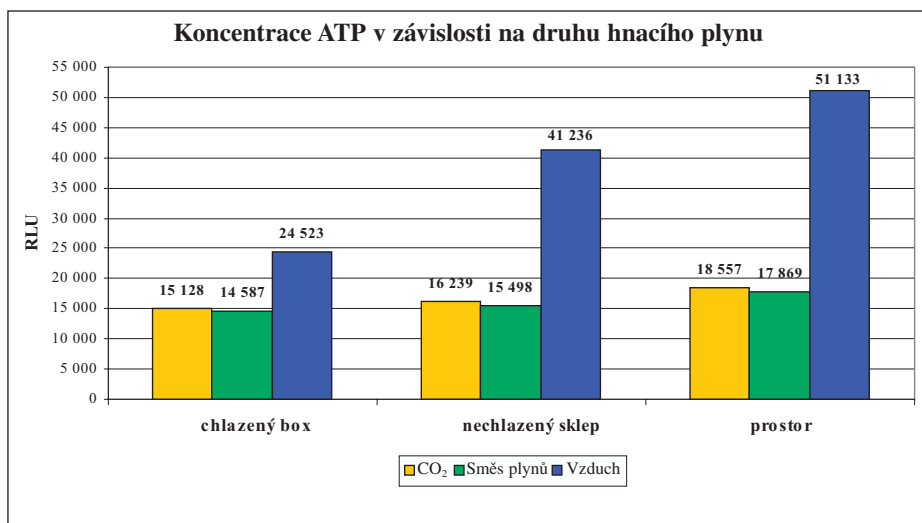
Společnost Plzeňský Prazdroj, a.s. používá již od roku 1998 bioluminiscenční metodu pro rychlé posouzení úrovně kontaminace výčepního zařízení.



Obr. 1 Zastoupení hnacích plynů v České republice v roce 2001



Obr. 2 Zastoupení hnacích plynů v České republice v roce 2003



Obr. 3 Koncentrace adenosintrifosfátu (ATP) v závislosti na druhu hnacího plynu a místu odběru vzorků (principem této bioluminiscenční metody je měření koncentrace adenosintrifosfátu – ATP, jednotka je RLU – relative light units)

Naměřené hodnoty jsou ukládány do databáze spolu s údaji o teplotě a použitém hnacím plynu. Průměrný odběratel je takto zkontrolován dvakrát až třikrát za rok. Získaná databáze je svým rozsahem jedinečná a získané výsledky jsou z obr. 3 jasně patrné. První vyhodnocenou skupinou jsou výčepní místa vybavená chladicími boxy (teplota do 10 °C). Druhou skupinou jsou nechlazené sklepy, které udržují alespoň vyrovnanou teplotu bez výrazných výkyvů. Třetí skupinou jsou výčepní místa, ve kterých je naražený sud umístěn pod výčepním stolem.

Uvedené výsledky jednoznačně ukazují, že použití vzduchu při čepování piva zvyšuje kontaminaci v průměru na dvojnásobek srovnávacích hodnot (CO<sub>2</sub> nebo směsný plyn). Tento rozdíl narůstá se zvyšováním průměrné teploty piva ve výčepním zařízení.

Rozbor vráceného piva za delší období ukazuje podobnou závislost (obr. 4). Tím jsou potvrzeny výsledky i vhodnost bioluminiscenční metody na rychlou kontrolu kontaminace výčepních zařízení.

#### 4 KVALITA VZDUCHU TRANSPORTOVANÉHO DO SUDU

V této části práce jsme vycházeli z faktu, že hnací plyn je poměrně dlouho v kontaktu s pivem v transportním sudu a může docházet ke kontaminaci piva a změně jeho původní kvality. Na obr. 5 je schéma odběru vzorků pro měření znečišťujících látek. Prováděná měření měla za účel posoudit, do jaké míry ovlivňuje kvalitu vzduchu kompresor (ropné látky) a znečištění vnějšího ovzduší (oxidy dusíku, těkavé organické látky). Vzduch je nasáván kompresorem ze sklepa, kde mohou být skladovány různé materiály, nebo často z ulice, kde se nachází řada škodlivin, pocházejících pře-

devším z automobilového provozu. Měření oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>) bylo prováděno on-line infračerveným analyzátozem firmy MLU, měření ropných látek pomocí absorpce do roztoku freonu a následnou analýzou na infračerveném spektrometru. Stanovení těkavých organických látek bylo prováděno s použitím sorpce na aktivním uhlí a následnou analýzou na plynovém chromatografu s hmotnostní detekcí. Pro měření bylo vybráno šest restaurací ve dvou velkých městech České republiky, které používají vzduch jako hnací médium při čepování piva.

Výsledky jsou uvedeny v tab. 2.

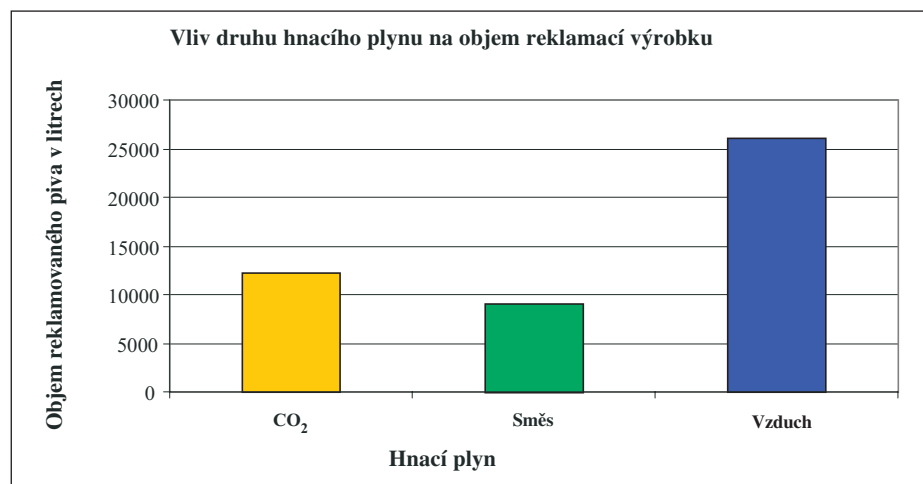
Vyplývá z nich velmi významná kontaminace vzduchu ropnými látkami z kompresoru, které se hromadí zejména v kondenzační nádobě. Koncentrace oxidů dusíku je závislá na zdroji – hustota automobilové dopravy a povětrnostní podmínky. Těkavé organické látky nebyly téměř zaznamenány, pouze v jednom případě byl naměřen mravenčan ethylnatý a aceton.

#### 5 TECHNICKÉ HODNOCENÍ KOMPRESORŮ

Výčepní zařízení používají následující typy kompresorů: VSK – PROFI EUROLINE, GIDE, YNNA – MEHRER, SKS 9/L. Cena kompresorů se pohybuje mezi cca 5000 až 30 000,- Kč, spotřeba energie mezi 1,1 až 1,8 kWh. Životnost je udávána v rozmezí 5 až 15 let. Kompresory jsou nedostatečně vybaveny z pohledu filtrace a odlučování vody (filtry je nutno pravidelně vyměňovat). Je povinná pravidelná roční revize zařízení (tlakové nádoby). První dva typy kompresorů jsou určeny hlavně pro domácí kutily a malé dílny. Deklarovaná životnost zařízení odpovídá průměrnému dennímu provozu 10 hodin.

Celkové náklady na provoz kompresorů se pohybují mezi 0,03 až 0,05 Kč na půllitr piva.

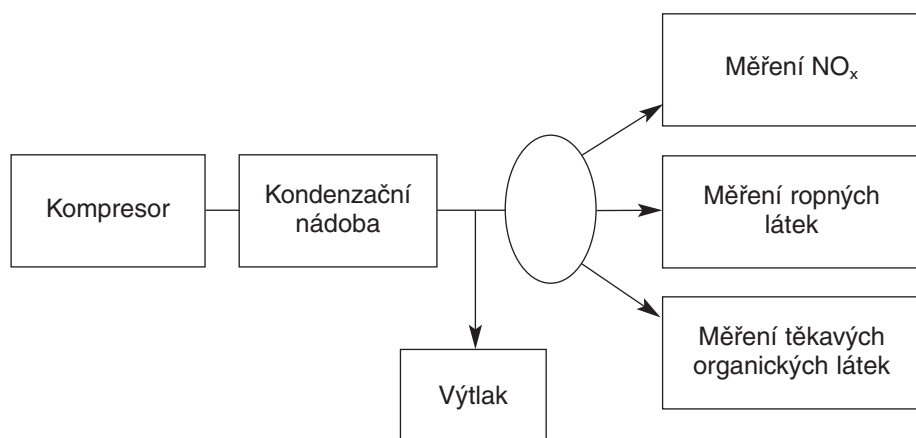
Srovnatelné náklady na použití oxidu uhličitého nebo směsného plynu (CO<sub>2</sub> a N<sub>2</sub>) činí cca 0,20 Kč na půllitr piva.



Obr. 4 Objem reklamovaného piva v závislosti na použitém hnacím plynu

Tab. 2 Výsledky měření obsahu ropných látek a oxidů dusíku v šesti vybraných restauracích velkých měst

	Ropné látky ve vzduchu [mg/m <sup>3</sup> ]	Ropné látky v kondenzátu [mg/l]	NO <sub>x</sub> ve vzduchu [g/m <sup>3</sup> ]
Měření „A“	0,97	6,4	5
Měření „B“	5,02	55,5	5
Měření „C“	6,42	149	6
Měření „D“	1,97	42	9
Měření „E“	0,2	12	80
Měření „F“	1,4	11	18



Obr. 5 Schéma odběru vzorků pro měření znečišťujících látek

## 6 DISKUSE VYSLEDKU

Cílem všech sládků je, aby zákazník dostal do sklenice pivo o standardní kvalitě bez nežádoucích výkyvů. To je někdy v případě sudového piva velmi obtížné, protože stále ještě platí: „Sládek pivo vaří, ale hostinský ho dělá“. Použití vzduchu jako hnacího plynu vede k oxidaci, kterou způsobuje vzdušný kyslík a ozon. Dnešní pivovarský svět se zabývá anti-oxidačními účinky piva, které mají pozitivní zdravotní účinky. Co jsou nám ale platné, když je zlikvidujeme ještě v sudu. Oxidace piva vede také k významným změnám chuti. Z těchto důvodů pivovary vynakládají obrovské částky, aby omezily na minimum kontakt piva s kyslíkem.

Při čepování piva za pomoci vzduchu dochází také k jeho kontaminaci cizorodými látkami. Nejen, že se mění chuťové vlastnosti, ale může to přinášet i zdravotní rizika. Mohou se objevit různé zápachy, které pocházejí ze sklepů a ulic. Naše měření prokázalo největší riziko kontaminace ropnými látkami. Hygienický limit obsahu ropných látek v pitné vodě je 0,05 mg/l. Při našich měřeních bylo v kondenzátu nalezeno 6,4 až 149 mg/l. Stačí dvě kapky kondenzátu, aby byl překročen uvedený limit ve sklenici piva. Dalším důsledkem takové kontaminace je snížení pěnivosti piva. Vzhledem k technickému stavu některých výčepů považujeme riziko kontaminace piva ropnými látkami nad uvedený limit za velmi vysoké.

Mikrobiologická kontaminace je klasickým problémem sudového piva. V restauracích není čištění a dezinfekce věnována taková pozornost jako v pivovaru. Naše výsledky ukazují, že vzduch podporuje pomnožování kontaminantů piva. Důsledkem mohou být reklamace, kalné pivo a někdy i průjemová onemocnění konzumentů. Je zřejmé, že při zvýšené kontaminaci nemůže být zachována původní kvalita piva.

Kontaminace dalšími cizorodými látkami se podle výsledků nezdá být příliš závažná. Zákazníci ale jistě nepotěší, že oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) reagují s pivem, a mohou vznikat N-nitrosaminy, které

mají karcinogenní účinky. K uvedené problematice bohužel zatím není publikována žádná podrobnější studie.

Alternativou vzduchu při čepování piva je oxid uhličitý nebo směs oxidu uhličitého a dusíku. Jsou známy argumenty odpůrců používání těchto plynů. Ty vycházejí z chyb, kterých se uživatelé dopustili při jejich používání. Nevhodnou volbou plynu a nastavení výčepního zařízení může dojít k přesycení piva oxidem uhličitým, nebo naopak ke ztrátě tohoto plynu z piva. Pozornost by tedy spíše měla být věnována vzdělávání obsluhy, která je příčinou některých problémů. Správné použití  $\text{CO}_2$  a směsí  $\text{CO}_2$  a  $\text{N}_2$  je takové, při kterém je zachována původní kvalita piva, dodaného z pivovarů, po celou dobu čepování.

## 7 ZÁVĚR

Snaha dodávat konzumentovi sudové pivo s vysokou a stále stejnou kvalitou vedla v celosvětovém měřítku k zásadnímu omezení používání vzduchu k čepování piva. Tento trend začal po revoluci i v České republice a je otázkou času, kdy se prosadí i do hygienických předpisů. Přednosti inertních plynů daleko převyšují možnosti kompresorového vzduchu. Cenový rozdíl je cca 0,15 až 0,17 Kč/0,5 l piva v neprospěch hnacích plynů oxidu uhličitého a dusíku. V zájmu pivovarů je poskytnout zákazníkům kvalitní technickou pomoc a znalosti, které jako výsledek přinesou více spokojených konzumentů.

Společnost Plzeňský Prazdroj, a.s. klade velký důraz na kvalitu piva a vzhledem k uvedeným faktům preferuje jednoznačně používání oxidu uhličitého a jeho směsi s dusíkem při tlačení piva z KEG sudů.

Lektoroval Ing. Pavel Čejka, CSc.  
Do redakce došlo 10. 6. 2003

**Krýsl, J.–Faměra, J.: Negativní vliv vzduchu jako hnacího plynu na kvalitu čepovaného piva.** Kvasny Prum. 49, 2003, č. 7–8, s. 185–187.

Autoři vyhodnocují vliv použití vzduchu při čepování piva na jeho kvalitu. Databáze

cca 18 000 výčepních míst obsahuje údaje o parametrech čepování. Z jejich vyhodnocení vyplývá postupné snižování použití vzduchu pro čepování. Vzduch ve srovnání s dalšími hnacími plyny podporuje nárůst kontaminace na cca dvojnásobnou úroveň. V další části bylo provedeno měření kvality používaného vzduchu. Největším rizikem je kontaminace piva ropnými látkami. Ekonomické srovnání použití hnacích plynů vede k závěru, že použití  $\text{CO}_2$  nebo směsi  $\text{CO}_2$  a  $\text{N}_2$  zvyšuje náklady o cca 0,15 až 0,17 Kč/0,5 l piva.

**Krýsl, J. – Faměra, J.: A Negative Influence of the Air as a Tapping Gas on Draught Beer Quality.** Kvasny Prum. 49, 2003, No. 7–8, p. 185–187.

The authors evaluate the influence of the air use on beer quality during its tapping. The database of ca 18 000 taprooms includes tapping parameters' figures. Their assessment leads to reducing the air use during its tapping. The air in comparison with other working gases almost double the level of contamination in draught beer. The assessment of quality of the used air was taken in the next part. The biggest danger is contamination with oil substances. Economic comparison of the working gas use leads to the conclusion, that the use of  $\text{CO}_2$  or the mixture of  $\text{CO}_2$  and  $\text{N}_2$  increase the production costs of ca 0,15 to 0,17 CZK/0,5 l of beer.

**Krýsl, J. – Faměra, J.: Negativer Einfluss der Luft als Treibgas auf die Qualität des gezapften Bieres (Ausschankbieres).** Kvasny Prum. 49, 2003, Nr. 7–8, S. 185–187. Die Autoren befassen sich mit dem Einfluss der Applikation von Luft bei dem Bierausschank auf seine Qualität. Eine Datei über 18 000 Ausschankstellen enthält Angaben über die Ausschankparameter. Aus ihrer Auswertung ist der schrittweise Abbau der Luftanwendung zum Bierausschank ersichtlich. Im Vergleich mit weiteren Treibgasen verursacht die Luft eine Kontaminationserhöhung auf ein ungefähr doppeltes Niveau. Im weiteren Teil der Arbeit wurde die Qualität der angewandten Luft gemessen. Das grösste Risiko stellt die Kontamination des Bieres durch Erdöl dar. Der ökonomische Vergleich der Applikation verschiedener Treibgase führte zu dem Fazit, dass die Applikation von  $\text{CO}_2$  oder der Mischung von  $\text{CO}_2$  und  $\text{N}_2$  die Kosten um cca 0,15 – 0,17 CZK pro 0,5 Liter Bier erhöht.

**Крысл, Й. – Фамера, Й.: Негативное влияние воздуха как рабочего газа на качество разливаемого пива.** Kvasny Prum. 49, 2003, No. 7–8, стр. 185–187.

Авторы оценивали влияние использования воздуха при его разливе на его качество. В базе данных хранится около 18 тысяч мест разлива пива с данными о параметрах разлива. Их оценка показывает, что постепенно отказываются от использования воздуха при разливе пива. Воздух по сравнению с другими рабочими газами поддерживает нарастание загрязнения в приблизительно два раза. Было также проведено измерение качества применяемого воздуха. С более высоким риском связана загрязнение пива нефтяными веществами. Экономическое сравнение использования рабочих газов привело к выводу, что использование  $\text{CO}_2$  или смеси  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$  повышает стоимость 0,5 литра пива на 0,15–0,17 CZK.