

DEGRADÁCIA α -ACETOLAKTÁTU IMOBILIZOVANOU α -ACETOLAKTÁTDEKARBOXYLÁZOU

α -ACETOLACTATE DEGRADATION USING IMMOBILISED α -ACETOLACTATE DECARBOXYLASE

DANIELA ŠMOGROVIČOVÁ, ZOLTÁN DÖMÉNY, Katedra biochemickej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej biotechnológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika, e-mail: smogrovi@cvt.stuba.sk

Kľúčové slová: diacetyl, α -acetolaktát, α -acetolaktátdekarboxyláza, imobilizované pivovarské kvasinky

Keywords: diacetyl, α -acetolactate, α -acetolactat decarboxylase, immobilised brewing, yeast

1 ÚVOD

Diacetyl a 2,3-pentadión (vicinálne diketóny) už v pomerne nízkej koncentrácii (prahová koncentrácia diacetylu v ležiakoch je 0,1-0,14 mg/l) negatívne ovplyvňujú chuť a vôňu piva, preto je jedným z hlavných cieľov poslednej fázy hlavného kvasenia piva ich eliminácia na senzorycky neaktívny acetoín.

Tvorbu a odbúranie vicinálnych diketónov determinuje syntéza α -acetohydroxylových kyselín, oxidačná dekarboxylácia α -acetohydroxylových kyselín na ich diketóny a redukcia vicinálnych diketónov kvasinkami. Konverzia α -acetohydroxylových kyselín na vicinálne diketóny je rýchlosť limitujúci krok, pričom efektívna regulácia obsahu diacetylu a 2,3-pentadiónu môže byť dosiahnutá zabránením tvorby ich prekursorov, alebo zvýšením rýchlosti chemickej dekarboxylácie [1, 2].

Hlavnou príčinou nadprodukcie α -acetohydroxylových kyselín v začiatkoch fermentácie je zvýšenie aktivity enzýmov podieľajúcich sa na ich tvorbe. Treonín-deamináza a acetolaktátsyntetáza podliehajú veľmi silnej inhibícii spätnou väzbou vyvolanou isoleucínom, resp. valínom. Pivovarnícke kvasinky pri fermentácii mladiny využívajú tieto aminokyseliny pomalšie a s oneskorením.

Cieľom práce bola degradácia α -acetolaktátu ako prekursora diacetylu pomocou komerčne vyrábaného enzýmu α -acetolaktátdekarboxyláza (MATUREX L) na acetoín a overenie možnosti zvýšenia stability tohto enzýmového prípravku imobilizáciou, kvôli opakovanému použitiu v následných fermentáciách.

2 MATERIÁL A METÓDY

2.1 Mikroorganizmy

Spodné pivovarské kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* W 96.

2.2 Enzýmový prípravok

Na degradáciu α -acetolaktátu bol použitý komerčný enzýmový prípravok α -acetolaktátdekarboxylázy MATUREX L, ktorý sme imobilizovali do alginátu vápenatého štyrmi spôsobmi.

2.3 Imobilizácia kvasiniek a enzýmového prípravku

V prvom prípade boli kvasinky aj enzýmový prípravok priamo imobilizované

do alginátu vápenatého (AI), v ďalších bol enzýmový prípravok najprv naviazaný na karboxymetylcelulózu (AI+CMC) alebo DEAE-celulózu (AI+DEAE) a potom

Tab. 1 Charakter pív kvasených v prítomnosti viazanej α -acetolaktátdekarboxylázy. Prvý fermentačný cyklus. Nosič: AI - alginát vápenatý, AI+CMC - alginát vápenatý s karboxymetylcelulózou, AI+DEAE - alginát vápenatý s DEAE-celulózou, AI+GLUT - alginát vápenatý s glutaraldehydom. K - kvasinky v algináte vápenatom bez enzýmu

Parameter	K	AI	AI+CMC	AI+DEAE	AI+GLUT
Pôvodný extrakt [% hm.]	10,1	10,1	10,1	10,2	10,1
Zdanlivý extrakt [% hm.]	2,04	20,1	2,03	2,01	2,04
Skutočný extrakt [% hm.]	3,01	3,05	3,03	3,02	3,01
Alkohol [% hm.]	3,11	3,16	3,18	3,17	3,17
Farba [j. EBC]	14	14	14	14	15
pH	4,16	4,14	4,15	4,16	4,13
Horkosť [BU]	15	15	15	16	15
Celkový dusík [mg/100 ml]	83,1	82,4	82,6	82,1	81,9
Voľný dusík [mg/100 ml]	20,5	19,8	21,4	21,6	21,4
Celkové polyfenoly [mg/l]	118,5	117,6	118,9	117,5	116,4
Zložky piva [mg/l]					
α -acetolaktát	0,14	0	0	0	0
Diacetyl	0,16	0	0	0	0
2-metylpropanol	38,9	39,8	39,7	39,6	38,9
Butanol	25,1	14,5	14,1	13,9	14,5
2 a 3-metylbutanol	50,2	51,6	54,8	51,6	54,7
2-fenylethanol	9,9	10,2	9,9	10,1	10,6
Etylformiát	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3
Etylacetát	10,1	9,9	10,2	9,9	10,3
Propylacetát	1,2	1,3	1,4	1,3	1,2
2-metylpropylacetát	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
3-metylbutylacetát	2,8	2,9	3,1	2,9	2,8
Etylhexanoát	1,9	2,1	2,2	2,1	2,2
Hexylacetát	2,6	2,7	2,8	2,7	2,8
Etyllaktát	1,1	1,2	1,1	0,9	0,9
2-metylpropyl hexanoát	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3
Etylloktanoát	0,3	0,4	0,2	0,1	0,3
Etyldekanoát	1,7	1,8	1,9	1,7	1,8
Etyldodekanoát	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2
Etyltetradekanoát	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3
Kyselina octová	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4
Kyselina propiónová	0	0	0,21	0	0
Kyselina maslová	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Kyselina valérová	1,6	1,4	1,5	1,4	1,3
Kyselina hexánová	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02
Kyselina oktánová	0,12	0,11	0,10	0,13	0,11
Kyselina dekánová	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04
Kyselina dodekánová	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02

Tab. 2 Charakter pív kvasených v prítomnosti viazanej α -acetolaktátdekarboxylázy. Druhý fermentačný cyklus. Nosič: AI – alginát vápenatý, AI+CMC – alginát vápenatý s karboxymetylcelulózou, AI+DEAE – alginát vápenatý s DEAE-celulózou, AI+GLUT – alginát vápenatý s glutaraldehydom. K – kvasinky v algináte vápenatom bez enzýmu

Parameter	K	AI	AI+CMC	AI+DEAE	AI+GLUT
Pôvodný extrakt [% hm.]	10,1	10,1	10,3	10,2	10,1
Zdanlivý extrakt [% hm.]	1,99	2,01	2,03	2,01	1,99
Skutočný extrakt [% hm.]	2,98	2,99	3,02	2,98	3,04
Alkohol [% hm.]	3,18	3,21	3,18	3,19	3,24
Farba [j. EBC]	15	15	15	14	15
pH	4,21	4,13	4,24	4,18	4,16
Horkosť [BU]	16	15	16	16	16
Celkový dusík [mg/100 ml]	80,1	79,8	81,2	80,4	81,3
Voľný dusík [mg/100 ml]	20,5	19,8	21,3	19,4	21,3
Celkové polyfenoly [mg/l]	121,5	116,9	123,4	125,6	124,2
Zložky piva [mg/l]					
α -acetolaktát	0,13	0,09	0,07	0,05	0
Diacetyl	0,19	0,11	0,04	0,01	0
2-metylpropanol	42,3	40,2	40,6	41,2	40,5
Butanol	11,8	10,2	10,3	10,4	10,5
2 a 3-metylbutanol	59,8	58,7	59,8	59,7	57,6
2-fenylethanol	12,1	11,9	11,5	11,4	10,9
Etylformiát	1,4	1,3	1,2	1,5	1,5
Etylacetát	10,1	9,9	9,7	10,2	10,3
Propylacetát	1,5	1,3	1,2	1,3	1,5
2-metylpropylacetát	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
3-metylbutylacetát	2,6	2,9	3,0	2,8	2,9
Etylhexanoát	2,3	2,1	2,3	2,0	2,1
Hexylacetát	3,1	2,8	2,9	2,7	2,6
Etyllaktát	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3
2-metylpropyl hexanoát	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1
Etyloktanoát	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
Etyldekanoát	1,6	1,9	2,0	1,8	2,1
Etyldodekanoát	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
Etyltetradekanoát	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
Kyselina octová	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
Kyselina propiónová	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Kyselina maslová	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
Kyselina valérová	1,4	1,5	1,4	1,5	1,7
Kyselina hexánová	0,02	0,03	0,01	0,02	0,04
Kyselina oktánová	0,12	0,11	0,12	0,11	0,13
Kyselina dekáňová	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01
Kyselina dodekánová	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01

uzavretý do alginátového gélu spolu s kvasinkami, resp. alginát bol stabilizovaný glutaraldehydom (AI+GLUT). V porovnávacom fermentore sa na kvasenie použil imobilizát kvasiniek v algináte vápenatom bez enzýmu (K). Pripravené imobilizáty sa využili v troch následných fermentáciách mladiny.

2.4 Fermentácia

Fermentačným médiom bola mladina z miestneho pivovaru s obsahom redukujúcich sacharidov 110 g/l. Kvasenie prebiehalo súčasne v piatich fermentoroch s rôznymi imobilizátmi enzýmového prípravku na kvasiniek pri teplote 7 °C. Po šiestich dňoch kvasenia sa stanovovalo aj zloženie mladého piva. Po ukončení fermentácie boli imobilizáty z každého fermentora premyté fyziologickým roztokom

a použité na kvasenie v ďalších dvoch po sebe nasledujúcich vsádzkach.

2.5 Analytické stanovenia

Celkové polyfenoly podľa EBC [3], celkové dusíkaté látky podľa Kjeldahla, bielkovinový dusík pomocou farbiva CBB, farba a horkosť podľa EBC, zdanlivý a skutočný extrakt destilačne, etanol a prchavé zložky plynovou chromatografiou (CHROM 5, náplňová kolóna 8% FFAP metóda head-space), aminokyseliny plynovou chromatografiou (CHROM 5, náplňová kolóna fáza SE 30).

3 VÝSLEDKY

Cieľom práce bola degradácia α -acetolaktátu enzýmom α -acetolaktátdekar-

boxyláza v priebehu hlavného kvasenia mladiny a overenie možnosti zvýšenia stability tohto enzýmu imobilizáciou, aby sa dal využiť opakovane v následných fermentáciách mladiny. Použili sme komerčne vyrábanú α -acetolaktátdekarboxylázu, ktorú sme imobilizovali do alginátu vápenatého. Zvýšenie stability a s tým súvisiace znížené vyplavovanie enzýmu z nosiča počas fermentácie sme dosiahli pomocou karboxymetylcelulózy (CMC), DEAE celulózy alebo pomocou sieťovacieho činidla glutaraldehydu. Fermentácie prebiehali paralelne v piatich fermentoroch s rôzne viazaným enzýmovým prípravkom a kvasinkami.

Po hlavnom kvasení mladiny sme stanovovali koncentráciu diacetylú a α -acetolaktátu i základné parametre a zloženie piva. Sledovali sme vplyv spôsobu imobilizácie enzýmu na jeho stabilitu a schopnosť degradovať α -acetolaktát v opakovaných fermentačných cykloch, tj. tie isté imobilizáty sme použili aj na dve následné fermentácie mladiny.

Po prvej fermentácii (tab. 1) sme namerali nulové koncentrácie α -acetolaktátu a diacetylú vo všetkých vzorkách piva kvaseného spolu s enzýmovým prípravkom. V kontrolnej vzorke piva sme namerali 0,14 mg/l α -acetolaktátu a 0,16 mg/l diacetylú. Rozdiely v koncentracii α -acetolaktátu a diacetylú medzi pivami fermentovanými rôzne imobilizovaným enzýmovým prípravkom sa po prvej fermentácii neprejavili. Po fermentácii sme imobilizáty z mladého piva odstránili a premyli fyziologickým roztokom. Po premytí sme ich znova nasadili do čerstvého média, a tak ako po prvej fermentácii, znovu sme sledovali príslušné parametre.

Počas druhej fermentácie (tab. 2), došlo zrejme k vyplavovaniu a degradácii enzýmu v troch zo štyroch fermentorov s viazanou α -acetolaktátdekarboxylázou. Po šiestich dňoch bola v mladom pive koncentrácia α -acetolaktátu 0,09 mg/l a diacetylú 0,11 mg/l, ak bol enzým viazaný do alginátu bez stabilizátorov (AI). Ak sa použila karboxymetylcelulóza (AI+CMC), koncentrácia α -acetolaktátu bola 0,07 mg/l a diacetylú na 0,04 mg/l, pri DEAE-celulóze (AI+DEAE) koncentrácia α -acetolaktátu 0,05 mg/l a diacetylú 0,01 mg/l. Stabilita enzýmového prípravku imobilizovaného v alginátovom géli zosieťovanom glutaraldehydom (AI+GLUT) zostala aj v druhom fermentačnom cykle nezmenená, koncentrácia α -acetolaktátu i diacetylú bola nulová. V kontrolnej vzorke piva sme namerali 0,13 mg/l α -acetolaktátu a 0,19 mg/l diacetylú.

Pri tretej fermentácii sa v mladých pivách koncentrácie α -acetolaktátu pohybovali v rozmedzí od 0,05 do 0,19

Tab. 3 Charakter pív kvasených v prítomnosti viazanej α -acetolaktátdekarboxylázy. Tretí fermentačný cyklus. Nosič: AI – alginát vápenatý, AI+CMC – alginát vápenatý s karboxymetylcelulózou, AI+DEAE – alginát vápenatý s DEAE-celulózou, AI+GLUT – alginát vápenatý s glutaraldehydom. K – kvasinky v algináte vápenatom bez enzýmu

Parameter	K	AI	AI+CMC	AI+DEAE	AI+GLUT
Pôvodný extrakt [% hm.]	10,1	10,2	10,2	10,1	10,2
Zdanlivý extrakt [% hm.]	2,04	2,03	2,04	2,04	2,03
Skutočný extrakt [% hm.]	3,01	3,02	3,01	3,02	3,05
Alkohol [% hm.]	3,22	3,16	3,18	3,19	3,21
Farba [j. EBC]	14	14	15	14	15
pH	4,21	4,18	4,23	4,19	4,25
Horkosť [BU]	15	15	15	14	15
Čelkový dusík [mg/100 ml]	80,9	81,3	80,4	81,6	81,4
Voľný dusík [mg/100 ml]	20,3	21,4	20,6	21,5	21,4
Čelkové polyfenoly [mg/l]	119,5	118,6	121,4	119,6	117,5
Zložky piva [mg/l]					
α -acetolaktát	0,19	0,19	0,14	0,09	0,05
Diacetyl	0,18	0,16	0,11	0,08	0,04
2-metylpropanol	38,8	39,6	39,5	39,7	39,5
Butanol	11,9	12,1	12,9	13,1	13,2
2 a 3-metylbutanol	57,4	58,9	60,2	57,9	59,8
2-fenylethanol	12,3	10,3	11,2	10,7	10,7
Etylformiát	1,2	1,3	1,3	1,2	1,5
Etylacetát	9,8	10,2	10,4	10,2	10,5
Propylacetát	1,2	1,3	1,3	1,2	1,4
2-metylpropylacetát	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
3-metylbutylacetát	3,1	3,2	3,1	3,1	3,2
Etylhexanoát	2,4	2,1	2,3	2,3	2,1
Hexylacetát	3,0	3,1	2,9	2,8	2,9
Etyllaktát	1,2	1,1	1,3	1,2	1,4
2-metylpropyl hexanoát	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
Etyloktanoát	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4
Etyldekanoát	2,1	2,2	2,1	2,3	2,4
Etyldodekanoát	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4
Etyltetradekanoát	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Kyselina octová	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Kyselina propiónová	0	0	0	0	0
Kyselina maslová	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Kyselina valérová	1,4	1,5	1,3	1,1	1,1
Kyselina hexánová	0,2	0,02	0,03	0,02	0,02
Kyselina oktánová	0,4	0,05	0,03	0,05	0,04
Kyselina dekánová	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03
Kyselina dodekánová	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03

mg/l a diacetyl od 0,04 do 0,16 mg/l, pričom koncentrácia α -acetolaktátu v kontrolnej vzorke bez enzýmu bola 0,19 mg/l a diacetyl 0,18 mg/l (tab. 3).

Na ostatné zložky piva prídavok enzýmového prípravku a spôsob imobilizácie nemal významný vplyv.

4 ZÁVER

- Imobilizovaná α -acetolaktátdekarboxyláza sa ukázala účinnou pri eliminácii diacetyl pri fermentácii piva.
- Spôsob imobilizácie enzýmového prípravku do alginátu vápenatého nemal vplyv na jeho stabilitu v prvom fermentačnom cykle.
- Pri opakovanom použití toho istého imobilizátu sa α -acetolaktátdekarboxyláza uvoľňovala do média a inaktivovala

v závislosti od spôsobu imobilizácie. Najstabilnejší bol imobilizát enzýmového prípravku v algináte vápenatom stabilizovanom pomocou glutaraldehydu, o niečo horšie výsledky boli získané s DEAE-celulózou a karboxymetylcelulózou.

Literatúra

- [1] Giermanssen, C., Nilsson-Tilgren, T., Litske-Petersen, J. G., Killand-Brandt, M. C., Sigsgaard, P., Holmberg, S.: Toward diacetyl-less brewer's yeast, influence of ILV2 and ILV5 mutations. J. Basic Microbiol. **28**, 1988, s. 175-182.
- [2] Holmberg, S., Litske-Petersen, J. G.: Regulation of isoleucine-valine biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. Curr. Genet. **13**, 1988, s. 207-215.

[3] Analytica EBC. 4. Edition. Brauerei- und Getränke-Rundschau, Zürich, 1987.

Výskum je súčasťou projektu VEGA 1/9130/02.

Zpracováno podle posteru na
19. pivovarsko-sladařských dnech
v Brně, 25.–26. 10. 2001
Do redakce došlo 7. 4. 2003

Šmogrovičová D. – Dömény Z.: Degradácia α -acetolaktátu imobilizovanou α -acetolaktátdekarboxylázou. Kvasny Prum. **49**, 2003, č. 7–8, s. 182–185.

Overovali sme účinnosť degradácie α -acetolaktátu ako prekursora diacetyl enzýmom α -acetolaktátdekarboxyláza, ktorý bol rôznymi spôsobmi imobilizovaný do alginátu vápenatého, kvôli možnosti opakovaného použitia v následných fermentáciách. Pri prvej fermentácii spôsob imobilizácie enzýmového prípravku nemal vplyv na jeho stabilitu, koncentrácia diacetyl v mladom pive bola nulová. Pri opakovanom použití toho istého imobilizátu sa koncentrácia diacetyl pohybovala v rozmedzí od 0 do 0,11 mg/l v druhom cykle a v rozmedzí od 0,04 do 0,16 mg/l v treťom cykle, v závislosti od spôsobu imobilizácie enzýmového prípravku. Enzým bol najstabilnejší, ak bol najprv naadsorbovaný na povrch DEAE celulózy a následne spolu s kvasinkami uzavretý do alginátového gélu, čím bolo znížené jeho vyplavovanie z nosiča.

Šmogrovičová, D. – Dömény, Z.: α -Acetolactate Degradation by Immobilized α -Acetolactate Decarboxylase. Kvasny Prum. **49**, 2003, No. 7–8, p.182–185.

We were verifying α -acetolactate degradation efficiency as a diacetyl precursor with α -acetolactate decarboxylase, which was immobilized in various ways into calcium alginate, because of its possible reuse in the subsequent fermentations. During the first fermentation the way of enzyme agent's immobilization didn't influence its stability, diacetyl concentration in hopped wort was null. During the same immobilization reuse the concentration of diacetyl was moving in the range from 0 to 0,11 mg/l in the second cycle and in the range from 0,04 to 0,16 mg/l in the third cycle depending on the way of enzyme agent's immobilization. Enzyme was the most stable when it was absorbed on the DEAE cellulose surface and then closed together with ferments into the alginate gel, which reduced its washing up off the carrier.

Šmogrovičová, D. – Dömény, Z.: Degradation des α -Acetolaktats durch immobilisierte α -Acetolaktatdecarboxylase. Kvasny Prum. **49**, 2003, Nr. 7–8, S. 182–185.

Die Autoren überprüften die Wirksamkeit der Degradation des α -Acetolaktats als Diacetyl-Prekursor durch das Enzym α -Acetolaktatdecarboxylase, das durch verschiedene Verfahren ins Kalziumalginat immobilisiert wurde, und zwar wegen der Möglichkeit wiederholter Anwendung in nachfolgenden Fermentationen. Bei der ersten Fermentation hatte die Methode der Immobilisation des Enzympräparats keinen Einfluss auf seine Stabilität, die Diacetylkonzentration im Jungbier war gleich Null. Bei

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.

Шмогровицова, 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 vhnávaného 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 (%)

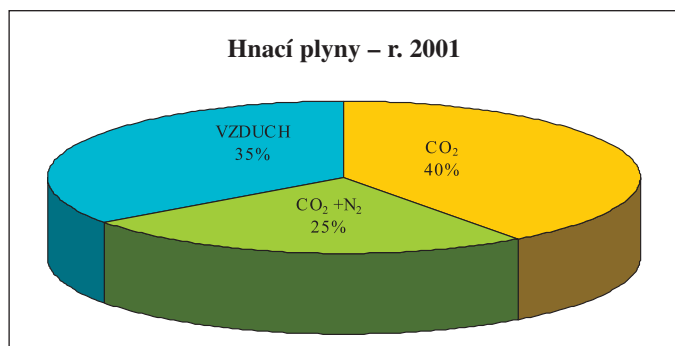
Medium Region	Oxid uhličitý	Směsný plyn CO ₂ + N ₂	Vzduch
Praha	26	23	51
České Budějovice	47	30	23
Karlovy Vary	57	38	06
Střední Čechy	20	46	35
Plzeň	46	28	25
Brno	26	37	37
Zlín	36	28	36
Liberec	29	55	15
Jihlava	18	23	59
Hradec Králové	20	38	43
Teplice	51	28	21
Olomouc	15	30	55
Ostrava	56	14	30

žívají jako tlačný plyn vzduch, a poměrně významný nárůst použití směsi CO₂ a N₂.

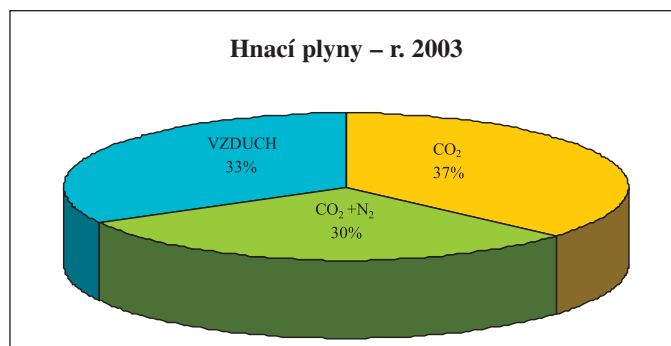
Podíváme-li se podrobněji na různé regiony České republiky (tab. 1), ukáží se velmi významné rozdíly. Zdá se, že jsou dány lokálními pivovary, požadavky zahraničních turistů a zvyklostmi konzumentů v dané oblasti.

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