

Vliv různých faktorů na kvalitu čepovaného piva

Ladislav Mucha

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ladislav MUCHA**
Osobní číslo: **T09243**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Vliv různých faktorů na kvalitu čepovaného piva.**

Zásady pro vypracování:

- 1. Obecné faktory ovlivňující kvalitu čepovaného piva**
- 2. Nežádoucí mikroorganismy v čepovaném pivu**
- 3. Výčepní zařízení**
- 4. Skladování sudového piva**
- 5. Sanitace výčepních zařízení**
- 6. Hygiena výčepu**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] KOSAR, K., PROCHÁZKA, S. a kolektiv autorů. **Technologie výroby sladu a piva**. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2000. 398 s. ISBN 80-902658-6-3.

[2] ŠILHÁNKOVÁ, L. **Mikrobiologie pro potravináře**. Praha: Academia, 2002. třetí opravené a doplněné vydání. ISBN 80-200-1024-6.

[3] KRÝSL, J., FAMĚRA, J. **Negativní vliv vzduchu jako hnacího plynu na kvalitu čepovaného piva**. Kvasný průmysl. roč. 49/2003, č. 7-8, s.

[4] CHLÁDEK, L., **Pivovarnictví**. Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1616-9.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Mlček, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

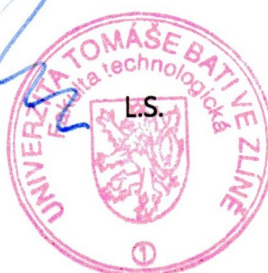
6. ledna 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

1. beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
2. beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
3. byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
4. beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
5. beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
6. beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
7. beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 3. 5. 2012



.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

1. Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

2. Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

3. Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

1. Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

1. Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

2. Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

3. Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá faktory ovlivňující čepování sudového piva. Mezi hlavní faktory patří mikrobiální kontaminace se zřetelem na metabolismus bakterií mléčného kvašení rodů *Lactobacillus* a *Pediococcus*. Zvláště se pak zaměřuje na dva hlavní druhy bakterií *Lactobacillus brevis* a *Pediococcus damnosus*. Samotná příprava čepovaného piva je rozdělena na popis výčepních zařízení a tlačných médií, kde jsou širě popsána rizika použití vzduchu. Následuje skladování pivních sudů a sanitace výčepního zařízení, které mají významný vliv na kvalitu sensorických vlastností, tak jako samotná hygiena výčepu a práce výčepního.

Klíčová slova: mikrobiální kontaminace, *Lactobacillus brevis* a *Pediococcus damnosus*, výčepní zařízení, tlačná média, skladování, sanitace, hygiena výčepu

ABSTRACT

This bachelor dissertation is concerned with factors, that influence drawing of beer barrelled. To main factors pertains microbial contamination with regard to metabolism of bacteria of lactic fermentation from kind *Lactobacillus* and *Pediococcus*. Especially is this dissertation concerned with two major kinds of bacteria *Lactobacillus brevis* and *Pediococcus damnosus*. As such, the preparation of drawn beer is divided to description of bar device and pressing media, where are wider prescriptions of dangers of using air. And then follows storage of beer barrels and sanitation of bar device, which significantly influence the quality of sensory property, as the hygiene of bar itself and the work of barman.

Keywords: microbial contamination, *Lactobacillus brevis* and *Pediococcus damnosus*, bar device, pressing media, storage, sanitation, hygiene of the bar device

POĎEKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a cenné připomínky.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 OBECNÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU KVALITU	
 ČEPOVANÉHO PIVA.....	11
1.1 MIKROBIOLOGICKÁ KONTAMINACE	11
1.2 VÝČEPNÍ ZAŘÍZENÍ	11
1.3 SKLADOVÁNÍ PIVNÍCH SUDŮ	12
1.4 SANITACE VÝČEPNÍCH ZAŘÍZENÍ	12
1.5 HYGIENA VÝČEPU	12
2 NEŽÁDOUCÍ MIKROORGANISMY V ČEPOVANÉM PIVU.....	13
2.1 ROZDĚLENÍ NEŽÁDOUCÍCH MIKROORGANISMŮ.....	13
2.1.1 Rozeznáváme dva druhy kontaminantů – primární a sekundární.....	15
2.2 BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ.....	15
2.3 MLÉČNÉ KVAŠENÍ.....	16
2.3.1 Obligátně homofermentativní.....	16
2.3.2 Obligátně heterofermentativní	17
2.3.3 Fakultativně heterofermentativní	17
2.4 ROD LACTOBACILLUS.....	18
2.4.1 Lactobacillus brevis.....	19
2.5 ROD PEDIOCOCCUS.....	20
2.5.1 Pediococcus damnosus.....	21
3 ZÁVISLOST KVALITY PIVA NA VÝČEPNÍM ZAŘÍZENÍ.....	22
3.1 DRUHY VÝČEPNÍCH ZAŘÍZENÍ.....	22
3.1.1 Samo-výčep.....	22
3.1.2 Premixy.....	23
3.2 TLAČNÉ MÉDIA.....	26
3.2.1 Oxid uhličitý - CO ₂	26
3.2.2 Dusík - N ₂	27
3.2.3 Směsné plyny CO ₂ a N ₂ - Biogon.....	27
3.2.4 Vzduch	29
3.3 ZASTOUPENÍ TLAČNÝCH MÉDIÍ V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY.....	30
3.4 ÚROVEŇ MIKROBIOLOGICKÉ KONTAMINACE PIVA NA VÝSTUPU Z VÝČEPNÍHO ZAŘÍZENÍ V ZÁVISLOSTI NA POUŽITÍ HNACÍHO PLYNU.....	32
3.5 KVALITA VZDUCHU TRANSPORTOVANÉHO DO SUDU.....	33
4 ZÁVISLOST KVALITY PIVA NA SKLADOVÁNÍ	35
4.1 KEG SUD.....	35
4.1.1 Konstrukce a fungování.....	35
4.1.2 Čištění a plnění sudů.....	36
5 SANITACE VÝČEPNÍHO ZAŘÍZENÍ.....	37

5.1 SLOŽENÍ SANITACE	37
5.2 CYKLY SANITACE.....	37
5.3 PRŮBĚH SANITACE PIVNÍHO VEDENÍ	38
6 HYGIENA VÝČEPU.....	40
6.1 OBSLUHA	40
6.2 VÝČEPNÍ STOLY	40
6.3 ČISTOTA PIVNÍHO SKLA	41
6.3.1 Mýcí prostředek.....	42
ZÁVĚR.....	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	49
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	51
SEZNAM TABULEK.....	52
SEZNAM PŘÍLOH.....	53

ÚVOD

Pivo jako nápoj je známo už od pradávna. Za zemi původu se uvádí Mezopotámie a to přibližně již v 7. tisíciletí př.n.l. Pivo je kvašený alkoholický nápoj vyráběný v pivovaru z obilného sladu, vody a chmele pomocí pivovarnických kvasinek (*Saccharomyces cerevisiae* ssp.). Je tradičním a populárním nápojem, který má na území Česka dlouhou historii. Obliba piva po celém světě je velmi vysoká a neustále narůstá.

Počátkem 90. let 20. století ovlivňuje vznikající tržní ekonomika i čepování piva a vztahy mezi restauracemi a pivovary. Do hry vstupují technické servisy, které se starají o kvalitu piva. Spotřebitelé vyžadují kvalitní nápoj, který je čirý, má čerstvou chuť a vůni, správnou barvu a pěnovitost. I když je pivo na výstupu z pivovaru čiré, může v něm z různých důvodů následně vzniknout zákal nebo mikrobiologická kontaminace. Proto je důležité věnovat těmto faktorům ovlivňující čepované pivo pozornost. Jako první je vliv mléčných bakterií a jejich metabolismus na kvalitu piva. Dalším faktorem k posouzení je výčepní zařízení. Základem výčepního zařízení je chlazení - premixy mokré, suché a přenosné. Nejvíce náchylné na změnu požadovaných vlastností je sudové pivo. Na rozdíl od piva v lahvích a plechovkách ale i tankového piva, přichází pivo sudové do kontaktu s hnacími plyny. K tlakování keg sudů se používají inertní plyny CO₂, N₂ ale i vzduch. Kritickými body péče o pivo v restauračních zařízeních jsou také skladování, narážení pivních sudů a samotné čepování piva. Ve všech těchto bodech je důležité udržovat hygienickou čistotu. K tomu slouží sanitace výčepních zařízení, pravidelné proplachování pivního vedení a všeobecná hygiena. To vše podléhá lidskému faktoru, kterým je obsluha výčepu.

1 OBECNÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU KVALITU ČEPOVANÉHO PIVA

Pro čepované pivo jsou důležité obecné zásady správné péče, tak aby se jakost piva vyrobeného podle tradičních receptur jednotlivých pivovarů zachovala i při podávání v gastronomických zařízeních.

Pivo v sudech po opuštění pivovaru musí projít několika technickými procesy, než se dostane ke konečnému spotřebiteli. Základními faktory ovlivňující kvalitu piva jsou: mikrobiologická kontaminace, výčepní zařízení, skladování pivních sudů, sanitace výčepních zařízení, hygiena výčepu.

1.1 Mikrobiologická kontaminace

Mikrobiologická kontaminace může nastat v kterékoli fázi čepování piva od naražení pivního sudu až po natočení do sklenice. Nežádoucí mikroorganismy dělíme na grampozitivní a gramnegativní bakterie a tzv. divoké kvasinky [1]. Nejčastější a nejzávažnější kontaminací jsou bakterie mléčného kvašení zástupci rodů *Lactobacillus* a *Pediococcus*. Mléčné bakterie jsou nejobávanější, nejčastější a nejzávažnější kontaminací pivovarnické výroby, vyskytují se ve všech fázích výroby piva. Mléčné bakterie vyskytující se v pivu jsou především *Lactobacillus brevis* a *Pediococcus damnosus* [2,3,4].

1.2 Výčepní zařízení

Výčepní zařízení ovlivňuje kvalitu čepovaného piva volbou druhu výčepního zařízení s dostatečnou chladicí kapacitou, tak jako volbou tlačného média. Konzumenti v České republice si občas stěžují na kolísavou kvalitu čepovaného piva. Při bližším pohledu na tuto problematiku je jako potenciálně významný faktor použití tlačného média. Hnací plyn je poměrně dlouho v kontaktu s pivem v transportním sudu a může docházet ke kontaminaci piva a změně jeho původní kvality. Složení hnacího plynu, který slouží k vytlačování piva ze sudu, ovlivňuje chuť a kvalitu piva. Podle složení se dělí na tři skupiny: oxid uhličitý, směs oxidu uhličitého a dusíku, vzduch [5,6].

1.3 Skladování pivních sudů

U skladování pivních sudů je hlavní dbát na stálou teplotu, zamezení přístupu denního světla, čistotu a vlhkost. Důležitý je také interval od příjmu sudů - kegů na sklad a jejich naražení čili čepování. Keg je vratný sud, který je speciálně vyvinutý pro průmyslové plnění a sterilní skladování nápojů. V případě sudového piva by měly být sudy ušetřeny hrubého zacházení a nárazů. Cesta od sudu k výčepnímu kohoutu by měla být co nejkratší a pokud možno kolmá, tzn. že nápojové vedení by nemělo být prověšené, zakroucené, či přiškrcené a musí být opatřeno doprovodným chlazením.

1.4 Sanitace výčepních zařízení

Sanitace výčepních zařízení je prováděná v pravidelných intervalech, aby se odstranily nežádoucí mikroorganismy a mechanické nečistoty. K tomuto účelu se používají sanitační zařízení s vhodně zvolenými alkalickými čisticími prostředky. Sanitaci provádí pověřený pracovník a o každé sanitaci je proveden písemný zápis. Při nepravidelném a nedostatečném čištění pivních cest a zařízení dochází k usazování drobných částic, které na sebe neustále nabalují další nečistoty. Následně se kvasinky a další organismy začnou množit a mohou kazit pivo.

1.5 Hygiena výčepu

K hygieně výčepu patří proškolená a oboru znalá obsluha, která pečuje o výčepní stoly s příslušenstvím jako jsou pivní pípy, plochy stolu a mycí zařízení sklenic. Nedílnou součástí je péče o pivní sklo a volba mycího prostředku, který podstatně ovlivňuje kvalitu a stabilitu pivní pěny, tak jako chuť samotného piva.

2 NEŽÁDOUCÍ MIKROORGANISMY V ČEPOVANÉM PIVU

Pivo je složitý koloidní roztok, který obsahuje až několik tisíc různých látek. V tomto systému stačí nepatrné změny, aby výsledný produkt byl odlišný od předešlé šarže výrobku či se v čase změnila jeho vlastnosti. Kvalita a trvanlivost piva je tedy závislá na jeho mikrobiologické čistotě a čistotě přepravných nádob [7].

V podstatě je pivo anaerobním prostředím. Na nežádoucí mikroorganismy má vliv nízké pH (3,8 – 4,7), přítomnost hořkých chmelových látek (17 - 55 mg/l), obsah alkoholu (3,5 – 10 % w/v), obsah CO₂ (přibližně 0,5 % w/v) a nízká teplota, při které pivo dokvácí (2 – 4 °C). Hotové pivo obsahuje jen velmi nízké koncentrace utilizovatelných živin [8]. Obecně platí, že technologicky nevhodné mikroorganismy, se mohou v pivu vyskytovat jen ojediněle. Také z tohoto důvodu postrádá současná česká legislativa vymezení nejvyšších mezních hodnot pro tyto zdraví neohrožující mikroorganismy v souvislosti s jejich výskytem v pivu [9,10,11].

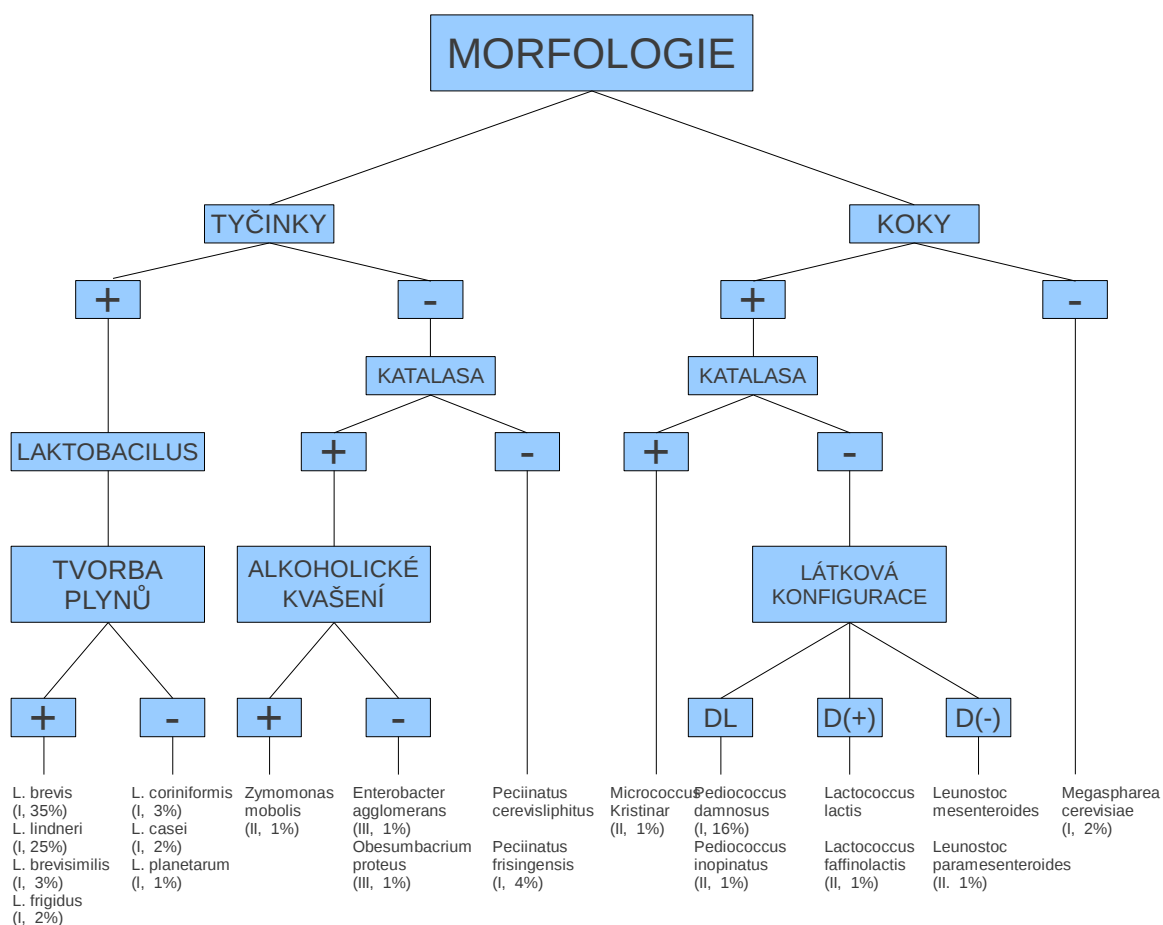
Avšak navzdory těmto nepříznivým podmínkám existuje několik mikroorganismů, kterým se daří v pivu roznásat, patří mezi ně zejména některé grampozitivní a gramnegativní bakterie a tzv. divoké kvasinky [1].

2.1 Rozdělení nežádoucích mikroorganismů

Mikroorganismy, jejichž přítomnost v pivu je nežádoucí, lze rozdělit na:

- **Latentní zárodky** – v pivu se vyskytují vzácně. Jedná se o rody *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcus* a křísovité kvasinky. V pivu se nepomnožují. Některé produkty jejich metabolismu jsou toxické. Významné jsou mykotoxiny, které jsou produkty plísní pocházející z napadených surovin. Představitelem půdní mikroflóry jsou *Fusaria*, produkující mykotoxiny deoxynivalenol (DON), nivalenon (NIN) apod. Plísně, prosazující se při skladování ječmene, jsou *Aspergillus* a *Penicillium*, produkují aflatoxin a ochratoxin A (OTA).
- **Indikátorové mikroorganismy** – nejsou škodlivé, pokud se nejedná o masivní kontaminaci. Jedná se například o *Acetobacter pasteurianus*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Debaryomyces hansenii*, *Saccharomyces chevalieri*.

- **Pivu nepřímo škodící mikroflóra** – může škodit, ale v hotovém pivu se nepomnožuje. Jedná se například o *Enterobacter agglomerans*, *Obesumbacterium proteus*, *Candida kefir*, *Hansenula anomala*.
- **Pivu potenciálně škodící mikroflóra** – k pomnožení v pivu dochází pouze za určitých podmínek. Jedná se o přítomnost kyslíku, zvýšené pH piva (nad 4,7), nižší chmelení. Do skupiny těchto mikroorganismů patří např. *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Micrococcus kristinae*, *Zymomonas mobilis*, *Saccharomyces cerevisiae pastorianus*.
- **Pivu škodící mikroflóra** (obligátně škodlivé mikroorganismy) – pomnožuje se v pivu za vzniku sedliny a zákalu. Současně dochází ke změně chuťových vlastností piva (vznik zápachu, tvorba diacetylu apod.). Hlavními představiteli jsou *Lactobacillus brevis* a *Pediococcus damnosus*.



I – pivu škodlivé mikroorganismy, II – pro pivo potenciálně škodlivé mikroorganismy, III – pivu nepřímo škodlivé mikroorganismy, % - četnost výskytu druhů při reklamaci piva

Obr. 1: Rozdělení pivu škodlivých bakterií [12]

2.1.1 Rozeznáváme dva druhy kontaminantů – primární a sekundární

- **S primárními kontaminanty** se můžeme setkat především v kvasnicích použitých při výrobě, nebo v kvasných a ležáckých sklepech, tedy tam, kde nedochází k filtraci. Primární kontaminací mohou způsobovat druhy *Lactobacillus brevisimilis*, *Lactobacillus lindneri*, *Lactobacillus frigidus*, *Pediococcus damnosus*.
- **Mezi sekundární kontaminanty** se řadí druhy *Lactobacillus coryniformis*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus inopinatus*, *Megasphaera*, *Pectinatus* [13].

2.2 Bakterie mléčného kvašení

Aplikace molekulárně biologických metod v klasifikaci mléčných bakterií vedla v posledních letech k velkým změnám v jejich taxonomii a v současné době zahrnuje tato skupina řadu rodů (*Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* a *Weissella*) [14,15].

Rod *Streptococcus* a *Enterococcus* jsou všeobecně považovány za patogenní s výjimkou *Streptococcus thermophilus* a *Streptococcus macedonicus*, které jsou bezpečné a hrají důležitou roli v mléčném kvašení [16].

Bakterie mléčného kvašení představují různorodou skupinu grampozitivních, nesporulujících bakterií, které jsou kataláza negativní, i když v ojedinělých případech se může vyskytnout pseudokataláza [17].

Z morfologického hlediska se u bakterií mléčného kvašení setkáváme s menší pestrostí. Nachází se zde koky v párech, kratších a delších řetízcích, tyčinky izolované a v řetízcích a u bifidobakterií větvené tyčinky [18].

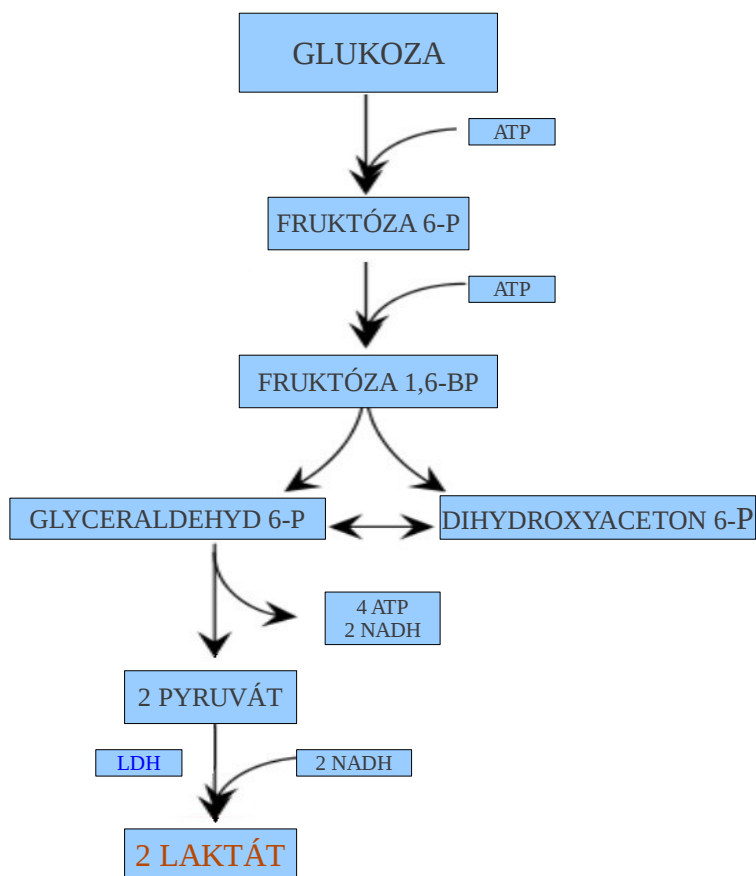
Bakterie mléčného kvašení mají vysokou odolnost vůči kyselému prostředí, mohou přežívat při pH 5 a nižším v závislosti na druhu a kmeni. Optimální teplota růstu se pohybuje od 20 do 45 °C [19]. Některé druhy jsou schopny růstu i při teplotě nižší než 15 °C, maximální teplota, při které byl zjištěn růst, je 62 °C [20].

2.3 Mléčné kvašení

Cesty, kterými jsou hexosy metabolizovány, rozdělují bakterie kyseliny mléčné na:

2.3.1 Obligátně homofermentativní

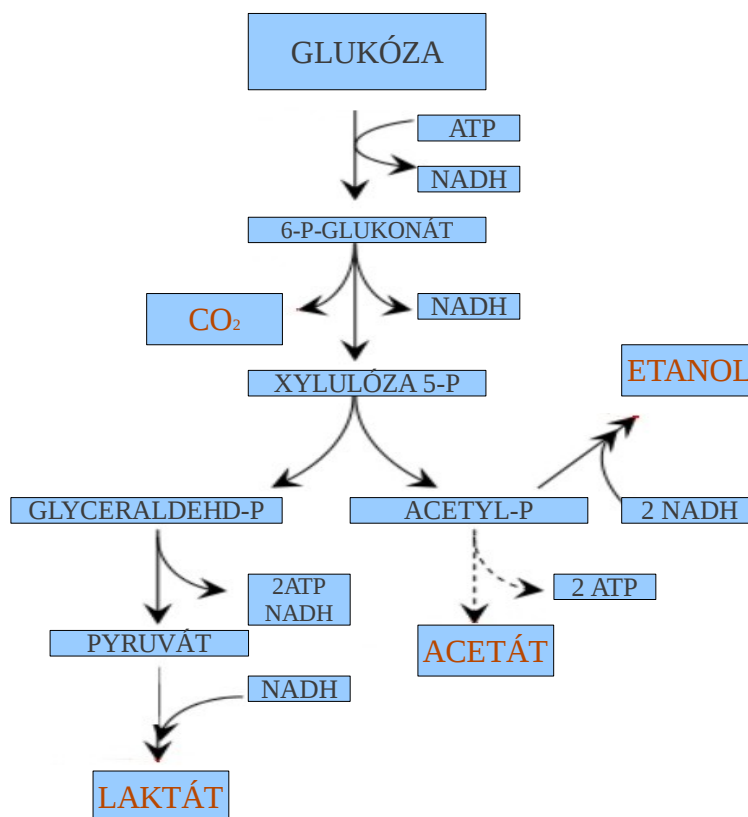
Ve zkratce, homofermentátoři jako rod *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* a některé laktobacily, produkují kyselinu mléčnou jako hlavní nebo jediný koncový produkt fermentace glukosy. Homofermentátoři používají cestu Embden-Meyerhof-Parnas k vytvoření dvou molů laktátu na jeden mol glukosy a získají tak přibližně dvakrát více energie na jeden mol glukosy než heterofermentátoři (obr. 2).



Obr. 2: Katabolické dráhy bakterií mléčného kvašení - obligátně homofermentativní [21]

2.3.2 Obligátně heterofermentativní

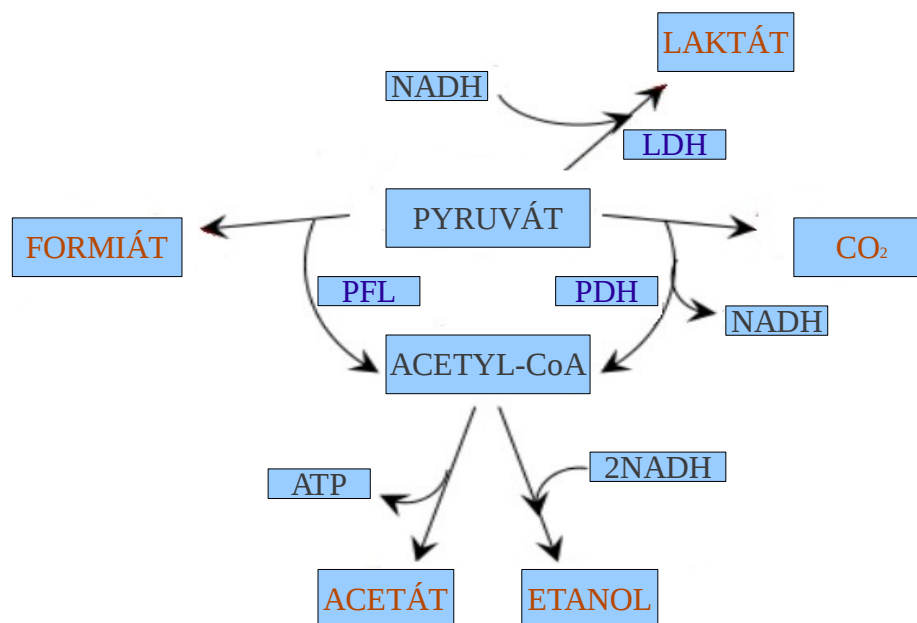
Heterofermentátoři, jako například rod *Weissella* a *Leuconostoc* a některé *Laktobacily*, produkují z glukosy ekvimolární množství laktátu, CO₂ a etanolu, Tyto bakterie využívají fosfo-ketalázovou dráhu (obr. 3) [15].



Obr. 3: Katabolické dráhy bakterií mléčného kvašení - obligátně heterofermentativní [21]

2.3.3 Fakultativně heterofermentativní

Všechny bakterie mléčného kvašení, při změněných růstových podmínkách a když je pentosa iniciální substrát, (kromě *Laktobacilů* jako je např. *Lbc. delbrueckii*), jsou schopné fermentovat pentósy (obr. 4), z čehož vyplývá, že se jedná o fakultativně heterofermentativní bakterie [19].

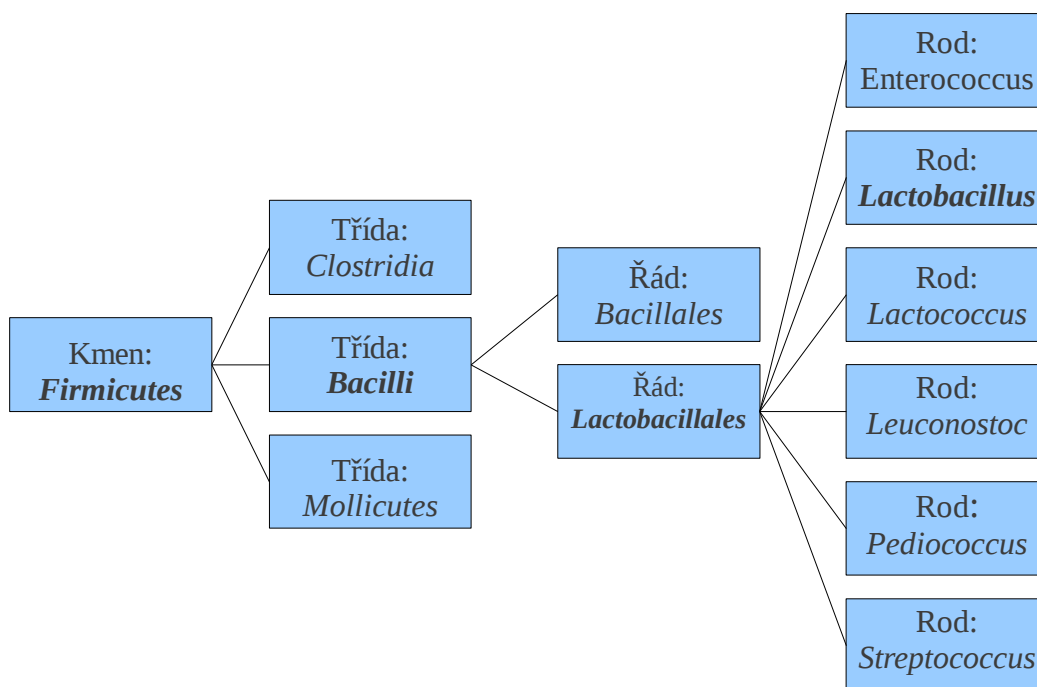


Obr. 4: Katabolické dráhy bakterií mléčného kvašení - fakultativně heterofermentativní [21]

2.4 Rod *Lactobacillus*

Rod *Lactobacillus* - název je odvozen z latinského slova lac = mléko. Rod *Lactobacillus* je největší rod mléčných bakterií a zahrnuje četné druhy (obr. 5), které jsou široce použitelné v různých fermentačních procesech, včetně potravinářských výrobků jako pivo, víno, jogurt a nakládaná zelenina [1]. Bakterie rodu *Lactobacillus* jsou nesporující, gram pozitivní, nepohyblivé tyčinky, často seskupené do řetízků. *Laktobacily* jsou katalasa negativní a z hlediska nároku na kyslík, jsou považovány za mikroaerofilní nebo fakultativně anaerobní. Mohou se množit i v kultivačním prostředí s hodnotou pH 5. Jestliže však pH klesne pod 4, růst většiny *laktobacilů* se zastavuje. Optimální růstová teplota je 30 až 40 °C [20,22].

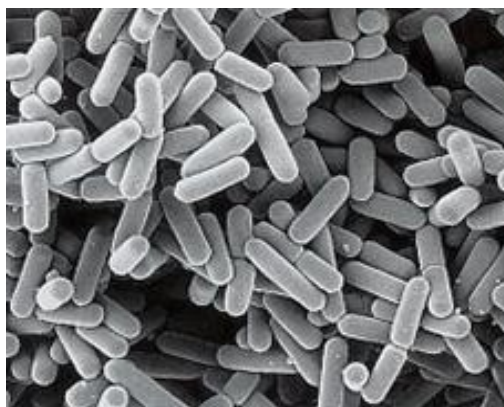
Laktobacily jsou citlivé na hořké látky, pocházející z chmelového extraktu [23]. Kromě cukrů mohou *laktobacily* využívat jako zdroje energie nebo jako akceptory elektronů řadu jiných látek, např. citrát, malát, pyruvát, tartrát, chinolát, glycerol, nitrát, nitrit apod. [21].

Obr. 5: Taxonomické zařazení rodu *Lactobacillus* [24]

2.4.1 *Lactobacillus brevis*

Lactobacillus brevis - název je odvozen z latinského slova *brevis* = krátký. *Lactobacillus brevis* je to obligátní heterofermentativní bakterie, která roste optimálně při teplotě 30 °C [4]. Vedle kyseliny mléčné produkuje značné množství ethanolu a CO₂ [25]. Při mikrobiologické kontrole piva a pivovarských provozů je nejčastěji izolován druh *Lactobacillus brevis* (obr. 6). Podílí se na více než 50 % případů mikrobiálního kažení piva, zahrnuje kmeny pivo kazící i nekazící. Způsobuje zakalení piva masivním pomnožením buněk. Tyto bakterie negativně ovlivňují chuť a vůni piva produkcí kyseliny mléčné a octové [2,26,27,28].

Jedinou metodou odlišení pivo kazících a nekazících kmenů je provedení tzv. „forcing testu“, při kterém se bakterie vy-izolované z piva a pivovarského provozu očkují do sterilního pasterovaného piva a jejich růst je sledován po dobu až osmi týdnů (obr. 7). Typická pro *L. brevis* je právě schopnost kazit pivo do tří týdnů od inokulace [1,2].



Obr. 6: *Lactobacillus brevis* [29]



Obr. 7: Agar *Lactobacillus brevis* [30]

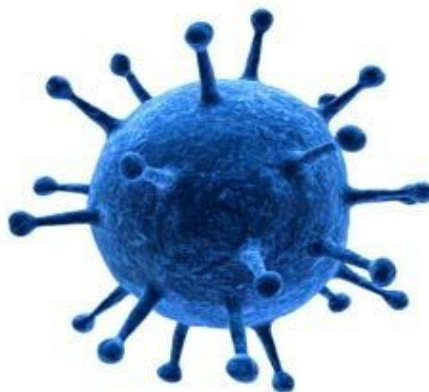
2.5 Rod *Pediococcus*

Rod *Pediococcus* - název je odvozen z řeckého *coccus* = rostoucí v jedné rovině. *Pediokoky* patřily mezi první bakterie studované Louisem Pasteurem díky asociaci s bakteriemi kazícími pivo [14,31]. Zástupci tohoto rodu jsou grampozitivní, nepohyblivé, nesporulující bakterie, které mají kulovitý tvar. Jsou to jediní zástupci bakterií mléčného kvašení, kteří se dělí ve dvou rovinách a tak tvoří tetrády nebo shluky buněk. Tetradové formace a sférický tvar sloužily jako klíčové charakteristiky k jejich brzkému rozpoznání. Jsou aerobní až mikroaerofilní, chemoorganotrofní a vyžadují komplex růstových faktorů a aminokyselin. Všechny druhy vyžadují kyselinu nikotinovou, pantotenovou a biotin. Jsou kataláza i cytochrom negativní, avšak některé kmeny mohou tvořit pseudokatalázu, zvláště když rostou na médiích s nízkým obsahem sacharidů, oxid uhličitý podporuje jejich růst [32]. Rod *Pediococcus* za-

hrnuje pět druhů: *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus damnosus*, *Pediococcus dextranicus*, *Pediococcus parvulus* a *Pediococcus pentosaceus* [14,31].

2.5.1 *Pediococcus damnosus*

Pediococcus damnosus - název je odvozen z latinského slova *damnosus* = ničivý (obr. 8). *Pediococcus damnosus* se nachází v mladině a pivovarských kvasnicích. Je značně tolerantní k chmelovým mikrobicidním látkám. Bývá složkou startovacích kultur v masném průmyslu. Fermentuje maltosu za tvorby kyselin, ne plynu. Z pyruvátu tvoří acetoin, který se oxidací vzdušným kyslíkem mění na aromatickou látku diacetyl, vznikající v kazícím se pivě [18,25]. *Pediococcus damnosus* tvoří tetradové shluky, připomínají tak typické shluky pro rod *Sarcina* (obr. 9). Proto vada která vzniká se nazývá "sarcinová nemoc". Způsobuje máslovou vůni, nakyslou chuť a zákal piva [33].



Obr. 8: *Pediococcus damnosus* [34]



Obr. 9: *Pediococcus damnosus* ze zkaženého piva [35]

3 ZÁVISLOST KVALITY PIVA NA VÝČEPNÍM ZAŘÍZENÍ

Výčepní zařízení je vybavení pro plnění nápojů z velkoobjemových zásobních nádob do sklenic, případně jiných nádob, ze kterých se pije. Část výčepního zařízení, ze které se přímo čepuje a která je umístěna ve výčepu, se nazývá výčepní stolice (pípa).

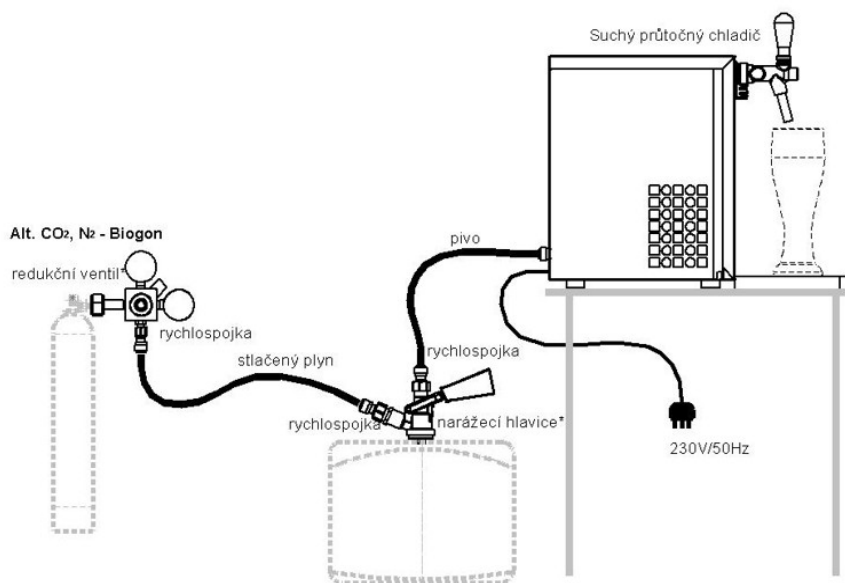
K vybavení pro čepování nápojů patří chladicí zařízení, tlaková nádoba s hnacím plynem (CO₂, dusík) nebo zdroj tlakového vzduchu (kompresor). Výčepní stolice je propojená se zásobní nádobou pomocí propojovacího potrubí, hadic a armatury (obr. 10). Výčepní stolice je umístěna v prostoru výdeje nápojů (ve výčepu). Vždy na strategickém místě, ze kterého je dobrý přístup i výhled na celý lokál. Ve výčepní stolici jsou zabudovány výčepní kohouty (pípy). Výčepních kohoutů je několik, jsou napojené na různé zásobní nádoby pro možnost čepovat více druhů nápojů. Propojovací potrubí se dnes přednostně buduje z nerezové oceli. Pokud je zásobní nádobou Keg sud, je propojen přes armaturu se spojovacím potrubím. Současně je druhým ventilem přiváděn hnací plyn. Dříve to býval výhradně tlakový vzduch vyráběný kompresorem. Dnes je běžně používán CO₂ nebo dusík, přivedený přes redukční ventil z tlakové lahve. Při čepování z Keg sudů se hnací plyn mísí s nápojem. Keg sudy jsou plněny u výrobce nápoje a zaplombované se dovážejí do místa čepování. Jestliže je zásobní nádobou tank, plní se nápoj z cisternového automobilu do plastového vaku uvnitř pevně instalované ocelové zásobní nádoby. Pro udržení hygieny se plastový vak použije při každém plnění tanku nový, sterilní. Pro vytlačení nápoje ze zásobní nádoby do pípy se vhání tlakový vzduch do zásobníku a stlačováním vaku vytlačuje nápoj. Tlakový vzduch stlačuje vak zvenčí a nemísí se s nápojem. Potrubí, které propojuje zásobní nádobu a výčepní kohouty, prochází chladicím zařízením. Tam se nápoj ochlazuje na požadovanou teplotu. Výčepní zařízení se využívá v gastronomii všude tam, kde se nápoje vydávají ve velkém množství. Vydávané množství nápoje se odměřuje ručním ovládním pípy, méně často automaticky [36].

3.1 Druhy výčepních zařízení

3.1.1 Samo-výčep

Samo-výčep je takový způsob čepování piva, kdy jsou výčepní stolice umístěné přímo na stolech a propojené s centrálním zásobníkem piva. Hosté si točí pivo do sklenic sami. Výčepní stolice jsou vybaveny průtokoměry s elektronickým sběrem dat. Průtokoměry od

všech stolů jsou sběrníci propojeny s centrálním počítačem. Současně je na každé výčepní stoličce také displej, který umožňuje sledovat množství vyčepovaného piva. Centrální počítač vystavuje účty za vyčepované pivo. Umožňuje také společné zobrazení množství piva vyčepovaného na jednotlivých stolech a tím určitou soutěž mezi konzumenty u jednotlivých stolů [36].



Obr. 10: Schéma zapojení výčepního okruhu [37]

3.1.2 Premixy

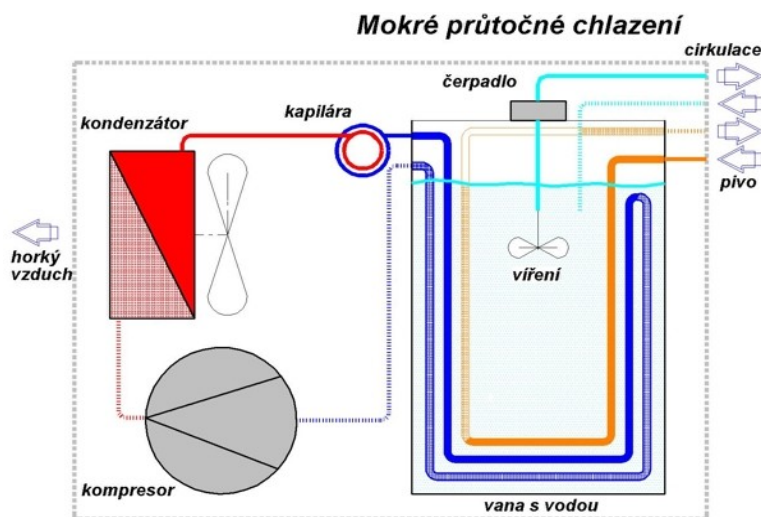
Premix - zásobník hotového nápoje se propojí s výčepním kohoutem. Tlakem hnacího plynu se nápoj vytlačuje přes chladicí zařízení do výčepního kohoutu. Pro čepování piva se používají Premixy, které ochlazují pivo na požadovanou hodnotu doporučenou výrobcem. Nízká teplota piva má také pozitivní vliv na mikrobiologickou odolnost čepovaného piva [38]. Premixy se dělí na:

a) premixy mokré

Jsou určeny převážně pro stabilní použití v restauračních zařízeních s umístěním "pod stůl". Některé lze přestavět i pro použití "na stůl". Rozdělují se dle provedení na:

- vertikální výčepní chladiče
- horizontální výčepní chladič

Označení vertikální nebo horizontální provedení charakterizuje nejen umístění připojovacích vývodů, ale také způsob provedení chladicího okruhu. Mokrý chladič je vyráběn s výkony chlazení nápoje od 40 do 120 litrů za hodinu (obr. 11). Počet chlazených nápojů je dle výběru od 2 do 6 s možností zapojení cirkulačního okruhu pro ochlazování rozvodu k výčepním stojanům. Před uvedením mokrého chladiče do provozu se nádrž naplní vodou o předepsaném objemu a propojí se připojovací vývody s výčepními stojany [38].



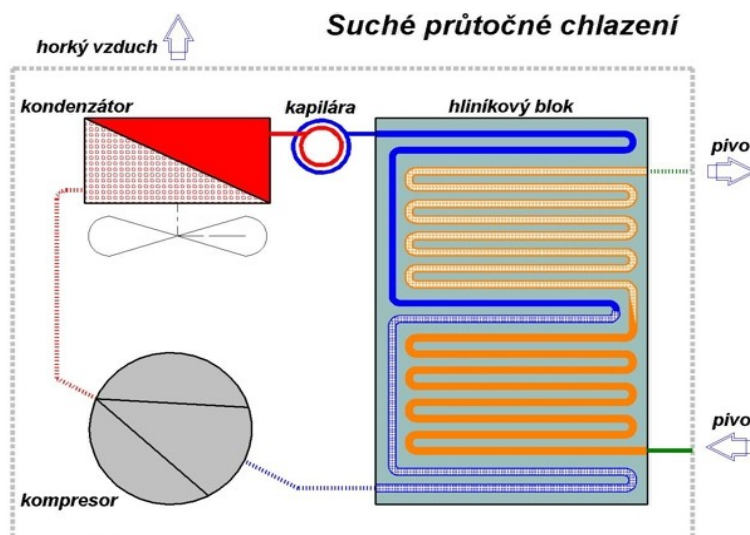
Obr. 11: Schéma mokrého chlazení [39]

b) premixy suché

Jsou výčepny v provedení "na stůl" je průtočné kontaktní chlazení piva, které může mít jeden až tři pivní kohouty, tedy je možno točit až tři druhy chlazeného piva. Rozsah chladicích výkonů tohoto typu výčepního zařízení je od cca 25 do 120 litrů vychlazeného piva za hodinu. Chlazení na pivo v provedení "pod stůl" se většinou vyrábí s vyšším výkonem. Je doplněno volitelným výčepním stojanem a je vhodné pro osazení např. do mobilních výčepních stánků. A to především proto, že se vyznačuje snadnou montáží a hlavně rychlou připraveností vlastního chlazení piva k čepování. Schéma suchého chlazení (Obr. 12) [38].

Chladivo proudí systémem a v jednotlivých fázích mění tlak, teplotu a skupenství. V chladicím okruhu rozlišujeme 4 fáze:

- Fáze 1 chladicího okruhu kompresor, který tlačí chladivo systémem, je základem kondenzační jednotky. Před vstupem do kompresoru se chladivo nachází v nízkotlakém plynném stavu. Díky kompresoru změní chladivo svůj stav do vysokého tlaku, zahřeje se a je tlačeno směrem do kondenzátoru.
- Fáze 2 chladicího okruhu v kondenzátoru uvolněné páry chladiva o vysoké teplotě a vysokém tlaku předají své teplo do venkovního vzduchu a přejdou do podchlazené vysokotlaké kapaliny.
- Fáze 3 chladicího okruhu vysokotlaké kapalné chladivo prochází expanzním ventilem resp. kapilárou, čímž se snižuje tlak chladiva a teplota chladiva klesne pod teplotu chlazeného bloku. Výsledkem je studené nízkotlaké kapalné chladivo.
- Fáze 4 chladicího okruhu nízkotlaké chladivo proudí do výparníku, kde při vypařování absorbuje teplo z hliníkovým blokem protékající kapaliny a přejde do nízkotlakého plynného stavu. Páry chladiva proudí zpátky do kompresoru, kde celý proces začíná znovu [38].



Obr. 12: Schéma suchého chlazení [40]

c) přenosné premixy suché

Jsou výčepy piva určené a vhodné pro menší výtoče a příležitostné stáčení pro privátní užití, jako jsou například zahradní párty, grilování, rodinné oslavy a setkání. Tato chlazení na pivo se vyznačuje velkou mobilitou, snadnou montáží s rychlou připraveností k čepování. Základní výhodou těchto typů chlazení piva je jednoduchá obsluha a snadná údržba. Vyrábějí se a dodávají i typy s osazeným vestavěným vzduchovým kompresorem pro automatické tlakování pivního sudu. Výkony chlazení těchto přenosných zařízení jsou v rozmezí 17 až 35 litrů vychlazeného piva za hodinu [38].

3.2 Tlačné média.

Co se týká použití hnacích plynů, nepadá mezi odborníky úplná shoda. Řada provozovatelů restauračních zařízení dává přednost tlakování piva vzduchem před dusíkem, CO₂ nebo jejich směsí.

3.2.1 Oxid uhličitý - CO₂

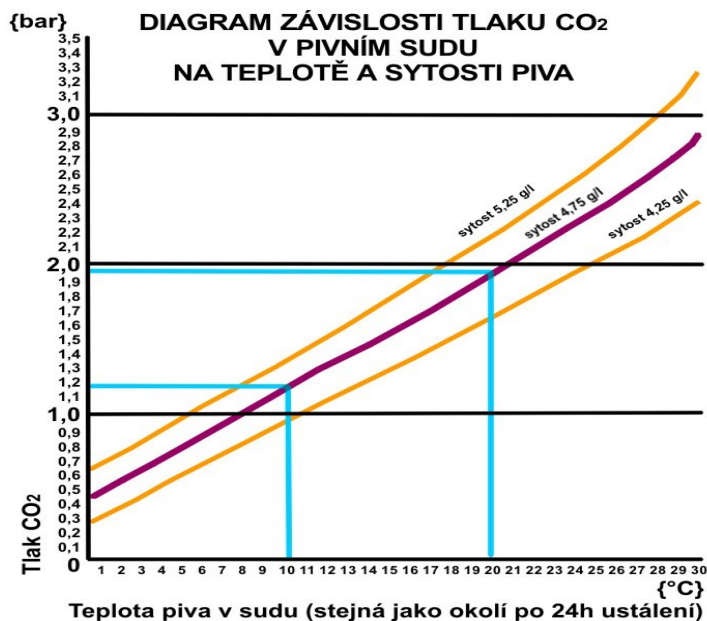
Kysličník uhličitý CO₂ je stlačený v tlakových lahvích osazených redukčním ventilem. Tlakové lahve různých velikostí od 1 kg až do 30 kg. Pro zachování požadované kvality piva po celou dobu naraženého sudu je velmi důležité nastavit správný tlak CO₂ na výstupu ze vzdušného ventilu. Tento tlak se nastavuje v závislosti na teplotě piva a sudu (obr. 13). Teplota skladovaného piva musí být vždy konstantní. Při nedodržení správného tlaku dochází k podsycení nebo přesycení piva kysličníkem uhličitým [5].

Přednosti:

- oxid uhličitý je inertní plyn, který zamezuje oxidaci piva, pivo si tak zachovává svou plnou chuť.

Nedostatky:

- Při malé výtoči a nízké teplotě se tento plyn rozpouští v pivu, které je pak přesyceno CO₂.



Obr. 13: Diagram závislosti tlaku na teplotě [41]

3.2.2 Dusík - N₂

Dusík je plyn bez barvy, chuti a zápachu. Není toxický ani jinak nebezpečný.

Přednosti:

- Dusík je inertní plyn, který zamezuje oxidaci piva, pivo si tak zachovává svou plnou chuť.

Nedostatky:

- Při vyšších teplotách uniká z piva přirozený CO₂, pivo ztrácí říz. Dusík je ideálním plynem pro víno.

3.2.3 Směsné plyny CO₂ a N₂ - Biogon

Směsné plyny svými vlastnostmi, nejvíce vyhovují při vytlačení piva ze sudu. Neoxidují pivo, nepřesycují, mikrobiologicky neinfikují. I zde je nutné znát dané skladovací podmínky naraženého sudu. Při vyšší teplotě (nad 20 °C) a delší době naražení (déle než 3dny) může dojít ke snížení obsahu CO₂ v pivě (tab. 1) [5]. Pro používání tlakových nádob platí závazná norma ČSN 07 83 04 [42].

Přednosti:

- Jedná se o inertní plyn, který neovlivňuje chuťové vlastnosti piva.
- Lze upravovat poměr plynů dle druhu piva, standard biogon CO₂:N₂ – 1:1, ale také v poměrech 7:3 a 6:4.
- Plyn je dodáván v ocelových lahvích pro potravinářské účely - garance mikrobiologické čistoty.
- Tato směs vyhovuje požadavkům na standardní kvalitu piva a omezení mikrobiologického rizika, což je trend nejen u nás, ale na celém světě.

Nedostatky:

- Zvýšení nákladů o 0,15 - 0,17 Kč na 0,5 l piva.

Tabulka 1: Orientační tabulka nastavení základního tlaku s ohledem na teplotu nápoje [5]

Teplota nápoje ve °C	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Výč. tlak v bar	0,65	0,72	0,78	0,85	0,92	0,98	1,06	1,14	1,22	1,30	1,38	1,46	1,54	1,62	1,70	1,81

K základnímu tlaku je nutné připočítat celkovou ztrátu CO₂ na danou délku pivního vedení.

- 0,1 bar na každých započatých
 - 1) 6 m délky vedení o vnitřním průměru 9,5mm
 - 2) 5 m délky vedení o vnitřním průměru 7,9 mm
- 0,1 bar na každý započatý metr převýšení
- 0,1 bar na každý zapojený sud
- 0,1 bar jako bezpečnostní faktor

Aby byla zachována správná jakost nápojů, nesmí přetlak poklesnout pod 50 kPa a překročit 3 bary! To je zajištěno redukčním ventilem (obr. 14) [5].



Obr. 14: Redukční ventil na tlačné média [43]

3.2.4 Vzduch

Vzduch je směs plynů, které jsou denně okolo nás. Nejpoužívanější a dříve i velmi rozšířený způsob tlačení piva ze sudu k pivnímu kohoutu. Při čepování piva za pomoci vzduchu dochází také k jeho kontaminaci cizorodými látkami. To může přinášet zdravotní rizika, ale mohou se měnit i chuťové vlastnosti piva. Objevují se různé zápachy, které pochází ze sklepů a ulic.

Vzduch se musí čerpat přes sací koš, zcela vyplněný filtrační vatou a umístěný nejméně 2 m nad úroveň terénu (dvora, chodníku apod.). Sací koš nesmí být vyústěn do míst se zvýšenou prašností a nesmí být v blízkosti WC, čpavkového chladicího zařízení ani v uzavřené místnosti (chodba, světlík, sklep apod.) Filtrační vložka v sacím koši a ve filtru stlačeného vzduchu se vyměňuje nejméně jednou za měsíc, pokud výrobce filtrační vložky nestanoví jinak [6].

Přednosti:

- Vzduchové kompresory jsou stále ještě nejpoužívanějším vybavením mnoha hospod z důvodů cenové dostupnosti a levného provozu. Celkové náklady na provoz kompresorů se pohybují mezi 0,03 až 0,05 Kč na 0,5 l piva.

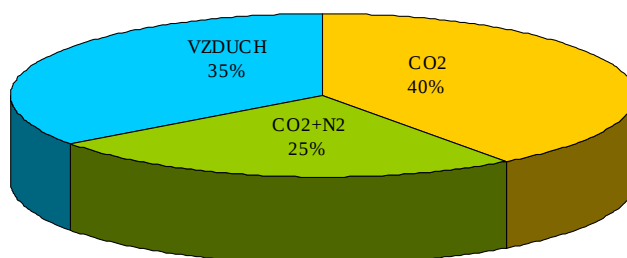
Nedostatky:

- Vzduch, resp. kyslík v něm obsažený, způsobuje oxidace piva. Pivo ztrácí říz, navíc v něm vzniká prostředí příznivé pro množení mikroorganismů.
- U vzduchových kompresorů může docházet ke znečištění piva z prostředí samotného kompresoru, zejména v případě levnějších kompresorů či ručních pump, které nejsou určeny k potravinářským účelům [6].

3.3 Zastoupení tlačných médií v podmínkách české republiky

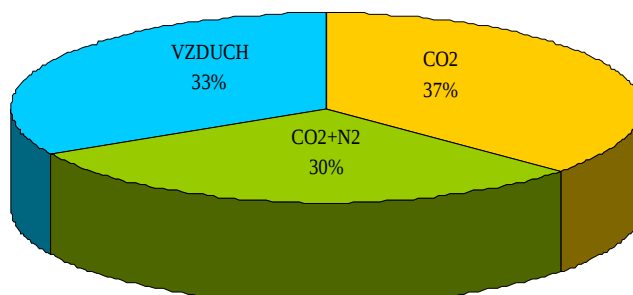
Dle informací z cca 18 000 výčepních míst, ukazují vývoj v použití tlačných médií (obr. 15). Můžeme zaznamenat úbytek výčepních míst, která používají jako tlačný plyn vzduch, a poměrně významný nárůst použití směsi CO_2 a N_2 .

HNACÍ PLYNY - r. 2001



Obr. 15: Zastoupení hnacích plynů v České republice v roce 2003 [44]

HNACÍ PLYNY - r. 2003



Obr. 16: Zastoupení hnacích plynů v České republice v roce 2003 [44]

Podíváme-li se podrobněji na různé regiony České republiky (tab. 2), ukáží se velmi významné rozdíly. Zdá se, že jsou dány lokálními pivovary, požadavky zahraničních turistů a zvyklostmi konzumentů v dané oblasti.

Tabulka 2: Podíl jednotlivých hnacích plynů v různých regionech

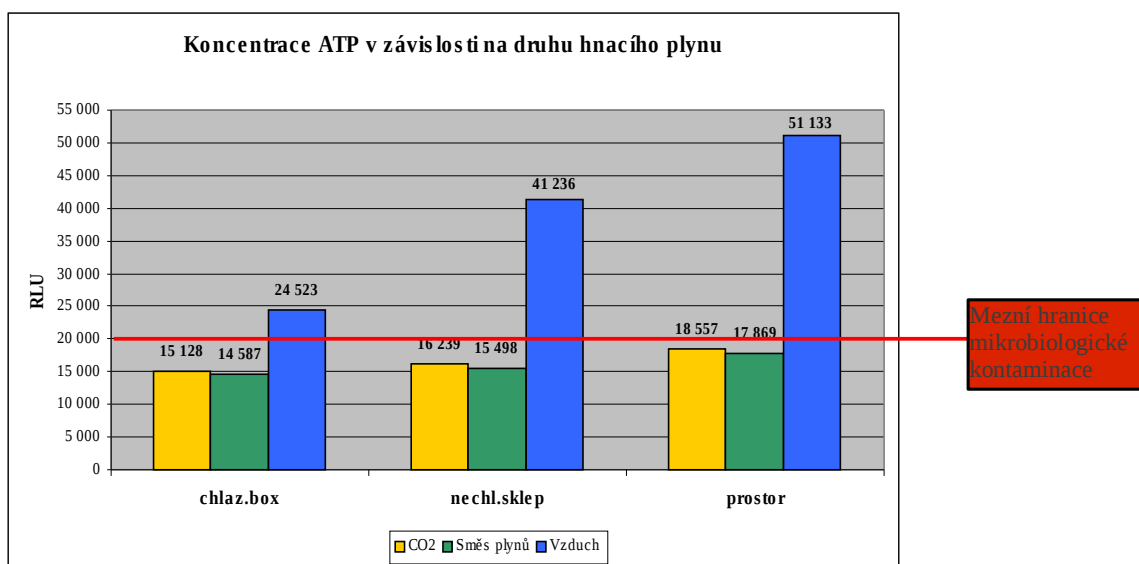
České republiky (%) [44]

Medium	Oxid uhličitý	Směsný plyn	Vzduch
Region		CO₂ + N₂	
Praha	20	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

3.4 Úroveň mikrobiologické kontaminace piva na výstupu z výčepního zařízení v závislosti na použití hnacího plynu.

Například společnost Plzeňský Prazdroj, a.s. používá již od roku 1998 bioluminiscenční metodu pro rychlé posouzení úrovně kontaminace výčepního zařízení. 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 jasně patrné (obr. 17).

- První vyhodnocenou skupinou jsou výčepní místa vybavená chladičími 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.

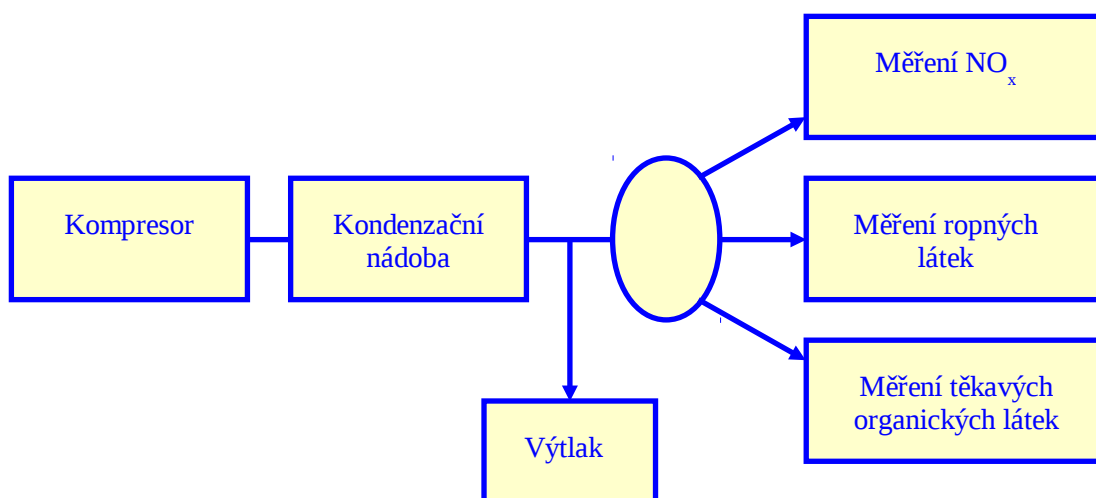


Obr. 17: Koncentrace adenosintrifosfátu (ATP) v závislosti na druhu hnacího plynu a místu odběru vzorků (Principem této bioluminiscenční metody je měření koncentrace adenosintrifosfátu - ATP, jednotka je RLU – relative light units.) [44]

Uvedené výsledky jednoznačně ukazují, že použití vzduchu při čepování piva zvyšuje kontaminaci v průměru na dvojnásobek srovnávacích hodnot (CO_2 nebo směsný plyn). Tento rozdíl narůstá se zvyšováním průměrné teploty piva ve výčepním zařízení [44].

3.5 Kvalita vzduchu transportovaného do sudu

Vycházíme 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. 18) 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 především z automobilového provozu. Měření oxidů dusíku (NO_x) bylo prováděno on-line infračerveným analyzátozem firmy MLU, měření ropných látek pomocí absorpce do roztoku freonu a následnou analýzou na infračerveném spektrofotometru. 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. 3) [44].



Obr. 18: Schéma odběru vzorků pro měření znečišťujících látek [44]

Tabulka 3: Výsledky měření obsahu ropných látek a oxidů dusíku v šesti vybraných restauracích velkých měst [44]

	Ropné látky ve vzduchu [mg/m³]	Ropné látky v kondenzátu [mg/l]	NO_x ve vzduchu [μg/m³]
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

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 [44].

Volba hnacího plynu hraje důležitou roli. Jen mistři svého řemesla si mohou dovolit použití stlačeného vzduchu, protože toto médium je velice náročné na hygienu. Zákon 110/1997 Sb., vyhláška 335, odd. 3 – pivo, § 15, odst. 2) v platném znění říká: „celková doba čepování piva z transportního obalu (KEG) nebo výčepního tanku prováděného přetlakem vzduchu nesmí překročit 12 hodin od zahájení výčepu“ [45].

4 ZÁVISLOST KVALITY PIVA NA SKLADOVÁNÍ

Skldováním piva ve spotřebitelských obalech se nepříznivě mění jeho senzoričké vlastnosti. Dochází k tzv. stárnutí piva, které se projevuje poklesem hořkosti, vzrůstem sladkosti a tvorbou cizích chutí a vůní, označovaných jako stará, oxidační, po lepence atd. Tyto chutě a vůně jsou způsobeny vznikem karbonylových látek (zvláště nenasycených aldehydů). Na zhoršení senzoričké stability piva mají vliv fyzikální faktory při jeho skladoování, tj. vyšší teplota, pohyb a světlo. Skladovací teplota v místnosti by měla být mezi 7 – 10 °C a tento prostor by měl být od ostatních skladoovaných potravin oddělen stavební přepážkou. Než takto uskladněný sud přijde ke čepování, měl by mít možnost si v takto chladné místnosti po dlouhé cestě řádně odpočinout, tj. 2 – 3 dny [12].

4.1 Keg sud

Keg je vratný sud, který je speciálně vyvinutý pro průmyslové plnění a sterilní skladoování nápojů. Poprvé byl tento systém zaveden v roce 1964 ve Velké Británii. Sudy Keg se postupně široce prosadily v gastronomii. Také pro domácí použití jsou dostupné výčepní přístroje vhodné pro tyto sudy. Obvyklé velikosti Keg sudů jsou 15, 30 a 50 litrů.

4.1.1 Konstrukce a fungování

Keg sud je válcová nádoba z nerezové oceli. Horní i dolní dno je klenuté a sud je dole i nahoře opatřen lemem s prolisy umožňujícím stohování sudů (obr. 19). Moderní sudy jsou často opláštěné izolačním materiálem. To zaručuje delší zachování vychlazeného obsahu, ale vyžaduje i delší dobu k vychlazení. Uprostřed horního dna je ventil. Na ten se nasazuje odpovídající výčepní armatura, která přivádí hnací plyn (CO₂ nebo dusík či směs obou plynů) z externího zásobníku. Hnací plyn vytlačuje obsah sudu do výčepního zařízení. Výčepní armatura uzavírá Keg sud natolik těsně, že při správném stavu hadic a výčepní stolice (pípy) zůstává nápoj po celou cestu až do sklenice sterilní. Hnací plyn vytváří v Keg sudu přetlak, který jeho obsah při otevření výčepního kohoutu vytlačuje ze sudu (obr. 20). Po odstranění výčepní armatury uzavírá ventil sud vzduchotěsně, tím umožňuje skladoování obsahu a brání jeho zvětrávání. V současnosti se v České republice používají dva hlavní druhy výčepních armatur. Armatura s plochým čepovacím fitínkem se na sud pouze nasune. Armatura s košíčkovým fitínkem se musí při nasazování na sud otáčet. Oba typy armatur mají dvě trubková

vedení. Jedním se odvádí nápoj při čepování a čistící roztok při sanitaci u výrobce. Druhým vedením se při čepování přivádí hnací plyn a při sanitaci čistící roztok [12].

4.1.2 Čištění a plnění sudů

Mytí a plnění sudů probíhá u výrobce nápoje automatizovaně. Nejdříve se přetlakem vzduchu odstraní případné zbytky obsahu. Následuje omytí vnějšího povrchu sudu a napuštění horkého louhu. Po časové prodlevě nutné k působení louhu se louh vypustí a sud nasadí ventilem dolů na mycí hlavici. Postupně se vystřikuje vnitřek sudu horkou vodou, mycím prostředkem, desinfekcí. Mytí je ukončeno propláchnutím čistou pitnou vodou a vyprázdněním přetlakem sterilního CO₂. Následně je sud přemístěn na plnicí ventil, dotlakován na potřebný přetlak plynu a naplněn nápojem. Nápoje se plní do natlakovaného sudu, aby se zabránilo napěnění nápoje. Po naplnění se na ventil nasadí plastová krytka s údaji o obsahu v sudu. S naplněnými sudy se dále manipuluje převážně na paletách pomocí vysokozdvizných vozíků [12,36,46].



Obr. 19: Keg sud [41]



Obr. 20: Řez keg sudem [12]

5 SANITACE VÝČEPNÍHO ZAŘÍZENÍ

Sanitace pivního vedení a výčepního zařízení je jedním z nejdůležitějších předpokladů kvalitního čepovaného piva. A na ničem jiném není založena ani moderní sanitace. Technik připojí systém pивních trubek a hlavy pípy na okruh se sanitačním roztokem, vloží houbičku, která se pak tlakem prohání z jedné strany systému na druhou [47].

5.1 Složení sanitace

Sanitace je chemické čištění a desinfekce.

- čištění představuje odstranění hrubých viditelných nečistot
- desinfekce je odstranění všech mikroorganismů.

V dnešní době se používají při sanitacích z velké části alkalické čisticí prostředky (na bázi hydroxidu sodného nebo hydroxidu draselného), které obsahují jako účinnou desinfekční složku chloman sodný, z něhož se uvolňuje aktivní chlor, který patří mezi nejúčinnější desinfekční látky. Další složkou, která by měla být obsažena v sanitačních prostředcích, jsou organické látky zamezující uvolňování vodního kamene a jeho usazování na povrch nápojového vedení, které by způsobilo zdrsnění povrchu a usnadnilo následné zachycování organických látek a mikroorganismů v nápojovém vedení. Součástí je také inhibitor na bázi křemičitých solí, které zabraňují bodové korozi v nerezových šnecích chladicího zařízení [48].

5.2 Cykly sanitace

Velice důležitý pro čistotu pивního vedení je cyklus provádění sanitace:

- Sanitace 1x týdně musí být prováděna v případě, kdy není na provozovně prováděn každodenní proplach pивního vedení vodou a je nutný zejména u nepasterovaných piv (tanková piva).
- Sanitace 1x za 2 týdny může být prováděna pod podmínkou každodenního proplachu vodou vždy po ukončení čepování.

- Při provádění sanitací v delších časových intervalech (1x 3 týdne a déle), může docházet k nebezpečnému ohrožení kvality piva a především ke změně charakteru chuti piva.

5.3 Průběh sanitace pivního vedení

- Odražení KEG sudu.
- Propojení vedení do okruhu.
- Zapojení sanitačního přístroje.
- Sanitovaný okruh je propláchnut pitnou vodou (vytlačí zbytky piva) a naplněn sanitačním prostředkem.
- Musí být dodržena doba sanitace předepsanou výrobcem sanitačního prostředku. Obvykle se pohybuje okolo 20 min. Pro mechanické čištění potrubí použije houbičky. (Polyuretanový váleček, který je tlakem vody hnán výčepním okruhem za pomoci sanitačního přístroje.)
- Demontované kohouty musí být rozebrány, ponořeny do sanitačního prostředku, poté mechanicky vyčištěny, opláchnuty čistou vodou a zkompletovány.
- Stejný postup jako s kohouty musí být proveden s narážecími hlavami.
- Po sanitaci pivního vedení je řádně propláchnuto pitnou vodou.
- Výčepní zařízení je zpětně zkompletováno.
- Napuštění vedení pivem a zkontrolování těsnosti všech spojů.
- Součástí sanitace je také kontrola množství vody v dochlazovači piva.
- Zapsání provedení sanitace do sanitačního deníku.
- Provedení sanitace dvou vedení by mělo trvat cca 45 minut.
- Dvakrát ročně je provedeno vyčištění kondenzátoru chladiče piva doporučeným technologickým postupem a o provedení čištění kondenzátoru chladiče provede zápis do sanitační knihy (autorizovaná sanitační firma v rámci sanitace pivních cest) [47].

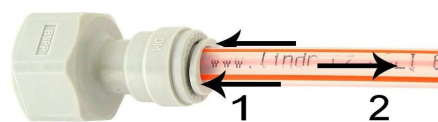
Zkušení hostinští vědí, jak důležitou roli hraje voda v období mezi dvěma sanitacemi. Nej-
slabším místem na celém výčepním chladičím systému je výčepní kohout (obr. 21). Drtivá
většina našich výčepních se dopouští základní chyby, když po skončení čepování piva nechá
v čelní části kohoutu a ve výpustní trubici zbytek piva, který přes noc při pokojové teplotě
pracuje – kvasí, čímž se množí divoké pivní kvasinky a odtud se bez problému rozmnoží do
samotného nápojového vedení (obr. 22) a někdy skončí až v samotném sudu. A proto je
dobré večer po skončení čepování piva propláchnout všechna pivní vedení vodou pomocí
sanitačního adaptéru (obr. 1, 2, 3, viz příloha 1), který by neměl chybět v žádném pivním
sklepě. Dalším krokem po skončení čepování piva by mělo být důkladné omytí okapové mis-
ky vodou. Tyto kroky odpovídají Hygienickým předpisům:

- svazek č. 64/1987, Směrnice č. 72/1987 MZ ČSR – hlavního hygienika – o hygi-
enických požadavcích na zřizování a provoz zařízení společného stravování: §11,
odst. e): provozovatel zařízení společného stravování je povinen udržovat všechna
provozní a pomocná zařízení a i inventář v takovém stavu, aby byl zabezpečen hygi-
enický provoz zařízení a nedošlo k ohrožení zdraví spotřebitelů nebo znehodnocení
poživatín (= pivo) [49].

V ČR se v současnosti používají tři druhy narážecích hlavic (obr. 4, 5, 6 viz příloha 1) pro
spojení pivního sudu KEG s výčepním zařízením a každá hlavice má vlastní sanitační hlavici.
POZOR! typ kombi nenahrazuje typy bajonet nebo plochý.



Obr. 21: Výčepní kohout [50]



Obr. 22: Výčepní rychlospojka s
pivním PVC vedením [50]

6 HYGIENA VÝČEPU

Čepování piva má svá specifika, která by měla být platná pro vyloučení bezpečnostně-technických a hygienických rizik. Ošetřování a údržba výčepního zařízení se nesmí podceňovat. Je třeba vést předepsaný tiskopis, kde je uvedeno datum, jméno zaměstnance, který zařízení ošetřoval, a podpis toho, kdo provedení prací kontroloval. Zapisuje se ošetření nápojového a vzduchového potrubí, stáčecího potrubí a tanků, výměny filtrů, čištění vzdušníku, rozdělovače a sklepa.

6.1 Obsluha

Výčepní zařízení musejí obsluhovat osoby proškolené, prokazatelně znalé předpisů zdravotních a bezpečnostních a přezkoušené z obsluhy a provozu výčepního zařízení. V provozovně, na lehce přístupném místě, musí být uložena tato dokumentace:

- Norma ČSN 52 7005.
- Návod k obsluze a údržbě výčepních tanků.
- Návod k obsluze tlakového soustrojí.
- Návod k obsluze chladicího zařízení [42].

6.2 Výčepní stoly

Výčepní stoly musejí vyhovovat těmto požadavkům:

- Výčepní kohouty musejí být těsné a musejí umožňovat připojení čisticího zařízení.
- Na výtokovém otvoru musí být namontováno lehce odnímatelné sítko.
- Jednotlivé výčepní kohouty musejí být opatřeny čitelným označením čepovaného nápoje.
- Horní plocha výčepního stolu musí být vyrobena z korozi-vzdorného materiálu. Pro usnadnění čištění musí být hladká, se zvýšenými okraji, se zaoblenými kouty a se spádem do odpadu.
- Mřížka kryjící odpad musí být vyjímatelná a snadno čistitelná.

- V místě, kde se nápoje čepují (anebo co nejbližší tomuto místu) musí být namontován manometr, aby bylo možno kontrolovat přetlak vzduchu nebo CO₂.

Ve výčepním stole nebo na přilehlém místě musí být umístěna alespoň jedna vanička s uzavíratelným odpadem vody a s přívodem studené a teplé pitné vody. Tato ustanovení platí pro všechna nová zařízení. U stávajících je instalace trvalého přívodu teplé vody doporučena. V případě, že z technických nebo energetických důvodů nelze u stávajících zařízení zřídit přívod teplé vody, může být sanitace výčepního stolu zabezpečena donesenou teplou vodou [42].



Obr. 23: Výčepní stůl [51]

6.3 Čistota pивního skla

Pivní sklenice před načepováním musí být čistá tak, aby neovlivnila vzhled, chuť a vůni piva. Směrnice č. 72/1987 MZ ČSR – hlavního hygienika, v platném znění se říká v § 7, odst. a): „sklenice po umytí v účinném mycím roztoku o teplotě min. 45°C opláchnout v tekoucí pitné vodě a nechat je odkapat na zařízení pro odkapání sklenic“ [49]. Ke kulturnosti výčepního a k hygieně výčepů patří také ruční dvoudílná myčka sklenic. V první části, kde jsou kartáče a teplá voda se saponátem, se sklenice myje, a v druhé části jsou trysky přívodem čerstvé vody k oplachování, kde dochází k odstranění saponátu, který má jinak negativní vliv na kvalitu pěny. Ke každodenní hygieně výčepu patří rozdělání myčky.

- Nejprve vytáhneme kartáče, opláchneme je teplou vodou a necháme je přes noc osušit.
- Myčku také vymyjeme teplou vodou a necháme ji oschnout.
- Rovněž miska pro odkapání skla se musí na konci dne rozdělávat a vymýt horkou vodou se saponátem [42].



Obr. 24: Spülboy [52]

6.3.1 Mycí prostředek

Mycí účinek dokonalý, silný alkalický prostředek ale narušuje značkování pивního skla. Používají se chemické prostředky, které jsou atestovány VÚPS (výzkumný ústav pivovarský a sladařský). Atest od VÚPS potvrzuje účinnost chemického prostředku pro mytí pивního skla, ovlivnění pěnivosti piva a posouzení údajů o rizikivosti prostředku uvedených v bezpečnostním listu [53].

ZÁVĚR

Přestože dnešní výroba piva je velmi precizní proces a výsledný produkt dosahuje nejvyšších kvalit, konečný spotřebitel má jen mizivou šanci takové pivo ochutnat.

Nejčastěji je pivo distribuováno do restauračních zařízení pomocí keg sudů. S tím je spojena změna sensorických vlastností, které jsou ovlivněny různými faktory. Například mikrobiální kontaminace jež vzniká použitím tlačného média, jako je vzduch, který má prokazatelně negativní účinky. Vzduch vytváří vhodné prostředí k pomnožení bakterií mléčného kvašení a ty následně pivo kazí svými metabolity. Tato vada se stupňuje s přibývajícím časem a teplotou. Na kvalitu piva má vliv výčepní zařízení, které musí mít dostatečnou chladící kapacitu, jinak je pivo při vyšší výtoči teplé. U skladování piva se dbá na stálou nižší teplotu skladu, kde se pivo stabilizuje po přepravě a zároveň chladí nejméně tři dny, tak aby nedocházelo k jeho šokovému schlazení při čepování. Pokud je pivo pod výčepním pultem a je šokově zchlazeno premixem z pokojové teploty na teplotu kolem 8 °C, dochází k tzv. „stržení piva“, které je následně vodové s rychle opadající pivní pěnou. Sanitace musí probíhat v pravidelných intervalech, aby se vyloučila rizika mikrobiologické kontaminace sekundárními kontaminanty např. *Lactobacillus brevis*, *Megasphaera*, *Pectinatus*. Na chuť piva a konzistenci pěny má vliv způsob čepování, čistota a teplota pivního skla. Nejdůležitější faktor ovlivňující kvalitu čepovaného sudového piva je obsluha výčepu, která má všem těmto negativním vlivům předcházet správnou péčí.

Výzkumu nových technologií a pochopení procesu výroby piva je věnováno tisíce hodin vědecké práce. Nicméně výsledky tohoto snažení bývají často zmařeny neodbornou manipulací se sudovým pivem a jeho čepováním, většinou ve snaze ušetřit provozní výdaje na zařízení výčepu a odborné pracovní síly.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SAKAMOTO, K.; KONINGS, W. *Beer spoilage bacteria and hop resistance*. International Journal of Food Microbiology, 2003. vol. 89. p. 105 – 124 s. ISSN 0168-1605.
- [2] HOLLEROVÁ, I., KUBIZNIAKOVÁ, P. *Monitoring G+ bakteriální kontaminace v českých pivovarech*. Kvasný průmysl, roč. 48, 2002, č. 11 – 12, s. 309.
- [3] SAKAMOTO, K., KONINGS, W.N. *Anti-microbial effects of hop*. Cerevisia 2002. vol. 27, Issue: 4, Pages: 184-188 ISSN: 07701713.
- [4] VAUGHAN, A., O'SULLIVAN, T., VAN SINDEREN, D. *Enhancing the microbiological stability of malt and beer – a review*. Journal of the institute of brewing, 2005. vol. 111. p. 355 – 371. ISSN 0046-9750.
- [5] SVĚT-PIVA, Plyny pro čepování piva, [online].[cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW: <<http://www.svet-piva.cz/clanky/plyny-pro-cepovani-piva.php>>.
- [6] Plzeňský Prazdroj – Chlazení piva v minulosti a dnes [online].[cit. 2010-03-10], dostupný na WWW: < <http://www.prazdroj.cz/cz/o-pivu/chlazení-piva-v-minulosti-a-dnes>
- [7] DIENSTBIER, M., JANKOVÁ, PETR SLADKÝ, DOSTÁLEK, P. *Metody předpovědi koloidní stability piva*. Chem. Listy. č. 104, 2010, 86–92 s
- [8] JESPERSEN, L., JAKOBSEN, M. *Specific spoilage organisms in breweries and laboratory media for their detection*. Int. J. Food Microbiol. 33. 1996, 139-155 s
- [9] GROSSMANN, M. *Mikrobiologie v hygieně – speciální část*. 1. vyd. Vyškov:VVŠ PV, 1999, 175 s. ISBN 80-7231-037-2.
- [10] ČERNÝ, L. *Legislativní požadavky na zdravotní nezávadnost piva*. Kvasný průmysl. Praha: VÚPS, 2005, roč. 51. č. 7 – 8, s. 248 – 250. ISSN 0023-5830.
- [11] BLACBURN, C.: *Food spoilage microorganisms*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2006. 712 s. ISBN 1-85573-966-6.

- [12] KOSAR, K., PROCHÁZKA, S. a kolektiv autorů. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2000. 277-350 s. ISBN 80-902658-6-3.
- [13] BACK, W.: Brauerei und Getränke Rundschau 102, 1991. Firemní materiály firmy Döhler Quality Service GmbH, SRN.
- [14] STILES, M. E., HOLZAPFEL, W. H. *Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy*. International journal of food microbiology, 1997, vol. 36, no. 1, pp. 1-29, ISSN: 0168-1605.
- [15] KAPLICE, E., FITZGERALD, G. F. *Food fermentations: role of microorganism in food production and preservation*. International journal of food microbiology, 1999, vol. 15, no. 50, pp. 131-49, ISSN: 0168-1605.
- [16] HOLZAPFEL, W. *Lactic acid bacteria within the context of safety, functionality and novel applications*. Acta Alimentaria, 2007, vol. 36, no. 1, pp. 3-6, ISSN: 0129-3006.
- [17] SCHLEIFER, K. H., EHRMANN, M., BEIMFOHR, C., BROCKMANN, E., LUDWIG, W., AMANN, R., *Application of Molecular Methods for the Classification and Identification of Lactic Acid Bacteria*. International Dairy Journal 5, 1995, p. 1081-1094.
- [18] GÖRNER, F., VALÍK, L. *Aplikovaná mikrobiologie poživatín*. Bratislava: Malé centrum, 2004. 528 s. první vydání, ISBN 80-967064-9-7.
- [19] HOFVENDAHL, K., HAHN-HÄGERDAL, B. *Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources*. Enzyme and Microbial Technology [online]. 2000, vol. 26, is. 2-4 [cit. 2009-01-20], s. 87-107. ISSN 0141-0229.
- [20] VESELÁ, M. *Praktikum z obecné mikrobiologie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2004. 99 s. ISBN 80-214-2567-9.
- [21] WOOD, B.J.B., HOLZAPFEL, W.H. *The genera of lactic acid bacteria*. Blackie Academic & Professional, London, 1995. United Kingdom, 416 p.

- [22] KLAZAN, V., *Ilustrovaný mikrobiologický slovník*, 1. vyd. Praha: Galén 2005, ISBN: 80-7262-314-9.
- [23] HAAKENSEN, M., SCHUBERT, A., ZIOLA, B. *Broth and agar hop-gradient plates used to evaluate the beer-spoilage potential of Lactobacillus and Pediococcus isolates*. International Journal of Food Mikrobiology, 2009. vol. 130. p. 55 – 60.
- [24] NĚMEC, M., *Průvodce světem bakterií* [online]. 2006 [cit. 2008-03-25]. Dostupný z WWW: <<http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=589>>.
- [25] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře*. Praha: Academia, 2002. třetí opravené a doplněné vydání. 251-275 s. ISBN 80-200-1024-6.
- [26] YASUI, T., YODA, K. *Purification and partial characterization of an antigen specific to Lactobacillus brevis strains with beer spoilage activity*. FEMS Microbiol. Lett. 151. 1997. 169-176 s.
- [27] SAKAMOTO, K., VAN VEEN, H.W., SAITO, H., KOBAYASHI, H., KONINGS, W.N. *Membrane-bound ATPase contributes to hop resistance of Lactobacillus brevis*. Appl. Environ. Microbiol. 2002. vol 68. 5374-5378.
- [28] THELEN, K., BEIMFOHR, C., SNAIDR, J. *VIT-Bier: The rapid and easy detection method for beer-spoiling bacteria*. MBAA TQ 41 (2). 2004.115-119s.
- [29] *Lactobacillus brevis* [online]. [cit. 2011-8-17] . Dostupný z WWW: <<http://www.oley.org/lifeline/Probiotics.html>>.
- [30] *Agar Lactobacillus brevis* [online].[cit. 2009-2-3] . Dostupný z WWW: <http://www.brewingscience.com/identification_key_LMDA.htm>.
- [31] FACKLAM, R., ELLIOTT, J.A. *Identification, Classification, and Clinical Relevance of Catalase-Negative, Gram-Positive Cocci, Excluding the Streptococci and Enterococci*. Clinical Microbiology Reviews, 1995. s. 479-495. vol 8.
- [32] ŠAVEL, J.: *Mikrobiologická kontrola v pivovarech*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1980. 184 s. ISBN 04-822-80.
- [33] ŽIŽKA, B, KORBELOVÁ, M., *Mikrobiologie I*. 1.vyd. Praha: 1992. vol.13. 197/92.

- [34] *Pediococcus damnosus* [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW:
<<http://www.pcr-lab.com/de/lebensmittel/pediococcus-damosus>>.
- [35] *Pediococcus damnosus* [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW:
<http://www.siebelinstitute.com/image_bank/hlp_media/>.
- [36] CHLÁDEK, L., *Pivovarnictví*. Grada, 2007. 148-153s. ISBN 978-80-247-1616-9.
- [37] *Schema-zapojeni-vycepniho-okruhu* [online]. [cit. 2011-9-12]. Dostupný z WWW:
<<http://www.vycepnizarizeni.cz/5408-Schema-zapojeni-vycepniho-okruhu>>.
- [38] VÝČEPNÍ ZAŘÍZENÍ, Premixy, [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW:
<<http://www.vycepnizarizeni.cz/>>.
- [39] *Schema-mokreho-chlazení* [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW:
<<http://www.vycepnizarizeni.cz/5387-Schema-Mokrenuv-chlazení>>.
- [40] *Schema-suheho-chlazení* [online]. [cit. 2011-9-12]. Dostupný z WWW:
<<http://www.vycepnizarizeni.cz/5386-Schema-suheho-chlazení>>.
- [41] *Diagram-zavlosti-tlaku na teplotě* [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW:
<<http://www.vycepnizarizeni.cz/5385-Diagram-zavislosti-tlaku>>.
- [42] ČESKOSLOVENSKÁ STÁTNÍ NORMA, ČSN 52 7005 /1990 o výčepní zařízení, Základní ustanovení a provozní předpisy bod 72.
- [43] *Redukční ventil na tlačné média* [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW:
<<http://obchod.svet-piva.cz/zbozi/redukcní-ventil-co2>>.
- [44] KRÝSL, J., FAMĚRA, J. *Negativní vliv vzduchu jako hnacího plynu na kvalitu čepovaného piva*. Kvasný průmysl. roč. 49/2003, č. 7-8, s.
- [45] Zákon 110/1997 Sb., vyhláška 335, odd. 3 – pivo, § 15, odst. 2)
- [46] GRÜNER, KESSLER, METZ. *Restaurace a host*. Europa-Sobotáles 2007. ISBN 978-8086706-18-4.

- [47] SANITCE, Plzeňský prazdroj,[online].[cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW: <<http://www.prazdroj.cz/cz/o-pivu/sanitace>>.
- [48] VOSTŘEL, M., *Sládek pivo vaří, hostinský ho dělá* [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW: <<http://www.pivnidenik.cz/clanek/651-Sladek-pivo-vari-hostinsky-ho-dela/index.htm>>.
- [49] SMĚRNICE MINISTERSTVA ZDRAVOTNICTVÍ ČSR – HLAV. HYGIENIKA ČSR, čís. 72/1987 o hygienických požadavcích na zřizování a provoz zařízení společného stravování, sv. 64/1987. § 7, odst. a) , §11, odst. e).
- [50] ANONYMUS, *Návod k použití a údržbě průtokové kontaktní chlazení lindr*, Rychlé chlazení.
- [51] LUKR INGENEERING, Výčepní pulty, [online].[cit. 2011-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www.lukr.cz/index.php?id=desky_trnoze>.
- [52] LUKR INGENEERING, Myčky pivního skla – spülboy, [online].[cit. 2011-11-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.lukr.cz/index.php?id=spulboy>>.
- [53] GASTRO & HOTEL – PROFI REVUE, Pivo na cestě do vyšší gastronomie (VIII. část) [online]. [cit. 2010-6-27]. Dostupný z WWW: <<http://gastroahotel.cz/clanek/pivo-na-cesto-do-vyssi-gastronomie-viii-cast-/178.aspx>>.
- [54] *Sanitační adaptér* [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW: <<http://www.pivoteka.cz/sanitacni-adaptery>>.
- [55] *Narážecí hlava* [online]. [cit. 2011-9-12] . Dostupný z WWW: <<http://www.pivoteka.cz/narazeci-hlavy>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

apod	A podobně
ATP	Adenosintrifosfát
CO ₂	Oxid uhličitý
č	Číslo
ČSN	Česká technická norma
ČSR	Česko-Slovenská republika
ČR	Česká republika
DO	Deoxynivalenol
Kč	Koruna česká
KEG	Vratný sud na nápoje
kpa	Kilopascal
l	Litr
m	Metr
mg	Miligram
min	Minuta
MLU	Monitoring für Leben und Umwelt
mm	Milimetr
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
N ₂	Dusík
NIN	Nivalenon
NO _x	Oxidy dusíku
obr	Obrázek
odd	Oddělení
odst	Odstavec
OT	Ochratoxin A
resp	Respektive
RLU	Relativní jednotka světla
Sb	Sbírka

tab	Tabulka
tj	To je
VÚPS	Výzkumný ústav pivovarský a sladařský
Výč.	Výčepní
WC	Splachovací záchod
μg	miliontina gramu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Rozdělení pivu škodlivých bakterií.....	14
Obr. 2. Katabolické dráhy bakterií mléčného kvašení - obligátně homofermentativní.....	16
Obr. 3. Katabolické dráhy bakterií mléčného kvašení - obligátně heterofermentativní.....	17
Obr. 4. Katabolické dráhy bakterií mléčného kvašení - fakultativně heterofermentativní.....	18
Obr. 5. Taxonomické zařazení rodu <i>Lactobacillus</i>	19
Obr. 6. <i>Lactobacillus brevis</i>	20
Obr. 7. Agar <i>Lactobacillus brevis</i>	20
Obr. 8. <i>Pediococcus damnosus</i>	21
Obr. 9. <i>Pediococcus damnosus</i> ze zkažené hopiva.....	21
Obr. 10. Schéma zapojení výčepního okruhu.....	23
Obr. 11. Schéma mokrého chlazení.....	24
Obr. 12. Schéma suchého chlazení.....	25
Obr. 13. Diagram závislosti tlaku na teplotě.....	27
Obr. 14. Redukční ventil na tlačné média.....	29
Obr. 15. Zastoupení hnacích plynů v České republice v roce 2003.....	30
Obr. 16. Zastoupení hnacích plynů v České republice v roce 2003.....	30
Obr. 17. Koncentrace adenosintrifosfátu (ATP) v závislosti na druhu hnacího plynu.....	32
Obr. 18. Schéma odběru vzorků pro měření znečišťujících látek.....	33
Obr. 19. Keg sud.....	36
Obr. 20. Řez keg sudem.....	36
Obr. 21. Výčepní kohout.....	39
Obr. 22. Výčepní rychlospojka s pivním PVC vedením.....	39
Obr. 23. Výčepní stůl.....	39
Obr. 24. Spülboy.....	42

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Orientační tabulka nastavení základního tlaku s ohledem na teplotu nápoje.....	28
Tab. 2. Podíl jednotlivých hnacích plynů v různých regionech České republiky (%).....	31
Tab. 3. Výsledky měření obsahu ropných látek a oxidů dusíku.....	34

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Narážecí hlavice a sanitační adaptéry

PŘÍLOHA P I: NARÁŽECÍ HLAVICE A SANITAČNÍ ADAPTÉRY



Obr. 1: Sanitační adaptér bajonet [54]



Obr. 2: Sanitační adaptér plochý [54]



Obr. 3: Sanitační adaptér kombi [54]



Obr. 4: Narážecí hlava – bajon [55]



Obr. 5: Narážecí hlava – plochá [55]



Obr. 6: Narážecí hlava – plochá [55]