

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE

FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA

1126231

BIOLOGICKÁ, NUTRIČNÁ A ORGANOLEPTICKÁ KVALITA
PIVA V RÔZNYM ŠTÁDIU TECHNOLÓGICKEJ VÝROBY

2010

Martin Osúch

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE

Rektor: prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD.

FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA

Dekan: prof. Ing. Jozef Bulla, DrSc.

**BIOLOGICKÁ, NUTRIČNÁ A ORGANOLEPTICKÁ
KVALITA PIVA V RÔZNOM ŠTÁDIU TECHNOLOGICKEJ
VÝROBY**

Študijný program : Aplikovaná biológia

Študijný odbor : 4.2.1 biológia

Školiace pracovisko : Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov

Školiteľ : Ing. Vladimír Vietoris PhD.

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaný Martin Osúch vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Biologická, nutričná a organoleptická kvalita piva v rôznom štádiu technologickej výroby“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 4. mája 2010

.....

Martin Osúch

POĎAKOVANIE

Touto cestou vyslovujem poďakovanie Ing. Vladimírovi Vietorisovi PhD., za venovaný čas, odborné vedenie, rady a pripomienky pri vypracovaní bakalárskej práce.

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá zozbieraním zdrojov na tému sensorické znaky piva (chuť, farba, vôňa, rezkosť a penivosť), ale aj hlavnými nutričnými a biologickými vlastnosťami tohto ľudmi obľúbeného napoja, ktoré sú zhodnotené v prvej časti práce.

V druhej časti práce sú popísané základne suroviny pre výrobu piva ale aj samotný výrobný a technologický proces, od sladovania cez kvasenie až po plnenie do fliaš, ako aj najdôležitejšie fyzikálne a chemické deje, ktoré kladne ovplyvňujú sensorickú, biologickú a nutričnú hodnotu tohto výživného napoja.

Bakalárka práca je iba kompilačného charakteru podrobnejším popisom biologických, sensorických a nutričných hodnôt sa bude autor zaoberať vo svojej diplomovej práci .

Kľúčové slová: sensorická analýza, pivo, slad, výroba piva

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the main sensory characteristics of beer (taste, color, odor, and zip foaming), but also the major nutritional and biological properties of this popular drink people that are recovered in the first part.

The second part describes the base material for beer production but also very productive and technological process of sladovania through fermentation, and after bottling, as well as the most important physical and chemical going to positively affect the sensory, biological and nutritional value of the maintenance drink.

Graduate work is a compilation only detailed description of the nature of the biological, sensory and nutritional values, the author will address in his thesis.

Keywords: sensory analysis, beer, malt, brewing

Obsah

Úvod.....	7
1 Cieľ práce	8
2 Metodika práce	9
3 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	10
3.1 Charakteristika piva	10
3.1.1 Základné rozdelenie pív	10
3.1.2 Pivá na špeciálne účely.....	12
3.2 Organoleptické vlastnosti piva.....	12
3.2.1 Farba.....	13
3.2.2 Čírosť.....	14
3.2.3 Penivosť.....	14
3.2.4 Chuť.....	15
3.2.5 Horkosť piva.....	17
3.2.6 Rezkosť.....	18
3.2.7 Vôňa	19
3.3 Nutričná a biologická hodnota piva	20
4 Technológia výroby piva	22
4.1 Výroba sladu	22
4.2 Výroba špeciálnych sladov	23
4.3 Chmeľ.....	25
4.4 Voda	25
4.5 Šrotovanie sladu	26
4.6 Vystielanie a rmutovanie.....	26
4.7 Sciedzanie sladiny	27
4.8 Chmeľovar.....	28
4.9 Kvasenie, dokvasonanie a filtrácia.....	29
4.10 Plnenie piva	31
4.11 Stabilita piva.....	31
5 Záver.....	34
6 Zoznam použitej literatúry	35

ÚVOD

Prvé správy o varení piva boli získané z nástenných malieb a hlinených tabuliek, ktoré zaznamenali pred viac ako 5000 rokmi Sumeri, ktorí žili na území dnešného Iraku. Varenie piva sa stalo obľúbeným aj u iných starovekých civilizácií ako boli Egypťania, ktorí pivo nepovažovali iba za opojný nápoj, ale prisudzovali mu aj liečivé vlastnosti.

Postupom času sa pivo stalo jedným z najobľúbenejších a najvyhľadávanejších alkoholických nápojov. Pivo je kvasný nápoj, ktorý sa vyrába z jačmeňa, chmeľu a vody, ktoré rozhodujú o type, kvalite piva a charakteristickej chuti. Na zdokonalení výroby piva sa podieľalo mnoho generácií v rôznych častiach sveta, ktorým tiež vdáčíme za druhovú rozmanitosť piva, ale najmä za to že samotný technologický proces dosiahol vysoký stupeň dokonalosti a prepracovanosti. Nezávadnosť a kvalita piva je daná určitými fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami, ktoré sa kontrolujú chemickými rozbormi a senzorickými hodnoteniami. Aby pivo malo správnu chuť, farbu, vôňu, rezkosť alebo penivosť a v neposlednom rade aj príslušnú biologickú a nutričnú hodnotu, treba dbať na dodržiavanie technologických postupov, výberu kvalitných surovín, ale aj na správne skladovanie finálneho výrobku.

Z hľadiska výživovej hodnoty by sa dalo pivo považovať za plnohodnotnú potravinu. Pivo obsahuje aminokyseliny, vitamíny typu B, minerálne látky a pre svoju veľkú kalorickú hodnotu môže slúžiť ako zdroj energie, taktiež ma veľmi priaznivý vplyv na tráviace ústrojenstvo. Najväčšiu obľubu si však pivo získalo kvôli svojej osviežujúcej chuti a opojným vlastnostiam spôsobených obsahom alkoholu.

1 CIEĽ PRÁCE

- zozbierať a kompilačne spracovať materiály z oblasti nutričnej, biologickej a organoleptickej kvality piva v rôznych štádiách výroby
- zamerať sa na technológiu výroby piva a sledovať jednotlivé organoleptické znaky, vrátane chýb počas produkcie
- pripraviť teoretické základy pre budúcu senzorickú analýzu, ktorá sa bude vykonávať počas riešenia diplomovej práce

2 METODIKA PRÁCE

Predložená práca je kompilačného charakteru. Informácie použité pri jej vypracovaní boli získané z vedeckej, odbornej literatúry a internetových zdrojov. Informácie a poznatky sa následne spracovali do kapitol podľa stanoveného cieľa. Nakoniec boli vyvedené i všeobecne platné závery.

3 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

3.1 Charakteristika piva

Pivo môžeme charakterizovať ako penivý alkoholický nápoj sýtený oxidom uhličitým vznikajúci pri kvasení. Vyrába sa kvasením mladiny získanej zo sladu, chmeľu a vody (Muchová a i, 2001).

Hotové pivo je disperzná sústava rôznych zlúčenín, ktorých bolo do súčasnosti identifikovaných viac ako 800, najviac obsahuje vo forme koloidného roztoku rôzne makromolekuly – bielkoviny, nukleové kyseliny, sacharidy a lipidy (Francčáková, Tóth, 2005).

Pivo patrí pre svoje organoleptické vlastnosti, schopnosť hasiť smäd a celkovú, takmer dokonalú fyziologickú vyrovnanosť k veľmi obľúbeným nápojom na celom svete. Požiadavky spotrebiteľov v rôznych krajinách sú iné, a preto nie je možné presne definovať ideálne vlastnosti piva (Muchová a i, 2001).

3.1.1 Základné rozdelenie pív

Mnohoročná tradícia, značná teritoriálna rozšírenosť a rôzne druhy surovín spôsobili, že pod názvom piva sa rozumie v rôznych krajinách sveta široký okruh nápojov, viac či menej sa líšiacich. Postupom času sa vyčlenili dva hlavné druhy pív – pivá spodne a vrchne kvasené. Teritóriom spodne kvasených pív sú štáty strednej Európy. V súčasnosti sa rozoznávajú tri charakteristické typy spodne kvasených pív – plzenský, mníchovský a dortmundský. V minulosti uvádzaný viedenský typ postupne vymizol (Muchová a i, 2001).

Plzenský typ v súčasnosti je najznámejší a najrozšírenejší typ svetlého piva na svete. Pre vynikajúce organoleptické a dietetické vlastnosti, strednú, skôr silnú horkosť, mierne drsného, až drsného charakteru, vysokú plnosť, dobrú penivosť a ideálnu vyrovnanosť získal „Plzenský Prazdroj“ popularitu a mnohé pivovary sa ho snažia s menším, či väčším úspechom napodobniť. Vyrába sa dvoj-, alebo trojmutovým dekokčným spôsobom. K tomuto typu patria všetky svetlé pivá vyrábané u nás (Muchová a i, 2001).

Plzenský typ s pomerne silnou horkosťou, dobrou penivosťou, vysokou plnosťou, stredne drsným charakterom a s ideálnou chuťovou vyrovnanosťou (INGR a i., 2001).

Na Slovensku patria všetky svetlé pívá do plzenského typu (Horčín, 2002).

Mníchovský typ je tmavé aromatické pivo s pôvodnou koncentráciou mladiny 14-19%. Má následnú plnšiu chuť, je málo chmeľové, nízko prekvasené a viacej chlebnaté. Najznámejším predstaviteľom tohto piva je 19% tmavé pivo „Salvátor“. V posledných rokoch však výroba klesá oproti pívám plzenského typu (Muchová a i., 2001).

Mníchovský typ je voňavé tmavé pivo s chlebnatou chuťou, málo horké a nízko prekvasené (Horčín, 2002).

Dortmundský typ je svetlé pivo s koncentráciou pôvodnej mladiny 13-14%, hlboko prekvasené, miernej horkosti, s obsahom alkoholu až 4,8% (Muchová a i., 2001).

Dortmundský typ je málo horké, ale hlboko prekvasené pivo, obľúbené najmä v Nemecku a Belgicku (Horčín, 2002).

V súčasnosti sa na svete vyrába široký sortiment pív. Postupom času sa oddelili dva hlavné typy pív líšiace sa spôsobom kvasenia:

- pívá spodného kvasenia
- pívá vrchného kvasenia

Podľa farby sa pívá delia na:

- pívá svetlé
- pívá tmavé

Podľa obsahu pôvodného extraktu mladiny sa pívá delia na:

- ľahké – do 7,69% extraktu pôvodnej mladiny
- výčapné – 7,70 - 11,69% extraktu pôvodnej mladiny
- ležiaky – 10,70 – 12,69% extraktu pôvodnej mladiny
- špeciálne – nad 12,70% extraktu pôvodnej mladiny

(Frančáková, Tóth, 2005).

Podľa farby sa delia pívá na svetlé, tmavé a rezané. V poslednom čase má podiel ležiakov stúpajúcu tendenciu oproti pívám výčapným, preto v mnohých

pivovaroch sa výroba oboch druhov pív už úplne vyrovnala. Svetlé pívá sa varia zo sladu plzenského (českého), tmavé zo sladu mníchovského (50%), špeciálneho (30%) a plzenského (20%). V posledných rokoch sa rozšírila výroba pív pre vyhradený okruh spotrebiteľov. Patrí k nim pivo kvasnicové, nealkoholický nápoj „PITO“ a „DIA“ pivo. (Muchová a i, 2001).

3.1.2 Pívá na špeciálne účely

Kvasnicové pivo sa pripravuje spravidla z ležiakov tak, že sa pred plnením do transportných sudov pridá 0,5-3,0% mladého piva z hlavného kvasenia v štádiu bielych krúžkov. Pivo sa dokvasí asi o 14 dní v pivnici výčapníka, má osobitú chuť, je bohaté sýtené CO₂ a vyniká silnou penivosťou (Muchová a i, 2001).

PITO pivo chuťovo a vzhľadovo pripomínajúce pivo sa vyrába skráteným kvasením, aby obsah alkoholu nepresiahol 0,59 % hmôt. Nízky obsah alkoholu, zvláštne zloženie surovín a upravená technológia, ovplyvňuje jeho organoleptické vlastnosti natoľko, že uspokojuvajúca chuť sa dosiahne len vtedy, ak je nápoj silne vychladený (Albl a i, 1990).

DIA pivo sa vyrába z mladiny pri koncentrácii 8-10% tak, aby bola znížená hodnota ostatkových, tzv. zaťažujúcich cukrov na minimum. Pivo je hlboko prekvasené so zvýšeným obsahom alkoholu (Muchová a i, 2001).

Nealkoholické pivo vhodné pre ťažko pracujúcich v horúcich prevádzkach sa vyrába pivo s nízkym obsahom alkoholu, s vysokým obsahom CO₂ a vitamínov. K zvýšeniu obľuby týchto pív by malo prispieť zavedenie nových kvasnicových kultúr s vyššou biosyntézou vitamínov, hlavne skupiny B (Muchová a i, 2001).

3.2 Organoleptické vlastnosti piva

Hodnotenie potravín ľudskými zmyslami sa používa od nepamäti a patrilo vždy medzi základné nástroje určovania zdravotnej nezávadnosti a konzumovateľnosti potravín. Je aj prvoradým a najprirodzenejším ukazovateľom kvality, veď potraviny sú určené pre človeka a on určí ich akostné hodnotové postavenie (Horčín, 2002).

Najdôležitejším posudzovateľom vlastností kvality piva sú spotrebiteľia. Ich požiadavkám by sa mala výroba prispôbiť. Z tohto hľadiska je najväčší dôraz kladený na sensorické vlastnosti a ich stabilitu, ktorá spotrebiteľovi zaručí stálu kvalitu piva počas celej doby garancie (Straková a i., 2007).

Senzorickú analýzu možno charakterizovať ako komplex fyziologických a psychologických procesov, kde okolité informácie sa premenia na vzruch, zakódovane príjmu, sprostredkujú a po dekodovaní spracujú. (Horčín, 2002).

Kvalita piva je daná chuťou, farbou, vôňou, stabilitou peny, čírosťou a stabilitou ako aj schopnosťou uchovávať si tieto vlastnosti po dlhšiu dobu. Meranie penivosti, farby a čírosti možno prevádzať objektívne rôznymi chemickými a biologickými metódami. Vôňa a chuť sú naopak len nedostatočne stanoviteľné pomocou fyzikálno-chemických metód s veľkými nákladmi. Iba človek môže hodnotiť tieto parametre pokiaľ má zodpovedajúce preškolenie a skúsenosti (Anger, 2004).

Človek je schopný na základe citlivosti a mnohostrannosti svojich zmyslových orgánov rozlíšiť vlastnosti potravín a objasniť vzťahy medzi ním ako subjektom a potravinou ako objektom (Horčín, 2002).

Medzi základné zmyslové (organoleptické) vlastnosti piva patrí farba, čírosť, penivosť, vôňa a chuť piva (Muchová a i, 2001).

3.2.1 Farba

Oko zachytí len malú časť vlnení (asi v rozpätí 350 – 800 nm vlnovej dĺžky) ako biele svetlo. To sa napr. pri prechode hranolom štiepi na jednotlivé vlnové rozsahy a prejavuje sa farebne. Oko rozlišuje ako charakter dopadajúceho svetla (intenzitu a farbu), tak aj smer dopadajúcich lúčov, vyvolávajúci vnem tvarov predmetov (Horčín, 2002).

Vnímanie farby závisí od fyzikálnej povahy svetla a od fyziologických procesov na sietnici a v mozgu (Horčín, 2002).

Z hľadiska farby rozlišujeme pивá na svetlé, polotmavé a tmavé. Svetlé pивá majú zlatožltú farbu, polotmavé majú zlatohnedú farbu a tmavé pивá vykazujú celú škálu červenohnedých a tmavohnedých odtieňov. Farbu pивa určuje obsah melanoidínových látok a obsah produktov karamelizačných reakcií (Čejka, Keller, 2000).

Farbu pивa pivovarníci regulujú skladbou surovín a vedením technologického najmä však varného procesu. Pивá je pochopiteľne možné aj prifarbovať. Dnes sú preferované svetle pивá. O niečo tmavšia farba svetlých pив ich senzorickú akosť nijako nenarušuje (Cuřín, 2002).

Farba pивa je rozlišovacím znakom jednotlivých typov pив, okrem toho ma každý druh pивa podľa typu svoj osobitný farebný odtieň (Hlaváček, Lhostký, 1972).

Farba piva ma zodpovedať danému typu piva (Albl a i, 1990).

Farba piva sa meria obvykle spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 430 nm alebo subjektívne vizuálnym porovnávaním zo štandardmi v špeciálnom komparátore (Čejka, Keller, 2000).

3.2.2 Čírosť

Čírosť, alebo priehľadnosť piva je jeho dôležitým znakom a dosahuje sa filtráciou. Z hľadiska farby, poznáme pivá svetlé, polotmavé a tmavé (Frančáková, Tóth, 2005).

Svetlé pivá musia mať iskru, ktorá sa posudzuje v priehľade poháru podľa lesku, v ktorom sa ostro láme svetlo. Lesk musí byť jantárový a bez cudzích odtieňov. Takisto podľa iskrivosti spotrebiteľia často usudzujú čistotu a dokonalosť výrobku (Hlaváček, Lhostký, 1972).

Priehľadnosť piva je dôležitým znakom a dosahuje sa filtráciou. Pivo, ktoré nie je číre obsahuje buď zákal v celom objeme, alebo má usadeninu usadenú na dne (Kosaž, Prochádzka, 2003).

Čírosť piva (zákal) sa udáva v jednotkách ECB, kde hodnota čerstvo stočného piva sa pohybuje v rozmedzí 0,3 až 0,6 j.EBC, ale ani u skladovaného piva by nemala prekročiť hodnotu 1,0 j.EBC. Čírosť sa meria pomocou špeciálnych zákalometrov (nefelometer, hazemeter) (Čejka, Keller, 2000).

3.2.3 Penivosť

Pena je tvorená bublinkami oxidu uhličitého (alebo vzduchu popripade dusíku), ktoré sú obalené jemným filmom piva obsahujúcim povrchovo aktívne látky (Čejka, Keller, 2000).

Penivosť piva podporujú najmä vysokomolekulárne bielkoviny s viazanou sacharidickou zložkou (Frančáková, Tóth, 2005).

Medzi látky podporujúce penivosť patria hlavne vysokomolekulové bielkoviny z viazanou sacharidovou vložkou, tzv. glykoproteíny. Kladný vplyv majú taktiež horké chmeľové látky a niektoré kovové ióny. Naopak negatívne penivosť ovplyvňujú látky lipidického charakteru ako napríklad vyššie mastné kyseliny. Záleží tiež na povahe plynu, ktorým sú bubliny naplnené, pretože pivá naplnené dusíkom majú trvanlivosť peny až štyrikrát vyššiu ako piva napenené oxidom uhličítym (Čejka, Keller, 2000).

Negatívnym javom je takzvané prepeňovanie piva, kedy po otvorení fľaše pivo vypení a pena vytečie von z fľaše. Môže to byť spôsobené mnohými príčinami, ale najčastejšie je to spôsobené prítomnosťou plesne v slade (Čejka, Keller, 2000).

3.2.4 Chuť

Spotrebiteľ hodnotí pivo už pri prvom kontakte z výrobkom. Medzi takzvané znaky prvej línie patria nielen penivosť, farba a čírosť piva, ale aj vzhľad obalu, pohár a celkové prostredie, v ktorom sa pivo konzumuje k nim prístupujú ďalšie dôležité znaky ako teplota po naliatí, chuť a vôňa (Šavel, Brož, 2005).

Roztoky rôznych látok dráždia chuťové receptory a vyvolávajú pocit chuti. Chuťové bunky sú umiestnené v chuťových pohárikoch, zoskupené v chuťových bradavkách a rozmiestnené na jazyku, sliznici podnebia na hltane (Horčín, 2002).

Chuťové bunky obsahujú bielkovinu, ktorá reaguje s chuťovou zložkou a vyvoláva podráždenie na konci citlivých nervov. Chuťové podráždenie sa prenáša nervovými dráhami do mozgového chuťového centra, kde sa analyzuje a premieňa na vnem (Horčín, 2002).

Chuť je výsledkom všetkých obsiahnutých látok, ktorých každá prispieva do celkového chuťového charakteru piva. Chuťov^onerozbité " pivo je také v ktorom žiadna chuťová zložka nevyniká, tvoria harmonicky chuťový súlad. Naproti tomu pivo chuťovo „rozbité“ nemá súlad medzi jednotlivými chuťovými zložkami. Takéto pivo býva napr. čerstvo stočené alebo také, ktoré sa čapuje bezprostredne po doprave. Preto je veľmi dôležité aby pivo po stočení a doprave si „odpočinulo“ niekoľko dní v pokoji (Albl a i. 1990).

Všetky piva majú mať chuť a vôňu čistú, zaokrúhlenú, plnú a rezkú. Zaokrúhlenú chuť má také pivo, v ktorom sa uplatňujú jednotlivé chuťové zložky vo vzájomnom súlade tak, že žiadna z nich samostatne príliš nevyniká (Hlaváček, Lhotský, 1972).

Dojem z napitia piva možno v podstate rozdeliť na tri fázy vnímania: prvý dojem „stred“ chuťových vnemov a dozrievania chuti. Prvý dojem z napitia možno charakterizovať arómou a plnosťou, „stred“ rezkosťou a dozrievanie chuti je v podstate záležitosťou horkosti piva, aj keď všetky uvedené vnemy navzájom splývajú a vo vhodnom prípade tvoria harmonický celok (Narziss, 1995).

Z hľadiska vnímania sa všeobecne považujú za základné chute sladká, slaná, horká, kyslá. Zložitejšie chute sú potom súčtom podielov základných chutí

ovplyvnených vnemom vône prchavých zložiek, difundujúcich do zadnej časti nosa. U piva sa uplatňuje zložitý komplex základných štyroch chutí meniacich sa podľa typu a druhu piva. Sú základné rozdiely medzi chuťou spodne a vrchne kvasených pív, medzi pivami plzeňského, mníchovského a dortmundského typu, ale aj medzi jednotlivými značkami toho istého typu. Chuť piva je ovplyvnená mnohými faktormi predovšetkým chemickým zložením piva. Hlavnými zložkami piva, ktoré ovplyvňujú chuť, sú horké chmeľové látky, alkohol, vedľajšie kvasné produkty, aminokyseliny, sacharidy, minerálne látky. Bolo zistené, že najväčší význam pre stabilitu chute piva má použitý slad (Cantrell a.i 1996).

Plnosť je jednou z najdôležitejších vlastností piva. Odpovedá pocitu hutnosti či hmotnosti vzniknutého pri požití piva. Na plnosť chute majú vplyv najmä koloidné zložky piva, ktorých častice sa absorbujú na neurónoch a tým sa predlžuje a posilňuje dráždivý účinok na nerv. Alkohol je dôležitou chuťovou zložkou piva a ak jeho koncentrácia klesne pod 2% je chuť značne ovplyvnená v negatívnom zmysle, ako sa to prejavuje u nízko alkoholických a bezalkoholických pív. Určitou mierou prispievajú k plnosti a zaoblenosti chuti piva aj minerálne látky (Basařová, 1985).

Plnosť chute spôsobujú hlavne stredne molekulárne frakcie bielkovín vo väzbe s trieslovinami a horkými chmeľovými látkami. Pivá hlbšie prekvasené sú spravidla chuťovo lahodnejšie a rezkejšie, pretože obsahujú viac alkoholu a oxidu uhličitého (Albl a i.1990).

Narziss (1995) uvádza, že plnosť piva závisí od obsahu pôvodnej mladiny, množstva horkých látok, podielu vysokomolekulárneho dusíka, polyfenolov, produktov Maillardovej reakcie a od viskózných substrátov.

Čejka (1997) uvádza, že za plnosť chute sú najviac zodpovedné dusíkaté látky s molekulovou hmotnosťou nad 10 000. Najviac prázdna chuť pochádza z prelúštených sladov, pretože táto skupina látok bola rozštiepená už v priebehu sladovania a do piva sa nedostala. So stratou plnosti dochádza často i k strate rezkosti a v kombinácii s vysokým obsahom polyfenolov majú takéto piva hrubú až drsnú horkosť.

Existujú štyri základné chute: kyslá, slaná, sladká, a horká chuť. Zložitejšie chute sú kombináciou týchto štyroch (Čejka, Keller, 2000).

Chuťový pocit kyslosti je závislý od koncentrácie vodíkových iónov (protónov) H^+ , ktoré sa disociáciou odštiepujú z kyselín a zo solí. Do určitej miery závisí kyslá chuť aj od celkového obsahu kyselín (Horčín, 2002).

Slanú chuť vyvolávajú najčastejšie anorganické soli, napr. chloridy, bromidy, jodidy, dusičnany, sírany, niekedy aj organické soli, napr. glutamát sodný. Špecifická slaná chuť závisí od disociovaných katiónov a aniónov vo vodnom roztoku – dominantnými sú katióny (Horčín, 2002).

Sladká chuť je spôsobená organickými, menej anorganickými zlúčeninami. Najznámejšie sú cukry. Okrem nich sladko chutia aj látky, ktoré sa chemicky líšia od cukrov, ale sú často príbuzné typickou molekulovou štruktúrou: obsahujú vždy aspoň dve susediace OH skupiny (Horčín, 2002).

Plnosť chuti piva je daná pocitom hutnosti, kde sa uplatňujú hmatové receptory v ústnej dutine. Patrí medzi najdôležitejšie vlastnosti piva. Na plnosti chuti sa najviac podieľajú vysokomolekulové bielkoviny a ďalšie vysokomolekulové látky, čiastočne prispieva aj alkohol. Piva s nízkou plnosťou sa označujú ako prázdne (Čejka, Keller, 2000).

3.2.5 Horkosť piva

Medzi horkými látkami nie je často žiadna súvislosť – vyskytujú sa vo veľmi rozdielnych typoch chemických zlúčenín. Horko chutia niektoré alkaloidy (chinín, brucín), glykozidy (naringín, heperidín), produkty mikroorganizmov (trichotecín, fuzamarín) a látky sekundárneho pôvodu (šakonín). Z anorganických látok sú horké niektoré soli, napr. síran horečnatý $MgSO_4$. Horké môžu byť niektoré deriváty sladkých látok, napr. oktoacetylcelulóza (Jirát, 1964).

Cuřín (2002) uvádza, že ak nie sú do piva pridávané niektoré špeciálne prísady, potom je chuť piva vytváraná predovšetkým horkosťou spolu s vedľajšími produktmi kvasenia.

Cuřín (2002) ďalej uvádza, že dominantnou zložkou chuti väčšiny pív vyrábaných vo svete je horkosť. Nemusí tomu tak byť vždy. Do niektorých špeciálnych pív sú pridávané najrôznejšie prísady majúce spravidla výraznú špecifickú vôňu a chuť, ktoré potom samozrejme dominujú aj vôni a chuti finálneho produktu.

Kosař a Procházka (2003) uvádzajú, že horkosť piva je daná hlavne obsahom iso- α -horkých kyselín. Pri hodnotení sa rozlišuje intenzita horkosti, charakterizujúca intenzitu prvého vnemu pri napití a charakter horkosti, ktorý vyjadruje doznievanie horkej chuti v ústnej dutine po napití.

Horkosť piva patrí k najvýznamnejším chuťovým charakteristikám piva a prispieva k jeho osviežujúcemu účinku. Horkosť je dôležitá najmä u našich pív, ktoré

sú značne chmelené. Hodnotenie horkosti senzoricou analýzou je však veľmi obtiažne. Chuťové receptory sú totiž umiestnené až pri koreni jazyka a v zadnej časti ústnej dutiny. Tekutina sa k nim preto dostáva pomerne pomaly, väčšinou až pri prehltnutí dúšku. Potom sa horké látky s chuťových pohárikov pomaly vymývajú slinami, takže horkosť po prehltnutí len pozvoľna odznieva (Velíšek, Kalinová, 1995).

Horkú chuť ovocia a zeleniny spôsobujú aj látky fenolickej povahy (eugenín, kumaríny, kukurbitacíny, saponíny) a veľa ďalších látok (Horčín, 2002).

V našich podmienkach je však dominantnou zložkou chuti chmeľová horkosť. Horká chuť, a to nielen horká chuť chmeľová má špecifickú schopnosť vytvárať vnem, ktorý po svojom vzniku ešte určitú dobu pretrváva. Horká chuť piva je preto charakterizovaná nielen svojou silou, čiže intenzitou, ale i dobou, po ktorú po prehltnutí dúšku piva pretrváva. Všetky tri uvedené zložky chuti by mali byť vo vzájomnej rovnováhe a pivo by malo vzbudzovať u konzumenta chuť k ďalšiemu napitiu (Kosař, Procházka, 2003).

3.2.6 Rezkosť

Je spôsobovaná uvoľňovaním bublínok v ústnej dutine po napití. Má osviežujúci účinok (Čejka, Keller, 2000).

Cuřín (2002) uvádza že dôležitou zložkou chuti je rezkosť. Rozumieme ňou štipľavú zložku chuti, pociťovanú pri konzumácii piva v ústach nose. Rozhodujúcu úlohu ma pritom oxid uhličitý, obsiahnutý v pive. Keďže oxid uhličitý po naliati z piva postupne uniká, rezkosť piva sa časom znižuje. Rezkosť piva je základným zdrojom osviežujúcej schopností piva.

Rezkosť piva ma priaznivý vplyv na obľubu piva a tým aj na jeho konzumáciu. Patrí k jeho významným i keď ťažko definovateľným vlastnostiam, pretože je výsledkom pôsobenia rôznych faktorov. U piva sa často dáva do vzťahu rezkosť so zvetralosťou roztokov tak, že čím menšia rezkosť tým väčšia zvetralosť (Čepička, Huong, 1993).

Rezkosť piva závisí od pH, množstve rozpustených organických látok a obsahu oxidu uhličitého (Hlaváček, Lhotský, 1972).

Významnými faktormi sú obsah koloidov, fosfátov, a najmä pH. Pivá z vysokým pH nikdy nedosahujú vysokú rezkosť a to ani vtedy, ak je obsah oxidu uhličitého vysoký. pH piva by malo byť nižšie ako 4,5. Prelúštené slady alebo prílišná degradácia bielkovín vo varni rovnako vedie k strate rezkosti (Čejka, 1997).

3.2.7 Vôňa

Vôňa je omnoho zložitejší vnem ako chuť. Jednotlivých vôní rozlišuje človek veľké množstvo. Celková vôňa piva českého typu má byť slabá až stredná a mala by byť zladená v harmonický celok tak, aby žiadna vôňa z piva nevynikala (Kosař, Procházka, 2003).

Čuchové pocity sprostredkovávajú väčšinou chemické zlúčeniny s molekulovou hmotnosťou nižšou ako 300, nesmie byť však príliš nízka. Ako sa mení štruktúra týchto látok, vznikajú nové druhy pachov (Horčín, 2002).

- Pach - je čuchový vnem
- Zápach - je negatívny čuchový vnem
- Vôňa - (aróma) je pozitívny čuchový vnem, aróma vzniká pri výdychu

Vôňa je významná charakteristika, lebo rozhoduje o prvom dojme, ktorý si o kvalite piva po naliatí do pohára spotrebiteľ urobí (Čejka, 1997).

Vôňa piva je význačnou charakteristikou, pretože rozhoduje o prvom dojme ktorý si spotrebiteľ o pive urobí (Čejka, Keller, 2000).

Každé pivo ma svoju charakteristickú vôňu, ktorou sa môže odlišovať od ostatných, pričom pre sladké piva je dôležité aby táto vôňa nepodliehala kolísaniu. V praxi sa vyskytuje celá škála vôni od príjemných až po menej príjemne vône. Príjemnou a pre niektoré piva charakteristickou vôňou môže byť veľmi slabá ovocná alebo esterová vôňa, ako sviežu môžeme hodnotiť veľmi slabú kvasničnú vôňu (kvasničný buket). Niektorí zákazníci dávajú prednosť pivám z jemnou chmeľovou chuťou (Čejka, Keller, 2000).

Cuřín (2002) uvádza, že intenzita a charakter určuje predovšetkým tzv. vedľajšie produkty kvasenia. Svojím dielom môže prispievať aj chmeľ, slad a prípadne aj ďalšie špeciálne prísady.

Čejka (1997) uvádza, že chmeľová aróma závisí na druhu a kvalite chmeľu alebo chmeľového produktu a zároveň na pôsobení chmelenia a použitej technológie kvasenia a dokvasovania. Pokusy dokázali, že intenzívnejšia chmeľová vôňa sa dosiahne použitím hlávkového chmeľu, než pri použití chmeľových extraktov.

Čejka (1997) ďalej uvádza, že z látok zodpovedných za chmeľovú arómu v pive sú to hlavne linalool, humulol, humulenol, humulenepoxid, karyofylenepoxid

a geraniol, ktoré majú živcovú a kvetovú vôňu, ďalej niektoré ketóny s korenistou vôňou a estery s citrusovou alebo ovocnou vôňou.

V aróme piva vystupujú do popredia dojmy sprostredkované aromatickými substanciami chmeľu, esterová príchuť vznikajúca v priebehu kvasenia alebo majúca pôvod v sladovom sypaní. Svieža, sĺrna kvasničná aróma, ktorá je typická pre svetlé pívá vyrovnanej chuti môže niekedy prechádzať až do menej žiaducej cibulovej arómy. Prezreté (prelúštené) príliš intenzívne zafarbené slady vyvolávajú sladínový a mladínový vnem, ktorý môže byť rovnako ovplyvnený zvoleným postupom chmeľovaru. Často sa vyskytujú vône po plevách či po mláte, ktoré môžu mať pôvod v nevhodných odrodách jačmeňa, ale čiastočne aj ako následok nedostatočného odparovania v priebehu chmeľovaru (Narziss,1995).

Látky vytvárajúce vôňu či arómu piva pochádzajú buď zo surovín alebo vznikajú v priebehu technológie. Z aromatických látok sladu sú to predovšetkým karbonylové zlúčeniny, produkty Maillardových reakcií a karamelizačných reakcií. V chmeli sú prítomné silice, ktoré sú priamym spolutvorcom arómy piva, pokiaľ sa nevyparia s vodnou parou pri chmeľovare. Podstatná časť aromatických látok piva vzniká pri kvasení. Sú predstavované vyššími alifatickými a aromatickými alkoholmi, esterami, aldehydmi, diketónmi a sĺrnymi zlúčeninami (Barařová, 1985).

Čejka (1997) uvádza, že z látok zodpovedných za chmeľovú arómu v pive sú to hlavne linalool, humulol, humulenol, humulenepoxid, karyofylenepoxid a geraniol, ktoré majú živcovú a kvetovú vôňu, ďalej niektoré ketóny s korenistou vôňou a estery s citrusovou alebo ovocnou vôňou.

3.3 Nutričná a biologická hodnota piva

Pivo je zložitý koloidný roztok. Jeho výborné organoleptické vlastnosti sú určené jeho fyzikálno-chemickým zložením. V závislosti od koncentrácie pôvodnej mladiny a od prekvasenia obsahuje pivo do 5% extraktívnych látok (sacharidy, dusíkaté látka a i). Obsah etanolu sa pohybuje v rozmedzí od 1,8 do 4,0% (8% až 12% mladiny). Na akosť piva majú dôležitý vplyv hlavné produkty liehového kvasenia, etanol a CO₂. Vplyv vedľajších produktov môže byť síce značný, ale nie je spravidla podstatný. Pivo pripravené k finalizácii má vyrovnané základné vlastnosti a jeho koloidná sústava je v rovnováhe, avšak nie je stabilná. Kyslík sa do piva dostáva v priebehu konečnej úpravy (preprava, filtrácia, stáčanie). Pri manipulácii pod ochrannou atmosférou CO₂

neprevyšuje spravidla obsah O_2 $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$ a viac poškodzuje už značne jeho chuťové vlastnosti a koloidnú stabilitu. Koncentrácia CO_2 sa pohybuje okolo 0,30-0,45% hmotnosti. Obsah etanolu závisí od typu piva a na stupni prekvasenia. Ovplyvňuje organoleptické vlastnosti, koloidnú a biologickú stabilitu piva a je podmienkou plnosti chuti. Tmavé piva v dôsledku nižšieho prekvasu obsahujú alkoholu menej. Z vitamínov sú v pive prítomné hlavne vitamíny skupiny B, úplne chýbajú vitamíny rozpustené v tukoch a vitamín C (Muchová a i, 2001).

Nutričná (výživová) hodnota piva je daná hlavne obsahom extraktívnych zložiek, ktorých významnou vlastnosťou je ich vysoká stráviteľnosť. Pivo však obsahuje alkohol, a preto nie je považované za potravinu v pravom slova zmysle ale iba za pochutinu. Obsahuje dextriny, polyfenoly, dusikaté látky a gumovité látky, a preto majú vysokú hodnotu z hľadiska fyziologickej výživy. Po fyziologickej stránke je pivo vysoko vyrovnaný nápoj, ktorý zvyšuje disperzitu v zažívacom trakte. Horké chmeľové látky zvyšujú sekréciu žlče a tým kladne ovplyvňujú tráviaci proces. Z nutričného hľadiska je tiež významný obsah vitamínu B (Čejka, Keller, 2000).

Aj keď obľúbenosť piva ako nápoja je spôsobená organoleptickými vlastnosťami a fyziologickými účinkami, nie je zanedbateľná ani jeho výživná hodnota, pričom významnou vlastnosťou extraktových látok piva je ich vysoká stráviteľnosť (95%) (Muchová a i, 2001).

Hotové pivo je disperzná sústava rôznych zlúčenín, ktorých bolo do súčasnosti identifikovaných viac ako 800, najviac obsahuje vo forme koloidného roztoku rôzne makromolekuly – bielkoviny, nukleové kyseliny, sacharidy a lipidy (Francáková, Tóth, 2005).

Využitelná energia sa pohybuje pri 10% výčapných pivách od 1450-1700kJ.l⁻¹, pri 12% ležiakoch od 1700-1900kJ, pri špeciálnych pivách presahuje 2000kJ, pričom pri DIA pive len 1400kJ. Pre obsah alkoholu sa nepovažuje pivo aj napriek vysokej využiteľnej energii za potravinu, ale len za pochutinu (Muchová a i, 2001).

Albl (1990) uvádza, že okrem výživných a ochranných látok poskytuje pivo ďalšie látky, ktoré podporujú činnosť zažívacích orgánov a majú značný význam aj pre nervovú sústavu.

Okrem vysokej energetickej hodnoty obsahuje pivo významné látky z hľadiska fyziológie výživy. Vnem horkej chuti, ako je známa, vyvoláva bez ohľadu na typ horkosti zvýšenú sekréciu tráviacich žliaz, a tým aj chuť prijímaniu potravy. Pri

jemnej chuti je to naopak. Oxid uhličitý má povzbudzujúce účinky na nervovú sústavu, čo robí z piva osviežujúci nápoj (Muchová a i, 2001).

4 Technologická výroba piva

Pivo môžeme charakterizovať ako penivý alkoholický nápoj sýtený oxidom uhličitým vznikajúci pri kvasení. Vyrába sa kvasením mladiny získanej zo sladu, chmeľu a vody (Muchová a i, 2001).

4.1 Výroba sladu

Cieľom sladovania je premeniť jačmeň na slad bohatý na enzýmy a extrakt a to za minimálnych nákladov a strát (Prokeš, 2000).

Vlastný technologický postup sladu sa delí na nasledovné operácie:

- máčanie
- klíčenie (vedenie)
- sušenie (hvozdenie)

Máčanie jačmeňa je dnes považované za najdôležitejší úsek výroby sladu, ktorý rozhoduje o jeho budúcej kvalite. Cieľ máčania je zvýšiť riadeným spôsobom obsah vody v zrne pre začatie enzymatických reakcií a pre klíčenie zrna. Technologicky veľmi významným efektom je vypranie jačmeňa, pretože sa z jačmeňa vylúhujú farebné a horké látky, kyselina kremičitá a bielkoviny z pliev. Tieto látky sú nežiaduce, pretože zhoršujú sensorické vlastnosti piva a podporujú tvorbu zákalov v pive (Muchová a i, 2001).

Cieľom klíčenia jačmeňa je aktivizácia enzymatického systému zrna, syntéza ďalších enzýmov, dosiahnutie požadovaného rozlúštenia podľa typu vyrábaného sladu pri obmedzenej vegetácii. Výsledkom biochemických a fyziologických reakcií v zrne počas klíčenia je premena škrobu a vysokomolekulárnych bielkovín na maltózu, dextríny a aminokyseliny v slade (Muchová a i, 2001).

Účelom klíčenia je vyvolať biochemické a fyziologické reakcie v zrne, ktorého výsledkom je premena vysokomolekulárnych zložiek škrobu a bielkovín na maltózu, dextríny a aminokyseliny v sladine (Albl a i, 1990).

Vôňa klíčiaceho jačmeňa je dôležitým ukazovateľom jeho zdravotného stavu. Sleduje sa bežne denne. Zdravú a čistú vôňu má mať už domáčaný jačmeň. Ak má mokrá hromada kyslú, alebo ovocnú vôňu, je to dôsledkom technologickej chyby pri máčaní, buď neboli dost' časté výmeny vody, buď sa máčaný jačmeň dostatočne nevetral, alebo sa v náduvníku rozmnožili mikroorganizmy (Muchová a i, 2001).

Cieľom hvozdenia je znížiť obsah vody na 3 až 4% pri svetlých sladoch a na 1,5 až 2% pri tmavých, zastaviť vegetačné pochody, redukovať časť enzymatickej aktivity, vytvoriť chuťové, farebné a oxidačno-redukčné látky (Prokeš , 2000).

Tvorba farebných aromatických látok sladu – patrí k najdôležitejším reakciám v procese hvozdenia. Ide o veľkú skupinu látok, resp. reakcií, ktoré možno v zásade rozdeliť na:

- A. farebné a aromatické látky obsahujúce dusík
 - B. bezdusíkaté farebné a aromatické zlúčeniny
-
- A. Melanoidiny – sú zlúčeniny, ktoré vznikajú pri doťahovaní sladu (teplota max.105°C, vlhkosť 5%) v tzv. Maillardových reakciách. V slade vytvorené cukry a štiepne produkty bielkovín reagujú za vzniku najskôr reverzibilných bezfarebných, neskôr v nevratných reakciách na farebné a aromatické produkty. Aminokyseliny sú tým reaktívnejšie, čím je v ich molekule viac vzdialená amino a karboxylová skupina. Farebné reakcie vznikajú tiež termickým štiepením proteínov a heterocyklov (tzv. termické melanoidiny).
 - B. Bezdusíkaté farebné látky – vznikajú karamelizáciou cukornatých substancií pri termickom štiepení cukrov enzymovou oxidáciou polyfenolov a reductantov (tzv. melaníny), alebo tvorbou komplexov polyfenol – železo bez účasti enzýmov (Muchová a i, 2001).

4.2 Výroba špeciálnych sladov

Na výrobu tmavých špeciálnych pív prípadne pri použití určitých náhrad a pri úprave zloženia mladiny z bežných sladov sa používajú špeciálne slady (Muchová a i, 2001).

Slady karamelové sú charakteristické vysokým obsahom aromatických a farebných zložiek. Vyrábajú sa z dobre rozlúšteného zeleného sladu s vysokým obsahom štiepných produktov sacharidov a bielkovín. Možno ich však vyrobiť

i z hotových sladov po spätnom navlhčení. Karamelizácia sladu sa vykonáva v rýchlopražičoch pre zelený, predsušený alebo spätne navlhčený hotový slad (Muchová a i, 2001).

Slady farbiace sa používajú pri výrobe silne tmavých pív, ktorých farbu nemožno docieľiť použitím iba tmavého sladu. Pri pražení dochádza ku karbonyl-aminovým reakciám medzi sacharidmi a štiepnymi produktmi na jednej strane a aminokyselinami a štiepnymi produktmi bielkovín na druhej strane za tvorby tzv. melanoidínov. Súčasne dochádza pri vyšších teplotách nad 160°C k postupnej degradácii škrobu za vzniku dextrínov a iných produktov.

Diastatické slady sa používajú pri spracúvaní enzýmovo chudobných sladov, alebo pri vysokom nahradení sladu náhradkami bez enzýmovej aktivity. Na ich výrobu sa používajú jačmene s vyšším obsahom dusíka, ktoré a vedú studeno a dlho, aby sa dosiahlo dokonalé rozlúštenie.

Melanoidné slady sa používajú pri výrobe tmavých pív. Na rozdiel od karamelových sladov je tu docielené vyššej farby a charakteristickej chute a vône nie zvýšenou teplotou, ale intenzívnejším priebehom karbonyl-aminových reakcií. Vyrábajú sa preto zo sladov vedených podobne ako tmavý slad, ktoré sa pred nastieraním na hvozď nechajú vo vysokej hromade zapariť až na 50°C a tým sa dosiahne hľbokej amylolyzy a proteolyzy (Muchová a i, 2001).

Proteolytické slady sa používajú najmä v cudzine (Anglicko, SNR) na úpravu kyslosti rmutov. Vyrábajú sa zo zeleného sladu, alebo hotového sladu skrúpaním kultúrou mliečnych baktérií v sladine (najčastejšie *Lactobacillus delbruckii*), čím sa dosiahne obsahu kyseliny mliečnej v hotovom slade 0,7 až 4%. Pri sušení sa mliečne baktérie ničia. Tieto slady sa pridávajú v množstve 2 až 10% k dosiahnutiu varných výťažkov, penivosti a trvanlivosti.

Slady zvyšujúce pH piva sú určené pre zvýšenie redukčných schopností mladín a najmä svetlých pív. Vyrábajú sa podobne ako melan-slady. Dosahuje sa tu vysokého obsahu melanoidínov, ktoré chránia ostatné zložky piva pred oxidáciou a tým pivo pred starnutím organoleptických a koloidných vlastností. U nepasterizovaných pív sa tým zvyšuje i biologická stabilita (Muchová a i, 2001).

4.3 Chmeľ

Chmeľ ako jedna z troch základných pivovarských surovín predstavuje usušené chmeľové hlávky samčích rastlín. Poskytujú pivu typickú horkú chuť, prispieva k tvorbe charakteristickej vône a má ďalšie technologicky dôležité vlastnosti. Zložky chmeľu pôsobia ako zrážadlo pri vylučovaní vysokomolekulových dusíkatých látok mladiny, ovplyvňujú penivosť a majú baktericídny a konzervačný účinok, čím prispievajú k vytváraniu chemických a sensorických vlastností piva (Muchová a i, 2001).

Najdôležitejšou zložkou chmeľu sú živice, ktoré sú zdrojom horkej chuti piva (Čepička, 2000).

Kvalita a pivovarská hodnota chmeľu sa zisťujú zmyslovo (subjektívne hodnotenie), mechanicky a chemicky (objektívne hodnotenie). Výsledok zmyslových skúšok je základom pri hodnotení chmeľu z obchodného hľadiska. Mechanický a chemický rozbor je dôležitý z hľadiska pivovarskej hodnoty (Muchová a i, 2001).

Senzorická hodnota piva nie je ovplyvnená iba obsahom horkých kyselín, ale aj premenou týchto kyselín na niektoré ďalšie zložky piva (Čepička, 2000).

Muchová (2001) uvádza že pri zmyslovom posudzovaní chmeľu sa prihliada na jeho vonkajšie vlastnosti. Na to sú potrebné skúsenosti a vycibrený zrak, čuch a hmat. Zmyslovo sa posudzuje dokonalosť česania, tvar a veľkosť hlávok, farba lesk hlávok, jemnosť a hustota usporiadania listeňov, ich jednotnosť, pružnosť, vôňa, množstvo a farba lupulínu, prítomnosť semien – kôstok.

Kvalitný čerstvý chmeľ má pravú, jemnú chmeľovú vôňu. Hrubý chmeľ má prenikavú, ostrú vôňu. Starutím nadobúda chmeľ syrový zápach. V zdravej a sviežej hlávke je lupulín lesklý, citrónovožltej farby. Starý a poškodený chmeľ má matný lupulín, podľa staroby sýtožltý, hnedastý, až červenohnedý. Chmeľové hlávky nemajú obsahovať kôstky – nažky fialovej farby (Muchová a i, 2001).

4.4 Voda

Varná voda je jednou zo základných surovín pre výrobu piva a jej zloženie má vplyv na konečný produkt (Šrogl, 2000).

Prírodnú vodu, ktorá sa používa v pivovaroch môžeme rozdeliť do dvoch základných na spodnú a povrchovú vodu.

Spodná voda obsahuje nízky obsah organických látok, vyšší obsah iónov, rozpustené plyny, nižší obsah mikroorganizmov (Šrogl, 2000).

Povrchová voda obsahuje zákaly tvorené nerozpustnými časticami zo zemín, rozpustené a koloidné látky organického a anorganického pôvodu, riasy, vyšší obsah mikroorganizmov a rozpustené plyny (Šrogl, 2000).

Dnes najrozšírenejším typom piva je typ svetlého, spodnými kvasnicami kvaseného ležiaku, vzniknutého na základe plzenského piva. Tento typ sa vyvinul pri použití plzenskej vody. Ide o veľmi mäkkú vodu, jej tvrdosť je v porovnaní s väčšinou pivovarských vôd nízka a je prevažne uhličitanová. Vzhľadom k tomu, že niektoré pivovarské vody sa veľmi podstatne líšia od žiadúceho zloženia, postupom času sa ukázalo, že na výrobu svetlého piva je škodlivý najmä vysoký obsah uhličitanov, t.j. "karbonátová tvrdosť". Tvrdosť spôsobená síranmi nepôsobí pri výrobe svetlého piva, tak nepriaznivo a škodlivá môže byť extrémne vysokých hodnotách (Francáková, Tóth, 2005).

4.5 Šrotovanie sladu

Šrotovanie sladu je čisto mechanicky a zdanlivo jednoduchý proces. Zloženie šrotu však zásadným spôsobom ovplyvňuje proces rmutovania, sciedzania a varný výťažok. Väčšie poškodenie pliev znižuje porozitu mláta a negatívne ovplyvňuje chuť piva. Pleva obsahuje okrem nerozpustnej celulózy, polyfenoly, pentozany, horké a farebné látky, ktorých vylúhovanie vzrastá s časom kontaktu a s poškodením plevy. Jemné rozomletie endospermu je naopak predpokladom pre požadovaný priebeh rmutovania a vysoký varný výťažok (Francáková, Tóth, 2005).

4.6 Vystielanie a rmutovanie

Cieľom vystierania je dobré zmiešanie sladového šrotu s nálevom vody a cieľom rmutovania je uvoľnenie žiaducich zložiek extraktu varných surovín do roztoku. Základnou požiadavkou všetkých rmutovacích procesov je dostať do roztoku všetok škrob i vhodný podiel bielkovín a ďalších látok (Francáková, Tóth, 2005).

Škrob je zložitý polysacharid, ktorého základnou stavebnou jednotkou je molekula glukózy. Podľa pôvodu obsahuje 20 až 25 % amylózy a 75 až 80 %

amylopektínu. Pri rmutovaní je štiepený sladovými amylázami (Frančáková, Tóth, 2005).

Bielkoviny sa nachádzajú v sladovom zrne, v aleurónovej vrstve, na povrchu endospermu a priamo v bunkách endospermu a jej obaloch. Okrem vysokomolekulárnych bielkovín pochádzajúcich z jačmeňa sa v slade nachádzajú ich štiepne produkty vzniknuté účinkom proteolytických enzýmov pri sladovaní (Frančáková, Tóth, 2005).

Pri rmutovaní narastá celkové množstvo rozpustného dusíka (Albl a i, 1990).

Vysokomolekulárne dusíkaté látky zvyšujú penivosť a plnosť chuti, zlepšujú väzbu oxidu uhličitého, ale súčasne zhoršujú koloidnú trvanlivosť piva (Frančáková, Tóth, 2005).

Štiepenie lipidov je katalyzované enzýmami lipázami, ich pôsobením narastá obsah glycerínu a voľných mastných kyselín (Frančáková, Tóth, 2005).

Správny priebeh rmutovania je potvrdený rýchlym, čírym sciedzaním, dokonalým scukrením, bohatým lomom mladiny a vysokým varným výtťažkom (Frančáková, Tóth, 2005).

Kontrola odbúravania škrobu zahŕňa predovšetkým stanovenie dosiahnutého prekvasenia a jódového čísla. Hodnota jódového čísla by nemala presiahnuť hodnotu 0,3. Intenzita rmutovania z hľadiska odbúravania dusíkatých látok sa relatívne ľahko overí stanovením obsahu aminodusíka v mladine a jeho podielu na celkovom obsahu dusíka, ktorý by nemal byť vyšší než 22 % (Ďopka, 2000).

4.7 Sciedzanie sladiny

Ormutované dielo možno opísať ako hustú suspenziu mláta vo vodnom roztoku extraktívnych látok t.j. v sladine (Frančáková, Tóth, 2005).

Technológia sciedzania:

- Odvzdušnenie sciedzovacieho systému
- Čerpanie diela
- Odpočinok
- Podrážanie
- Stekanie predku
- Vysladzovanie

Pri klasickom scedzovaní sleduje varič čírosť sladiny, zcukrenie, teplotu a objem vysladzovanej vody, koncentráciu predku a posledného výstrelku (Frančáková, Tóth, 2005).

4.8 Chmeľovar

Pri chmeľovare dochádza k fyzikálno–chemickým zmenám, ktoré stabilizujú koncentráciu a zloženie mladiny. Sladina získaná sciedzaním sa v mladinovom kotly varí s chmeľom počas 90 – 120 minút, u modernejších systémov 60 – 80 minút. Výsledným produktom je horúca mladina (Frančáková, Tóth, 2005).

Počas chmeľovaru nastáva množstvo procesov, ktoré ovplyvňujú kvalitu mladiny:

- Odparenie prebytočnej vody
- Inaktivácia enzýmov sterilizácia mladiny
- Pokles hodnoty pH a nárast farby
- Tvorba produktov teplého rozkladu
- Tvorba redukujúcich látok
- Koagulácia bielkovín a tvorba lomu
- Reakcia účinných zložiek chmeľu s mladinou
- Zmeny obsahu dimethylsulfidu a jeho produktov

Koagulácia bielkovín a tvorba lomu patrí k najdôležitejším pochodom počas chmeľovaru. Pôvodne priehľadná sladina sa po začatí varu zakalí, najskôr sa začnú vylučovať veľmi jemné vločky, ktoré sa postupne zväčšujú a vytvárajú tzv. lom mladiny. Veľké a dobre ohraničené vločky a číra mladina hovoria o dobrom priebehu chmeľovaru a do značnej miery i celého varného procesu. Koagulácia bielkovín prebieha v dvoch stupňoch. V prvej fáze bielkoviny denaturujú – zostávajú však ešte rozpustené. V druhej fáze nastáva vlastná koagulácia, t.j. zrážanie bielkovín do viditeľných vločiek. Pokiaľ sa pH roztoku priblíži izoelektrickému bodu, kedy sú pozitívne i negatívne skupiny amfoterných bielkovín vzájomne vyrovnané, strácajú bielkoviny svoj pozitívny elektrický náboj a vypadávajú z roztoku. Ako optimálna hodnota pre priaznivé vylúčenie bielkovín sa udáva pH 5,2 (Frančáková, Tóth, 2005).

Čím neskoršia je dávka aromatického chmeľu, tým vyšší zostatkový podiel silíc zostáva zachovaný v mladine a v pive (Töpka, 2000).

Reakcia jednotlivých účinných zložiek chmeľu s mladinou dáva mladine horkú chuť, chmeľovú arómu a podporuje vylučovanie bielkovín. Rozpustenie vo vriacej mladine je významne ovplyvnené hodnotou pH. Najviac horkosti dávajú pivu α – horké kyseliny (humulóny), ktoré pri vare mladiny čiastočne izomerizujú. Z celkovej chmeľovej dodanej horkosti sa využije v závislosti od podmienok chmeľovaru a kvasenia iba 25-35%. Do mladiny prechádzajú aj polyfenoly, ktoré sú rozpustené vo vode. Svojim redukujúcim účinkom podporujú tvorbu väčších, menej rozpustných molekúl bielkovín. Trieslovino-bielkovinové komplexy sa tvoria až pri chladení mladiny. Pritom sa priaznivo uplatňujú najmä polyfenoly s nízkym oxidačným a polymeračným stupňom. Vyššie polyméry zostávajú v mladine, zvyšujú jej farbu, dávajú pivu drsnú horkosť a zhoršujú jeho koloidnú stabilitu. Chmeľové silice v neoxidovanej forme dávajú pivu arómu. Čím neskoršia je dávka aromatického chmeľu, tým väčší zostatkový podiel silíc zostáva zachovaný v mladine a pive. Dávka kvalitného aromatického chmeľu v podiele cca 25% z celkovej dodanej α – horkej kyseliny sa aplikuje až v závere chmeľovaru, najlepšie 15 – 20 minút pred jeho koncom (Frančáková, Tóth, 2005).

Obsah jednotlivých chmeľových produktov na várku je obvykle kompromisom medzi kvantitatívnymi a ekonomickými požiadavkami. Najdrahšie bývajú – horké kyseliny, produkované aromatickým chmeľom, najlacnejšie chmeľové extrakty (Ďopka, 2000).

Zloženie mladiny je dané výberom varných surovín a použitou technológiou a má zodpovedať vyrábanému typu piva. Bežné rozmedzie a doporučené hodnoty v 12% studenej svetlej mladine sú udávané normou (Frančáková, Tóth, 2005).

4.9 Kvasenie, dokvasovanie a filtrácia

Cieľom kvasenia je riadená premena sacharidov na etanol a CO₂ a súčasné vytváranie vhodných organoleptických vlastností piva. Pri kvasení je vytvorený chuťový charakter piva, ktorý je ovplyvňovaný nielen hlavnými produktmi kvasenia, ale i obsahom vyšších alkoholov, esterov, ketónov, aldehydov, zlúčenín síry a pod. Priebeh kvasenia je závislý od zloženia mladiny, druhu použitých kvasníc, zákvasnej dávky, teploty kvasenia, tlaku, objemu, tvaru nádob a pod. (Frančáková, Tóth, 2005).

Zdrojom kvasiniek pre prípravu novej kultúry môže byť už kvasiaca mladina najlepšie v štádiu bielych krúžkov (Faměra, 2000).

Kvasinky sú jednobunkové mikroorganizmy. Najvhodnejšie označenie pre druh spodných pivovarských kvasiniek je *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *Uvarum carlsbergensis* a pre vrchné pivovarské kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *Cerevisiae*. Obidva druhy sa vzájomne líšia svojimi vlastnosťami, čo sa odráža v ich technologickom použití. Pri kvasinkách vrchného kvasenia sú tieto zo suspenzie v kvasiacej mladine vynášané ku hladine, kde vytvárajú hustú penu. Vrchné kvasenie prebieha spravidla za vyšších teplôt 15 - 23°C. Kvasinky spodného kvasenia v priebehu kvasenia aglutinujú, sedimentujú a na konci kvasenia vytvárajú sladinu na dne kvasnej nádoby. Kvasenie prebieha pri teplote 6-10°C. Spodné kvasinky úplne zkvasujú rafinózu (vrchné iba z jednej tretiny) (Frančáková, Tóth, 2005).

Konečným produktom kvasenia je etanol a oxid uhličitý (Albl a i, 1990).

Cieľom dokvasovania je dosiahnutie optimálnych organoleptických vlastností, nasýtenie oxidom uhličitým a vyčírenie. Klasická technológia odporúča dobu dokvasovania u výčapných pív (10%) 21 dní, u ležiakov (12%) 70 dní (Frančáková, Tóth, 2005).

Cieľom dokvasovania piva je dosiahnutie optimálnych organoleptických vlastností, nasýtením oxidom uhličitým a vyčírením (Faměra, 2000).

Veľmi dôležité pri dokvasovaní piva je čírenie, ktoré ovplyvňuje priebeh filtrácie, penivosť piva, chuť piva a koloidnú stabilitu. Priebeh čírenia ovplyvňuje charakter zákalu, teplota, intenzita a doba dokvasovania. Dokvasovanie začína pri teplote 4 - 6°C. Úbytok zdanlivého extraktu v nádobe pred sudovaním je 0,2 – 0,4% za deň. Počas sudovania sa tento proces zintenzívňuje. Na začiatku dokvasovania je pokles zdanlivého extraktu cca 0,5 až 0,6% . Intenzita dokvasovania potom rýchlo klesá s poklesom extraktu a teploty. Po vyprázdnení ležiackych nádob zostanú na dne nádoby kvasnice (Frančáková, Tóth, 2005).

Cieľom filtrácie je upraviť pivo pred stáčaním tak, aby sa po dobu niekoľkých mesiacov nezmenila jeho čírosť v transportnom obale, ktorý bol vhodným spôsobom skladovaný (Prochádzka, 2000).

Počas filtrácie sa z piva oddeľujú zákalotvorné častice, zvyšok kvasničných buniek, znižuje sa tiež obsah baktérií (Frančáková, Tóth, 2005).

4.10 Plnenie piva

Na plnenie piva, či už sudového alebo fľaškového patrí miestnosť, kde sú umiestnené tzv. pretlačné nádoby – tanky. Tieto nádoby slúžia na vytvorenie zásoby z filtrovaného piva, prípadne stabilizovaného piva pred jeho plnením do fliaš alebo plechoviek. Celkový objem pretlačných tankov by mal zodpovedať asi dvojdennému objemu piva pripravenému na plnenie (Frančáková, Tóth, 2005).

Kedysi sa pivo stáčalo do drevených sudov, potom hliníkových sudov, teraz sa výhradne plní pivo do nerezových KEG sudov. KEG sud je valcovitá nádoba z nehrdzavejúcej ocele, hermeticky uzatvorená. Umývanie, plnenie a vyprázdňovanie sa vykonáva cez uzáver. KEG sud je stále pod tlakom (Frančáková, Tóth, 2005).

Vnútorý povrch plechovky je ošetrovaný špeciálnymi látkami, ktoré sú odolné voči dlhodobému pôsobeniu oxidu uhličitého (Kratochvíle, 2000).

Plnenie nápojových plechoviek je podobné ako plnenie fliaš. Na rozdiel od výškového plnenia používaného u fliaš, u plechoviek sa využíva tzv. objemové plnenie. Plechovky sa uzatvárajú pomocou viečka, ktoré je vybavené odtrhávacím jazýčkom, ktorým sa plechovka otvára. Na vnútornom obvode viečka je nastriekaná tesniaca hmota, do ktorej po priložení viečka zasahuje horná hrana plechovky. V priebehu uzatvárania sa horná hrana a okraj viečka vzájomne preložia a zavalcovaním utesnia (Frančáková, Tóth, 2005).

Kratochvíle (2000) uvádza, že cieľom pasterizácie je tepelné ošetrovanie piva s cieľom zvýšiť jeho biologickú trvanlivosť.

Pasterizácia je tepelné ošetrovanie piva s cieľom zvýšiť jeho biologickú trvanlivosť. Pre kvantitatívne vyjadrenie úrovne pasterizácie bola zavedená tzv. pasterizačná jednotka PJ (niekedy anglické označenie PU). Pasterizačná jednotka je definovaná ako pasterizačný účinok tepla pôsobiaci pri teplote 60°C presne 1 minútu (Frančáková, Tóth, 2005).

4.11 Stabilita piva

Pivo stočené do dopravných nádob si musí po určitú dobu zachovať svoje pôvodné vlastnosti hlavne chuť a vôňu, čírosť a penivosť (Hlaváček, Lhotský, 1972).

Hlavným problémom týkajúcim sa kvality piva je v súčasnosti zmena jeho kvality pri skladovaní, ovplyvňujúca negatívne senzorické vlastnosti. Na charakter

skladovaného piva vplýva okrem teploty skladovania piva predovšetkým jeho zloženie. Polyfenoly prítomné v pive pôsobia ako antioxidanty, ktoré ovplyvňujú jeho fyzikálnu a chemickú stabilitu elimináciou voľných radikálov. Počas skladovania dochádza k poklesu vyšších alkoholov a celkových polyfenolov, ktorí sú nositeľom antioxidačnej aktivity a naopak zvyšuje sa obsah esterov a mastných kyselín. Pokles antioxidačnej aktivity závisí aj na stupňovitosti piva (Šmogrovičová, Selecký, 2005).

Stabilita piva je oblasť, ktorá v poslednej dobe získava na dôležitosti. Súčasný trend smeruje k predaju vo fľaškách a plechovkách, najmä v supermarketoch. Preto je dôležité aby si pivo zachovalo svoju chuť po dlhšiu dobu (Neil, 1996).

V súlade s týmto trendom sa vyrábajú piva s veľmi dlhou dobou trvanlivosti, takmer všetky väčšie pivovary v súčasnej dobe zaručujú trvanlivosť svojich výrobkov 8 – 12 mesiacov (Vandenbussche, Mojdl, 2001).

Po určitej dobe môže dôjsť v pive s dobrou biologickou stabilitou k tvorbe usadenín a zákalov. Ide o koloidné usadeniny a zákaly (Frančáková, Tóth, 2005).

Chladový zákal sa z piva vylučuje pri jeho ochladení na 0°C. Pri opätovnom zvýšení teploty na 20°C sa zákal rozpustí. Vznik chladového zákalu podporujú záver dokvasovania pri vysokých teplotách, oxidácia piva vzdušným kyslíkom, prítomnosť iónov ťažkých kovov a svetlo (Frančáková, Tóth, 2005).

Trvalý zákal je v podstate druhou fázou chladového zákalu. S postupujúcim časom dochádza ku stálemu zväčšovaniu koloidných častíc, ktoré sa z piva nevratne vylúčia (Frančáková, Tóth, 2005).

Trvalý zákal je vlastne druhou fázou chladového zákalu. S postupujúcim časom dochádza k stálemu zvyšovaniu koloidných častíc, ktoré sa u piva nevratne vylučujú (Kosaž, Prochádzka, 2003).

Biologická stabilita piva sa zvyšuje vo všetkých renomovaných pivovaroch pasterizáciou, čím sa dosiahne usmrtenie kvasiniek a laktobacilov (Pelikán a i, 1996).

Cieľom pasterizácie je zničiť alebo na dlhšiu dobu oslabiť rozvoj, vývoj kultúrnych kvasiniek a iných mikroorganizmov, ktoré zostanú po filtrácii v pive. Pasterizáciou sa predĺži trvanlivosť a stabilita piva. (Muchová a i, 1996).

Na zabezpečenie najdlhšieho času existujú dva základné spôsoby:

- vylúčiť z piva látky, ktoré zákaly spôsobujú
- eliminovať faktory, ktoré vznik zákalov urýchľujú
- kombinácia oboch spôsobov (Frančáková, Tóth, 2005).

Pivo sa chuťovo mení ak je odstránenie jemného kalu vynechané. Chuťová stabilita pritom nie je zhoršená, odstránenie jemných kalov, preto nie je nutnosť, ak sú v dostatočnej miere odstránené hrubé kaly a ak je v pivovare fungujúce kvasničné hospodárstvo (Cvengrosová, Šmogrovičová, 2004).

V poslednej dobe je venovaná značná pozornosť prítomnosti karbonilov v pive. Sú označené ako prekurzory komponentov starej chuti, či priamo ako látky zodpovedne za stratu chuti piva (Janoušek, Barařová , 1997).

5 ZÁVER

V bakalárskej práci sme sa venovali teoretickému zhrnutiu poznatkov z problematiky nutričnej, biologickej a organoleptickej kvality piva v rôznych štádiách technológie výroby. V práci sa tiež venujeme problematike sladov, premene látok počas procesu výroby piva a veľkú časť práce sme venovali senzorickým ukazovateľom, vrátane chýb. Práca je kompilačného charakteru a reálne analýzy sa uskutočnia počas vypracovania diplomovej práce.

6 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

ALBL, V. a i.1990. *Výroba piva a sladu*. Praha IVV MZVŽ. ČR, 1990. ISBN 80-7105-003-2

ANGER, H. – M. 2004. Senzorika. Zdroj: *Brauwelt*, 2004, roč. 144, č. 20/21, s. 605-607. In: *Kvasný průmysl*, roč. 50, 2004, č. 10, s. 327.

ANGEROVÁ, J. 1986. *ABC o nápojoch*. Praha: Merkur. 1986, s. 246.

BASAŘOVÁ, G. – ČEPIČKA, J. 1985. Smyslové (organoleptické) vlastnosti piva. In: *Sladařví a pivovarství*. Praha SNTL, 1985.

CANTRELL, I. 1996. Slad: jeho role při oxidaci. Zdroj: *Tech Quartely*, 1996. roč.33, č. 82, s. 36. In: *Kvasný průmysl*, roč. 42, 1996, č. 11, s. 53.

CUŘÍN, J. 2002. *Ječmenářská ročenka 2003*. Praha: VUPS. 2002, ISBN 80-86579-04-3.

CVENGROSCHOVÁ, M – ŠMOGROVIČOVÁ, D. 2004. Příprava mladiny a jej vplyv na fermentáciu a vlastnosti hotového piva. In: *Kvasný průmysl*, roč. 50, 2004, č. 3, s. 70-75.

ČEJKA, P. 1999. Faktory ovlivňující senzorické vlastnosti piva. In: *Kvasný průmysl*, roč. 43, 1997, č. 7/8, s. 169-172.

ČEJKA, P. - KELLER. V. 2000. Hotové pivo. In: *Techonologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS. 2000, ISBN 80-902658-6-3.

ČEPIČKA, J. – HUONG, N. 1993. Hodnocení žízu piva a jeho vliv na senzorickou jakost. In: *Kvasný průmysl*, roč. 39, 1993, č. 11, s. 330-332.

ČEPIČKA, J. – KUBIČEK, J. 2000. Chmel' a chmel'ové výrobky. In. *Techonologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS. 2000, ISBN 80-902658-6-3.

FAMĚRA, A. 2000. Kvašení a dokvašování piva. In. *Techonologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS. 2000, ISBN 80-902658-6-3.

FRANČAKOVÁ, H. – HOTH, Ž. 2005. *Sladovníctvo a pivovarníctvo*. Nitra: SPU. 2005, ISBN 80-8069-544-X.

HLAVÁČEK, F. – LHOTSKÝ, A. 1972. *Pivovarství*. Praha: SNTL, 1971, s. 472.

HORČIN, V. 2002. *Senzorické hodnotenie potravín*. Nitra: VES SPU. 2002, ISBN 80-8069-112-6.

JACKSON, M. 1994. *Encyklopedie piva*. 1vyd. Praha: Volvox Globator. 1994, ISBN 80-85769-37-9.

JANOUSEK, J – BASAŘOVÁ, G. 1997. Karbonyly – komponenty staré chuti piva. In: *Kvasný průmysl*. roč. 43, 1997, č. 10, s. 11.

KOSAŽ, K. – PROCHÁDZKA, S. 2003. *Techologie výroby sladu a piva*. 2. vyd. Praha: VÚSP. 2003, ISBN 80-902658-6-3.

KRATOCHVÍLE, A. 2000. Plnění piva do lahví a plechovek . In. *Techonologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS. 2000, ISBN 80-902658-6-3.

MUCHOVÁ, Z. a i. 2001. *Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu*. Nitra: VES SPU, 2001, ISBN 80-7137-886-0.

NARZIŠ, L. 1995. Ovlivnění chuti piva surovinami a technologickými faktory. Zdroj: *Brauwelt*, 1994. Roč.136, č.43, s.2286. In: *Kvasný průmysl*, roč. 42, 1996, č. 3, s. 16-17.

NEUMAN, R. – MOLNÁR, P. – ARNOLD, S. 1990. *Senzorické skúmanie potravín*. Alfa Bratislava, 1990.

- PELIKÁN, M a i. 1996. *Technologie kvasného průmyslu*. Brno: e.s. MZ a LU. 1996.
- POKORNÝ, j. – VALENTOVÁ, H. – PANOVSKÁ, Z. : *Senzorická analýza potravin*. 1. Vyd. Praha: VŠCHT, 1998, s. 95, ISBN 80-7080-329-0.
- PROCHÁDZKA, S. 2000. Filtrace piva. In. *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS. 2000, ISBN 80-902658-6-3.
- PROKEŠ, J. 2000. Máčení jačmene. In. *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS. 2000, ISBN 80-902658-6-3.
- SROGL, J. 2000. Varní voda. In. *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS. 2000, ISBN 80-902658-6-3.
- ŠAVEL, J. – BROŽ, A. 2005. Stanovení vlastnosti piva významných pro spotřebitele. In: *Kvasný průmysl*, roč. 51, 2005, č. 9, s. 290-291.
- ŠMOGROVIČOVÁ, D – SELECKÝ, R. 2005. Strata antioxidačnej aktivity piva pri skladovaní. In: *Kvasný průmysl*. roč. 51, 2005, č. 9, s. 291.
- ŤOPKA, P. 2000. Chmelovar. In. *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS. 2000, ISBN 80-902658-6-3.
- VANDENBUSSCHE, J. – MOJDL, L. 2001. Kontrola oxidace v moderním pivovaru. In: *Kvasný průmysl*, roč. 47, 2001, č. 4, s. 101-104.
- VELÍŠEK, J. – KALINOVÁ, L. 1995. Moderní metody hodnocení sensorické hořkosti piva. In: *Kvasný průmysl*, roč. 41, 1995, č. 8.