

Organoleptické vlastnosti piva z hlediska degustátorů a běžných konzumentů, změny při stárnutí

Jana Stehlíková

Diplomová práce
2006

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství a chemie
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana STEHLÍKOVÁ**
Studijní program: **M 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a hygiena výživy**

Téma práce: **Organoleptické vlastnosti piva z hlediska degustátorů a běžných konzumentů a změny při stárnutí**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování rešerže.
2. Historie pivovarnictví.
3. Popis jednotlivých vlastností piva – vůně, plnost, říz, hořkost.
4. Popis cizích chutí a vůní do tříd.
5. Hodnocení psychologických aspektů sensorické analýzy piva a faktorů v pivu s pozitivním vlivem na zdraví člověka.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tiskárenská**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

Datum zadání diplomové práce:

10. října 2005

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2006

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Historie pivovarnictví. Popis jednotlivých vlastností piva - vůně, plnost, říz, hořkost. Popis cizích chutí a vůní do tříd. Hodnocení psychologických aspektů sensorické analýzy piva a faktorů v pivu s pozitivním vlivem na zdraví člověka. Sledovat popsané faktory u 6 stáček 11% piva a statistické vyhodnocení. Spolupracovat s profesionálními pracovníky pivovaru Litovel, a. s.

Klíčová slova: pivo, sensorická analýza, chemická analýza, historie pivovarnictví

ABSTRACT

Brewing industry history. Description single quality beer - smell, fullness, vigour, bitterness. Description foreign tastes and smells to the classes. Classification psychological aspects sensorial beer analysis and factors in beer with positive incidence to the human health. Watching circumscribed factors near 6 taps of 11% beer and statistical evaluation. Cooperating with professional workers in brewery Litovel, a. s.

Keywords: beer, sensorial analysis, chemistry analysis, brewing industry history

Ráda bych poděkovala vedoucímu své diplomové práce prof. ing. Ignáci Hozovi za jeho pomoc, dobré rady a připomínky během tvorby této práce. Dále bych ráda poděkovala pracovníkům pivovaru Litovel a. s. za jejich ochotu a pomoc.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 HISTORIE PIVOVARNICTVÍ	10
1.1 HISTORIE PIVOVARU LITOVEL	20
2 SLADAŘSTVÍ	22
2.1 SLADOVNICKÉ A PIVOVARSKÉ SUROVINY	22
2.1.1 Sladovnický ječmen	22
2.1.2 Voda	25
2.1.3 Chmel a chmelové výrobky	27
2.1.4 Náhražky sladu (surogáty)	31
2.2 VÝROBA SLADU	32
2.2.1 Příjem, čištění, třídění a skladování ječmene.....	33
2.2.2 Máčení ječmene	35
2.2.3 Klíčení ječmene.....	36
2.2.4 Hvozďení	38
3 PIVOVARSTVÍ	43
3.1 VÝROBA MLADINY	44
3.2 KVAŠENÍ MLADINY A DOKVAŠOVÁNÍ MLADÉHO PIVA.....	51
3.3 SORTIMENT PIVA	57
3.4 VADY A NEMOCI PIVA.....	60
4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PIVA	61
4.1 POZITIVNÍ A NEUTRÁLNÍ SLOŽKY V PIVU	61
4.2 NEGATIVNÍ SLOŽKY PIVA	63
II PRAKTICKÁ ČÁST	66
5 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	67
6 PIVOVARSKO – SLADAŘSKÁ ANALYTIKA	68
6.1 STANOVENÍ ZDÁNLIVÉHO A SKUTEČNÉHO EXTRAKTU, ALKOHOLU A PŮVODNÍHO EXTRAKTU MLADINY.....	68
6.2 MĚŘENÍ PH.....	69
6.3 STANOVENÍ BARVY	70
6.4 STANOVENÍ ZDÁNLIVÉHO A DOSAŽITELNÉHO STUPNĚ PROKVAŠENÍ	70
6.5 POLYFENOLY.....	71
6.5.1 Stanovení celkových polyfenolů podle EBC	72
6.6 HOŘKÉ LÁTKY	72
6.6.1 Stanovení jednotek hořkosti podle EBC	72
6.7 TRVANLIVOST PIVA	72
6.7.1 Koloidní (fyzikálně chemická) trvanlivost	73

6.8	STANOVENÍ VICINÁLNÍCH DIKETONŮ.....	73
6.8.1	Stanovení diacetylu a ostatních vicinálních diketonů v pivu spektrofotometricky	74
7	SENZORICKÁ ANALÝZA V PIVOVARNICTVÍ.....	75
7.1	OBECNÝ ÚVOD	75
7.2	VLASTNÍ ANALÝZA.....	76
7.2.1	Technické podmínky degustace	76
7.2.2	Výběr degustátorů	76
7.2.3	Vzorky	79
7.2.4	Degustační sousto.....	80
7.2.5	Degustační sklenice.....	80
7.2.6	Množství a teplota vzorku	80
7.3	SENZORICKÉ TESTY POUŽÍVANÉ V PIVOVARNICTVÍ	81
7.3.1	Metody sensorické analýzy.....	81
7.3.2	Senzorické testy používané v pivovarství.....	82
7.4	SENZORICKÉ VLASTNOSTI PIVA	86
8	VÝSLEDKY A DISKUZE	89
8.1	VÝSLEDKY CHEMICKÉ ANALÝZY	89
8.2	VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY.....	91
8.2.1	Výsledky hodnocení v jednotlivých kategoriích.....	92
8.2.2	Vyhodnocení rozdílů v hodnocení mezi laickými a odbornými degustátory	96
	ZÁVĚR.....	102
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	104
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	107
	SEZNAM OBRÁZKŮ	108
	SEZNAM TABULEK.....	110
	SEZNAM PŘÍLOH.....	111

ÚVOD

Pivo je pěnivý nápoj vyrobený zkvašením mladiny, připravené ze sladu, vody a chmele nebo chmelových produktů, který vedle kvasným procesem vzniklého alkoholu (ethylalkoholu) a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprokvašeného extraktu. Tento nápoj je pro člověka důležitou pochutinou i potravinou a má tedy své místo ve výživě a ve zdraví člověka. Významnou vlastností extraktivních látek piva, zejména bílkovin a sacharidů, je jejich vysoká stravitelnost (až 95 %). [1]

Pro svou výživnou hodnotu je pivo také významnou potravinou. Energetická hodnota piva je neobyčejně vysoká. Obsahuje i celou řadu k výživě člověka potřebných látek, jako jsou bílkoviny, dusíkaté látky, některé fosforečnany a vitamíny skupiny B. Je však nutno podotknout, že pivo, pro jeho vedlejší účinky, není možno zařadit do běžné denní spotřeby potravin. [2]

Výroba piva byla známá již ve starověku, patří mezi nejstarší kvasné technologie. U nás se její počátky datují přibližně od 15. století. Pivovarnictví má tedy v Čechách dlouholetou tradici. Od ní se také odvíjí úspěch českých piv na tuzemských i zahraničních trzích. [3]

Senzorická stabilita je považována za jeden z nejdůležitějších faktorů určujících kvalitu piva. V současné době se stává zachování dobrých sensorických vlastností piva po celou jeho záruční dobu výzvou pivovarským odborníkům celého světa. V posledních asi 20-ti letech bylo na tomto poli získáno mnoho poznatků jak teoretických, tak praktických, které dávají směr technologickým zásadám při výrobě sensoricky stabilních piv. Tyto poznatky jsou formulovány v odborné pivovarské literatuře. Avšak ani sebelepší systém výroby a kontroly nedokáže jednoznačně zaručit, že finální výrobek bude mít dobrou sensorickou stabilitu. V této práci jsou sledovány sensorické změny, které probíhají během stárnutí piva. Sensorické změny byly sledovány pomocí chemické a sensorické analýzy u šesti vzorků. Stárnutí piva probíhalo přirozeným způsobem, tj. uskladněním při 20 °C. Cílem této diplomové práce bylo sledování vlivu času během stárnutí piva na celkovou sensorickou a chemickou stabilitu sledovaných vzorků piva. [4]

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE PIVOVARNICTVÍ

Pivo je slabě alkoholický nápoj vyráběný z obilného sladu, vody a chmele pomocí pivovarských kvasinek. Princip přípravy je po staletí stejný, ale postupně se významně zdokonalovaly jednotlivé technologické kroky a zařízení. Primitivní přípravu piva v každé domácnosti 12. století vystřídala řemeslná výroba. V polovině 19. století nastala průmyslová výroba v tzv. strojních sladovnách a pivovarech. Po 2. světové válce se procesy dále mechanizovaly a automatizovaly a od 90. let 20. století se výroba sladu a piva koncentrovala do velkopřůmyslových celků řízených moderní, vesměs výpočetní technikou.

Za kolébku vzniku piva se obecně považuje Mezopotámie, oblast tzv. úrodného půlměsíce mezi řekami Eufratem a Tygridem. Již v 7. tisíciletí před n. l. se zde pěstovalo obilí a Sumerové, Akkadové, Babyloňané a Asyřané z něho připravovali kvašené nápoje, což byl jakýsi druh piva Sumery nazývaný kaš, Babyloňany šikaru.

Archeologické nálezy na území dnešní České republiky prokazují, že i naši prapředkové připravovali kvašené nápoje z obilí. K dispozici máme podrobnější údaje o přípravě piva keltskými Boji, kteří na našem území sídlili asi od roku 388 před n. l. do roku 48 n. l., germánskými kmeny Markomanů, Kvádů aj. asi od roku 12 před n. l. a Slovy bájného prarodce Čecha, kteří přišli na naše území mezi lety 278 až 664 n. l. a trvale se zde usadili. Poznámky o přípravě piva těmito kmeny si můžeme přečíst i ve významném díle Františka Palackého (1798 – 1876) „Dějiny národu českého“.

První zpráva o přípravě piva u nás se váže k Břevnovskému klášteru. Při jeho vysvěcení v roce 993 českým biskupem Vojtěchem měl tento pozdější světec údajně mnichům zakázat vařit pivo, protože se přípravě a pití piva věnovali více než svým „ovečkám“. [5]

Nejstarším dokladem o pěstování chmele je nadační listina knížete Břetislava I. (1034 – 1055), ve které přidělil kapitule ve Staré Boleslavi desátek z chmele pěstovaného na dvořech v Žatci a Mladé Boleslavi.

Prvým dokladem souvisejícím přímo s výrobou piva je nadační listina prvního českého krále Vratislava II. (1061 – 1092) pro vyšehradskou kapitulou z roku 1088, ve které mimo ostatní dary a privilegia panovník přidelil kapitule desátek chmele na vaření piva. Listina se zachovala v předpisech z 12. a 13. století. Důkaz, že pivo vařili i lidé v podhradí, najdeme též v nadační listině krále Soběslava I. (1125 – 1140) z roku 1130, ve které se jim přikazuje platit vyšehradské kapitule desátek z přípravy piva. [5]

V těchto starých dobách pivo vařily velmi primitivním postupem ženy v každé domácnosti. Mělo význam sytící, protože nesloužilo jenom jako nápoj, ale připravovaly se z něj různé pokrmy jako polévky, kaše a omáčky. Chuť a odlišnost středověkých piv ovlivňovala skutečnost, že vlastní kvašení bylo spontánní tj. bylo výsledkem činnosti kvasinkovitých mikroorganismů vyskytujících se v přirozeném prostředí v daném čase v místě výroby.

Středověké pivovarství je také spojeno s mnohými pověrami. Při výrobě docházelo k mnohým tehdy nevysvětlitelným změnám. Původně hustá směs surovin na začátku výroby postupně řídla, byla pak příjemná při požívání a dokonce opojná. Proto se výroba piva spojovala s náboženskými a také tajuplnými vlivy. Za smutné období středověkého pivovarství v Evropě můžeme označit 15. a 16. století, kdy k ochucení piva se používaly různé byliny, z nichž některé (např. blín) měly halucinogenní účinky. Extáze, které pak takový nápoj vyvolával pak v některých případech vyvrcholily k obviňování některých osob z uhrnutí piva při výrobě, což vedlo až do konce 16. století i k upalování čarodějnic. [6]

Rozvoj řemeslné výroby piva nastal od 13. století se zakládáním nových královských měst, která dostávala od panovníka řadu privilegií. Pro rozvoj pivovarství bylo důležité přidělení práva várečného (nebylo nikdy oficiálně zrušeno) a práva mílového (zrušeno v roce 1788). Později tato práva získala i poddanská města od příslušné šlechty. [5]

Právo várečné, tzn. právo vařit pivo, se přidělovalo nikoli osobám, ale domům na území města. Právo mílové zajišťovalo monopol na výrobu a prodej v jednotlivých městech, pro-

tože zakazovalo dovážet a prodávat pivo z jiných měst a statků do vzdálenosti jedné míle (7 – 12 km) od daného města. [7]

Měšťané považovali právo várečné za svoji výsadu a začali zakazovat šlechtě a kléru vyrábět pivo v jejich domech ve městě. To vedlo k vleklým sporům v letech 1484 – 1517, které byly ukončeny tzv. Svatováclavskou smlouvou, podle které mohli začít šlechtici vařit pivo zatím pouze pro svoji potřebu, posléze došlo k uvolnění a mohli ho i prodávat a dovážet ze svých statků. Tyto změny byly zakotveny v tzv. propinačním právu, které omezovalo i výstavbu nových pivovarů (pouze za úplatu) až do roku 1869, kdy došlo k jeho zrušení.

Připravovat slad na várky, vařit pivo a prodávat je mohl každý dům. Ve městě však bylo málo domů, které měly plné vybavení na výrobu sladu i piva. Začaly se rozdělovat na právovárečné, které měly pivovar, a nákladnické, kterým příslušelo rovněž právo várečné, ale měly zařízení jen na výrobu sladu a pánev na vaření piva si půjčovaly, a domy ostatní, které právo várečné neměly. Výroba sladu byla považována za řemeslo, a proto nákladnické domy nesměly jiné řemeslo provozovat. Příprava piva naopak nebyla považována za řemeslo, ale za obchod, což dávalo právovárečným domům možnost provozovat další řemeslo. Tato situace byla zdrojem svárů mezi nákladnickými a právovárečnými domy. Proto řemeslnické cechy nejdříve zakládali sladovníci z nákladnických domů, ale záhy se k nim přidružili i právovárečníci. [5]

Původní rozhodnutí, že jen výroba sladu je řemeslem, se promítá až do dnešních dnů: vedoucí výroby v pivovaru se nazývá sládek, nikoli pivovarník. Jakmile se pivo stalo výhodným obchodním artiklem, ujali se jeho výroby i prodeje muži a ženy vykonávaly jen pomocné práce.

Sladovnické cechy měly u nás velký význam pro rozvoj pivovarství a kvalitu piva. Určovaly, kolik piva a z jakého množství sladu smí jeden dům vyrobit, kontrolovaly jeho kvalitu a na rozdíl od okolních zemí dohlížely i na to, aby pivo vařil jen ten, kdo se v tomto

oboru řádně vyučil. Proto byla česká piva již ve středověku velmi kvalitní a v hojné míře se vyvážela do okolních zemí i na dvory jiných panovníků. [5]

Sladovnické cechy měly vypracované své řády, měly specifické znaky, insignie, tzv. ferule, k pasování sládků a podsládků. Kontrolovaly i morální vlastnosti svých členů, a pokud se nějak prohřešili, byli z cechu vyloučeni. Za patrona si čeští sladovníci zvolili sv. Václava (údajně jim to potvrdil sám císař Karel IV. V roce 1357). U zahraničních sladovnických cechů to byl král Gambrinus, který měl podle báje vynalézt pivo. Ve skutečnosti se jedná o zkomolené jméno předsedy bruselského sladovnického cechu z druhé poloviny 13. století vévody Jana I. Primuse, který je často zobrazován sedící na sudu s nádobou pěního piva v ruce. [6]

Ve 14. až 15. století zbohatlí měšťané sdružovali své finanční prostředky, zakládali společné měšťanské pivovary a najímali si na hrubší práci pracovníky. Ve městech vznikla nová skupina obyvatelstva, tzv. pivovarská chasa. Ke konci středověku a kolem poloviny 16. století se rozvíjela výroba piva ve šlechtických pivovarech, stabilně se udržovala či rozšiřovala v klášterních pivovarech, které méně podléhaly vlivům politických a hospodářských změn. Sláva městského řemeslného pivovarství začala klesat po roce 1547, kdy se řada měst vzbouřila proti nadvládě Habsburků a posléze jim byl konfiskován majetek, zanikla po třicetileté válce a hlavně po bitvě na Bílé hoře v roce 1620. [5]

Na pivo, které bylo výnosným zbožím, byly záhy uvalovány různé poplatky. Obvykle když byla státní pokladna prázdná a panovník či šlechta potřebovali peníze na věno svých dcer a na války nebo se poplatky určovaly jako trest za vzpoury proti vladařům. Tyto jakési daně měly různé názvy. Nejdříve to byly desátky, dále povárné z každé várky piva, posudné z každého sudu vyrobeného piva, nazývaly se také berně, akcis apod. Pravidelně se začaly platit poplatky z výroby piva od roku 1546. Od roku 1852 s vynalezením sacharometru pro měření koncentrace extraktu tzv. sladkosti se daně platily již nejen podle množství, ale i podle „sladkosti“. Důkladnost českých finančníků konat vše s dokonalou odbornou znalostí dokumentuje při přípravě nového finančního zákona v roce 1883 i založení školy c. k. potravní daně, kterou absolvovali berní úředníci, aby poznali podmínky výroby

piva (lihu a cukru), i sládkové (pracovníci lihovarů a cukrovarů), aby se seznámili se způsobem kontroly a výpočtu daní.

Popis výroby pív, převážně svrchně kvašených z pšeničného sladu, která u nás převažovala do poloviny 19. století, publikoval prof. Pražské univerzity, přírodovědec, geodet, astronom a osobní lékař císaře Rudolfa II. Tadeáš Hájek z Hájku (Thadeo Hagecio ab Hayck) (1525 – 1600) v 16. Století ve své knize: *De cerevisiae eiusque conficiendi, ratione natura, viribus & facultatibus, opusculum* (O pivě, jeho výrobě, povaze, silách a vlastnostech). Kniha vyšla v roce 1585 a je to zřejmě první pivovarská technologie na světě. Kromě svrchně kvašených pív z pšeničného sladu, která se nazývala bílá nebo masitá a vařila se po celý rok, byla připravována i piva z ječného sladu spodně kvašená, tzv. marcovní, připravovaná v chladných obdobích roku, dále různá místní speciální piva nazývaná salvátor, smaec, kozel, ale i nekvalitní piva z odpadů, která dostávala pivovarská chasa, a tzv. medicínská piva ochucovaná různými bylinami, kterým se připisovaly léčivé účinky (v 18. Století u nás vymizela. [5]

O velkou reformu výroby sladu a piva, která byla prvním krokem v rozvoji typických vlastností současných českých pív, se zasloužil v 18. století legendární český sládek František Ondřej Poupě (1753 – 1805). Získal vědomosti studiem odborných knih a praxí v mnoha pivovarech. Navrhl řadu nových zařízení pro výrobu sladu a piva, přesvědčoval sládky, aby používali výhradně ječný slad, upravil dávkování chmele, kterým se zlepšila (tj. omezila) původně poměrně tmavá barva světlých pív aj. Svě odborné poznatky publikoval v knihách, např. „Die Kunst des Bierbrauens...“ z roku 1794 nebo „Počátkové základného naučení o vaření piwa“ z roku 1801. Na sklonku života založil v Brně pivovarskou školu, která byla zřejmě první svého druhu v Evropě a absolvovala ji řada nejen českých sládků, ale i pivovarníků ze zahraničí. [7]

Významným mezníkem v českém pivovarství bylo založení Měšťanského pivovaru v Plzni (dnešního Prazdroje) v roce 1842, který vyráběl výhradně spodně kvašená piva. Pivo mělo velmi dobrou kvalitu a během krátké doby všechny pivovary v Čechách a na Moravě za-

vedly tuto technologii výroby. Poslední várku svrchně kvašeného piva uvařil v roce 1848 pivovar v Krupce.

V polovině 19. století nastal tzv. zlatý věk českého pivovarství, které silně ovlivnilo vývoj tohoto oboru na celém světě. Je to období zahájení průmyslové výroby sladu a piva. Vynikající rozvoj českého pivovarství a kvalita jeho výrobků byla podpořena třemi základními faktory: optimálními podmínkami pro pěstování surovin sladovnického ječmene a chmele, orientací rozvíjejícího se strojírenského průmyslu na výrobu sladařských a pivovarských zařízení (vyvážela se záhy do 400 zemí) a zajištěním jak vysokoškolské, tak středoškolské výuky pivovarských odborníků.

V té době se uvolnila možnost výstavby pivovarů a v Čechách vzniklo okolo 30 nových měšťanských (např. r. 1860 v Jihlavě, r. 1874 v Náchodě), akciových (např. r. 1869 První plzeňský akciový pivovar, dnešní Gambrinus, r. 1871 Akcionářský pivovar na Smíchově, dnešní Staropramen, r. 1872 První brněnský akciový pivovar, dnešní Starobrno, r. 1895 Český akcionářský pivovar v Budějovicích, dnešní Budvar), společenských (např. r. 1890 Hostinský pivovar v Braníku) a soukromých pivovarů (např. r. 1874 Pivovar barona Ringhoffera ve Velkých Popovicích, r. 1879 Pivovar v Karlových Varech). Rozšiřovala a modernizovala se výroba v šlechtických pivovarech. Postupně se zvyšovala celková výroba piva koncentrovaná do větších pivovarů, malé pivovary zanikaly. Pivo se vyváželo prakticky do celého světa.

V polovině 19. století se omezil vývoz sladovnického ječmene, byla postavena řada obchodních sladoven – především na Moravě – a rozšířil se export sladu.

Období od konce 19. století lze považovat za ukončení základních vlastností českého typu piva. Zaváděla se filtrace piva, používání čistých kultur pivovarských kvasinek, pivo se začalo stáčet i do lahví a uplatnila se řada dalších modernizačních prvků. [5]

V roce 1818 byla zahájena samostatná výuka pivovarství na pražské technice, která byla nejstarší technickou školou v Evropě, byla založena v roce 1707. Na pražské technice působila a vyučovala pivovarství řada mezinárodně uznávaných osobností, z nichž jmenuji alespoň prof. Karla Napoleona Ballinga (1805 – 1868). Tento vědec a pedagog světového formátu odvodil atenuační zákony probíhající při kvašení a vzorec pro výpočet původní koncentrace mladiny z hodnot alkoholu a extraktu příslušného piva (tzv. stupňovitost piva). Pokračovatelem prof. Ballinga je dnešní Ústav kvasné chemie a bioinženýrství Vysoké školy chemicko-technologické v Praze.

V roce 1868 byla založena v Praze dvouletá sladovnická škola, v roce 1910 vyšší sladovnická čtyřletá škola, tím byla zajištěna příprava středních technických kádrů. Pokračovatelem sladovnické školy je dnešní Střední průmyslová škola potravinářské technologie v Praze.

Z podnětu prof. Bělohoubka z pražské techniky byl v roce 1887 založen v Praze Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, kdy Praha vyhrála v boji o tuto instituci nad zájmem Vídně. [5]

V Brně na technice (vznikla v roce 1899) byl v roce 1920 založen samostatný ústav s názvem Státní výzkumný ústav kvasného průmyslu, jehož základní činností byla kontrola jakosti ječmene a sladu pro obchodní organizace, v roce 1951 byl přičleněn k Výzkumnému ústavu pivovarskému v Praze. [6]

V roce 1873 byl založen největší pivovarský spolek „Spolek pro průmysl pivovarnictví v Království českém“, jehož pokračovatelem je dnešní Český svaz pivovarů a sladoven.

Čeští sladaři a pivovarníci měli k dispozici i odborné časopisy. V roce 1873 byl založen časopis Kvas, jeho pokračovatelem je v současnosti časopis Kvasný průmysl. V letech 1883 až 1918 vycházel odborný časopis Pivovarské listy. [5]

Další vývoj pivovarů a sladoven kolísal pod vlivem politické a hospodářské situace v zemi. K největšímu zhoršení celkového stavu sladoven a pivovarů a přerušení vývoje došlo za obou světových válek.

V roce 1918 nová Československá republika převzala z bývalé habsburské monarchie asi 60 % výrobního potenciálu pivovarů, celkem 562 pivovarů bylo v poměrně špatném stavu. Konsolidace, obnovení exportu a zlepšení podmínek výroby sladu a piva docílilo až po letech hospodářské krize (1921 – 1923). [5]

Katastrofu českému pivovarství jako veškerému světovému vývoji přinesla druhá světová válka. Zabráním pohraničních oblastí tzv. Sudet nacistickým Německem a vyhnáním českého obyvatelstva v roce 1938 přišel český pivovarský průmysl o více než 60 % ploch chmelnic a okolo 30 % veškeré osevní plochy sladovnického ječmene. Slibný rozvoj chmelařského výzkumu a šlechtitelství ve výzkumné stanici v Žatci, který museli čeští pracovníci opustit, se zastavil. Stanice byla narychlo evakuována do Rakovníka. Za 2. světové války byl provoz v řadě sladoven a pivovarů zastaven vzhledem k nedostatku surovin a energie, mnohé byly poškozeny nevhodným využíváním a bombardováním. Byly uzavřeny vysoké i odborné školy, čímž se na pět let přerušila kontinuita výchovy a vzdělávání pivovarských odborníků. [7]

Po 2. světové válce řada uzavřených pivovarů již neobnovila svoji činnost. Pivovarský a sladařský průmysl byl postupně v celé Československé republice zestátněn a centrálně řízen. V době komunistického režimu nebyly do pivovarů a sladoven vkládány potřebné finanční prostředky na modernizaci. Prostředky vydělané pivovarským oborem se investovaly jinde, zejména do těžkého průmyslu, a řada pivovarů pracovala na zařízeních ještě „z doby císaře pána“. Pouze velké exportní pivovary dostávaly určitý příděl financí na modernizaci. Přesto pivovarský obor zajistil na domácím trhu dostatek piva a byl schopný vyvážet pivo a slad nejen do socialistických zemí, ale i na náročný trh kapitalistických oblastí světa. [5]

Po válce byly na území České republiky postaveny pouze 2 pivovary: Radegast a Most. Druhý jmenovaný byl v roce 1998 uzavřen. Sladoven bylo postaveno 5. Na Slovensku bylo postaveno v období socialistického Československa 8 pivovarů.

Po sametové revoluci v roce 1989 nastala privatizace pivovarů, mnohé zanikly, do některých vstoupil zahraniční kapitál. Sladovny a pivovary, které překonaly prvotní potíže a účelně investovaly vydělané prostředky, velmi rychle dohonily úroveň modernizace, které bylo zatím dosaženo v předních zahraničních pivovarských koncernech.

V roce 2003 bylo v České republice 36 sladoven, které vyrobily 483 693 tun sladu. Z toho vývoz činil 213 324 tun (44,10 %). Činných pivovarů bylo 54, vyrobily 18 548 314 hl piva, z toho bylo vyvezeno 2 129 848 hl (11,48 %), roční spotřeba na jednoho obyvatele činila 160,91 l piva.

Výborná kvalita českých piv vedla u zahraničních výrobců ke snaze o jejich napodobení, ale i ke zneužívání značek našich piv minimálně od konce 19. století. Značka Pilsner Urquell, kterou registroval Měšťanský pivovar v Plzni (Prazdroj), nebyla nikdy zneužita či zpochybňována. V řadě zemí se však používalo a používá označení Pils, Pilsner, Pilsener pro světlá výrazněji chmelová piva. Současní právníci to považují za zneužití místa původu a soudně se domáhají zrušení takových značek. [5]

Daleko složitější a vleklé spory se vedou s americkým koncernem o značku Budweiser. Tato značka, kterou dnes vlastní Budějovický Budvar, n. p., je odvozena od německého názvu města Budějovice, které bylo založeno ve 14. století, tedy o 200 let dříve, než Kolumbus objevil Ameriku. Historie zneužití adopce české značky Budweiser v SA souvisí s podnikáním německých přistěhovalců v této zemi, kteří znali výbornou kvalitu českých piv ze svých pobytů v Mariánských lázních, ale i díky exportu do USA (Budweiser od roku 1872). E. Anheuser, původně výrobce mýdla, získal se svým zetěm Buschem v roce 1857 v St. Luis pivovar a na doporučení přítele, výrobce nápojů C. Conrada, začal v roce 1876 vyrábět pivo s označením Budweiser, které si nechal v roce 1907 v Americe registrovat. Tím začaly spory původně s oběma budějovickými pivovary, od roku 1967

s Budějovickým Budvarem, n. p., výhradním majitelem značky Budweiser. V USA jsou zneužívány od konce 19. století i pivní značky dalších českých pivovarů, např. Michelob podle pivovarů v Měcholupech u Žatce či Libotschaner podle pivovaru v Libočanech ze stejné oblasti. [5]

Dlouholetou tradici mají na našem území typické hospody, pivnice a další restaurační zařízení. První údaje o krčmách jsou z 9. století n. l., nacházely se na silnici z Žitavy do Čech a měly charakter zájezdních hostinců. Počet krčem a šenkovních domů se neúměrně rozrostl ve 14. století. V 15. a 16. století byla zakládána různá společenstva a bratrstva pijáků piva jako „Bratrstvo staré sekery“. Z roku 1518 pocházejí „Frantova práva“, regule, podle kterých se řídili příslušníci mezinárodně rozšířených „Frantových cechů“. V hospodě u sv. Tomáše v Praze měla na přelomu 19. a 20. století sídlo známá společnost umělců Mahábhárata. V každém městě se nacházejí hospůdky, kde se dříve scházeli lidé z okolí po práci k večernímu posezení. V dnešním stylu života se konzumace piva z velké části přesunula k televizorům v domácnostech a v známých pivnicích a hospodách převažují zahraniční turisté.

Velký vývoj zaznamenal i transport piva k odběrateli, způsob čepování a nádoby, ze kterých se pije. Původně se pivo vozilo do hospod nefiltrované v dřevěných sudech. Zde ve sklepě ještě dokvašovalo a pak se rozlévalo do hliněných džbánek, tzv. smolniček, později do cínových či měděných korbek. V 19. století měli stálí hosté ve svých hospůdkách krásně zdobené kameninové korbele. [5]

Na přelomu 20. století se začalo u nás stáčet pivo nejen do sudů, ale i do lahví a v restauracích se objevují sklenice, hlavně půllitrové, ze kterých se pilo točené pivo. [7]

V 50. letech 20. století se transportní dřevěné sudy začaly nahrazovat kovovými hliníkovými nebo nerezovými. Měly klasický tvar dřevěných sudů. Od 70. let 20. století se postupně vyměňovaly tyto sudy za nerezové, tzv. KEG sudy, ve tvaru mléčných konví s jedním otvorem, které jsou výhodnější pro přepravu, mytí a sterilaci. Velký vývoj prodě-

laly i tzv. výčepní stolice v restauračních zařízeních. Cílem úprav bylo točit pivo bez ztráty oxidu uhličitého a bez provzdušnění, to obojí je důležité pro zachování řízu a pěnivosti piva.

Také láhve na pivo prodělávaly a prodělávají změny tvaru, barva zůstává zelená či hnědá. V polovině 20. století se začalo pivo stáčet i do plechovek a v současné době se v zahraničí používají i lahve z umělé hmoty, které však přes všechny úpravy nezajistí absolutní nepropustnost pro plyny jako sklo.

Pivo je po staletí oblíbeným nápojem obyvatel našeho státu, a není proto divu, že se stalo námětem řady národních i zlidovělých písniček, pořekadel, básní, o pivě se zpívá i v operách. Také mistři štětce, karikaturisté, řezbáři, mědikovci a další múzami políbení tvůrci nacházeli zalíbení v pivovarských motivech. [5]

1.1 Historie pivovaru Litovel

V Litovli se pivo vařilo už od středověku. Nejprve v **měšťanském pivovaru** - ten byl založen právovárečným měšťanstvem roku 1291. Měšťanstvo ho vlastnilo až do jeho zániku v roce 1910. Až do té doby byl uváděn dvojjazyčný název majitele: Právovárečné měšťanstvo v Litovli – Brauberechtige Burgerschaft in Littau.

Akciový pivovar byl založen roku 1892 a pivo se zde začalo vařit v roce 1893. Pivovar založila a vlastnila akciová společnost nazvaná Rolnický akciový pivovar v Litovli.

Adresář rok 1924 – Rolnický akciový pivovar se sladovnou, založen 1893,

sládek – inž. Boh. Franc, výstav 150hl.

Adresář rok 1948 – Rolnický akciový pivovar se sladovnou v Litovli.

protokolovaný majitel akciová společnost.[8]

Vyhláškou ministryně výživy ze dne 3.7.1948 byl se zpětnou platností od 1.1.1948 znárodněn „Rolnický a akciový pivovar se sladovnou v Litovli,“.

Pivovar v Litovli byl v roce 1948 zařazen do národního podniku Severomoravské pivovary.

Od roku 1949 byl součástí podniku Hanácké pivovary, národní podnik, Přerov.

V roce 1953 byl zřízen nový národní podnik nazvaný Severomoravské pivovary, národní podnik Litovel, který sdružoval pivovary v Litovli a Hanušovicích.

V roce 1955 byly obnoveny Hanácké pivovary, národní podnik Přerov, do něhož byly zařazeny pivovary v Přerově, Litovli a Hanušovicích.

V roce 1960 byly založeny Severomoravské pivovary, národní podnik Přerov, a do tohoto národního podniku byl zařazen i pivovar v Litovli.

V roce 1991 byl pivovar v Litovli zařazen do akciové společnosti Moravskoslezské pivovary se sídlem v Přerově.

V roce 1996 vznikla samostatná akciová společnost Pivovar Litovel,a.s., která je dceřinou společností holdingu Moravskoslezské pivovary Přerov,a.s. [8]

2 SLADAŘSTVÍ

Sladařství je potravinářské průmyslové odvětví zabývající se výrobou sladu jako hlavní suroviny pro pivovarský průmysl. Hlavními produkty jsou světlé, tmavé a speciální slady. Kromě toho se ze sladu vyrábějí sladové výtažky používané v různých potravinářských výrobcích, v textilním průmyslu a ve farmacii. V České republice má sladařství mnohaletou tradici s velkým podílem produkce určené pro exportní účely. Moderní vysokokapacitní sladovny s roční produkcí přes 50 tis. t sladu se budují odděleně od pivovarů a slad dodávají domácím i zahraničním odběratelům. Starší malé sladovny byly často součástí pivovarů, kde se vyrobený slad ihned spotřeboval. [9]

2.1 Sladovnické a pivovarské suroviny

Pro výrobu sladu jsou základními surovinami ječmen a voda, pro výrobu piva navíc chmel či chmelové výrobky, případně náhražky sladu. Teoreticky lze sladovat více druhů obilí, prakticky se však používá pouze sladovnický ječmen a v cizině v malé míře i pšenice k výrobě pšeničného sladu určeného pro výrobu pšeničných piv. V České republice se prakticky výhradně vyrábí několik druhů ječných sladů, z nichž naprosto převažuje výroba světlého sladu plzeňského typu. [9]

2.1.1 Sladovnický ječmen

Pro výrobu sladu a sladových výtažků se na našem území pěstují vybrané odrůdy jarního, dvouřadého, níčího ječmene (*Hordeum vulgare* var. *nutans*), které patří k nejkvalitnějším odrůdám na světě. Mnohé zahraniční odrůdy mají genetický základ pocházející z našich odrůd, zejména z oblasti Hané. Kromě nich se pěstují ve velké míře i krmné odrůdy, které se využívají v krmivářství a při výrobě kávových náhražek a krup. V roce 2000 se v České republice zpracovalo na slad okolo 600 tis. t ječmene. [9]

Na podkladě technologických zkoušek a hospodářských výsledků jsou u nás pěstované odrůdy jarních ječmenů řazeny do skupiny sladovnických – Akcent, Amulet, Kompakt, Krona, Olbram a další. Kromě nich se zkoušejí nové odrůdy ozimých ječmenů, odrůda Tiffany, i víceřadé ječmeny (šestiřadý ječmen – *Hordeum vulgare* var. *pallidum*) a ječmeny nesladovnické. Pěstují se pouze povolené odrůdy, jejichž sortiment se postupně obnovuje

pod ekonomickým i konkurenčním tlakem i v souladu s vývojem požadavků zpracovatelského průmyslu. Nejznámější ječmenářskou oblastí je u nás Haná.

Pro účely sladařského průmyslu se využívá ječné zrn (obilka), které se morfoloogicky skládá z obalových částí (pluch a plušek), zárodku (klíčku, embrya), z něhož při klíčení vycházejí podněty k aktivaci enzymů v celém zrn, a z endospermu, který zaujímá největší část obilky. Je hlavním zdrojem zásobních sacharidů, bílkovin a dalších složek, nutných při vytváření charakteristických vlastností sladu a následně využívaných v pivovarském procesu.

U sladovnického ječmene se posuzují nejen pěstitelské vlastnosti, tj. chemické složení a vhodnost pro výrobu sladu. Tyto vlastnosti se rozdělují na fyziologické, mechanické a fyzikálně-chemické. z fyziologických znaků je důležitá klíčivost a klíčivá energie, které udávají procentický podíl zrn schopných vyklíčit za stanovených podmínek během 3 – 5 dnů a klíčivá rychlost. Z mechanických znaků jsou nejdůležitější objemová hmotnost 1 hl volně sypaného zrna, absolutní hmotnost 1000 zrn, podíl zrn nad sítím 2,5 mm a především odrudová čistota a homogenita dodávaných partií. Důležitý je i co nejnižší podíl cizích a biologicky poškozených zrn, plesnivých zrn či zrn se zahnědlými špičkami, která mohou být původcem samovolného přepěňování piva (tzv. gushing). [9]

Při chemickém rozboru se sleduje především obsah vody, škrobu, celkových extraktivních a dusíkatých látek. Nejvíce zastoupenou skupinou látek jsou sacharidy, které tvoří 80 % hmotnosti zrna. Výrazně převažují polysacharidy, které se obvykle rozdělují na škrobové (α -glukany) a neškrobové (β -glukany) podle převažujícího typu glykosidových vazeb. Až 65 % hmotnosti zrna kvalitních sladovnických odrůd tvoří škrob. Škrob se v ječném zrn akumuluje jako rezervní polysacharid α -glukanového typu a je lokalizován v endospermální části zrna. Obdobně jako u ostatních obilovin je ječný škrob složen z amylosy, tvořící 17 – 24 % hmotnosti škrobu a z amylopektinu, který podílem 76 – 83 % výrazně převažuje. Kromě amylosy a amylopektinu obsahuje ječný škrob asi 3 % příměsí tvořených dusíkatými a minerálními složkami. Ječný škrob se v endospermu zrna nachází ve formě škrobových zrn (granulí) charakteristického tvaru. Větší granule eliptického

tvary o velikosti 10 – 40 μm představují až 90 % hmotnosti škrobu, obsahují okolo 75 % amylopetkinu a jsou snadněji enzymově štěpitelné. Menší granule sférického tvaru o velikosti 1 - 10 μm tvoří jen 10 % hmotnosti škrobu, obsahují ještě větší podíl amylopektinu, jsou částečně vázané na bílkoviny a enzymově jsou hůře štěpitelné. Každé zrnko je obaleno mikroskopickými vrstvami bílkovin, lipoproteinů a lipidů. [10]

Okolo 10 % hmotnosti ječného zrna tvoří neškrobové polysacharidy (hemicelulosa - β -glukosy, pentosany, celulosa), hlavně celulosa, hemicelulosa, pentosany a lignin. Celulosa tvoří hlavní stavební složku obalových pluch, hemicelulosa se podílí na stavbě a pevnosti buněčných stěn. Endospermální hemicelulosa jsou složeny ze 75 % z β -glukanů a 25 % pentosanů, kdežto u hemicelulos pluch je poměr opačný. Zvýšený obsah β -glukanů v ječmeni a následně ve sladu ztěžuje jeho sladařské a pivovarské zpracování sníženou přístupností škrobových zrn enzymům, zvyšováním viskozity roztoků a snížením koloidní stability piva. Nízkomolekulární sacharidy představované oligosacharidy maltosou, sacharosou a rafinosou i monosacharidy glukosou a fruktosou jsou přítomny jen v nepatrném množství. [9]

Dusíkaté látky ječmene bílkovinného i nebílkovinného charakteru jsou lokalizovány v různých částech zrna. Pro sladařské i pivovarské zpracování je jejich obsah, který je silně ovlivňován klimatickými podmínkami při růstu a zrání ječmene, optimální v rozsahu 10 – 11,5 %. V zrně jsou přítomny převážně ve formě rozdílně rozpustných frakcí albuminů, globulinů, hordeinů, glutelinů i jejich štěpů jako lepkové, rezervní a tkáňové bílkoviny. Nebílkovinné dusíkaté složky představované dusíkatými bázemi, fosfatidy a amidy tvoří jen malý podíl a jsou přítomny zejména v klíčku. Celkově dusíkaté látky ječmene výrazně ovlivňují technologii jeho zpracování na slad i pivovarskou technologii a tím i kvalitu vyrobeného piva. Z technologického hlediska dalšího zpracování jsou důležitými složkami ječmene enzymy, přítomné jak v latentní, tak v aktivní formě. Ve sladařské technologii se vyskytují enzymy všech šesti klasifikačních tříd, převažují však procesy, které katalyzují hydrolytické enzymy (amylolytické, proteolytické, cytolytické enzymy a fosfatasy). [9]

Z ostatních složek obsahuje ječmen polyfenolické látky, řadu vitaminů a minerální látky, z nichž jsou pro technologii důležité fosforečnany. Ze sladařsko-pivovarského hlediska jsou nejdůležitějšími složkami ječmene a následně i sladu sacharidy, zejména ty, které přejdou do rozpustné a zkvasitelné formy, dusíkaté látky s enzymy, polyfenolové látky, minerální látky včetně stopových prvků a vitaminy.

Ječmen ihned po sklizni není schopen klíčit a po dobu několika týdnů posklizňově fyziologicky dozrává (dormance ječmene). Během této doby dochází oxidačními procesy v zrně k odbourání přítomných inhibitorů klíčení a současně dochází k aktivaci stimulatorů klíčení. Důležitý je proto přístup kyslíku ke skladovanému zrně, které se z tohoto důvodu musí pravidelně provětrávat. Dormanci lze snížit i fyzikálně chemickými zákroky (sušení ječmene horkým vzduchem, máčení ječmene ve vodě sycené kyslíkem či obsahující chemická činidla, přidavkem kyseliny gibberelové nebo látek s –SH skupinami). Dormance ječmene je odrůdovou vlastností a je závislá i na půdních a klimatických podmínkách pěstování. U nás pěstované odrůdy sladovnických ječmenů mají vesměs krátkou dobu posklizňového dozrávání (4 – 5 týdnů). Ječmeny s dlouhou dobou posklizňového dozrávání mají většinou nízký obsah enzymů a poskytují méně kvalitní slady. [10]

2.1.2 Voda

Voda je ve sladařském a pivovarském průmyslu důležitou surovinou, neboť přímo ovlivňuje kvalitu piva a má jinak široké uplatnění a spotřebuje se jí celkově velké množství. Podle technologického postupu a vyspělosti technického zařízení se spotřebuje na výrobu 1 t sladu 10 – 15 hl vody a na 1 hl vystaveného piva se spotřebuje 12 – 15 hl vody. Jako provozní voda je jednou z hlavních surovin pro výrobu piva a nazývá se *varní voda*. Její podíl z celkové spotřeby je však poměrně malý, neboť hlavní část se spotřebuje ve sladovnách k máčení ječmene a v pivovarech k mytí a čištění, hlavně ve spilce, sklepě, stáčárnách, a dále k chlazení a v kotelnách.

Dříve byly pivovary a sladovny zásobovány téměř výhradně z vlastních zdrojů pivovarských studní. Se stoupající spotřebou a s poklesem hladiny podzemních vod však vyvstala nutnost využívat i další zdroje vod, tj. pramenité vody, povrchové vody a vody z městských vodovodních řádů. [9]

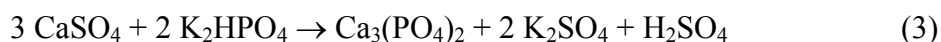
Všechny přirozené vody jsou více méně zředěnými roztoky pevných látek a plynů a povrchové navíc obsahují suspendované látky. K nejdůležitějším rozpuštěným látkám patří vápenaté a hořečnaté soli, které vytvářejí **tvrdost vody**, což je důležité kritérium posuzování kvality vody pro pivovarské účely. Rozlišuje se tvrdost stálá čili nekarbonátová a tvrdost přechodná čili karbonátová. Tvrdost stálá je tvořena vápenatými a hořečnatými solemi, které jsou stálé (sírany, chloridy, křemičitany, dusičnany aj.), kdežto tvrdost přechodná je tvořena hydrogenuhličitanými, které se varem úplně či částečně rozkládají (odtud název přechodná tvrdost):



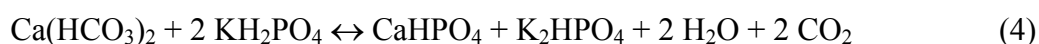
Celková tvrdost je součtem tvrdosti stálé a přechodné, vyjadřuje se v mmol/l a podle její hodnoty se v pivovarském oboru vody dělí na:

- měkké do 1,3 mmol/l
- středně tvrdé do 2,5 mmol/l
- tvrdé do 3,8 mmol/l
- velmi tvrdé nad 3,8 mmol/l

Z technologického hlediska je důležité, že některé ionty svými reakcemi s fosforečnany ječmene a sladu způsobují snížení pH, čili zvyšují kyselost rmutů, sladiny a mladiny. Takto působí především ionty vápníku a částečně i hořčiku pozitivně na činnost enzymů:



Na druhé straně hydrogenuhličitanové a uhličitanové ionty působí opačně, zvyšují pH, tudíž snižují kyselost a působí negativně na varní proces.



Pro výrobu světlých piv je vhodná měkká voda s menším podílem hořčíku a přechodné tvrdosti. Pro tmavá piva nevadí i tvrdší voda. Varní voda nemá zásadně obsahovat alkalické uhličitany, chlor, příliš železa, manganu a dusičnanů. Má splňovat normu pro pitnou vodu. [9]

2.1.3 Chmel a chmelové výrobky

Chmel jako jedna ze tří základních pivovarských surovin, je představován usušenými chmelovými hlávkami samičích rostlin chmele evropského (*Humulus lupulus* var. *eropus*). Poskytuje pivu typickou hořkou chuť, přispívá k tvorbě charakteristického aroma a má další technologicky důležité vlastnosti. V České republice se pěstuje chmel na vysoké úrovni a téměř třetina z celkové produkce se vyváží téměř do celého světa. Velký podíl chmele se dále zpracovává na chmelové výrobky. Chmele pěstované v žatecké oblasti patří mezi vysoce kvalitní jemné, aromatické odrůdy chmele evropského otáčivého. Po sčesání chmele, které se v posledních letech provádí převážně mechanicky, se chmelové hlávky suší při nižších teplotách a lisují do balotů a žoků. Většina pivovarsky cenných látek chmele podléhá snadno chemickým změnám při skladování a transportu, proto se v posledních desetiletích většina hlávkového chmele zpracovává na různé chmelové výrobky.

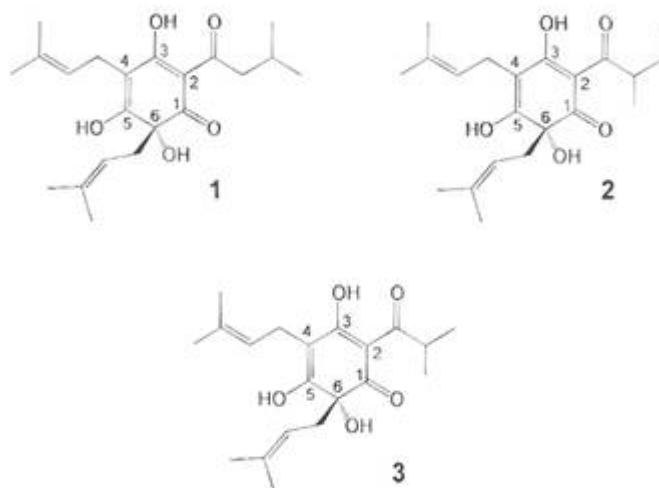
Chmelové hlávky, které se sklízí pro pivovarské účely, se skládají ze stopky, vřetenka, pravých a krycích listenů a při oplození obsahují navíc semeno neboli pecku. Na vnitřní straně listenů se při zrání chmele vylučují pryskyřičná zrnka **lupulinu**, obsahující chmelové pryskyřice a silice.

Pěstování chmele v České republice je státně kontrolováno a řízeno. Jsou povoleny tři pěstitelské oblasti – Žatecko a Ústěcko v Čechách a Tršicko u Olomouce na Moravě. Z pivovarského hlediska se odrůdy chmele dělí na **jemné aromatické**, představované především žateckými odrůdami, s příjemným chmelovým aroma, **aromatické** s dobrým aroma, **hořké** a **vysokoobsažné** s vysokým obsahem pryskyřic, ale zpravidla s hrubým aroma. Podle zabarvení chmelové révy se rozdělují chmelové odrůdy na **červeňáky**, opět představované žateckými odrůdami, a na **zeleňáky** pěstované v zahraničí, zejména v Anglii, Belgii a Americe. [9]

Chmel je rostlina náročná na světlo, vláhu a teplotu i na půdní podmínky a výživu. Obsah vody v chmelových hlávkách po sklizni bývá 72 - 82 % a sušením se musí snížit až na 8 - 12 %. Chmel se suší nejčastěji v komorových žaluziových sušárnách, které jsou obdobou třílískových hvozdu ve sladovnách. Ve vrstvě přibližně 20 cm se suší chmel 5 – 8 h teplým vzduchem, přičemž teplota pod spodní žaluzií nemá přesáhnout 50 °C.

Modernější pásové sušárny pracují kontinuálně, mají vyšší výkon a mohou být zapojeny do linky přímo k česacímu stroji. Po odsušení se chmel skladuje na půdách, kde přijímá vzdušnou vlhkost, a tím zvyšuje obsah vody asi na 11 %. Poté se třídí, lisuje do žoků a odesílá buď k dalšímu zpracování, nebo přímo do pivovarů.

Chemické složení chmele je závislé na odrůdě, provenienci, ročníku a způsobu posklizňové úpravy. Průměrně obsahuje 10 % vody, 15 % celkových pryskyřic, 4 % polyfenolových látek, 0,5 % silic, 3 % vosků, lipidů, 15 % dusíkatých látek, 44,5 % sacharidických složek a 8 % minerálních látek. Pro kvalitu chmele je rozhodující obsah **pivovarsky cenných složek**, zejména pryskyřic, polyfenolů a silic. Současně je nutný nízký obsah cizorodých látek pocházejících z ochranných postřiků a dusičnanů jako přirozené složky. **Chmelové pryskyřice** jsou původcem hořké chuti piva. Chmelové polyfenoly se uplatňují v průběhu technologie při srážení vysokomolekulárních bílkovin a chmelové silice vytvářejí charakteristické chmelové aroma. Jsou tvořeny řadou chemicky podobných látek, z nichž je nejúčinnější skupina **α -hořkých kyselin**, skládající se převážně z humulonu, kohumulonu a adhumulonu (obr. 1). Méně účinné jsou ostatní složky pryskyřic, jako **β -hořké kyseliny** (lupulon, kolupulon, adlupulon), nespecifické měkké pryskyřice (humulinony, luputriony) a tvrdé pryskyřice (humulinové a hulupinové kyseliny). Obsah α -hořkých kyselin se nejčastěji stanovuje konduktometricky a udává se jako konduktometrická hodnota v procentech (K_H). Naše chmele vykazují zpravidla konduktohodnotu v rozsahu 3 – 5 %, zahraniční odrůdy i více, zejména vysokoobsažné odrůdy. [9]



Obr. 1 1 – humulon, 2 – adhumulon, 3 – cohumulon

α -hořké kyseliny snadno oxidují a mění se v nespecifické měkké pryskyřice až tvrdé pryskyřice, které mají podstatně nižší pivovarskou hodnotu. Proto se musí chmel skladovat v chladu a temnu za omezeného přístupu kyslíku. **Polyfenoly** neboli třísloviny chmele představované sloučeninami typu bioflavonoidů (katechiny, anthokyanogeny, prenylované flavonoidy) a fenolové kyseliny mají důležité technologické vlastnosti, jako je jejich srážecí účinek na vysoko a středně molekulární bílkoviny při chmelovaru, jsou nositeli antioxidantních vlastností a přispívají též k výraznosti a říznosti chuti piva.

Chmelové silice sice z větší části při výrobě piva vytěkají při chmelovaru, ale přesto část, která zůstane v mladině a přejde až do hotového piva, vytváří jeho aroma. Z důvodu nízkého využití cenných pivovarských složek chmele při zpracování hlávkového chmele a chemické nestálosti většiny obsahově cenných složek, se dnes více než dvě třetiny produkce chmele ve světě zpracovávají na chmelové výrobky. Chmel lze zpracovat mechanickými úpravami, fyzikálními úpravami a chemickými postupy. [10]

Výrobky připravované mechanickými úpravami hlávkového chmele představují **mleté a granulované chmele**, bez nebo se standardizovaným obsahem α -hořkých kyselin. Nejrozšířenějšími výrobky této skupiny jsou granulované chmele (chmelové pelety) různého typu (typ 100, 90 a 45) podle stupně zkoncentrování hořkých kyselin. Granulované chmele

představují skupinu chmelových výrobků, které se svým charakterem nejvíce podobají přírodnímu chmelu. V současnosti jsou vysoce rozšířené při výrobě konzumních, ležáčkových piv i speciálních piv spodně i svrchně kvašených. Často jsou používány v kombinaci s vhodným chmelovým extraktem, zejména v případě varních vod s vyšším obsahem dusičnanů, aby bylo dosaženo snížení jejich hladiny v hotovém výrobku. [9]

K výrobkům připraveným fyzikálními úpravami hlávkového chmele patří zejména nemoifikované chmelové extrakty připravené pomocí různých rozpouštědel. Jejich vývoj se ustálil na extraktech vyráběných ekologicky nezávadnými rozpouštědly, především ethanolem a podkritickým nebo nadkritickým oxidem uhličitým. **Ethanolové extrakty** vyráběné extrakcí hlávkového chmele 90% ethanolem, který je mírně polárním rozpouštědlem ekologicky a hygienicky nezávadným pro výrobu piva, se používají buď ve formě čistě pryskyřičného extraktu nebo jako směs pryskyřičného a tříslovinného extraktu se standardizovaným obsahem α -hořkých kyselin. Chemickým složením pryskyřic se ethanolové extrakty, až na vyšší koncentrace, podobají přírodnímu chmelu, pozměněné mají však složení silic, případně polyfenolů. Malý podíl pryskyřic může být přítomen v izomerované formě. **CO₂extrakty** se vyrábějí extrakcí granulovaných chmelů vysoce nepolárním oxidem uhličitým v podkritickém nebo nadkritickém stavu za vysokého tlaku a zvýšené teploty. Obsahují pouze nepolární složky především hořké kyseliny a silice a prakticky neobsahují polyfenolové látky a dusičnany. Podkritické extrakty se vyrábějí za mírnějších podmínek, ale s nižší výtěžností, superkritické extrakty se vyrábějí při vyšší teplotě, ale s větším výtěžkem. Oba typy CO₂-extraktů jsou homogenní s dlouhodobou stabilitou chemického složení, které je však odlišné od přírodního chmele. V pivovarském průmyslu jsou hojně používány, v současné době téměř výhradně importované. Na trhu jsou dostupné i preparáty chmelových silic vyráběné extrakčními a destilačními postupy. Dodávají se ve formě alkoholových roztoků, emulzí či prášků, v němž jsou adsorbovány na silikagel a to buď jako celkové silice, nebo různě aromatické frakce. Jsou určeny k posílení chmelového aroma, zpravidla aplikací v konečných fázích výroby. U nás není jejich používání dosud rozšířeno. [9]

K výrobkům připraveným chemickými úpravami hlávkového chmele, granulovaného chmele či chmelového extraktu se řadí **izoextrakty a izopelety** obsahující izomerované

hořké kyseliny a redukované /hydrogenované) hořké kyseliny vyrobené katalytickou redukcí surových nebo přečištěných hořkých kyselin. Charakterem svého složení představují surovinu, která může přírodní chmel nahrazovat pouze ve složce hořkosti, nikoliv aroma či celkového chmelového extraktu. Z principu jejich výroby vyplývá, že jejich použití je v řadě zemí legislativně omezeno. Praktické používání chemicky upravených chmelových výrobků je v současnosti v začátcích a i při některých jejich mimořádně příznivých parametrech jsou omezeny řadou legislativních opatření. Z těchto důvodů se v evropských zemích s tradičním pivovarským průmyslem používají jen velmi omezeně nebo vůbec ne. [10]

2.1.4 Náhražky sladu (surogáty)

Sladové náhražky jsou suroviny, jiné než slad, používané k částečné náhradě sladu z důvodů ekonomických, pro nedostatek či nedostupnost ječného sladu případně z důvodů technologických či obchodních záměrů. V tradičních pivovarských zemích se používají omezeně, zpravidla pro výrobu speciálních piv, v pivovarsky netradičních zemích je jejich používání značně rozšířeno. Rozdělují se na levnější a dostupnější škrobnaté náhražky, které však vyžadují speciální technologické zpracování a mají menší účinnost využití extraktových složek a na nákladnější cukernaté náhražky nevyžadující speciální technologické zpracování, ale s vyšší účinností využití extraktových složek.

Škrobnaté náhražky jsou představovány nesladovým, případně tepelně opracovaným obilím (ječmen, pšenice, Triticale, aj.). obilními vločkami (z ječmene, pšenice a ovsa), přečištěnými frakcemi obilných zrn (kukuřice, rýže, čirok), předvařenými obilnými vločkami (kukuřice, rýže), obilnými moukami, obilnými škroby (bramborový a tapiokový škrob) a slady z dalších obilovin (pšeničný slad pro výrobu pšeničných piv). [9]

Cukernaté náhražky zahrnují sacharosu (řepný či třtinový cukr), invertní cukr (po enzymové hydrolýze sacharosy), hydrolyzáty škrobů, hydrolyzáty sladových výtažků, cukerné sirupy, mladinové extrakty (koncentráty).

V České republice se ze škrobnatých náhražek používá nesladovaný ječmen v rozsahu do 10 % a cukerných náhražek řepný cukr v rozsahu do 20 %. Vyšší podíl náhražek mohou mít za následek změny v charakteru piva. Ve světě je používání náhražek rozšířeno mnohem více (Amerika – kukuřice, Asie – rýže, Afrika – čirok apod.) a v mnohem větším podílu.

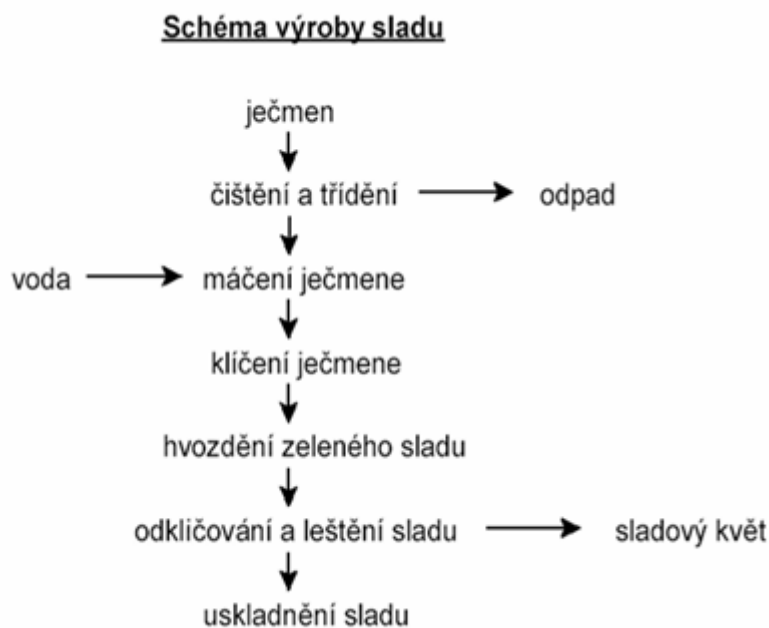
Kromě náhražek se v pivovarské výrobě používají i sladové výtažky připravované vyluhováním enzymově bohatých sladů vodou a zahuštěním výluhů při nízké teplotě za vakua. Slouží zpravidla k dodání sladových enzymů v havarijních situacích. [9]

2.2 Výroba sladu

Cílem sladování je vyrobít řízeným procesem klíčení a hvozdnění z ječmene slad, obsahující potřebné enzymy a aromatické i barevné látky nezbytné pro výrobu určeného druhu piva (obr. 2).

Principem sladování je vytvoření optimálních podmínek pro klíčení ječmene, při němž dochází v zrnu k aktivaci a tvorbě technologicky důležitých enzymů, především cytologických, proteolytických a amylolytických, při zamezení ztrát potlačením růstu. Tím vzniká zelený slad, který se následným hvozdněním, při kterém se působením zvýšené teploty vyvolají chemické reakce tvorby aromatických a barevných látek, přemění v hotový slad.

Podle způsobu a techniky sladování se sladovny rozdělují na periodické humnové sladovny, pneumatické bubnové a skříňové sladovny, polokontinuální sladovny typu posuvné hromady a na kontinuální sladovny pásové, tunelové či šachtové. Bez zřetele na výrobní postup a typ výrobního zařízení lze výrobu sladu rozdělit na několik základních úseků. [9]



Obr. 2 Schéma výroby sladu [10]

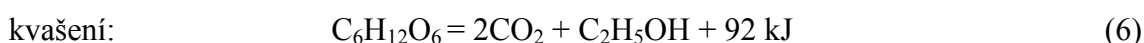
2.2.1 Příjem, čištění, třídění a skladování ječmene

Účelem příjmu, čištění, třídění a skladování ječmene je zajištění podmínek pro uskladnění ječmene bez prachu a cizích příměsí a vytříděného nejen podle velikosti zrna, ale též podle odrůd a jakosti. Ječmeny jsou dodávány do sladoven ihned po sklizni, která trvá jen několik týdnů, kdežto sladařská kampaň trvá 10 i více měsíců.

Příjem ječmene se děje na přijímací rampě vybavené váhou a kromě hmotnosti se kontroly předepsané znaky, tj. obsah vody, bílkovin, zlomků a nečistot, dále klíčivost, podíl nad sítem 2,5 a další. [9]

Čištění a třídění ječmene se provádí pro zbavení ječmene prachu, nečistot a přímísenin a roztřídění podle velikosti a kvalitativních znaků. Jen za těchto podmínek lze vyrobit dobře rozluštěné kvalitní slady a zaručit nízké sladovací ztráty. K základnímu vybavení čistící a třídící stanice sladoven patří dopravní zařízení, automatická registrační váha, aspirátor, triér, třídiče a magnet, odklasňovač a přečišťovací triér, a dále jímače prachu (cyklóny, proudové filtry). [9]

Skladovaný ječmen představuje živý rostlinný organismus, jehož životní projevy jsou utlumeny, nikoliv však zastaveny. energii potřebnou pro životní projevy získává zrno odbouráváním rezervních polysacharidů, hlavně škrobu. Podle okamžitých podmínek získává energii buď aerobním dýcháním v přítomnosti kyslíku, nebo anaerobním kvašením v nepřítomnosti kyslíku podle následujících rovnic:



Při skladování se čerstvě sklizený a vytříděný ječmen nachází ve stadiu základního klidu, tzv. dormance, a není schopen rychle vyklíčit. Špatná klíčivost čerstvě sklizeného ječmene je způsobena přítomností **inhibitorů** klíčení, tzv. dorminů. Teprve jejich odbouráváním oxidací dormance zaniká, uvolňuje se činnost **stimulátorů** klíčení giberelinů, a zrno se stává schopným vyklíčit. Záměrně je možné tento proces urychlit máčením ječmene v 1 % roztoku peroxidu vodíku, přidáváním kyseliny giberelové do máčecí vody, odstraněním obalových částí zrna, popř. zahříváním na 40 – 50 °C. Z hygienických a ekologických důvodů se však dnes dává přednost přirozenému odležení.

Produkty kvašení narušují až usmrcují klíček, a proto je nutné vytvořit takové podmínky skladování, aby zrno bylo stále v přítomnosti kyslíku a metabolismus zrna nepřešel z dýchání na kvašení. Kromě toho je dýchání energeticky výhodnější a představuje menší hmoty zrna.

Vyčištěný a vytříděný ječmen se skladuje ve starších sladovnách na půdách, nebo moderněji v silech. I při dodržení optimálních skladovacích podmínek se část hmotnosti ječmene prodýchá. Sila jsou vybavena pneumatickou dopravou, provzdušňovacím zařízením poháněným ventilátorem, popř. i zaplyňovacím zařízením k potírání skladištních škůdců. [9]

2.2.2 Máčení ječmene

Cílem máčení je zvýšení obsahu vody v ječném zrně z 12 – 15 % na 42 – 48 %. Dosažení obsahu vegetační vody je nezbytné pro pochody zajišťující optimální průběh sladařského klíčení. Dosažený obsah vody v namočeném ječmeni se nazývá **stupeň domočení** a liší se podle typu vyráběného sladu.

Při máčení vniká voda do neporušeného ječného zrna především jeho spodní části, kde je zárodek, a částečně i horní částí a ostatním povrchem. Nejsnadněji přijímá vodu zárodečná oblast zrna. Polopropustné oplodí a osemení umožňují pronikání pouze čisté vody do zrna, a zabraňují vnikání solí máčecí vody dovnitř a vyluhování látek zevnitř zrna. Přijímání vody ječným zrnem je na začátku máčení, během prvních 4 – 8 h, nejrychlejší a postupně se zpomaluje. Při výrobě světlých sladů se stupeň domočení volí 42 – 45 %, při výrobě tmavých sladů 45 – 48 %. Příjem vody ječným zrnem ovlivňuje teplota vody, velikost zrna, přístup kyslíku, chemické složení máčecí vody a technologie máčení. Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím máčení je kyslík. S přibývajícím obsahem vody začíná zrno dýchat, spotřebovává kyslík a vytváří oxid uhličitý. Při spotřebování kyslíku a přílišném nahromadění oxidu uhličitého přechází normální dýchání v intramolekulární anaerobní dýchání spojené s kvašením a jeho metabolity (ethanol aj.) mohou poškodit klíček. Za dostatečného přístupu vzduchu se naopak doba máčení zkracuje.

K máčení ječmene se používají železobetonové nebo ocelové **náduvníky**, které se umísťují v dobře větratelné máčírně blízko zařízení pro klíčení ječmene. Náduvníky mají většinou válcový tvar s kónickým dnem, které má sklon 45°, aby se mohl náduvník samočinně vyprázdnit. Existují i hranaté náduvníky. Kromě náduvníků je máčírna ječmene vybavena zásobníkem vody, přípravným sílem na ječmen, automatickou váhou, přípravným košem nad namáčecím náduvníkem s výtokem opatřeným sprchovacím zařízením, aby se neprášilo, sběrným košem na splavky, manipulačními čerpadly a popř. i kompresorem na vzduch a čerpadlem na odsávání oxidu uhličitého. [9]

Technologie máčení – u všech způsobů máčení je vždy první máčecí voda, obsahující dezinfekční prostředky, značně znečištěna, rychle se z ní vyčerpává kyslík a musí být brzy vyměněna. Nejběžnější je způsob máčení se vzdušnými přestávkami. Ječmen se napustí

tenkým proudem do náduvníku předem naplněného vodou. Po napuštění se z hladiny odstraní splavky a spodem se připouští voda, aby se ječmen propíral, přičemž přebytečná voda odtéká přepadem. Po vyprání se voda vypustí a napustí se čerstvá voda tak, aby hladina vody byla 20 – 30 cm nad povrchem ječmene. Máčecí voda se potom podle teploty, množství a množství vzdušnění 1 – 3krát denně vyměňuje. 1. Namočení trvá 2 – 6 hod, vzdušná přestávka je 14 – 20 hod, druhé namočení pak trvá 6 – 10 hod a vzdušná přestávka činí 18 – 22 hod. Při třetím namočení, které trvá 4 – 6 hod, je vzdušná přestávka 2 – 4 hod. Vzdušné přestávky se dělají, aby se zrno dobře provzdušnilo. Celková doba máčení se pohybuje od 60 do 90 h, nejčastěji 72 h. Tato základní technologie má řadu dalších variant podle technického vybavení sladovny. [9]

2.2.3 Klíčení ječmene

Cílem sladařského klíčení ječmene je aktivace a tvorba enzymů a dosažení požadovaného stupně rozluštění při omezení ztrát vegetací. Dosahuje se toho umělým modelováním podmínek přirozeného klíčení vhodnou teplotou, vláhou a přístupem kyslíku. Řízené klíčení ječmene ve sladovně se nazývá **vedení hromad** a liší se podle druhu vyráběného sladu, technického vybavení sladovny a kvality zpracovávaného ječmene.

Klíčení je fyziologický proces, při kterém se v zárodečné části zrna vyvíjí zárodky kořínků a listů za využití zásobních látek z endospermu. Současně se mění i vnitřní znaky zrna. Působením enzymů se štěpí rezervní látky a zvyšuje se rozpustnost a luštitelnost endospermu odspodu a od stran nahoru a doprostřed. S procesem klíčení je přímo spjata aktivace a tvorba enzymů, z nichž mají největší technologický význam fosfatasy, cytasy, proteasy a hlavně amylasy. **Fosfatasy** uvolňují při svém působení z fyтину a dalších organických látek kyselce reagující fosforečnany (hydrogen- a dihydrogenfosforečnany), a tím napomáhají tvorbě kyselé reakce, důležité pro činnost ostatních enzymů. Ke kyselé reakci uvnitř zrna přispívají i organické kyseliny, které vznikají při rozkladu sacharidů, a aminokyseliny, které vznikají štěpením bílkovin. **Cytasy** jako komplex enzymů štěpících neškrobové polysacharidy celulosu, hemicelulosu a gumovité látky (glukany, pentosany), pomáhají zpřístupnit zrnka škrobu a makromolekuly bílkovin uzavřené v buňkách endo-

spermu. Klíčící zrno jejich působením postupně křehne a měkne, a tím dochází k tzv. cytolýtickému rozluštění. **Amylasy** se při klíčení aktivují (cukrotvorná β -amylasa) i tvoří (dextrinotvorná α -amylasa). Jejich působením se štěpí rezervní škrob endospermu na maltosu a glukosu, které jsou dále prodýchávány za tvorby energie potřebné pro životní procesy zrna. Aktivace a tvorba amylas je tím větší, čím déle se hromada vede při nízké teplotě.

Průběh všech enzymových reakcí při klíčení je ovlivňován zejména stupněm domočení ječmene, teplotou v hromadě a přístupem kyslíku ke klíčícím zrnům. Obsah vody v ječmeni ovlivňuje rychlost transportu rezervních látek a enzymů. Při nízké vlhkosti zrno klíčí pomalu až zavadá, kdežto nadbytek vláhy způsobuje přílišné zahřívání hromad, přeluštění a vyšší sladovací ztráty. Teplota obecně ovlivňuje průběh všech enzymových reakcí. Optimální podmínky pro sladařské klíčení ječmene jsou při 14 – 18 °C v hromadě a liší se podle druhu vyráběného sladu. Důležitý je přístup kyslíku ke klíčícímu zrnům, aby bylo zajištěné dostatečně intenzivní dýchání zrna. Oxid uhličitý, který vzniká při klíčení, brzdí aerobní dýchání a mohl by je úplně zastavit. Proto se v počátečních stádiích klíčení musí hromady často **předělávat**, přehazovat nebo provětrávat, aby se vznikající oxid uhličitý vyvětral. Ke konci klíčení a zejména při výrobě tmavých sladů se větrá jen mírně, aby se dýchání pozvolna zastavilo a snížily se tak ztráty prodýcháním.

Klíčení sladovnického ječmene klasickým způsobem se provádí na **humnech**, což jsou hladké podlahy v prostorných místnostech s účinným větráním. Průběh klíčení na humnech se usměrňuje teplotou v hromadě, vláhou klíčícího ječmene a přístupem kyslíku. Způsob vedení hromad odpovídá druhu vyráběného sladu, kvalitě ječmene a technickému vybavení humen. Hromada klíčícího ječmene vykazuje při klíčení charakteristického stádia nazývaná tradičně mokrá hromada, suchá hromada, pukavka, mladík, vyrovnaná a sejmutá hromada. [9]

Zelený slad je konečný produkt klíčení ječmene. Při výrobě světlého sladu má mít zdravou vůni, mírně zavadlé kořínky, správně vyvinutou stříčku a má být dobře rozluštěn (endosperm rozetřeny mezi prsty má být suchý, ne tvrdý nebo matlavý). Podle vývinu stříčky se

rozeznávají **krátké slady** (střelka do $1/3 - 1/2$ délky zrna), zpravidla nedoluštěné, a **dlouhé slady** (střelka nad $3/4$ délky zrna), vhodné pro tvorbu tmavých sladů. [11]

Klasické sladování na humnech nevytváří podmínky pro dostatečnou racionalizaci a intenzifikaci sladařského procesu. Kromě malé kapacity má humnové sladování nevýhodu ve značné potřebě lidské práce. **Pneumatické sladování** tyto nevýhody v menší či větší míře potlačuje. Nové budované pneumatické sladovny mají vysokou kapacitu, sníženou potřebu manuální práce za současného vzrůstu spotřeby energie, nízkou potřebu zastavěné plochy na jednotku produkce, vysoký stupeň automatizace a jejich činnost není závislá na ročním období. Všechny typy pneumatických sladoven jsou vybaveny systémy nuceného větrání vrstvy klíčícího ječmene klimatizovaným vzduchem. V klimatizačním zařízení se upravují nejdůležitější parametry vzduchu – teplota a vlhkost. V současné době pracuje ve světě široká paleta pneumatických sladoven, které lze rozdělit do čtyř skupin na bubnová klíčidla, skříňová klíčidla, šachtová klíčidla a horizontální klíčidla. V moderních sladovnách se nejvíce používají skříňová klíčidla a polokontinuální posuvné hromady. [11]

2.2.4 Hvozdění

Cílem hvozdění je snížení obsahu vody ve sladu pod 4 %, zastavení vegetačních pochodů při zachování požadované enzymové aktivity a vytvoření chuťových, barevných a oxido-redukčních látek, tvořících charakter sladu. Dosahuje se toho nejprve řízeným a šetrným způsobem sušení v nadbytku vzduchu při teplotách 20 – 60 °C a v další fázi hvozděním v slabém proudu horkého vzduchu při teplotách 60 – 80 °C u světlého sladu a 60 – 105 °C u tmavého sladu. Tím se liší hvozdění sladu od normálního sušení, které by jinak bylo dosažitelné rychleji a levněji, ale získaný slad a z něj vyrobené pivo by postrádalo požadované vlastnosti. [9]

Při sušení a hvozdění sladu se rozeznávají tři fáze. **Růstová fáze** probíhá do teploty 40 °C, při vlhkosti nad 20 % a v zrně při ní ještě probíhají všechny vegetační pochody včetně růstu kořínků a střelky. **Enzymatická fáze** probíhá při teplotách do 60 °C a vlhkosti pod 20 %. V zrně jsou již zastaveny vegetační pochody, pokračují ale enzymatické reakce. U dvoulískového hvozdu probíhají tyto první dvě fáze na horní lísce. **Chemická fáze** probíhá

při teplotách nad 60 °C a při vlhkosti pod 10 %. V zrně dochází již jen k chemickým reakcím tvorby barevných, chuťových a oxidoredukčních látek. Chemická fáze probíhá na spodní líisce dvouliskového hvozdu, zejména intenzivně v poslední fázi hvozdění, při **dotahování**. Vedle snížení obsahu vody ve sladu dochází při hvozdění k poklesu aktivity enzymů zvýšením teplot.

K nejdůležitějším reakcím při hvozdění patří tvorba chuťových (aromatických) a barevných (oxidoredukčních) látek. Tyto látky tvoří charakter sladu, jeho vůni, chuť, barvu a oxidoredukční schopnosti. Prvně jmenované látky vznikají při vyšších teplotách interakcemi štěpných produktů polysacharidů a bílkovin, zejména monosacharidů a aminokyselin. Řada chemických přeměn, zvaných Maillardovy reakce, vede od výchozích hexos a aminokyselin přes několik meziproduktů nejprve k reduktonům a dále až k tvorbě melanoidinů. Bezdušikáté barevné a aromatické látky vznikají při hvozdění karamelizací sacharidických složek při termickém štěpení cukrů, enzymovou oxidací za vzniku melaninů a neenzymatickým hnědnutím (komplexy polyfenolů a železa). Pro dostatečnou tvorbu těchto látek je nezbytným předpokladem hluboké rozštěpení polysacharidů a bílkovin během klíčení ječmene. Melanoidiny, reduktony, melaniny, karamelizační produkty i ostatní barevné a aromatické látky mají koloidní charakter a chrání složky koloidních roztoků vůči změnám disperzity. Dále mají tyto látky oxidoredukční vlastnosti, čímž zlepšují koloidní stabilitu a nakonec svým zabarvením vytvářejí typickou barvu sladu a z něho vyrobeného piva.

Zařízení, v němž se suší a hvozdí zelený slad, se nazývá **hvozd**. Dříve se stavěly hvozdy víceliskové, dnes převážně vysokovýkonné jednoliskové hvozdy a ve světě i polokontinuální a kontinuální hvozdy páskové a šachtové. Rozličné typy hvozdů lze rozdělit podle konstrukce na hvozdy s přímým a nepřímým vyhříváním, na dvouliskové a jednoliskové hvozdy, dříve tříliskové hvozdy, podle konstrukčního uspořádání na hvozdy lískové, šachtové, skříňové, bubnové, kruhové, pásové, žaluziové a žlabové. Hlavními konstrukčními prvky hvozdů jsou vyhřívací systém (topeniště, kalorifery, rekuperátory tepla), lísky (šachty), větrací systém, regulační a ovládací prvky. [9]

Technologie hvozdní se upravuje podle druhu vyráběného sladu, podle obsahu vody v zeleném sladu a podle typu hvozdu. Rozdílným postupem se hvozdí světlý a tmavý slad a odlišná je i technologie na klasických dvoulískových hvozdech a na moderních vysokovýkonných jednolískových hvozdech.

Světlý slad (plzeňského typu) se dříve hvozdil na dvoulískových hvozdech systémem **2x12h**. zelený slad se nastřel na horní lísku ve vrstvě 15 – 40 cm, kde probíhalo sušení ve dvou fázích. V první fázi se snížil obsah vody na 30 % vzduchem o teplotě 35 – 40 °C. V druhé fázi se za dalších 6 h snížila vláha z 30 na 10 % vzduchem o teplotě 50 – 60 °C a slad se spustil na dolní lísku. Na spodní lísce se z počátku udržovala teplota na 55 – 60 °C, pak se zvýšila na 70 °C a nakonec se 3 – 4 h dotahovalo při 80 – 85 °C. Hvozdní zeleného sladu při výrobě světlého sladu na vysokovýkonných jednolískových hvozdech ve vrstvě 50 – 120 cm se v současnosti provádí způsobem **1x18 – 22 h**. Od předchozí technologie je rozdíl ve výšce nastíraného sladu, a v intenzivním regulovaném větrání, což má za následek lepší rozluštění a hlavně se ušetří manuální práce, neboť se jenom jednou za 24 h nastírá slad. Hvozdní tmavého sladu (bavorského typu) postupem **2x24 h** začíná nastřením zeleného sladu na horní lísku ve vrstvě 20 – 25 cm. Při teplotě 40 °C se sníží obsah vody na 20 – 25 %. Dále se suší při teplotě 55 – 60 °C a spouští se na spodní lísku. Za prvních 12 h na spodní lísce se sníží obsah vody na 10 %. Potom se zvýší teplota na 70 °C a vláha klesne na 5 %. Nakonec se dotahuje při 100 – 105 °C. [11]

Odhvozděný slad se sklápí do košů a dopravuje se k odkličovače, kde se zbavuje kořínků zvaných sladový květ. Pro vysoký obsah biologicky významných látek je sladový květ vyhledávanou surovinou v krmivářství i ve fermentačních technologiích. [9]

Speciální slady – k výrobě tmavých a speciálních piv, popř. pro využití v jiných oborech kvasného a potravinářského průmyslu, se vyrábějí speciální slady. Od běžných světlých a tmavých sladů se liší především enzymovou aktivitou, redoxní kapacitou, kyselostí, barvou a vůní. Jejich přidáním k běžným sladům se dosahuje úpravy sensorických vlastností piva, zejména chuti, barvy, aroma a pěnivosti. Mezi speciální slady patří slady karamelové, slad barevný, slad diastatický, slad nakuřovaný a slad lihovarský. V cizině se vyrábějí další

druhy speciálních sladů, jako slad proteolytický, slad melanoidinový (melanslad) a jiné, vesměs pro výrobu speciálních piv, stejně jako pšeničný slad. [9]

Hodnocení jakosti sladu se provádí na základě mechanického a fyzikálně chemického rozboru. Mechanický rozbor zahrnuje posuzování barvy, tvaru a velikosti zrna, vůně a chuti zrna, napadení mikrobiální kontaminací a přítomnosti nečistot, dále objektivními metodami měřitelné znaky, jako podíl moučnatých a sklovitých zrn, křehkost zrn, vývin střelky uvnitř zrna, absolutní a hektolitrovou hmotnost. Fyzikálně chemický rozbor sladu zahrnuje obsah vody, extraktivnost sladu, dobu zcukření, rychlost a čírost stékání laboratorní sladiny, vůni a barvu sladiny a dále speciální rozbor, jako jsou diastatická mohutnost popisující aktivitu amylolytických enzymů, Hartongovo číslo popisující celkovou enzymatickou aktivitu sladu, rozdíl v extraktivnosti moučky a šrotu, Kolbachovo číslo, jako kritérium rozluštění sladu, případně další analýzy podle požadavků odběratele, zejména při exportu. [9]

Tab. 1 Kvalitativní znaky sladu [9]

Analytický znak	Rozměr	Rozsah hodnot
Obsah vody	(%)	3 – 5
Absolutní hmotnost 1000 zrn	(g)	min 35
Hektolitrová hmotnost	(kg)	48 – 62
Podíl sklovitých zrn	(%)	< 4
Křehkost		70
Vývin stříelky		3/4 – 1
Extrakt (kongresní metoda)	(% v suš.)	79 - 83
Extraktový rozdíl moučka – šrot	(%)	< 2
Dusíkaté látky	(% v suš.)	10,0 – 11,5
Kolbachovo číslo		38 – 42
Diastatická mohutnost	(j. WK)	200 – 300
Hartongovo číslo		≈ 5
Barva	(j. EBC)	3,5 – 4,0
Viskozita	(mPa.s ⁻¹)	max 1,6
PH		5,8 – 6,0
Obsah plísní	(%)	max 0,5

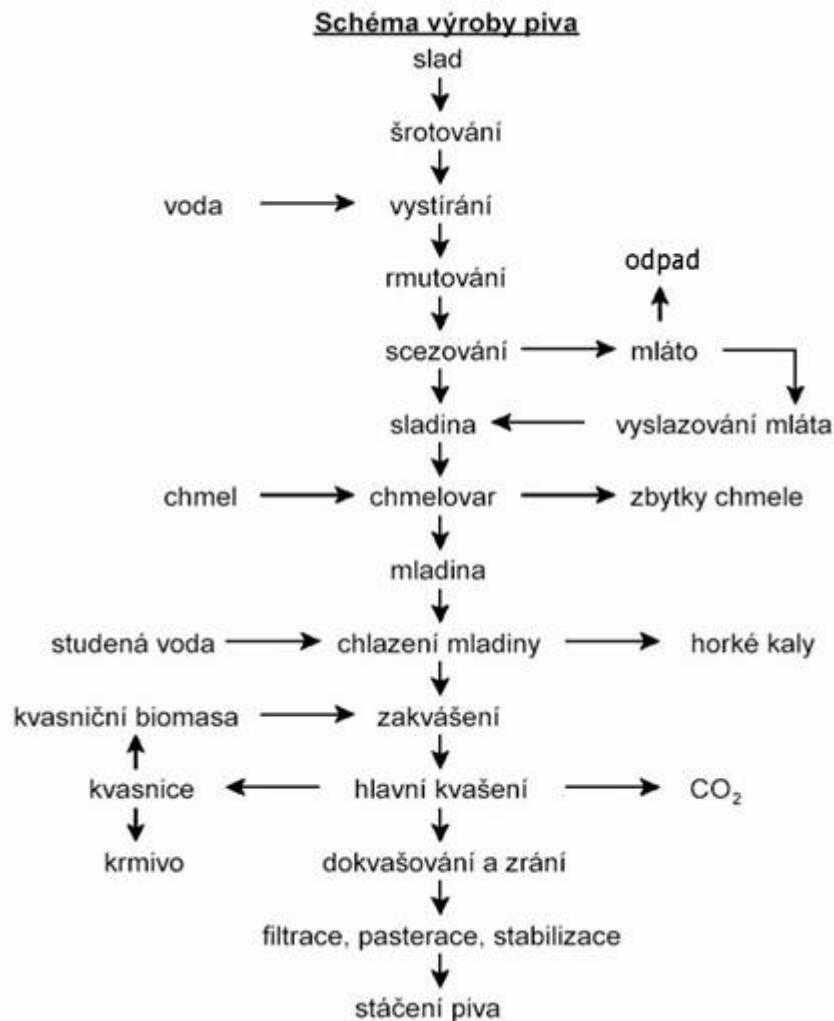
3 PIVOVARSTVÍ

Pivovarství je potravinářské průmyslové odvětví zabývající se výrobou piva. V České republice má pivovarství mnohaletou tradici ve výrobě tradičních piv typu ležáku. Výrazná modernizace českého pivovarství vedla v letech 1990 –1995 ke značné koncentraci výroby, k rozvoji velkých pivovarských společností, k zániku mnoha menších pivovarů a otevření několika desítek minipivovarů. V roce 2000 se v České republice vyrobilo 17 925 mil. hl piva, což činilo 1,3 % celosvětové výroby.

Výroba piva se dělí do tří výrobních úseků(obr. 3), zahrnujících řadu složitých mechanických, fyzikálně chemických a biochemických procesů:

1. výroba mladiny ze sladu, chmele a vody, popř. za použití náhražek,
2. kvašení mladiny a dokvašování mladého piva pivovarskými kvasinkami,
3. závěrečné úpravy a stáčení zralého piva do transportních nádob či obalů. [10]

První úsek se v moderních pivovarských příručkách nazývá horká fáze a druhé dva studená fáze. Výroba mladiny se ve světě provádí dvěma odlišnými postupy. Na západě je rozšířen jednormutový **infuzní** způsob bez povařování rmutu, kdežto u nás a v řadě dalších zemí Evropy se používá vícermutový **dekokční** způsob povařování rmutů. Převažující technologie kvašení mladiny je svrchní a spodní kvašení. [9]



Obr. 3 Schéma výroby piva [10]

3.1 Výroba mladiny

Výroba mladiny sestává z následujících technologických úseků: šrotování sladu event. sladových náhražek, vystírání sladového šrotu do vody, rmutování, scezování sladiny a vyslazování sladového mláta, chmelovar a závěrečné úpravy mladiny. Ve sladu a sladových náhražkách obsažené látky, především škrob, je nejprve nutné převést do roztoku, aby mohly být sladovými enzymy přeměněny ve směs nízkomolekulárních sacharidů, které později kvasinky zkvasí na ethanol a oxid uhličitý. [9]

Slad a případně použité škrobnaté náhražky se nejprve rozšrotují, poté se smísí s vodou při vystírání a následuje rmutování, při němž dochází k mnoha enzymovým reakcím, včetně

zcukření škrobu. Většina těchto pochodů probíhá při zvýšených teplotách, optimálních pro činnost enzymů, které způsobují rozštěpení a převedení požadovaného podílu extraktu do roztoku, aby se vytvořily podmínky pro výrobu piva určitého typu. Rozhodující je činnost amylolytických, proteolytických a kyselinotvorných enzymů, druhotné jsou enzymové reakce štěpení gumovitých látek a hemicelulos a oxidačně-redukční a další enzymové reakce. Část extraktu surovin přechází do roztoku již při vystírání, hlavní podíl se však získá až při rmutování, kdy se vystírka vyhřívá postupně na teploty optimální pro činnost jednotlivých skupin enzymů, podle nichž jsou teploty nazývány:

35 – 38 °C – kyselinotvorná teplota

48 – 52 °C – peptonizační teplota

60 – 65 °C – nižší cukrotvorná teplota

70 – 75 °C – vyšší cukrotvorná teplota

78 °C - odrmutovací teplota [9]

Nejdůležitější chemickou reakcí při rmutování je štěpení škrobu na nízkomolekulární cukry, zejména glukosu, maltosu a dextriny:



Štěpení škrobu má tři fáze – bobtnání a zmazovatění škrobu, ztekucení škrobu a zcukření škrobu. Zahřívá – li se škrobová emulze (nerozpuštěný škrob rozmíchaný ve vodě), dochází nejprve k **bobtnání a mazovatění**. Škrob přechází tímto fyzikálně chemickým dějem do roztoku a mění se v hustou viskózní kapalinu. Zmazovatělý škrob obsahuje vodou nabobtnalé částice, do nichž snadněji vznikají sladové enzymy. Teploty mazovatění u sladového šrotu jsou 50 – 57 °C, kdežto u kukuřičného 65 – 75 °C a u rýžového dokonce 80 – 85 °C, což je důležité pro zpracování náhražek. V další fázi dochází účinkem sladové α -amylasy ke **ztekucení škrobu** za vzniku rozpustného amyloextrinu. Optimální teplota škrobového mazu ve rmutech je 65 – 75 °C při pH 4,6. Ztekucující enzym α -amylasa se inaktivuje při 80 °C. V poslední fázi dochází účinkem komplexu více amylolytických enzymů, zejména

však α - a β -amylasy, ke zcukření čili úplnému rozštěpení makromolekul škrobu za vzniku různých nižších cukrů a dextrinů. Optimální teplota zcukřující β -amylasy je 60 – 65 °C při pH 4,5. Při 75 °C se β -amylasa inaktivuje, ale oproti α -amylase snáší kyselější prostředí. [9]

Prodlužováním nebo zkracováním časových prodlev při optimálních teplotách pro dextrinotvornou α -amylasu nebo cukrotvornou β -amylasu lze v určitém rozmezí měnit složení rozpuštěného extraktu. Delší časovou prodlevu při 65 °C se získá sladina s vyšším podílem zkvasitelných cukrů (maltosy a glukosy). Vyhřeje-li se rmut naproti tomu rychle na 70 °C a časová prodleva se udržuje až při této teplotě, potlačí se působení β -amylasy a sladina bude bohatá na dextriny. Sladiny s vysokým obsahem zkvasitelných cukrů poskytují piva hlouběji prokvašená s vyšším obsahem alkoholu, kdežto sladiny s více dextriny vedou k nízkoprokvašeným pivům s nižším obsahem alkoholu, vyšším zbytkovým extraktem a tedy i plnější chutí. Průběh štěpení škrobu se ve rmutech kontroluje jodovou zkouškou.

Kromě štěpení škrobu je při rmutování důležité i štěpení vysokomolekulárních bílkovin. Bílkoviny jsou důležité pro pěnivost piva i plnost chuti a jejich štěpné produkty aminokyseliny jsou důležité pro kvašení. Vysoký obsah bílkovin by však způsoboval nízkou stabilitu a trvanlivost piva. Štěpení bílkovin způsobené proteolytickými enzymy probíhá intenzivně při teplotách kolem 50 °C (peptonizační teplota).

Kyselinotvorné enzymy způsobují štěpení organických sloučenin fosforu za uvolňování kyseliny fosforečné, která spolu s aminokyselinami vzniklými štěpením bílkovin snižuje pH a vytváří potřebnou mírně kyselou reakci rmutů, důležitou pro činnost ostatních enzymů. [9]

Většina zařízení pro výrobu mladiny je umístěna ve varně, tradičně nazývané „srdcem pivovaru“. Varna pivovaru je místnost nebo budova, kde jsou umístěny varní nádoby včetně příslušenství. V praxi jsou rozšířeny především varny klasické a moderní. Klasické varny jsou buď jednoduché se dvěma nádobami (společná kád' pro vystírání a scezování a spo-

lečná pánev či kotel pro rmutování a chmelovar), nebo dvojité s dvěma káděmi (vystírání a scezování) a s dvěma pánvemi či kotli (rmutovací a mladinová čili chmelovarová). Moderní vícenádobové varny mají 5 – 8 nádob s různými kombinacemi zdvojení funkčnosti nádob. Lepší využití prostoru a zejména energie umožňují blokové a spádové varny s uspořádáním nádob nad sebou v tepelně izolovaných blocích.

První operace **šrotování** je mechanické drcení sladového zrna s cílem dokonalého vymletí endospermu na vhodný poměr jemných a hrubších částic při zachování celistvosti pluch, neboť ty slouží v pozdější fázi výroby jako filtrační materiál při scezování. Slad i případné náhražky se melou ve šrotovnicích, které jsou opatřeny dvěma, čtyřmi, pěti či šesti válci. Slad se šrotuje buď za sucha, nebo kondicionovaný (zvlhčený parou) či za mokra. Jemnost šrotování přímo ovlivňuje činnost sladových enzymů, neboť čím jemnější je šrot, tím lepší je přístup enzymů k jednotlivým částem sladu. Na druhé straně příliš jemný šrot způsobuje ucpávání filtračních kanálků ve vrstvě mláta a způsobuje potíže při scezování.

Šrotování se dále musí přizpůsobit kvalitě sladu a technickému vybavení varny. Čím méně je slad rozluštěn, tím jemněji se musí šrotovat. Používá-li pivovar scezovací káď, kde je filtračním materiálem asi 40 cm vysoká vrstva mláta, musí se šrotovat hruběji než při používání sladinového filtru, kde vrstva mláta je pouze 6 cm, hlavním filtračním materiálem je plachetka a využívá se přetlaku. Šrotovnice bývají umístěny nad varnou, aby se využilo samospádu pro pohyb materiálu.

Další operace probíhají již ve varně. **Vystírání** je smíchání sladového šrotu, popř. šrotu sladových náhražek, s vodou. Množství sladu a náhražek použité pro jednu várku se nazývá **sypání**. Objem vody použité k vystírce se nazývá **nálev** a určuje se podle sypání a typu vyráběného piva. U dobře rozluštěných sladů se vystírá při teplotách 35 – 38 °C. Někdy se provádí **zapářka**, což je vyhřátí části vystírací vody k varu a po skončeném vystírání se přičerpáním této horké vody za intenzivního míchání zvýší teplota vystírky na peptonizační teplotu. [9]

Rmutování slouží k přípravě sladiny s požadovanou extraktovou skladbou. Dosahuje se toho postupným vyhříváním buď celé, nebo jen části vystírky – dílčího rmutu, postupně na jednotlivé rmutovací teploty. Teploty jsou voleny tak, aby odpovídaly optimálním teplotám pro činnost různých skupin enzymů, včetně amylolytických, čímž se dosáhne dokonalého zcukření škrobu. U dekokčního rmutování se nakonec dílčí rmuty považují, u infuzního způsobu rmutování se celkový rmut vyhřívá jen na odřmutovací teplotu. U dekokčního rmutování se rozlišují postupy jednorumtové, dvourumtové a třírumtové. Objem dílčích rmutů se volí tak, aby po přečerpání k zbytku vystírky stoupla teplota na požadovanou teplotu. Naše pivovary používají převážně dvourumtové postupy, výjimečně třírumtový nebo jednorumtový postup. Infuzní způsob rmutování se používá pouze pro výrobu speciálních pív.

Zvláštní postup vyžaduje zpracování škrobnatých náhražek. Při zpracování více než 15 % podílu škrobnatých náhražek zpravidla nestačí sladové enzymy a musí se použít enzymové preparáty s amylolytickou aktivitou. [11]

Po rmutování následuje operace **scezování**, prováděná za účelem oddělení roztoku extraktu, tj. **sladiny**, od pevného podílu zcukřeného rmutu, tj. **mláta**. Scezování se provádí ve scezovací kádi vybavené dvojitým děrovaným dnem a systémem odvodních trubek spojených s kohouty scezovací baterie. Méně často se používá sladinový filtr pracující na principu rámového plachetkového filtru a v zahraničí i jiné systémy separace sladiny od mláta. Při scezování ve scezovací kádi se sladina odděluje od mláta přirozenou filtrací přes vrstvu sedimentovaných pluch a ostatních nerozpustných zbytků sladu. Zfiltrovaný roztok extraktu sladu se nazývá **předek** a po jeho stočení následuje vyslazování. [9]

Vyslazování mláta se provádí 75 °C horkou vodou, aby se z mláta vyloužily poslední zbytky rozpustného extraktu. Zfiltrovaný roztok extraktu při vyslazování se nazývá **výstřelek** a zpravidla se vyslazuje na 2 – 3 výstřelky. Předek a výstřelky se shromažďují v mladinové pánvi, kde se pozvolným zahříváním zvyšuje postupně teplota tak, aby se po skončení scezování sladina co nejdříve uvedla do varu. Scezování a vyslazování jsou časově nejdélejší operace varního procesu, proto jsou v některých pivovarech scezovací kádě

zdvojeny, aby se zvýšila výrobní kapacita varny. Zfiltrovaný roztok extraktu sladu se nazývá **předek** a po jeho úplném stečení následuje vyslazování mláta. Předek spolu s výstřelky se shromažďuje v mladinové pánvi.

Následující operace **chmelovar** má za cíl provedení řady dílčích fyzikálních, chemických a biochemických dějů, nezbytných k dosažení žádaného složení mladiny odpovídajícího vyráběnému druhu piva. Zahrnuje následující procesy:

- odpaření přebytečné vody za účelem zahuštění mladiny na požadovanou koncentraci,
- inaktivaci enzymů za účelem vytvoření charakteristického chemického složení podmiňujícího senzoričnou a koloidní stabilitu vyráběného druhu piva,
- sterilaci mladiny teplem do stupně technické sterility za účelem zajištění biologické čistoty následného kvašení mladiny,
- odstranění vysokomolekulárních bílkovinných složek koagulací varem a reakcemi s polyfenoly,
- tvorbu barevných, chuťových, aromatických a redukcujících produktů Maillardových a doprovodných reakcí,
- odstranění nežádoucích těkavých složek sladu a chmele, které by negativně ovlivnily aroma a chuť piva,
- a především převod důležitých chmelových látek do roztoku a jejich chemické přeměny za účelem dosažení požadované hořkosti a aroma mladiny.

Hlavními reakcemi při chmelovaru jsou izomerační reakce chmelových α -hořkých kyselin, při nichž vznikají intenzivně hořké produkty zvané iso- α -hořké kyseliny. Reakce neprobíhá kvantitativně a je doprovázena tvorbou řady vedlejších izomeračních produktů. To je důvodem relativně nízkého využití chmelových hořkých kyselin v pivovarském procesu i hlavním důvodem zavádění chemicky upravených chmelových výrobků. [9]

Kromě přeměn chmelových látek dochází při chmelovaru i k mnoha oxidačním reakcím, které vedou k produktům ovlivňujícím senzoričnou charakter mladiny a následně i piva. Za

horčka se degradují mastné kyseliny, probíhá oxidace vyšších alkoholů, tvoří se produkty Maillardovy reakce, dochází k termické degradaci aminokyselin a k enzymové i neenzymové oxidaci polyfenolů.

Technologie chmelení zahrnuje diferencované dávkování zpravidla více forem a odrůd chmele. Chmel či chmelové přípravky se přidávají nejčastěji na dvakrát až na třikrát, podle kvality a typu výrobku a vyráběného piva. Chmelový extrakt se přidává zpravidla na začátku chmelovaru, následuje granulovaný či hlávkový hořký či vysokoobsažný chmel pro docílení požadované hořkosti. Na závěr se ke konci chmelovaru dávkuje výrobek z odrůdy jemného aromatického chmele pro dosažení požadovaného aroma. [9]

Podle způsobu provedení odvislého na technickém vybavení se rozlišuje **atmosférický chmelovar**, který probíhá za atmosférického tlaku při teplotě okolo 100 °C v otevřených systémech po dobu 90 – 120 min a **tlakové chmelovary**, vyvinuté za účelem zkrácení doby chmelovaru a s cílem snížení vysoké spotřeby tepelné energie. **Nízkotlakový chmelovar** se provádí za mírně zvýšeného tlaku při teplotách od 106 do 112 °C po dobu 30 – 45 min a **vysokotlaký chmelovar**, který probíhá za zvýšeného tlaku při teplotách od 120 do 145 °C po dobu 5 – 15 min. Stále častěji jsou zaváděny energeticky úsporné chmelovary s rekuperací tepla brýdových par bez nebo po termokompresi a nejnovější systém Merlin využívající stripování mladiny v tenkém filmu. Mladinové pánve v kterých probíhá chmelovar mají různé konstrukce zahrnující dvojitě dno vytápěné různými médii od přímého otopu přes tlakovou páru až k tlakové vodě, vnitřní či vnější vařák, případně speciální stripovací zařízení. [9]

Produktem chmelovaru, který trvá v našich pivovarech zpravidla 90 min, je **mladina**. Vyrobena mladina svým složením musí odpovídat vyráběnému pivu, tzn. že při výrobě 10 % světlého piva musí obsahovat 10 % hm. extraktivních látek, při výrobě 12 % piva 12 % hm. extraktivních látek apod. V chemickém složení mladiny převládají vedle vody sacharidické složky (dextriny, oligosacharidy maltosa a maltotriosa, monosacharid glukosa a malé podíly β -glukanů a pentosanů), dusíkaté látky, chmelové a minerální látky, polyfenoly a vitaminy. Chemické složení mladiny je rozhodující pro konečnou kvalitu vyrobeného piva.

Po chmelovaru následuje oddělení zbytků chmele ve chmelovém cízu, či jiném separátoru, pokud byl použit hlávkový chmel. Byl-li dávkován granulovaný chmel, odstraní se pevné zbytky v průběhu chlazení mladiny spolu s kaly. Chmelové extrakty jsou prakticky beze zbytku rozpustné a nezanechávají pevné zbytky. Mladinu po chmelovaru je nutné před zakvašením ještě technologicky upravit. Úpravy mladiny zahrnují **separaci hrubých kalů**, dříve prováděnou na chladicích stokách, později v usazovacích kádích, a dnes převládají vířivé kádě (*whirpooly*) případně doplněné odstředivkami, dekantéry či flotačními tanky. Dále následuje **chlazení mladiny**. Dříve používané otevřené systémy (chladicí stoky a sprchové chladiče) bývaly častým zdrojem mikrobiální kontaminace a byly proto nahrazeny uzavřenými systémy. Ve většině pivovarů jsou instalovány uzavřené vířivé kádě, kde při teplotách kolem 95 °C dochází k usazení hrubých kalů a pak následuje dochlazení mladiny v deskových protiproudých výměnících tepla (deskové protiproudé chladiče) na zákvasnou teplotu 5 – 7 °C. Následuje částečná či úplná **separace jemných kalů** (sedi-mentační kádě, odstředivky, dekantéry, filtry, odstředivky, flotační tanky) a nakonec **pro- vzušnění** zchlazené mladiny (flotační tanky, keramické svíčky, trysky, injektory) sterilním vzduchem. [9]

Výroba mladiny musí svou koncentrací extraktivních látek odpovídat vyráběnému pivu, tzn. že při výrobě 10 % piva musí obsahovat 10 % hm. extraktivních látek. Pro výrobu světlých piv se připravují mladiny ze světlých sladů, pro výrobu tmavých piv ze směsi světlých, tmavých a barevných sladů. [11]

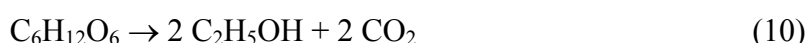
3.2 Kvašení mladiny a dokvašování mladého piva

Pro kvašení mladiny se používají buď svrchní nebo spodní pivovarské kvasinky (*Sacharomyces cerevisiae*) kvasící při teplotách až 24 °C, nebo spodní pivovarské kvasinky (*Sacharomyces cerevisiae* var. *uvarum*) při teplotách kvašení 6 – 12 °C. V Belgii se kromě toho vyrábí piva spontánním kvašením s využitím směsi přírodních mikroorganismů. [9]

Guido a Rodrigues [13] se zabývali vlivem fyziologického stavu kvasnic na aroma piva. Výzkum prováděli na univerzitě v Portugalsku. Fermentační pokusy byly vedeny v industriálním měřítku v různém fyziologickém stavu. Aroma bylo hodnoceno pomocí obsahu vyšších alkoholů a esterů. Po prodlouženém skladování bylo pivo hodnoceno expertními hodnotiteli. Výsledek ukazoval, že zkoumané parametry jsou jen málo ovlivněny fyziologickým stavem kvasnic, kromě buněčného růstu, který je vyšší u kvasnic s nižší životaschopností.

Kvašení mladiny je při klasické technologii rozděleno do dvou fází, na hlavní kvašení prováděné v otevřených či uzavřených, ale netlakových nádobách a na dokvašování v uzavřených tlakových nádobách. Moderní technologické postupy kvašení se provádějí vesměs v uzavřených velkoobjemových fermentorech umožňujících beztlakový i tlakový režim provozu. [9]

Hlavní kvašení se u nás v starších pivovarech provádí obvykle v otevřených kvasných kádích, méně často v uzavřených, spodními pivovarskými kvasinkami namnoženými ve vlastní propagační stanici, nebo dodané z jiného pivovaru. Nejdůležitějšími reakcemi hlavního kvašení jsou přeměny zkvasitelných sacharidů glukosy, maltosy a maltotriosy na ethanol a oxid uhličitý anaerobním kvašením:



Současně se v malé míře tvoří i vedlejší produkty, alifatické alkoholy, aldehydy, diketony, mastné kyseliny a estery. Všechny tyto látky a jejich vzájemný poměr spoluvytváří chuť a aroma piva. [9]

Izquierdo-Pulido, Font-Fábregas a Vidal-Carou [14] se na univerzitě v Barceloně zabývali problematikou výzkumu vlivu kvasinek na tvorbu histaminu a tyraminu během kvašení. Studie dospěla k závěru, že *Sacharomyces cerevisiae* var. *uvarum*, spodní kvasinky, neprodukují histamin a tyramin během kvašení. Recyklace kvasinek nijak neovlivňuje tvorbu biogenních aminů. Pro zjištění byly použity spektrofotometrické metody.

Problematikou tyraminu a jeho vzniku během kvašení se znovu zabývali vědci na univerzitě v Barceloně [15] v roce 2000. Během sledování 54 vzorků piv během kvašení nebyly zjištěny statistické souvislosti mezi produkcí tyraminu a úrovní tyrosinu. Množství tyrosinu se nezdá být kritickým faktorem pro vznik tyraminu během kvašení. Množství tyrosinu se nezdá být kritickým faktorem pro vznik tyraminu během kvašení.

V průběhu hlavního kvašení v kádích umístěných v chlazených místnostech zvaných spilka, se rozlišuje několik stádií. Brzo po zakvašení dochází k **zprašování**, kdy se objevuje první bílá pěna na povrchu kvasící mladiny. Následuje **odrážení** při němž pěna houstne a je vytlačována do středu kvasné kádě. **Nízké bílé kroužky** představují hustou smetanovou pěnu s kučeravým povrchem a jsou stádiem nejintenzivnějšího kvašení. **Vysoké hnědé kroužky** jsou způsobeny poklesem pH a vyflotováním vyloučených chmelových a tříslóbilkoviných sloučenin. Následuje **propadání** kroužků za tvorby husté deky z vyloučených látek na povrchu prokvašené mladiny, tj. **mladého** piva. Deky se z hladiny mladého piva sbírají, aby do něho nepropadly a nezpůsobily zhoršení chuti piva. Současně ke konci hlavního kvašení sedimentují spodní kvasinky na dno kvasné kádě. Po stáhnutí piva se sbírají, propírají se studenou vodou a znovu se nasazují do provozu. Hlavní kvašení trvá zpravidla 6 – 10 dní podle druhu vyráběného piva. [9]

Kromě klasického postupu kvašení se v současnosti uplatňují i různé způsoby polokontinuálního kvašení až kontinuálního kvašení, případně s využitím vázaných kvasinek. V zahraničí, často v návaznosti na infuzní způsob rmutování, se vyrábějí i svrchně kvašená piva při vyšších teplotách, která se však chuťově odlišují od spodně kvašených piv.

Dokvašování a zrání mladého piva se provádí v ležáckém sklepě, kde pivo při teplotách 1 až 3 °C velmi pozvolna dokváší, čirí se, zraje a sytí se pod tlakem vznikajícího oxidu uhličitého v uzavřených ležáckých tancích. Doba ležení je závislá na typu piva. U běžných piv do koncentrace 10 % bývá 3 týdny, pro speciální exportní piva se zvyšuje až na několik měsíců. Během této doby dochází k řadě fyzikálně-chemických dějů, které vedou k vyžrání sensorického charakteru piva a k ustanovení rovnováhy v koloidním systému piva. [9]

Jednofázové kvašení, při němž probíhá hlavní kvašení i dokvašování v jedné nádobě, obvykle v cylindrokónických velkoobjemových tancích, představuje nejmodernější technologii pivovarského kvašení se velkými nároky na dodržování technologického postupu i na hygienu a sanitaci, ale s výraznými ekonomickými přednostmi. [9]

Závěrečné úpravy piva. Dokonale vyzrálé pivo se musí ještě zfiltrvat, aby se zbavilo zbytků neusazených mikroorganismů a koloidních kalících částí a získalo jiskrnou čírost. Dále se musí docílit požadované biologické stability, obvykle pasterací či ostrou filtrací. Požadované koloidní stability se dosáhne stabilizací piva proti tvorbě zákalů a nakonec se pivo plní do transportních a spotřebitelských obalů.

Filtrace piva se nejčastěji provádí na křemelinových a deskových celulosových filtrech různé konstrukce. Pro dosažení vysoké biologické stability se dříve používaly tzv. EK-filtry, kde se pivo filtrovalo přes desky obsahující zvýšený podíl dlouho-vláknitého asbestu. Dnes jsou filtrační materiály obsahující asbest z potravinářských provozů vyloučeny a nahrazeny jinými, často syntetickými materiály, vykazujícími vedle mechanického i adsorpční účinky. Nejmodernějším, ač značně nákladným způsobem, jsou membránová filtrace, které se stále více rozšiřují i v našich pivovarech.

Pasterace se používá pro zvýšení biologické stability piva. Rozšířená je zejména pasterace piva v lahvích či plechovkách v ponorných a tunelových pastérech při teplotě 62 °C, méně častá je mžiková pasterace v průtokových pastérech při vyšší teplotě. Nepříznivý vliv působení tepla na senzickou a koloidní stabilitu piva řeší vospělé pivovary opět zaváděním membránových postupů filtrace s vyloučením působení tepla a s návazností na vysokou úroveň hygieny a sanitace provozu. [9]

Stabilizace piva se provádí u exportních piv, kdy je nezbytné zaručit mnohaměsíční trvanlivost. Principem koloidní stabilizace je odstranění prekurzorů zákalů piva, především vysokomolekulárních dusíkatých složek, polyfenolů, kovových iontů a rozpuštěného kyslíku.

Používají se hlavně stabilizátory adsorpční (různé typy křemičitých gelů na odstranění dusíkatých látek, a vysokomolekulární polyamidy, např. polyvinylpolypyrrolidon pro částečné odstranění polyfenolových prekurzorů) a antioxidační (kyselina askorbová) pro eliminaci vlivu kyslíku. Od používání srážecích stabilizátorů (tannin) a enzymových stabilizátorů (papain) se postupně upouští. Použití stabilizátorů je v některých zemích omezeno zákonnými předpisy. Stabilizátory se do piva přidávají nejčastěji před koncem dokvašování, aby se případně vyloučené látky odstranily při filtraci.

Stáčení piva do transportních a spotřebitelských obalů je konečnou fází výroby. U nás se pivo stáčí do cisteren pro dislokované stáčírny a pro export, do sudů, lahví a plechovek pro vnitřní obchodní síť i pro export. Při stáčení je nutné zamezit ztrátám oxidu uhličitého, aby neutrpěla kvalita piva, proto jsou stáčecí stroje konstruovány na izobarickém principu. Dalším požadavkem je nutnost zamezení styku piva s kyslíkem, a proto se v moderním linkám stáčí pivo pod tlakem oxidu uhličitého a do obalů předplněných oxidem uhličitým nebo směsí oxidu uhličitého a dusíku. Dusík se stále více uplatňuje jako ochranný plyn při plnění piva do obalů. Důvodem je jeho příznivý vliv na tvorbu, trvanlivost a vzhled pивní pěny. V posledních letech se rozšiřuje plnění piva do plastických nevratných lahví. Jejich široké rozšíření má své stinné stránky jak z hlediska dodržení dlouhodobé kvality, tak zejména s ohledem na ekologické aspekty. V některých zemích je proto jejich používání legislativně omezeno. [9]

Problematikou ztrát oxidu siřičitého během skladování lahvových a sudových piv se zabývali David R. Illett a William J. Simpson [16] ve Velké Británii. Zkoumány byly poměry ztráty volného i celkového oxidu siřičitého. Poločas SO_2 u piva skladovaného při 25 °C byl 6 měsíců. Skladování piva při 0 °C redukuje rozsah ztráty SO_2 , ale nezabraňuje jí.

Nejméně důležitým požadavkem na stáčení piva je zajištění dokonalé sanitace všech zařízení, která přicházejí do styku s pivem. Z těchto důvodů jsou moderní pivovary vybaveny automatickými uzavřenými systémy sanitace, tzv. CIP-stanicemi (z angl. *Cleaning In Place*). Spolu se zavedením moderních systémů kontroly kvality, např. HACCP, jsou dnes pivovary vybaveny dostatečnými technickými zařízeními, která umožňují výrobu vysoce

kvalitních piv s prodlouženou biologickou a koloidní trvanlivostí několika měsíců až jednoho roku.

U nás se vyrábějí převážně světlá piva technologií dekokčního rmutování a spodního kvašení a podle koncentrace mladiny se rozlišují piva výčepní čili konzumní (do 10,5 %), ležáky (do 12,5 %) a piva speciální (nad 12,5 %). Zvláštním typem piva jsou piva se sníženým nebo nulovým obsahem alkoholu z běžně vyrobeného piva. V posledních letech se zejména v zahraničí rozšířila výroba piv se sníženým energetickým obsahem (lehká piva, *light beer*) u nás dříve nesprávně označovaná jako Dia-piva a dnes dostupná na trhu jako piva s deklarovaným sníženým obsahem zatěžujících sacharidů. Kvasnicová piva jsou produkována zpravidla v minipivovarech s vyloučením filtrace. Ve větších pivovarech je jejich výroba spíše výjimkou. Pokus vyrábět v našich pivovarech i pšeničná piva se nesetkal s příznivou odezvou spotřebitelů a byl brzo zastaven. [9]

V zahraničí se vyrábí mnohem širší sortiment nápojů označovaných jako pivo. Jsou používány různé náhražky sladu případně chmele a to i v relativně vysokém podílu, jsou používány různé technologie výrazně odlišné od klasické pivovarské technologie, jsou využívány jiné mikroorganismy a postupy kvašení, případně jsou vyrobená piva ochucována různými ovocnými a bylinnými příchutěmi. To vše má za následek mnohem širší nabídku pro spotřebitele. V zemích s tradiční výrobou piv ležáckého typu, k nimž patří i Česká republika, se novinky tohoto druhu však uplatňují velmi obtížně. Oblíbenost piva je způsobena především jeho sensorickými vlastnostmi. Významné jsou však i jeho dietetické a výživné vlastnosti související s jeho vysokou stravitelností. Výživná hodnota piva se uplatňuje zejména v oblastech s vysokou spotřebou piva na obyvatele, ke kterým patří tradičně i naše země. Vědecké studie zabývající se sledováním vlivu pití piva na lidské zdraví v posledních letech stále více zdůrazňují pozitivní účinky složek piva s antioxidačními účinky. Příznivé účinky jsou však podmíněny cílenou umírněnou spotřebou, které neumožňují vznik negativních důsledků způsobených množstvím požitého alkoholu. [9]

3.3 Sortiment piva

Sortiment obsahuje:

- a) piva světlá
- b) piva tmavá (černá)

Piva světlá i piva tmavá se vyrábějí v několika tržních druzích, které se liší **stupňovitostí**. Stupňovitost charakterizuje hustotu mladiny, která závisí na obsahu především cukernatých látek, jmenovitě na hmotnostní koncentraci těchto látek v mladině. Podle stupňovitosti a podle doby zrání se rozlišují:

1. výčepní piva (7°, 8°, 10°)
2. ležáky (11°, 12°)
3. speciální piva značková, vícestupňová. [11]

Pro účely vyhlášky 335/1997 Sb. se rozumí:

- a) **pivem** pěnivý nápoj vyrobený kvašením mladiny připravené ze sladu, vody, neupraveného chmele, upraveného chmele nebo chmelových produktů, který vedle kvasným procesem vzniklého alkoholu (ethylalkoholu) a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprokvašeného extraktu; slad lze do výše jedné třetiny hmotnosti celkového extraktu původní mladiny nahradit extraktem, zejména cukru, obilného škrobu, ječmene, pšenice nebo rýže; u piv ochucených může být obsah alkoholu zvýšen přidávkem lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů,
- b) sladem obilná zrna ječmene nebo pšenice, u nichž sladováním došlo k enzymatickým přeměnám endospermu a k vytvoření typických chuťových, aromatických látek a barvicích látek,
- c) pivem spodně kvašeným pivo vyrobené za použití kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *uvarum* (*carlsbergensis*),
- d) pivem svrchně kvašeným pivo vyrobené za použití kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *cerevisiae* a případně i spontánní mikroflóry mléčných nebo octových bakterií,
- e) světlým pivem pivo vyrobené převážně ze světlých sladů,

- f) tmavým a polotmavým pivem pivo vyrobené z tmavých sladů, sladů karamelových, případně barevných sladů ve směsi se světlými slady,
- g) řezaným pivem pivo vyrobené při stáčení smíšením světlých a tmavých piv stejné skupiny,
- h) lehkým pivem pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny do 7% hmotnostních a s obsahem využitelné energie nejvýše 130 kJ/100 ml,
- i) výčepním pivem pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 8 až 10% hmotnostních,
- j) ležákem pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 11 až 12% hmotnostních,
- k) pivem speciálním pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 13% hmotnostních a vyšším,
- l) porterem tmavé pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 18% hmotnostních a vyšším,
- m) pivem se sníženým obsahem alkoholu s obsahem alkoholu nejvýše 1,2% objemových (1,0% hmotnostních),
- n) nealkoholickým pivem pivo s obsahem alkoholu nejvýše 0,5% objemových (0,4% hmotnostních),
- o) pivem se sníženým obsahem cukrů hluboce prokvašené pivo s obsahem zatěžujících sacharidů do 0,75 g/100 ml a bílkovin do 0,4 g/100 ml,
- p) pšeničným pivem pivo vyrobené s podílem extraktu z použitého pšeničného sladu vyšším než jedna třetina hmotnosti celkově dodaného extraktu,
- q) kvasnicovým pivem pivo vyrobené dodatečným přídatkem podílu rozkvašené mladiny do hotového piva v průběhu stáčení,
- r) pivem ochuceným pivo vyrobené s přídatkem látek určených k aromatizaci a potravních doplňků podle zvláštního právního předpisu a lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů uvedených v §16. Obsah alkoholu pocházejícího z lihovin a ostatních alkoholických nápojů přitom nesmí překročit obsah alkoholu v původním pivu,
- s) sladinou výluh ze sladu získaný za použití pivovarské technologie,
- t) nápojem na bázi piva kvašený sladový nápoj nebo míchaný nápoj z piva,
- u) kvašeným sladovým nápojem nápoj vyrobený ze sladinou pivovarskou technologií, popřípadě ochucený,

- v) míchaným nápojem z piva (Beercooler) nápoj vyrobený smícháním piva s nealkoholickým nápojem nebo s nápojovým koncentrátem pro přípravu nealkoholických nápojů a sodovou vodou. [12]

Členění na druhy a skupiny

Druh:

- a) pivo,
- b) nápoj na bázi piva.

Pivo se člení na tyto skupiny:

- a) lehké pivo,
- b) výčepní pivo,
- c) ležák,
- d) speciální pivo,
- e) porter,
- f) pivo se sníženým obsahem alkoholu,
- g) pivo se sníženým obsahem cukru,
- h) pšeničné pivo,
- i) kvasnicové pivo,
- j) nealkoholické pivo,
- k) ochucené pivo.

Nápoje na bázi piva se člení na tyto skupiny:

- a) kvašený sladový nápoj,
- b) míchaný nápoj z piva. [12]

Jednotlivé tržní druhy piv musí odpovídat požadavkům ČSN na min. obsah ethylalkoholu, extrakt původní mladiny, min. obsah kysličníku uhličitého, titrační kyselost a hodnotu pH. U piva se též posuzuje barva srovnáním se standardní škálou jodových roztoků.

Obsah alkoholu v pivě závisí na stupňovitosti mladinky a na stupni prokvašení. Piva 8° obsahují průměrně 2,2 – 2,4 hmotnostní % alkoholu, piva 10° obsahují 2,8 %, piva 12° obsahují průměrně 3,3 – 3,7 %. Od piva se vyžaduje, aby mělo předpokládanou biologickou trvanlivost, která se v ČSN udává počtem dnů, během nichž nesmí u piva skladovaného při 20 ° dojít k rozkvašení a ke vzniku kvasničných kalů. [11]

3.4 Vady a nemoci piva

Nejčastější závadou bývají chutě a vůně, způsobené stáčením piva do špatně vymytých lahví, nebo použitím výčepního zařízení, které není udržováno v čistotě. V chuti se může projevit použití zatuchlého, plesnivého sladu nebo chmele. Rozšíření plísní ve sklepech pivovaru se projeví v nepříjemné vůni piva.

Zvětralá, málo řízná chuť, slabá pěnivost je způsobena čepováním piva za nedostatečného tlaku nebo špatným těsněním korunkových uzávěrů na lahvích. Zákal piva se vyskytuje jednak u piva podchlazeného pod doporučovanou konzumní a skladovací teplotu, protože se snižuje rozpustnost organických látek. Kvasniční zákaly, jež jsou velmi nebezpečné, jsou důsledkem nedokonalé filtrace piva před stáčením do lahví. Zapříčiňují rozkvašení piva v teplém prostředí. Kvasniční hmota autolyzuje a pivo dostává hnilobnou příchut'. [11]

Z mikrobiálních nemocí se zejména u nepasterizovaných nízkostupňových piv setkáváme s octovatěním. Všechny zmíněné vady s výjimkou chladových zákalů jsou vady nepřípustné a pivo musí být z oběhu staženo. [11]

4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PIVA

4.1 Pozitivní a neutrální složky v pivu

A) Voda

Jeden litr piva obsahuje průměrně 920 gramů vody, která je relativně rychle absorbována zažívacím traktem, což přispívá k pocitu žízně.

B) Minerály (anorganické komponenty)

Pivo obsahuje přibližně 1200 mg/l minerálií. Draslík (300 - 600 mg/l): odpovídá přibližně 20% doporučené denní dávky. Hořčík (90 - 120 mg/l): odpovídá přibližně 45% doporučené denní dávky. Nedostatek hořčíku může způsobit zvýšení výskytu stresových situací, neurologické a psychiatrické potíže, ischemickou chorobu srdeční, alergie, močové kameny, poruchy kostní tkáně, zvýšený krevní tlak, aterosklerózu atd. Fosfor (300 - 700 mg/l): odpovídá přibližně 40% doporučené denní dávky. Sodík (20 - 110 mg/l): nízký obsah sodíku v pivu dovoluje pití tohoto nápoje při nízkosodíkových dietách. Příznivý poměr draslík : sodík (4 : 1) je částečně zodpovědný za diuretický efekt piva. Měď (0,07 mg/l): nedostatek mědi může způsobit ischemickou chorobu srdeční. [17]

C) Vitamíny

Svým příznivým a vyváženým obsahem vitamínů pivo může pokrýt značnou část doporučené denní dávky:

vitamín B1 - thiamin (0,04 mg/l) odpovídá přibližně 5% doporučené denní dávky

vitamín B2 - riboflavin (0,2 mg/l) odpovídá přibližně 20% doporučené denní dávky

vitamín B3 - niacin, Kyselina nikotinová (6 mg/l) odpovídá přibližně 40 - 65% doporučené denní dávky

vitamín B5 - kyselina pantotenová (1 mg/l) odpovídá přibližně 20% doporučené denní dávky

vitamín B6 - pyridoxin (0,6 mg/l) odpovídá přibližně 25% doporučené denní dávky

vitamín B12 - kobalamin (100 m g/l)

vitamín H - biotin (0,01) odpovídá přibližně 5% doporučené denní dávky

kyselina folová (0,1 mg/l)

inositol (60 mg/l)

cholin (100 - 300 mg/l)

D) Bílkoviny

Pivo obsahuje 3 - 5 g/l čistých bílkovin, přičemž 85% z těchto bílkovin pochází ze sladu a 15% z pivovarských kvasinek. Aminokyselinový profil zahrnuje téměř všechny esenciální aminokyseliny. Obsah aminokyselin se pohybuje v mezích 300 - 500 mg/l.

E) Nukleové kyseliny a jejich deriváty

Přibližný obsah těchto sloučenin se pohybuje od 0 - 1,8 mg/l (DNA+RNA). Fyziologický efekt těchto sloučenin spočívá ve zvýšení močopudnosti piva, vlivu na krevní tlak a srdeční aktivitu.

F) Polyfenoly

Obsah polyfenolů v pivu je přibližně 100 - 200 mg/l. Vliv obsahu těchto látek v pivu na člověka nebyl zatím zkoumán. Experimenty na zvířatech však ukázaly silný antioxidační efekt, který má význam v prevenci patologických procesů (rakovina, ateroskleróza, infarkt myokardu). Význam polyfenolů je srovnatelný s významem vitaminů C a E a doporučená denní dávka se pohybuje mezi 15 a 25 mg rostlinných polyfenolů na osobu na den.

G) Hořké chmelové látky

Pivo obsahuje až 40 mg/l hořkých látek, které mohou mít několik fyziologických efektů. Patří mezi ně především sedativní až narkotický a bakteriostatický účinek. Hořké chmelové látky podporují sekreci žluče a tím příznivě ovlivňují trávicí proces a zvyšují chuť k jídlu. [17]

H) Sacharidy

Celkový obsah sacharidů v pivu se pohybuje okolo 28 g/l. Sacharidy představují hlavní energetickou složku piva (asi 60%) a to jak snadno využitelné cukry, tak i hůře resorbovatelné dextriny. Pivo může pokrýt značnou část doporučené denní dávky sacharidů. U dia piv je situace samozřejmě jiná.

I) Oxid uhličitý - CO₂

Oxid uhličitý je přirozenou součástí piva. Poskytuje dlouhodobou ochranu proti kyslíku a účinně zabraňuje růstu aerobních mikroorganismů. Oxid uhličitý je z nutričního hlediska bezcennou látkou. Optimální obsah a zejména vaznost rozpuštěného oxidu uhličitého v pivu má však zásadní vliv na fyziologii lidského trávení, sensorické vlastnosti piva, jeho trvanlivost a správný říz. Část požadovaného množství oxidu uhličitého získá pivo v procesu hlavního kvašení a část při dokvašování. [17]

4.2 Negativní složky piva

Z hlediska obsahu cizorodých látek a chemických reziduí patří pivo k nejzdravějším nápojům vzhledem k tomu, že výroba piva představuje v mnoha aspektech dekontaminační technologii, jejíž výsledkem je minimální obsah škodlivých látek, nižší než u použitých surovin včetně vody.

A) Alkoholy a další těkavé látky

Alifatické a aromatické alkoholy, kterých je v pivu asi 100 mg/l a estery (přibližný obsah asi 20 mg/l) jsou více toxické než ethanol. Tyto látky jsou tím toxičtější, čím delší je jejich řetězec. S délkou řetězce těchto sloučenin roste i rozpustnost v tucích a následné zvyšování koncentrace v mozkových a tukových tkáních. Glycerol, s průměrným obsahem 1,3 - 1,8 g/l, je nejméně toxickým alkoholem a 3-methylbutanol je toxický nejvíce. Na rozdíl od alkoholů se toxicita aldehydů snižuje s jejich vzrůstající molekulovou vahou. Ve srovnání s vínem a tvrdým alkoholem je pivo nápojem s nejnižším obsahem toxických těkavých látek. [17]

B) Biogenní aminy

Obsah biogenních aminů se mění během jeho výroby a koncový produkt obsahuje průměrně 150 - 200 mg/l histaminu, 0,7 - 35,5 mg/l tyraminu, 0,5 - 0,7 mg/l kadaverinu, 3,1 - 5,6 mg/l putrescinu a 0 - 0,8 mg/l b - fenylethylaminu. Tyto hodnoty se můžou výrazně zvýšit při mikrobiální kontaminaci během výroby nebo koncového produktu. Tyto látky ve velkých množstvích způsobují bolesti hlavy, migrény a alergické reakce.

C) Těžké kovy

Těžké kovy nejsou obsaženy v pivu jako primární kontaminace, ale můžou se dostat do piva sekundární kontaminací např. kontaktem s varnými kotli, různými kovovými skladovacími nádobami atd. Může jít o:

- arsen,
- olovo,
- železo,
- kadmium,
- další těžké kovy, např. chrom, rtuť, selen

D) Mykotoxiny

Tyto nebezpečné produkty plísní se mohou stát kontaminací ječmene nebo surogačních surovin již během zrání na poli nebo po sklizení během skladování při vlhkosti převyšující 12%. Během pivovarského procesu se provádí několik purifikačních procesů, které většinou usmrtí plísně a zničí jejich produkty. Z mnoha měření se vždy vyskytlo několik vzorků kontaminovaných některým druhem mykotoxinů (především ochratoxin a 12, 13 - epoxytricothecenes, zearalenone...). Obsah těchto sloučenin byl většinou v hygienických limitech, ale i nepatrný výskyt mykotoxinů může mít vliv na chuť a vůni piva a především na tzv. přepěňování (gushing). [17]

E) Pesticidy, fungicidy, herbicidy

Do piva se můžou dostat stovky těchto nebezpečných sloučenin z výchozích surovin a to jak z ječmene a chmele, tak i z podzemní vody a surogátů. Vzhledem k tomu, že pivovarský proces je ve své podstatě dekontaminační proces, tak byly nalezeny velmi nízké hodnoty těchto látek ve výsledných produktech. Např. průměrný obsah halogenovaných uhlovodíků byl nižší než 2 mg/l. [17]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

- 1) Sensoricky a chemicky analyzovat vybrané vzorky 11 ° lahvového piva pivovaru Litovel a. s.
- 2) Vyhodnotit výsledky sensorické analýzy odborných a laických hodnotitelů, vyhodnotit chemickou analýzu zkoumaných vzorků.
- 3) Srovnat výsledky sensorické analýzy zkoumaných vzorků lahvových piv v jednotlivých kategoriích.
- 4) Zhodnotit rozdíly mezi hodnocením laických a odborných hodnotitelů.

6 PIVOVARSKO – SLADAŘSKÁ ANALYTIKA

K analýze vzorků piva se v laboratoři Pivovaru Litovel, a. s. používají moderní přístroje a zařízení. Laboratoř pivovaru je momentálně v provizorních prostorách a nové, více vyhovující prostory, se upravují. K analýze se zde používají následující přístroje:

- automatický analyzátor piva /ALCOLYZER PLUS – ANTON PAAK/,
- kolorimetr /DR. LANGE LASA 30/,
- pHmetr /IMOLAB MERCI/,
- nefelometr /MZN – ČR/,
- spektrofotometr.

Vzorky piva se v laboratoři pivovaru zkoumají pomocí laboratorních zkoušek. Stanovuje se u každého vzorku extrakt skutečný a zdánlivý, alkohol a původní extrakt mladiny, dále se měří pH, barva vzorku, stanovuje se stupeň prokvašení, polyfenoly a hořké látky. U vzorků je též důležitá trvanlivost (koloidní trvanlivost, měření zákalu) a stanovuje se také diacetyl. U všech zkoušek se dodržují stanovené laboratorní postupy pivovarsko – sladařské analytiky, jejichž principy jsou popsány níže.

6.1 Stanovení zdánlivého a skutečného extraktu, alkoholu a původního extraktu mladiny

Koncentrace piva vyjádřená v procentech je procentový obsah extraktu původní mladiny před zakvašením, ze které se pivo vyrobilo. Alkohol se vytvořil z extraktu (zkvasitelných cukrů) mladiny zkvašením pivovarskými kvasinkami *Sacharomyces uvarum* (spodní pivovarské kvasinky) nebo *Sacharomyces cerevisiae* (svrchní pivovarské kvasinky). Zdánlivý extrakt E_Z piva je extrakt stanovený v tomto nápoji sacharometricky nebo pyknometricky po jeho zbavení oxidu uhličitého. Skutečný extrakt E_S je nezakvašený extrakt piva, který se stanoví sacharometricky nebo pyknometricky po oddestilování alkoholu a doplnění destilovanou vodou na původní hmotnost vzorku. Alkohol A se stanoví v destilátu pyknometricky. [20]

Mezi zdánlivým extraktem, skutečným extraktem, alkoholem piva a extraktem původní mladiny jsou určité vztahy, které zpracoval Balling do nauky o attenuaci a vymezil význam termínu prokvašení piva. Z výsledků jeho práce již v minulém století byly odvozeny vzorce pro výpočet koncentrace piva (dříve stupňovitost piva), které se dodnes používají na celém světě. Attenuace je pokles měrné hmotnosti kvasičího roztoku k určité hranici. Zdánlivý extrakt piva je nižší než skutečný, protože pivo obsahuje látky lehčí než voda (alkohol apod.) a není v něm zahrnuta ztráta extraktu vzniklá v průběhu kvašení (spotřeba živin na pomnožení kvasinek, únik těkavých sloučenin).

Pro stanovení alkoholu a skutečného extraktu se používá jako rozhodčí metoda destilační stanovení. Z výsledků analýzy se vypočte extrakt původní mladiny, ze které se pivo vyrobilo. V praxi při sériových analýzách pro vlastní potřebu závodu je rozšířené refraktometrické stanovení, případně jsou k dispozici automatické analyzátory, např. firmy Paar (Graz, Rakousko) nebo Scaba systém firmy Servochem (Stockholm, Švédsko) a další. [20]

6.2 Měření pH

Hodnota pH má vliv při rmutování na enzymové procesy, především na štěpení vysokomolekulárních látek, dále na rozpustnost dusíkatých a hořkých látek při chmelovaru a na intenzitu přibarvení vyrážené mladiny. Mezi hodnotou pH mladiny a příslušného piva jsou určité závislosti. U mladin s vyššími hodnotami pH obtížněji koagulují při varu výšemolekulární dusíkaté látky a piva jsou náchylná k tvorbě koloidních zákalů (tab. 2). [18]

Tab. 2 Běžné hodnoty pH

	pH
Předek	5,50 až 5,80, surogované várky 5,60 až 6,10
Vyrážená mladina	5,20 až 5,60
Světlé pivo	4,10 až 4,80
Tmavé pivo	4,00 až 4,80
Dia pivo	4,00 až 4,80
PITO	4,40 až 5,40

6.3 Stanovení barvy

Barva kongresní sladiny dává orientační informaci o typu analyzovaného sladu. Zejména plzeňský světlý slad má dávat sladinu s nízkou hodnotou barevné intenzity. Barva kongresní sladiny nekoreluje v praxi s barvou piva vyrobeného z příslušného sladu. Během rmutování, chmelovaru a chlazení mladiny vzniká řada barevných látek. Stejně se může měnit intenzita barevného odstínu piva vlivem oxidačních změn řady sloučenin extraktu (cukernatých látek, polyfenolů apod.), které jsou vyvolány provzdušněním, změnami pH atd. V tomto směru bližší korelace s barvou piva lze zjistit stanovením barvy kongresní sladiny po provaření. \i tato metoda dává orientační údaje o předpokládané barvě piva. [19]

6.4 Stanovení zdánlivého a dosažitelného stupně prokvašení

Stupeň prokvašení vyjadřuje v procentech úbytek původního zkvasitelného extraktu mladiny. Jeho hodnota je závislá na obsahu zkvasitelných sacharidů a na podmínkách při kvašení a dokvašování. Rozlišuje se proto **zdánlivé prokvašení** a **zdánlivé dosažitelné prokvašení**. V praxi stupeň prokvašení mladého nebo stočeného piva téměř nikdy nedosahuje hodnoty dosažitelného stupně prokvašení. V průběhu kvasného procesu se rozdíl mezi oběma hodnotami zmenšuje a při výstavu piva by neměl být větší než 5 %.

K výpočtu stupně prokvašení je nutné znát původní extrakt mladiny, u piva hmotností zlomek konvenčního extraktu (dříve původní koncentrace mladiny) a zdánlivý nebo dosažitelný extrakt. [20]

Zdánlivé prokvašení světlých piv se pohybuje podle druhu výrobku od 74 do 82 %. Vyšší hodnoty prokvašení jsou obvyklé u várek surogovaných větší dávkou sacharosy. Skutečný stupeň prokvašení lze orientačně vypočítat vynásobením hodnoty zdánlivého prokvašení korekčním součinitelem 0,81. [20]

6.5 Polyfenoly

Polyfenoly přecházejí do mladiny (piva) ze sladu a chmele, případně z nesladových obilovin. V závislosti na kvalitě surovin a použité technologii je jejich obsah v mladině (pivě) odlišný, obdobně jako struktura a molekulová hmotnost. Jednotlivé polyfenolové sloučeniny mají rozdílný, ale silný vliv na barvu, chuť, vůni, pěnovost a koloidní stabilitu piva. Polymerované a kondenzované polyfenoly reagují intenzívně s dusíkatými sloučeninami za vzniku nerozpustných komplexů.

Dosavadní metodiky dávají možnost stanovit celkové polyfenoly, kdy v závislosti na struktuře se v rozdílné míře uplatní určité fenolické sloučeniny. Např. EBC metodou založenou na tvorbě barevného komplexu polyfenolů s železitými ionty se přednostně stanoví sloučeniny, které mají vicinální hydroskupiny, např. kyselina gallová.

Pro přesnější analýzu určitých fenolických sloučenin je vypracovaná řada variací chromatografických metod, např. papírová chromatografie, tenkvrstvá chromatografie, plynová chromatografie derivatizovaných sloučenin, vysokoúčinná kapalinová chromatografie a sloupcová chromatografie. [18]

6.5.1 Stanovení celkových polyfenolů podle EBC

Princip: Polyfenoly reagují s železitými ionty v alkalickém roztoku za vzniku červeného barevného komplexu, jehož intenzita se změní spektrofotometricky při 600 nm. [18]

6.6 Hořké látky

Hořkost piva je závislá na obsahu isosloučenin, které zahrnují především iso- α -hořké kyseliny a v menší míře i některé další deriváty hořkých kyselin chmele včetně jejich oxidačních produktů.

Prvou variantou stanovení isosloučenin vypracoval Rigby a Bethune. Dále ji modifikoval Bang-Moltke a Meilgaard. Další modifikaci zpracoval Klopper.

Nejpoužívanější stanovení hořkých látek v pivu je tzv. mezinárodní metoda jednotek hořkosti podle EBC, dále spektrofotometrické stanovení iso- α -hořkých kyselin a α -hořkých kyselin podle Kloppera v upravené variantě podle Rigbyho a Barse.

Pro stanovení jednotlivých složek hořkých látek se používají různé chromatografické metody. [18]

6.6.1 Stanovení jednotek hořkosti podle EBC

Princip: Hořké látky, především iso- α -hořké kyseliny, se extrahují z okyseleného piva isoktanem a stanoví se spektrofotometricky. [18]

6.7 Trvanlivost piva

Časový úsek, ve kterém se neprojeví za standardních podmínek uložení žádná viditelná změna původní čirosti, se označuje jako trvanlivost (stabilita) piva. Pro jednotlivé druhy piv jsou požadavky na trvanlivost předepsány ČSN 56 6635. Při dlouhodobém skladování vznikají v pivech zákaly, jež mohou být způsobeny pomnožením mikroorganismů nebo

porušením fyzikálně chemické rovnováhy koloidních složek. Podle původu zákalu se rozlišuje biologická a koloidní trvanlivost. [21]

6.7.1 Koloidní (fyzikálně chemická) trvanlivost

Pivo, které má neomezenou nebo dostatečně dlouhou biologickou trvanlivost, se může vlivem podmínek uskladnění zakalít, zvláště při ochlazení, nebo vytvořit sedlinu. Podstatou zákalů jsou nejčastěji komplexní sloučeniny bílkovin s polyfenoly, mohou to však být i sloučeniny polypeptidů s polysacharidy nebo polypeptidů s minerálními látkami. Tvorbu těchto zákalů podporuje především působení vyšší teploty, případně také pohyb. K rychlejšímu získání informací o koloidní trvanlivosti stabilizovaných piv se právě využívá účinku teploty, působením střídavého zahřívání a ochlazování piva. Dalším důležitým faktorem, který negativně ovlivňuje fyzikálně chemickou trvanlivost, je koncentrace rozpuštěného kyslíku v pivě. Překročí-li jeho obsah po stočení 1 mg.l^{-1} , zvyšuje se náchylnost k tvorbě zákalů a současně se zhoršují sensorické vlastnosti piva. Bez přímého stabilizačního zásahu nelze vyrobit pivo s vysokou koloidní trvanlivostí. [21]

Měření čirosti (zákalu)

Jedním z hlavních cílů filtrace piva je získání dokonale jiskrného filtrátu. K objektivnímu posouzení čirosti piva lze použít v podstatě každý spektrofotometr, který je po toto měření uzpůsoben (nefelometr). V praxi je nejvíce rozšířen univerzální spektrofotometr firmy Sigrist a Haze-Meter firmy Radiometer.

Princip: Čirost, zákal čerstvě zfiltrovaného piva se učí nefelometricky v kyvetě nebo přímo v pivní láhvi. Při měření přímo v láhvi se získané hodnoty násobí opravným faktorem (oprava na barvu piva, na průměr a barvu láhve), který se určí kalibrací standardních formazinových roztoků. [21]

6.8 Stanovení vicinálních diketonů

Tvorba vicinálních diketonů při kvašení mladiny souvisí se syntézou valinu a isoleucinu. Důležitými meziprodukty této syntézy jsou 2-acetolaktát a 2-acetohydroxybutyrát, z kterých oxidativní dekarboxylací vznikají diacetyl a 2,3-pentandion. Obě sloučeniny mají

velký význam ze sensorického hlediska, protože při překročení prahové koncentrace vnímání vyvolávají nežádoucí změny aromatu piva. [21]

6.8.1 Stanovení diacetylu a ostatních vicinálních diketonů v pivu spektrofotometricky

Princip: Vicinální diketony se z analyzovaného piva oddestilují, destilát se smísí s roztokem o-fenylendiaminu a množství vzniklých derivátů chinoxalinu měří spektrofotometricky při vlnové délce 335 nm. [21]

7 SENZORICKÁ ANALÝZA V PIVOVARNICTVÍ

7.1 Obecný úvod

Během skladování ztrácí pivo své charakteristické sensorické vlastnosti a získává dříve nebo později tzv. starou chuť. Stárnutí piva je většinou spojováno s enzymovými a neenzymovými oxidačními reakcemi, při kterých se uplatňují aktivní formy kyslíku. Nejznámějšími reakcemi tohoto typu jsou Streckerovo odbourávání aminokyselin, melanoidinové oxidace vyšších alkoholů, Fentonova reakce, fotooxidační reakce a oxidace vyšších alkoholů za přítomnosti polyfenolů. [22]

Rozhodující vlastností piva, která vedle cenových a dalších obchodních hledisek a trvanlivosti určuje úspěšnost na trhu, je jeho organoleptický charakter. Zatímco však cenová a obchodní hlediska včetně trvanlivosti působí na spotřebitele prostřednictvím racionální úvahy, organoleptický charakter ovlivňuje spotřebitele přímým smyslovým požitekem. Všichni výrobci proto věnují organoleptickému charakteru svých produktů mimořádnou pozornost dle zásady, že produkt musí být nejen všestranně kvalitní, ale musí spotřebiteli chutnat.

Organoleptický charakter reprezentuje vlastnosti výrobku, diametrálně se lišící od jeho ostatních jakostních parametrů, sledovaných zpravidla nejruznějšími přístrojovými testy. Organoleptický charakter je ve své podstatě lidským vjemem vznikajícím v mozku na základě podnětů, přicházejících z chuťových, čichových, hmatových a zrakových receptorů. Vztah mezi vlastnostmi piva a jeho organoleptickým charakterem není nikterak jednoduchý a je modifikován vlastnostmi lidských jedinců. Z toho lze vyvodit, že k serióznímu sensorickému posouzení piva musí být respektovány určité zásady. Při praktickém provádění sensorického hodnocení však není situace nijak příznivá. Skutečnost, že smyslové vjemy pocítuje každý člověk, svádí ke zjednodušenému nazírání na celý problém, z čehož pramení více či méně spontánní přístup při hodnocení. [23]

7.2 Vlastní analýza

Aby byla věrohodnost výsledků sensorické analýzy co nejlépe zajištěna, musí být splněny následující předpoklady. [24]

7.2.1 Technické podmínky degustace

Technické podmínky degustace, tj. zařízení sensorické laboratoře, vlastní schéma provádění degustací apod. [24]

7.2.2 Výběr degustátorů

Každý hodnotitel musí splňovat fyzické, psychické a odborné předpoklady. Fyzické předpoklady se zjišťují degustačními zkouškami. Psychické předpoklady souvisejí s vlastní prací v degustační komisi. Samozřejmým předpokladem jsou dostatečné intelektové schopnosti, a dále jsou vhodné vlastnosti, které lze označit jako kladně: smysl pro spolupráci, pozornost, soustředěnost, praktičnost, uvážlivost, sebedůvěra, atd. Naopak nevhodné vlastnosti jsou např.: nerozhodnost, povrchnost, chaotičnost, nedostatek odpovědnosti, sklon ke konfliktnímu jednání, soustředění na sebe, sklon k poučování, hádavost, bojovnost, tvrdohlavost, atd. Zcela zakázaná by měla být účast v degustačních komisích osobám se sklonem k alkoholismu a osobám, které pijí více než dva litry piva denně.

Odborné předpoklady lze zajistit pouze dlouhodobým školením a praxí. Degustátoři musejí umět rozlišit a pojmenovat základní i některé speciální pivovarské vůně a chutě. Přehled asi třiceti základních chutí a vůní a způsob jejich simulace v pivu je uveden v tabulce 1. Schopnosti degustátorů se dále ověřují systémem pořadových testů, kdy hodnotitel musí umět správně seřadit řadu vzorků s přídatkem rozdílné koncentrace určité látky. [24]

Tab. 3 Přehled základních chutí a vůní a způsob jejich simulace v pivu [24]

Vůně nebo chuť	Sloučenina/postup úpravy	Koncentrace/čas
Oxid siřičitý	hydrogensířičitan draselný	50 mg/l
Sirovodík, zkažená vejce	H ₂ S z Na ₂ S.9H ₂ O (připraví se čerstvý)	25 µg/l
Merkaptan, sirná	ethylmerkaptan	2 µg/l
Letinková	pivo v průhledné lahvi	4 h na slunci nebo 16 hod. fluorescenční lampa
DMS, vařená zelenina	dimethylsulfid	120 µg/l
Po rozpouštědlech	ethylacetát	30 – 75 mg/l
Acetaldehyd, zelená jablka	acetaldehyd(čerstvě připravený)	20 – 40 mg/l
Esterová, banánová	isoamylacetát	3 mg/l
Esterová, ovocná	směs ethylacetátu, isoamylacetátu, ethylhexanoátu, 2-fenylacetátu a hexanoátu	10, 2, 0,3, 0,3 a 0,2 mg/l
Chmelová	granulovaný chmel chmelová esence (např. EHP Co.)	pouze vůně 100 µg/l
Květinová	2-fenylethanol	225 mg/l
Po koření, hřebíčku	eugenol 4-vinylguajakol	1 mg/l 1 mg/l
Trávnová	cis-3-hexen-1-ol	15 mg/l
Obilná, slámová	ječmen	pouze vůně
Sladová	slad	pouze vůně
Mladinová	mladina	15 % do piva
Karamelová	tmavý slad	pouze vůně

Připálená	pražený slad	pouze vůně
Mastné kyseliny, žluklá, potuku, mýdlová	směs kys. Hexanové, oktanové a dekanové	3,3, 14,5 a 1,7 mg/l
Diacetylová	diacetyl	0,3 mg/l
Kvasničná	kvasnice	pouze vůně
Medicínální	2-cholofenol	6 µg/l
Oxidační, stará, papírová, lepenková, po kůži	pivo 38 °C nebo pivo 45 °C, do hrdla vzduch	6 až 12 dní 3 dny
Kyselá	kyselina mléčná	600 mg/l
Alkoholová	pivo 4 – 5 % alk. + vodka	Upravit na 7 % alk.
Plnost, prázdné	sodová voda	20 – 30 %
Sladká	sacharóza	1,5 %
Hořkost	isomerizovaný chmel. extrakt	30 mg/l isohumulonu nebo hořkostní řada se zvyšující se koncentrací o 5 BU
Trpká, adstringentní	tannin	150 mg/l
Kovová	FeSO ₄ .7H ₂ O	3mg/l

V řadě případů použití popisných metod není vhodné a je správné použití tzv. diferenčních metod. Otázka zní např. takto: Projeví se určitý technologický zásah (změna skladby surovin, modifikace varního postupu, změny ve způsobu kvašení apod.) i senzoričky? [25]

Velice zajímavý výzkum provedli odborní pracovníci univerzity v Kalifornii v USA Jean-Xavier Guinard, Bunsaku Uotani a Pascal Schlich [27]. Zabývali se srovnáním hedonických poměrů konzumenty „naslepo“ a poté se znalostí ceny a značky vzorku. Zkoumali individuální preference 170 konzumentů v šesti kategoriích věku (20, 30, 40) a pohlaví

(muži, ženy) 24 domácích, dovezených a speciálních světlých piv. Testovány byly nejprve bez znalosti značky a ceny a poté se znalostí. Hedonické hodnocení se měnilo signifikantně od hodnocení bez znalosti ceny a značky k informovanému testování, především u hodnotitelů ve skupině dvacátníků. Tím se prokázala role nesenzorických ukazatelů (cena, značka) na sensorické hodnocení.

7.2.3 Vzorky

Pořadí vzorků je určováno předsedou degustační komise a závisí na cíli degustace. Obecné zásady pro stanovení pořadí vzorků jsou následující:

- vzorky piva do degustace vstupují od nejnižší stupňovitosti po nejvyšší,
- první vstupují do degustace světlá piva, poté tmavá a nakonec piva speciální,
- první jsou použity standardní testy hodnocení sensorické jakosti (sensorické schéma EBC) poté rozdílové testy, a nakonec testy podle speciálních degustačních schémat.

Jako první by měl být do degustace zařazen tzv. nulový vzorek (někdy také nazývaný „vzorek na rozpití“). S jeho pomocí se dosahuje tzv. nakalibrování degustační komise.

Vzorky piva by měly být degustovány v sériích po čtyřech až šesti vzorcích. Pro takové hodnocení by mělo být vyhrazeno cca 60 minut. Před další sérií by měla následovat přestávka 15 – 30 minut na regeneraci chuťových buněk a psychický odpočinek. [24]

Ke zkvalitňování práce degustační komise také výraznou měrou přispívá pravidelnost degustace. Je vhodné, aby pro sensorickou analýzu byl zvolen konkrétní čas, v konkrétním dni v týdnu. Hlavním smyslem je, aby se práce v degustační komisi stala nedílnou součástí pracovních povinností každého degustujícího. Kvalitní práce degustační komise začíná až po minimálně třech, většinou až po šesti měsících od prvního zasedání. [24]

7.2.4 Degustační sousto

Degustační sousto, někdy též nazývané neutralizátor chuti, je pro každý typ degustovaného vzorku přesně definováno. Pro degustaci piva je jako degustační sousto předepsán salám, sýr a pečivo. Salám musí být nekořeněný, měl by být méně slaný a vysoce homogenizovaný. Doporučovaným sýrem je především tavený plátkový nekořeněný nearomatizovaný sýr. Pečivo by mělo být nesolené. Pokud je pečivo solené, je nutné sůl před degustací odstranit. Rohlíky či housky jsou vhodnější než chléb. Množství degustačního sousta je většinou definováno pro celou degustovanou sérii. Přibližně by mělo být pro každého degustujícího k dispozici asi 100 g salámu, 50 g sýra a 2 rohlíky na 4 – 6 vzorků. [24]

7.2.5 Degustační sklenice

Při degustaci piva jsou používány dva základní typy sklenic. První z nich je degustační sklenice z bezbarvého průhledného skla. Ty slouží pro hodnocení piva například podle schématu EBC. Druhým typem degustačních sklenic jsou sklenice vyrobené z neprůhledného skla. Ty jsou nezbytné například pro hodnocení rozlišovacích testů (párová, trojúhelníková, atd.). Hlavní výhodou je, že degustující není rozptylován dalšími vlivy a může se plně věnovat pouze sensorickým parametrům.

Materiálem pro degustační sklenice musí být sklo. To je na rozdíl od ostatních materiálů inertní vůči pachům, například z předcházejících vzorků. Optimální objem degustační sklenice je 200 až 300 ml. [24]

7.2.6 Množství a teplota vzorku

Pro sensorické hodnocení piva podle schématu EBC nebo pro některé rozdílové zkoušky (trojúhelníková) je optimální množství nápoje 150 ml. Pro některé další typy (duo-trio, tetradový test) je potřeba většího množství standardu. Vzorek by měl být nalit asi do poloviny sklenice. Zbývá část, nazývaná rezervoár vůně, pak slouží k nakoncentrování těkavých složek piva a využívá se pro sensorické posouzení aroma piva.

V případě, že je nápoje méně, dochází velmi rychle k ohřevu a ke změně jeho sensorických parametrů. Vzorek piva by měl být naléván s minimálním množstvím pěny, aby se mohly

v krátké době oddělit aromatické látky piva. Teplota degustovaného vzorku by se měla pohybovat mezi 9 – 11 °C. prakticky to znamená, že před degustací by mělo být ochlazeno na 7 – 9 °C, neboť přípravou vzorku dojde k mírnému zvýšení teploty. Při nižších teplotách nelze dobře rozeznat především cizí chutě a vůně, při vyšších teplotách se již objevují složky cizích chutí a vůní, které by při definované degustační teplotě nebyly zaznamenány. [24]

7.3 Senzorické testy používané v pivovarnictví

7.3.1 Metody sensorické analýzy

Metody používané pro sensorickou analýzu se dělí do osmi základních skupin:

- metody rozdílové (rozlišovací),
- metody pořadové,
- hodnocení srovnáním se standardem,
- hodnocení za použití stupnic,
- poměrové metody,
- metody slovního popisu,
- speciální metody,
- optimalizační metody. [24]

Používané testy jsou buď aplikací jednotlivých metod, nebo kombinací více metod. V pivovarské praxi se pracuje především s rozdílovými a pořadovými metodami, dále jsou pak využívány způsoby hodnocení pomocí stupnic a metody slovního popisu. V některých zvláštních případech jsou používány speciální metody. [24]

Je třeba formálně oddělit tzv. objektivní a subjektivní sensorické hodnocení:

Objektivní sensorická analýza: jedná se o co nejpřesnější popis hodnocení vjemů hodnotitele, čili specifikuje pomocí určité metodiky organoleptický charakter produktu. Hodnocení mohou provádět pouze školení degustátoři.

Subjektivní sensorická analýza: informuje o vztahu hodnotitele k posuzovanému výrobku, čili jinými slovy, zda mu hodnocený produkt chutná či nechutná (hodnocení oblíbenosti, hedonické hodnocení). Zde je nutno rozlišit, zda hodnocení provádí skupina specialistů nebo běžní spotřebitelé, kteří výrobek kupují a konzumují. [26]

Do objektivních parametrů sensorické analýzy patří například hodnocení hořkosti, sladkosti, kyselosti atd. Pro tyto parametry je možno jednotlivé degustátory tzv. „kalibrovat“. Mezi subjektivní parametry patří například celkový subjektivní dojem (např. hodnocení sensorické jakosti dle schématu EBC) a jsou ovlivněny především zvyklostí a sensorickou pamětí. Subjektivní hodnocení, na rozdíl od objektivního, nemusí být v přímém vztahu ke kvalitě výrobku.

Pro zpracování výsledků sensorické analýzy se v současné době ve stále větší míře uplatňují softwarové programy, které jsou schopny zpracovat velké množství dat. Díky nim lze z mnohparametrových hodnocení formulovat konkrétní závěry. [24]

7.3.2 Sensorické testy používané v pivovarství

Z velkého množství sensorických testů se v pivovarství nejčastěji používá deset následujících:

- schéma sensorické analýzy piva dle EBC,
- sensorický profil chutě a vůně piva,
- spotřebitelský test,
- párová zkouška,
- duo – trio test,
- trojúhelníková zkouška,
- tetrádová zkouška,

- pořadový test,
- speciální testy hořkosti. [24]

A) Schéma sensorické analýzy dle EBC

Obecně se podle tohoto schématu pracuje tak, že se nejprve hodnotí vonné parametry předloženého vzorku. Poté následuje popis chuťových složek. Pro tmavá piva je schéma rozšířeno o další dva parametry (karamelová chuť a sladkost). Všechny hodnocené parametry patří do skupiny sensoricky objektivních. Pouze celkový subjektivní dojem se zabývá (hedonickým hodnocením) vzorku. [24]

Schéma je kombinací metod slovního popisu a metod používajících stupnic. Ve všech objektivních parametrech je zavedena pětibodová stupnice. Pouze u celkového subjektivního dojmu je zachována širší (devítibodová) stupnice. Tento test se používá především pro hodnocení jakosti a standardnosti výroby. Ve většině případů slouží schéma sensorické analýzy piva dle EBC jako sensorická výstupní kontrola pivovarské produkce. [24]

B) Sensorický profil chuti a vůně piva

Tento test může v některých případech nahrazovat schéma sensorické analýzy dle EBC. Nejčastěji se však používá pro stanovení charakteru piva z dlouhodobého hlediska. Pro tento účel je nezbytný velmi velký počet degustujících (až 200). [24]

C) 25bodové sensorické schéma

S tímto schématem se můžeme nejčastěji setkat v zemích bývalého Sovětského svazu. Plní stejnou funkci jako schéma sensorické analýzy dle EBC, tedy hodnocení sensorické jakosti a standardnosti výroby. Na rozdíl od něho jsou v něm ale zahrnuty ještě parametry, které jsou již ve schématu EBC přeneseny do analytické oblasti (pěnovost, čirost, barva). Hlavní nevýhodou tohoto schématu je, že je dána minimální možnost charakterizovat chuť a vůni piva (omezený počet parametrů), takže případné informace pro výrobu jsou méně vypovídající. [24]

D) Spotřebitelský test

Spotřebitelský test se používá především pro obchodní a marketingové záměry. Již z jeho konstrukce je patrné, že je určen především laickým degustátorům (např. tříbodová stupnice). Při odborném sensorickém hodnocení se s tímto testem prakticky nesetkáme. Protokol tohoto testu je upravován v závislosti na cíli, kterého chceme dosáhnout. [24]

E) Párová zkouška

Párová zkouška je prvním a nejjednodušším zástupcem rozdílových metod. Ve většině případů se párová zkouška opakuje (až třikrát), aby bylo dosaženo dostatečného počtu odpovědí, neboť se zvyšujícím se počtem hodnocení stoupá i přesnost této metody. Tato zkouška se používá především při změnách v technologii, surovinách, atd., chceme-li zjistit, zda existuje vliv na sensorický charakter piva.

Tato zkouška se používá především pro laickou nebo méně odbornou veřejnost. Nevýhodou je nutnost velkého počtu odpovědí. V praktických podmínkách se pracuje většinou na hladině pravděpodobnosti 95 %. [24]

F) Duo – trio test

Tento test je vlastně kombinací párové zkoušky porovnávání se standardem. Používá se především v případech, kdy známe cíl sensorické jakosti. Příkladem může být test, kdy standardem je pivo vyrobené zavedenou technologií, které se porovnává s pivem vyrobeným pozměněnou technologií. Cílem je zjistit, zda se tato technologická změna projevila v sensorických parametrech piva. Duo – trio test je vhodný pro méně zkušené degustátory nebo laickou veřejnost. [24]

G) Trojúhelníková zkouška

jedná se v praxi o nejpoužívanější rozdílový test. Úkolem je určit, který vzorek z předložené dvojice se odlišuje. Tento test se používá především u školených degustátorů, kdy výhodou je dobrá průkaznost již při menším počtu odpovědí. [24]

H) Tetrádová zkouška

Posledním v praxi používaným rozdílovým testem je tetrádová zkouška. Jde o kombinaci troj úhelníkové zkoušky a zkoušky duo – trio. Výhodou je dobrá průkaznost již při nízkém počtu degustujících, nevýhodou je vyšší náročnost práce s tímto testem. Předloženou trojici vzorků porovnáváme se standardem a cílem je určit, který vzorek (jeden nebo dva) odpovídá standardu a který (jeden nebo dva) se od standardu liší. [24]

I) Pořadový test

posouzení pořadovým testem se používá tehdy, jestliže úkolem je porovnat vyšší počet vzorků než dva a zjistit, zda mezi nimi existují rozdíly. Zkouška je zvláště vhodná tehdy, porovnávají-li se vzorky podle intenzity určitého znaku (např. podle hořkosti, konkrétní cizí vůně nebo chutě) nebo se prostě porovnávají podle oblíbenosti (např. při soutěžích pív). Tímto testem lze zjistit, zda se vzorky od sebe liší, nelze však zjistit velikost tohoto rozdílu. [24]

J) Speciální testy hodnocení hořkosti

Pro podrobné hodnocení hořkosti se používá dvou speciálních testů. Prvním z nich je speciální test na doznívání hořkosti. Jeho úkolem je určit charakter doznívání. Z jednoho napití určujeme časový průběh hořkosti. Druhým testem je určení celkové intenzity hořkosti. Průběh tohoto testu je obdobný jako u předchozího testu, pouze s tím rozdílem, že zde je hořkost hodnocena z několikanásobného napití. [24]

7.4 Senzorické vlastnosti piva

Čím jsou dány sensorické vlastnosti piva? Podle čeho spotřebitel nebo konzument pivo posuzuje? Rozhodujícím faktorem je chemické složení piva, tj. o celkovém vjemu rozhodující sensoricky aktivní látky. [27]

Tab.4 Sensorické vlastnosti piva [28]

ORGANOLEPTICKÝ VJEM		SLOUČENINA
Chuť	hořká	iso- α -kyseliny z chmele
	sladká	zbytkové sacharidy
	slaná	Na, K z vody a ječmene
	kyselá	organické kyseliny z kvasnic
Vůně	ze sladu	aldehydy, Maillardovy produkty
	z chmele	chmelové silice
	z kvasnic	estery, vyšší alkoholy, vicinální diketony, sirmé sloučeniny, nižší mastné kyseliny
Hmatové vjemy v ústech a na dásních /mouthfeel/	řízná	oxid uhličitý
	suchá	kyselina mléčná, ethanol
	plná	sacharidy, aminokyseliny, peptidy, β -glukany /ne dextriny/ korelace s viskozitou
	svíravá /trpká, adstringentní/	organické kyseliny, polyfenoly
	hřejivá	alkohol, vyšší alkohol
	mazavá	chlorid sodný, síran sodný
	olejová	Glycerín

Skutečnost je složitější, o celkovém sensorickém vjemu rozhodují i další faktory. Velmi důležitou roli hraje zrakový vjem – chutnáme očima. [27]

Bamforth [27] referuje o vnímání barvy. Do piva přidal sensoricky zcela inaktivní barvivo tak, že se jeho **barva** zvýšila o 9 j. EBC. Tato dvě piva, chuťově zcela totožná, byla předložena skupině školených degustátorů. Pouze jeden degustátor prohlásil, že piva jsou úplně shodná. Ostatní byli zmateni a nacházeli v obarveném pivu různé další chutě a vůně. Z toho vyplývá, že i barva piva může vnuknout degustátorovi už předem připravený postoj. Je známo, že barva téhož piva se jeví různě v různých sklenicích, a lze tedy chuť piva takto v poměrně širokých mezích zdánlivě ovlivnit.

A co **pěna**? Podobný pokus – do piva bylo přidáno odpěňovadlo – chuťově neutrální. Pivo s pěnou bylo hodnoceno chuťově jako vyvážené, zatímco pivo bez pěny bylo např. více hořké, trpké, kyselé apod. Základních chutí je pět: sladká, slaná, kyselá, hořká a umami.

Hořkost piva – je dána přítomností iso- α -hořkých kyselin z chmele, jejichž koncentrace se většinou vyjadřuje jako jednotky hořkosti /BU/. Těchto základních iso- α -sloučenin je asi šest, a liší se v intenzitě hořkosti. Např. cis-isohumulon je podstatně více hořký než cis-isokohumulon. Dále platí, že trans isomery jsou méně hořké než cis isomery. Dá se tedy říci, že vše, co ovlivňuje poměry těchto látek v pivu, má vliv na hořkost. Rozhodující podíl má použitá odrůda chmele a dále záleží na tom, jak proběhne přeměna hořkých látek během chmelovaru. Objevem posledních let je rovněž zjištění, že receptory hořkosti /tzv. skupina T2Rs/, mají až 80 různých členů, různě citlivých k různým formám hořkosti. [28]

Často diskutovaným tématem v souvislosti se sensorickým hodnocením piva jsou změny v hořkosti. Problematikou se mimo jiné zabývali odborníci Bonnie M. King, C. A. A. Duineveld v Holandsku [29]. Zabývali se hodnocením profesionálních degustátorů hořkosti – přirozené stárnutí piva. Zkoumání postřehnutelné hořkosti nemůže být podle těchto vědců vysvětleno pomocí koncentrace α -hořkých kyselin měřených pomocí kapalinové chromatografie (High performance Liquid Chromatography - HPLC).

Důležitým sensorickým parametrem je **říz piva**. Oxid uhličitý zasahuje přímo nervový systém prostřednictvím vnímání bolesti, a to trojklanného nervu. Stejný systém je zodpovědný za vnímání dalších stimulů bolesti, jako jsou např. pálivé papričky. Je rovněž důležité, že koncentrace oxidu uhličitého a jeho průnik pěnou ovlivňuje množství těkavých látek v prostoru sklenice nad hladinou. Pokud je pivo syceno dusíkem, pocit řízu se snižuje, což některým konzumentům vyhovuje více a jiným méně. Dusík tak potlačuje některé chutě a vůně, jako hořkost, svíravou chuť, chmelové aroma atd. [27]

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

Jednotlivé vzorky byly v pivovaru označeny velkým písmenem T s indexy, a to $T_2 = 1$, $T_{10} = 6$, $T_{11} = 5$, T_{12} (stočeno 8. 11. 2005) = 4, T_{12} (stočeno 15. 11. 2005) = 3, $T_{13} = 2$. Označení vzorků jsem zachovala.

8.1 Výsledky chemické analýzy

Chemická analýza byla u vybraných vzorků provedena ve zvolených chemických ukazatelích, a to ihned po stočení a poté před ukončením minimální trvanlivosti. Sledovány byly: zdánlivý a skutečný extrakt, alkohol a původního extrakt mladiny, pH, barva, zdánlivý a dosažitelný stupeň prokvašení, hořké látky a diacetyl. Výsledky analýzy jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tab. 5 a Tab. 6).

Tab. 5 Chemická analýza zkoumaných vzorků po stočení

	$T_2 = 1$	$T_{13} = 2$	$T_{12} = 3$	$T_{12} = 4$	$T_{11} = 5$	$T_{10} = 6$
datum výroby	15. 11. 2005	15. 11. 2005	15. 11. 2005	8. 11. 2005	25. 10. 2005	11. 10. 2005
datum spotřeby	15. 3. 2006	15. 3. 2006	15. 3. 2006	8. 3. 2006	25. 2. 2006	11. 2. 2006
pův. stupňovitost	10,84	10,79	10,82	10,88	10,91	10,80
alkohol objem.	4,45	4,45	4,44	4,58	4,65	4,47
E zdánlivý	2,41	2,36	2,41	2,21	2,11	2,34
prokvašení	77,4	78,11	77,69	79,7	80,7	78,4
pH	4,62	4,73	4,70	4,77	4,76	4,71
průzračnost	0,42	0,43	0,28	0,41	0,39	0,32
barva	0,72 Brandl	0,75	0,73	0,82	0,78	0,72

	11,2 EBC	11,6 EBC	11,4 EBC	12,6	12,1 EBC	11 EBC
hořké látky	---	29,1 MJH	28,6 MJH	30,5 MJH	29 MJH	29,75 MJH
diacetyl	0,1406	0,15	0,14	0,17	0,13	0,14

Tab. 6 Chemická analýza zkoumaných vzorků před ukončením minimální trvanlivosti

	T₂ = 1	T₁₃ = 2	T₁₂ = 3	T₁₂ = 4	T₁₁ = 5	T₁₀ = 6
datum výroby	15. 11. 2005	15. 11. 2005	15. 11. 2005	8. 11. 2005	25. 10. 2005	11. 10. 2005
datum spotřeby	15. 3. 2006	15. 3. 2006	15. 3. 2006	8. 3. 2006	25. 2. 2006	11. 2. 2006
pův. stupňovitost	10,84	10,84	10,89	10,94	10,92	10,93
alkohol objem.	4,47	4,47	4,49	4,61	4,65	4,52
prokvašení	78,0	78,2	78,1	79,8	80,7	78,4
pH	4,72	4,70	4,73	4,69	4,67	4,70
průzračnost	0,41	0,47	0,48	0,98	0,39	0,60
barva	0,71 Brandl 11,1 EBC	0,81 12,4 EBC	0,75 11,4 EBC	0,82 12,6	0,82 12,6 EBC	0,75 11,6 EBC
hořké látky	---	29,1 MJH	28,6 MJH	30,5 MJH	29 MJH	29,75 MJH
diacetyl	0,1406	0,15	0,14	0,17	0,13	0,14

Výsledné hodnoty chemických ukazatelů se během doby od stočení do konce minimální trvanlivosti téměř nezměnily. Všechny naměřené hodnoty odpovídají chemickým požadavkům na pivo uvedeným ve Vyhlášce Ministerstva zdravotnictví č. 335/1997 Sb. v platném znění.

Pouze u vzorku 4 (stočeno 8. 11. 2005) se výrazně zhoršila hodnota průzračnosti. Ihned po stočení byla naměřena hodnota 0,41. Před ukončením minimální trvanlivosti pak byla zjištěna hodnota 0,98. Tato změna je důkazem toho, že v tomto vzorku vznikl zákal. Tato změna však není v rozporu s požadavky platné vyhlášky.

Bart Vanderhaegen, Hedwig Neven, Hubert Verachtert a Guy Derdenlinckx [30] také zkoumali problematiku stárnutí piva. Hlavní problém kvality piva je podle těchto autorů změna chemického složení během skladování, která mění sensorické vlastnosti. Stárnutí piva je na rozdíl od vína považováno za negativní pro kvalitu aroma. Jejich článek sumari-
zuje běžné znalosti o chemickém původu různých chutí a vůní a reakčního mechanismu odpovědného za jejich vznik. Je zde diskutována souvislost mezi výrobním procesem a stabilitou chutí a vůní piva. Během mého zkoumání jsem však u vybraných vzorků neza-
znamenal zhoršení chemické stability piva, kterou popisovali výše zmínění autoři.

8.2 Výsledky sensorické analýzy

Vybrané vzorky byly degustovány třikrát během doby minimální trvanlivosti. Nejprve byla provedena degustační zkouška krátce po stočení, poté asi v polovině doby minimální trvanlivosti a nakonec před uplynutím této doby.

Sensorické hodnocení proběhlo nejprve odbornou degustační komisí (7 hodnotitelů), která byla složena z pracovníků Pivovaru Litovel a. s. (úroveň specializovaný expert posuzovatel na problematiku sensorického hodnocení piva). Poté byly vzorky hodnoceny také laickými degustátory (10 hodnotitelů) a bylo provedeno srovnání.

Data získaná během hodnocení byla vyhodnocena pomocí statistického programu StatK25. Použity byly Wilcoxonův a Kruskal-Wallisův test s 95 % spolehlivostí.

8.2.1 Výsledky hodnocení v jednotlivých kategoriích

K hodnocení vzorků bylo použito schéma hodnocení EBC, které používají během degustací pracovníci Pivovaru Litovel a. s. Vzorky byly posuzovány v kategoriích: intenzita cizí vůně, říz, plnost, intenzita hořkosti, doznívání hořkosti, intenzita cizí chuti a celkový subjektivní dojem. Celkový subjektivní dojem byl posuzován na stupnici 1 – 7 (mimořádně dobrý – špatný). Ostatní kategorie pak byly hodnoceny stupnicí 1 – 5 (velmi slabá – velmi silná). Krajní meze nebyly odbornými degustátory využity vůbec a laickými hodnotiteli pouze zřídka.

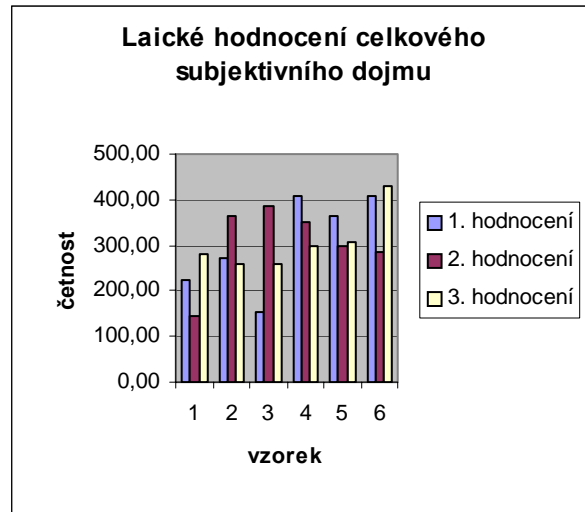
Nejprve byla statisticky vyhodnocena **kategorie celkový subjektivní dojem** pro laické i odborné hodnotitele. Ke statistickému vyhodnocení byl použit Kruskal – Wallisův test a následně metoda testování dvojic, aby mohlo být určeno, zda jsou mezi jednotlivými vzorky statisticky významné rozdíly. Prokázané statistické rozdíly pro jednotlivá hodnocení a obě komise jsou zpracovány v tabulce (Tab. 7).

Tab. 7 Statistické vyhodnocení celkového subjektivního dojmu

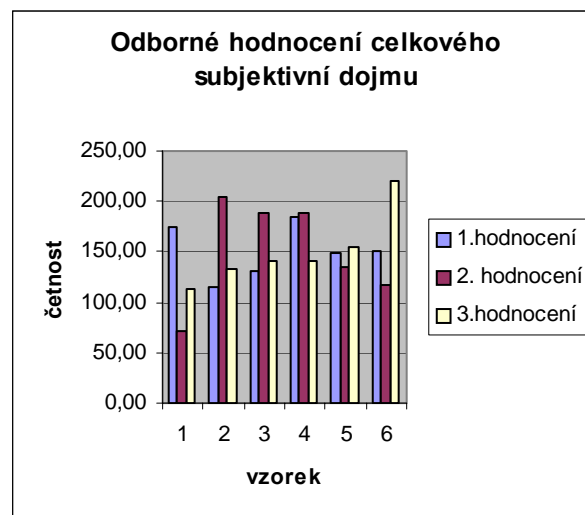
	1. hodnocení	2. hodnocení	3. hodnocení
Odborní hodnotitelé	Nebyly shledány významné rozdíly mezi vzorky	Byly shledány rozdíly mezi vzorky 1 a 2	Nebyly shledány významné rozdíly mezi vzorky
Laičtí hodnotitelé	Byly shledány rozdíly mezi vzorky 4 a 3, 6 a 3	Byly shledány rozdíly mezi vzorky 1 a 3	Nebyly shledány významné rozdíly mezi vzorky

Vývoj kategorie celkový subjektivní dojem během tří hodnocení u laických i odborných hodnotitelů jsou znázorněny v následujících grafech (Obr.4 a Obr.5).

Obr. 4 Laické hodnocení celkového subjektivního dojmu



Obr. 5 Odborné hodnocení celkového subjektivního dojmu



Vzhledem k tomu, že v kategorii celkový subjektivní dojem byly mezi některými vzorky zjištěny statisticky významné rozdíly, byly vzorky statisticky vyhodnoceny stejně také v **kategorii intenzita cizí chuti**. I zde byl použit Kruskal – Wallisův test a následně metoda testování dvojic, aby mohlo být i v této kategorii určeno, zda jsou mezi jednotlivými

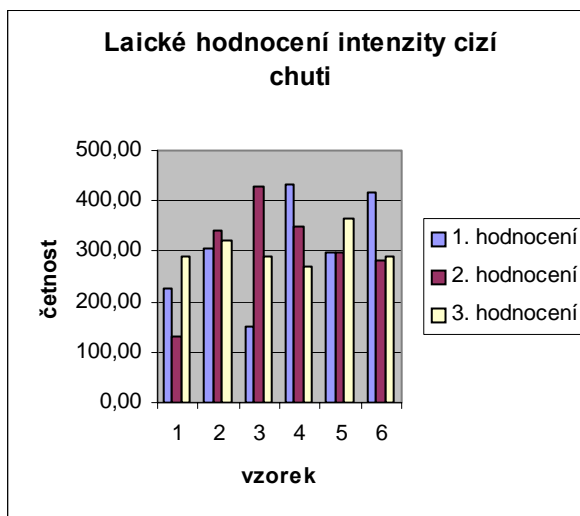
vzorky statisticky významné rozdíly. Statistické rozdíly jednotlivých hodnocení zobrazuje tabulka (Tab. 8)

Tab. 8 Statistické vyhodnocení intenzity cizí chuti

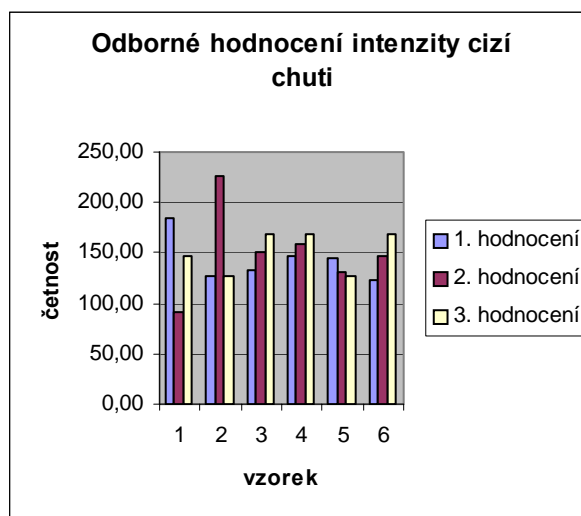
	1. hodnocení	2. hodnocení	3. hodnocení
Odborní hodnotitelé	Nebyly shledány významné rozdíly mezi vzorky	Byly shledány rozdíly mezi vzorky 1 a 2	Nebyly shledány významné rozdíly mezi vzorky
Laičtí hodnotitelé	Byly shledány rozdíly mezi vzorky 4 a 3, 6 a 3	Byly shledány rozdíly mezi vzorky 1 a 3	Nebyly shledány významné rozdíly mezi vzorky

Vývoj kategorie intenzita cizí chuti během tří hodnocení u laických i odborných hodnotitelů jsou znázorněny v následujících grafech (Obr.6 a Obr.7).

Obr. 6 Laické hodnocení intenzity cizí chuti



Obr. 7 Odborné hodnocení intenzity cizí chuti



Z předchozích vyhodnocení vyplývá, že vznikly statisticky významné rozdíly v kategorii celkový subjektivní dojem. Proto byla stejně vyhodnocena i kategorie intenzita cizí chuti. Bylo zjištěno, že výsledky u obou kategorií jsou stejné. Z čehož vyplývá, že rozdíly mezi vzorky způsobuje hodnocení v kategorii intenzita cizí chuti. Statisticky vyhodnocena byla i kategorie intenzita cizí vůně, ale zde nebyly mezi vzorky shledány žádné významné statistické rozdíly.

V prvním hodnocení laickými degustátory byl významně lépe hodnocen vzorek 3 proti vzorkům 4 a 6, které byly naopak shledány významně horšími. Při druhém hodnocení shledali významné rozdíly odborní hodnotitelé mezi vzorky 1 a 2, kde vzorek 1 byl hodnocen významně lépe než ostatní vzorky. Laičtí hodnotitelé shledali významně lepším také vzorek 1, ale největší rozdíl byl proti vzorku 3. Tyto závěry platí shodně pro kategorii celkový subjektivní dojem i pro kategorii intenzita cizí chuti. Laičtí hodnotitelé nebyli schopni určit, jaká cizí chuť se ve vzorku nachází. Odborní degustátoři určili nejčastěji esterovou chuť.

8.2.2 Vyhodnocení rozdílů v hodnocení mezi laickými a odbornými degustátory

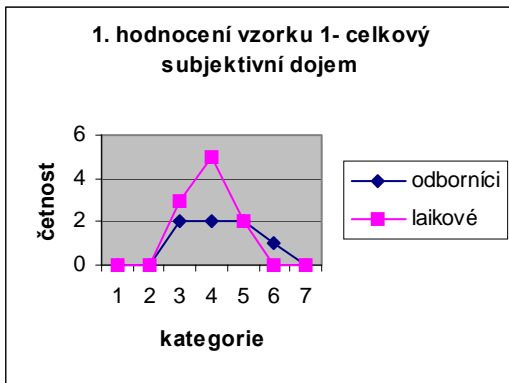
V této části byl statisticky zkoumán rozdíl mezi hodnocením laických a odborných hodnotitelů u všech šesti vzorků. Ke statistickému vyhodnocení byl použit Wilcoxonův test. Nejprve byla testována kategorie celkový subjektivní dojem. V případech, kdy byl zjištěn statisticky významný rozdíl, byla hodnocena též kategorie intenzita cizí chuti. Výsledky vyhodnocení jsou zpracovány v následující tabulce (Tab.9).

Tab. 9 Statistické vyhodnocení rozdílů v hodnocení laických a odborných degustátorů

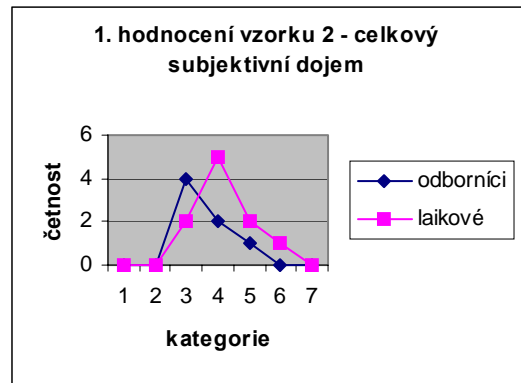
	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3	Vzorek 4	Vzorek 5	Vzorek 6
1. hodnocení	Není rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl	Byl zjištěn rozdíl
2. hodnocení	Není rozdíl	Není rozdíl	Byl zjištěn rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl
3. hodnocení	Není rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl	Není rozdíl

Rozdíly v hodnoceních odborných a laických degustátorů v kategorii celkový subjektivní dojem zobrazují následující grafy (Obr.8 – 15, 17 – 24, 26, 27). V případech, kde byl zjištěn statisticky významný rozdíl, byla vyhodnocena také kategorie intenzita cizí chuti, což znázorňují další grafy (Obr.16, 25).

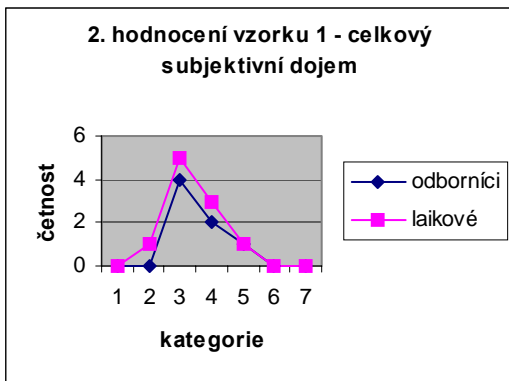
Obr. 8 1. hodnocení vzorku 1 – CSD



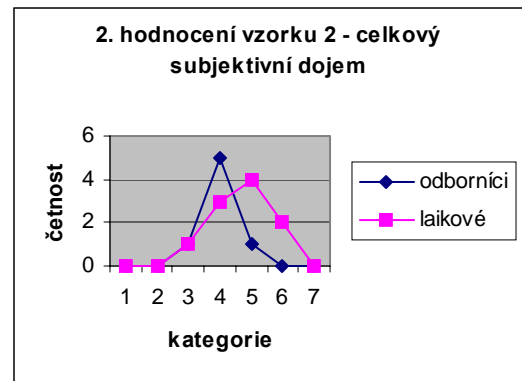
Obr. 11 1. hodnocení vzorku 2 - CSD



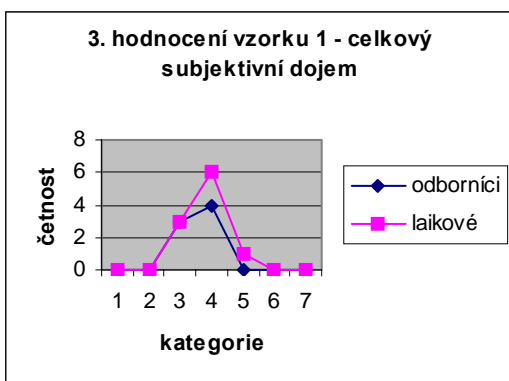
Obr. 9 2. hodnocení vzorku 1 – CSD



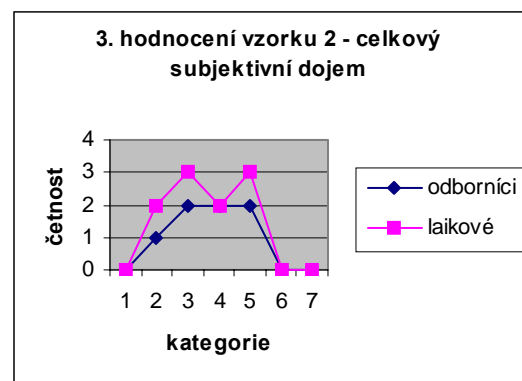
Obr. 12 2. hodnocení vzorku 2 - CSD



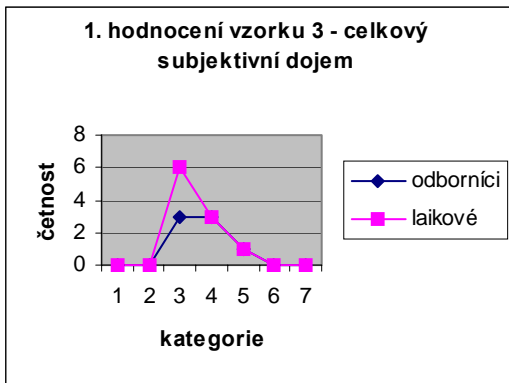
Obr. 10 3. hodnocení vzorku 1 – CSD



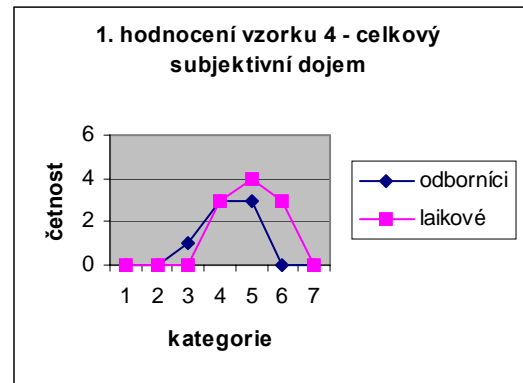
Obr. 13 3. hodnocení vzorku 2 - CSD



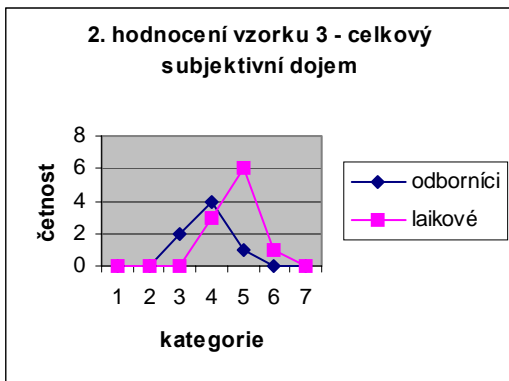
Obr. 14 1. hodnocení vzorku 3 – CSD



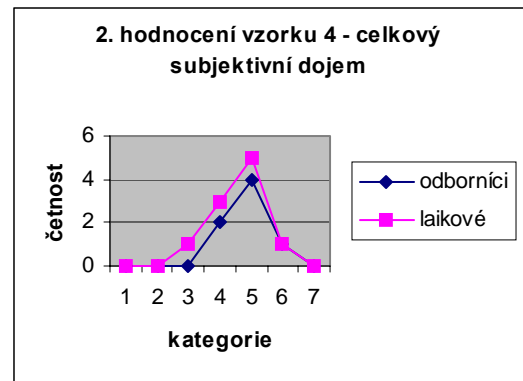
Obr. 18 1. hodnocení vzorku 4 - CSD



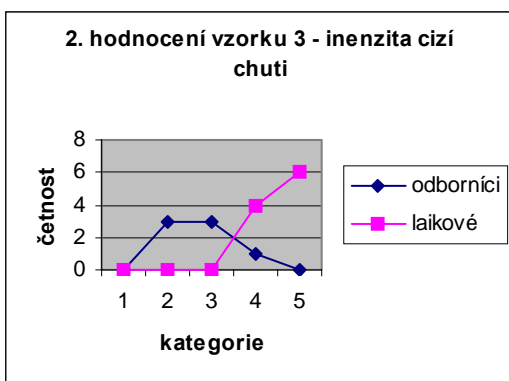
Obr. 15 2. hodnocení vzorku 3 – CSD



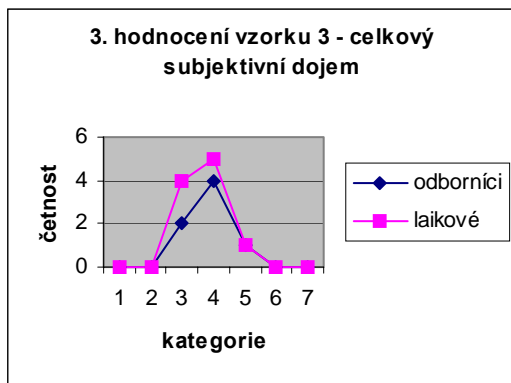
Obr. 19 2. hodnocení vzorku 4 - CSD



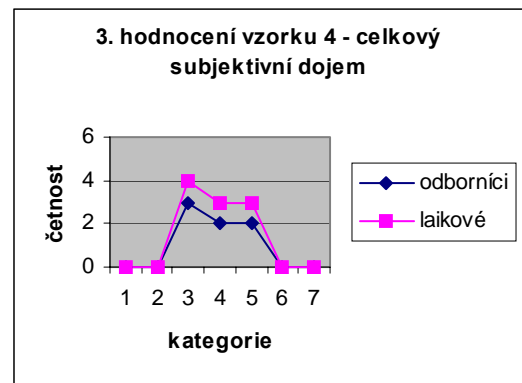
Obr. 16 2. hodnocení vzorku 3 - ICC



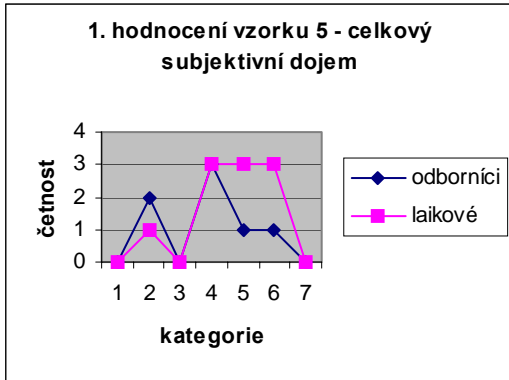
Obr. 17 3. hodnocení vzorku 3 – CSD



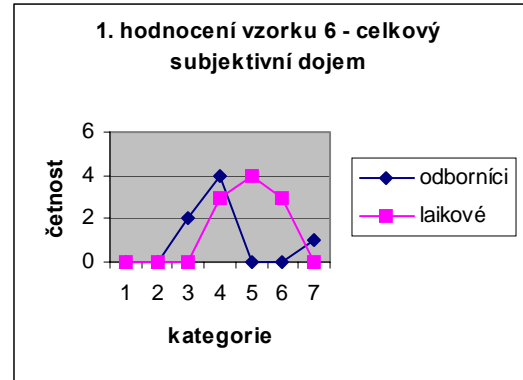
Obr. 20 3. hodnocení vzorku 4 - CSD



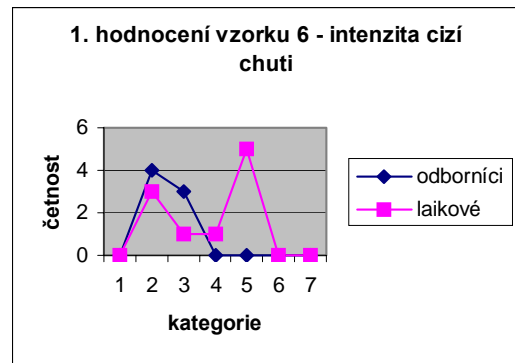
Obr. 21 1. hodnocení vzorku 5 – CSD



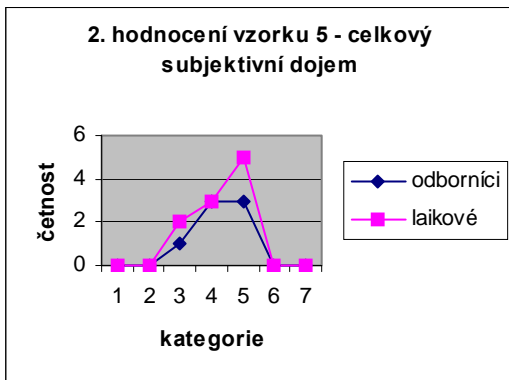
Obr. 24 1. hodnocení vzorku 6 - CSD



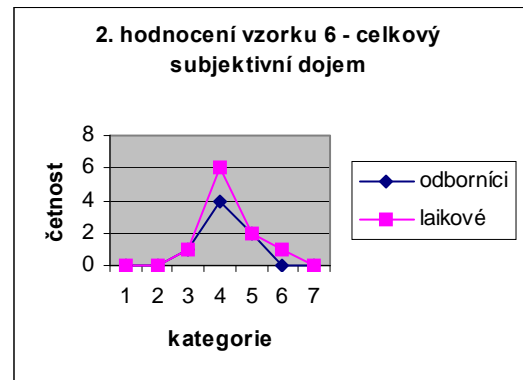
Obr. 25 1. hodnocení vzorku 6 - ICC



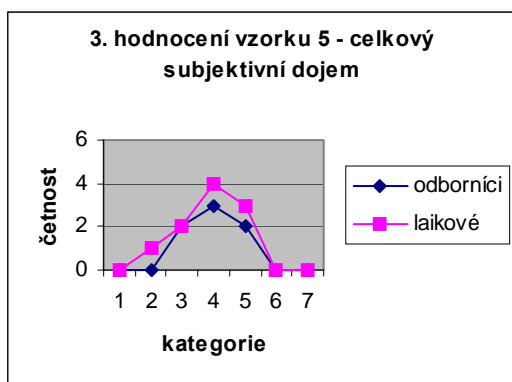
Obr. 22 2. hodnocení vzorku 5 – CSD



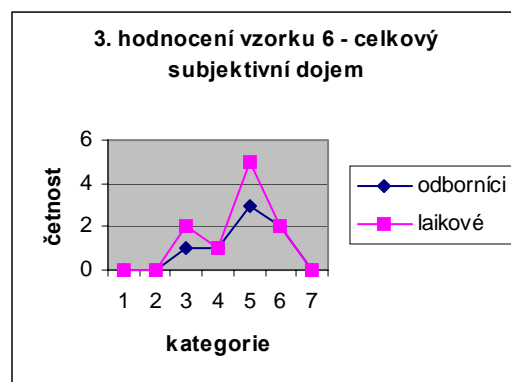
Obr. 26 2. hodnocení vzorku 6 - CSD



Obr. 23 3. hodnocení vzorku 5 - CSD



Obr. 27 3. hodnocení vzorku 6 - CSD



Z předchozí tabulky (Tab. 9) i grafů (Obr. 8 – 27) vyplývá, že mezi hodnocením laických a odborných hodnotitelů ve většině případů nevznikly statisticky významné rozdíly. Významný statistický rozdíl vznikl pouze ve 2. hodnocení (uprostřed doby minimální trvanlivosti) u vzorku číslo 3, kde odborní hodnotitelé zhodnotili tento vzorek jako výrazně lepší – v kategorii celkový subjektivní dojem – než laičtí hodnotitelé. Respektive v kategorii intenzita cizí chuti hodnotili odborní degustátoři tento vzorek mírněji než laičtí degustátoři. Rozdíl také vznikl v 1. hodnocení (krátce po stočení) u vzorku číslo 6. Také zde hodnotili vzorek mírněji (resp. lépe) odborní hodnotitelé. Laičtí hodnotitelé nebyli schopni určit, jaká cizí chuť se ve vzorku nachází. Odborní degustátoři určili nejčastěji esterovou chuť.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit chemické a sensorické změny u šesti vzorků 11° piva. Vzorky byly odebrány v pivovaru Litovel a. s. a zkoumány pomocí chemické analýzy. Dále pak organolepticky sensorickou analýzou odbornými a laickými degustátory. Všechny zkoumané vzorky splňovaly podmínky hygienické i spotřebitelské jakosti.

Chemickou analýzou se u vzorků stanovovaly zdánlivý a skutečný extrakt, alkohol a původního extrakt mladiny, pH, barva, zdánlivý a dosažitelný stupeň prokvašení, hořké látky a diacetyl. Pouze u jediného vzorku, a to u vzorku číslo 4 (stočeno 8. 11. 2005), se výrazně zhoršila průzračnost – z původních 0,41 na 0,98. To znamená, že vznikl zákal. U žádného jiného vzorku se hodnoty výrazně nezměnily. Zkoumané vzorky tedy vyhovovaly parametřům vyhlášky 335/1997 Sb. Tou se stanoví chemické a fyzikální požadavky na jakost piva.

Metodami sensorické analýzy bylo zjištěno, že mezi jednotlivými vzorky téměř nebyly statisticky významné rozdíly. Pouze v 1. hodnocení (krátce po stočení) byly laickými hodnotiteli označeny vzorky 4 a 6 jako výrazně horší. Ve 2. hodnocení určily laičtí hodnotitelé jako výrazně horší vzorek 3 a odborní hodnotitelé vzorek 2. Prokázané rozdíly byly zjištěny v kategorii celkový subjektivní dojem a v kategorii intenzita cizí chuti. Ve 3. hodnocení nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly.

Rovněž byly statisticky zkoumány rozdíly mezi hodnocením odbornou komisí a laiky. Zde byly zjištěny rozdíly v 1. hodnocení u vzorku číslo 6, kde odborní hodnotitelé zhodnotili intenzitu cizí chuti výrazně mírněji než laičtí hodnotitelé. Celkový subjektivní dojem z tohoto vzorku byl výrazně lepší u odborných hodnotitelů. Rozdíl vznikl také ve 2. hodnocení u vzorku číslo 3. I zde hodnotili vzorek odborní hodnotitelé v kategorii celkový subjektivní dojem jako lepší, respektive určili intenzitu cizí chuti jako slabší. Z čehož vyplývá, že zkoumané vzorky byly hodnoceny odbornými degustátory jako celkově lepší. Zároveň identifikovali cizí chuť ve vzorcích nejčastěji jako esterovou. Laičtí hodnotitelé nebyli schopni určit, jaká cizí chuť se ve vzorku nachází, pouze určili intenzitu.

Z výše uvedeného vyplývá, že i názor a hodnocení laických hodnotitelů má svůj nezpochybnitelný význam jak pro vlastní výrobní postupy, tak i pro obchodní strategii pivovaru, neboť v konečném důsledku je pro úspěch značky na trhu důležitý názor spotřebitele.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ZIMOVÁ. I., NEUWIRTOVÁ. O. *Pivo o zdraví*. Studie. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. Praha. 1994, s. 6.
- [2] STANĚK. J. *Blahoslavený sládek*. Praha. 1994. 310 s.
- [3] BENEDIKT. P. *Čtení o pivu*. Magnet – Press. 1995. 64 s.
- [4] CUŘÍN. J. Posuzování pitnosti piva. *Kvasný průmysl*. 1978, roč. 8, č. 9, s.169 – 171.
- [5] *Historie piva* [online]. [cit. 2006-02-10]. Dostupný z www: <<http://ploteny.euweb.cz/Historiepivo.htm>>.
- [6] BASAŘOVÁ, G. Historie českého pivovarnictví. *Potravinářská revue*. 2004, č. 2, s. 76 – 80.
- [7] KRATOCHVÍLE, Antonín. Pivo od středověku do 19. Století. *Potravinářský zpravodaj*. 2004, č. 8, s. 23.
- [8] ZÝBRT. VĚNEK. *Velká kniha piva (vše o pivu)*. Vyd. Rubico. 2005. 256 s.
- [9] KADLEC. P. a kol. *Technologie potravin II*. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 2002. 236 s. Kapitola 6 Fermentační technologie. S. 139 – 159.
- [10] *Výroba piva* [online]. [cit. 2006-02-10]. Dostupný z www: <<http://www.sci.muni.cz/mikrob/kvasbiotech/pivo/tradpiv.html>>.
- [11] FUSKOVÁ. L., SKOKOVÁ. M. *Nauka o zboží – požitiviny*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 1998. 295 s. ISBN 17-041-83.
- [12] *Vyhláška 335/1997Sb.* [online]. [cit. 2005-12-20]. Dostupný z www: <http://www.sbcz.cz/cgi-bin/khm.cgi?typ=1&page=khm:SB1997\33597A07_005.HTM>.
- [13] GUIDO. L. F., RODRIGUES. P. G., GONCLAVES. C. R., BARROS. A. A. The impact of the physiological condition of the pitching yeast on beer flavour stability: an industrial approach. *Food Chemistry*.2004, vol. 88,is. 2, p. 187 – 193.

- [14] IZQUIREDO-PULIDO. M., FONT-FÁBREGAS. J., VIDAL-CAROU. C. Influence of *Sacharomyces cerevisiae* var. *uvarum* on histamine and tyramine formation during beer fermentation. *Food Chemistry*. 1995, vol. 54, is. 1, p. 51 – 54.
- [15] IZQUIREDO-PULIDO. M., MARINÉ- FONT. A., VIDAL-CAROU. C. Effects of tyrosine on tyramine formation during beer fermentation. *Food Chemistry*. 2000, vol. 70, is. 3, p. 329 – 332.
- [16] ILLET. D. R., SIMPSON. W. J. Loss of sulphur dioxide storage of bottled and canned beers. *Food Research International*. 1995, vol. 28, is. 4, p. 393 – 396.
- [17] *Nutriční vlastnosti piva* [online]. [cit. 2005-09-05]. Dostupný z www: <http://www.pivovarbroumov.cz/cz/technology/nutri_cz.htm>.
- [18] BASAŘOVÁ. G. a kol. *Pivovarsko – sladařská analytika /2/*. Praha: Merkanta. 1993. Kapitola 5 Chmel a chmelové výrobky. s. 425 – 508.
- [19] BASAŘOVÁ. G. a kol. *Pivovarsko – sladařská analytika /1/*. Praha: Merkanta. 1993. Kapitola 3 Slad. s. 219 - 316.
- [20] BASAŘOVÁ. G. a kol. *Pivovarsko – sladařská analytika /3/*. Praha: Merkanta. 1993. Kapitola 6 Mladina. s. 513 – 624.
- [21] BASAŘOVÁ. G. a kol. *Pivovarsko – sladařská analytika /3/*. Praha: Merkanta. 1993. Kapitola 7 Pivo. s. 647 – 842.
- [22] VESELÝ. PETR., BOHÁČ. JIŘÍ., BASAŘOVÁ. GABRIELA. Vliv obsahu aminokyselin na senzoričnou stabilitu piva. *Kvasný průmysl*. 2001, roč. 47, č. 10, s. 276 – 279.
- [23] CUŘÍN. J., ČEJKA. P. *Senzoričká analýza piva. Závěrečná zpráva*. VÚPS Praha. 1992.
- [24] HRABÁK. MILOŠ. Praktický průvodce senzoričnou analýzou v pivovarství. *Kvasný průmysl*. 2001, roč. 47, č. 2, s. 38 – 43.
- [25] ČEJKA. PAVEL., KELLNER. VLADIMÍR., HORÁK. TOMÁŠ., JURKOVÁ. MARIE. Moderní metody hodnocení výsledků senzoričké analýzy. *Kvasný průmysl*. 2002, roč. 48, č. 5, s. 114 – 119.

- [26] CUŘÍN. J. *Objektivizace senzorického hodnocení jakosti piva*. Výzkumná zpráva. VÚPS Praha. 1973.
- [27] GUINARD. J. X., UOTANI. B., SCHLICH. P. Internal and external mapping of preferences for commercial lager beers: comparison of hedonic ratings by consumers blind versus with knowledge of brand and price. *Food Quality and Preference*. 2004, vol. 12, is. 4, p. 243 – 255.
- [27] BAMFORTH. C. W. Brew. *Guardian*. 2001, roč. 18, č. 7, s. 16.
- [28] BAMFORTH. C. W. Brewer. *Guardian*. 1998, roč. 15, č. 8, s. 345.
- [29] KING. B. M., DUINEVELD. A. A. Changes in bitterness as beer ages naturally. 1999, vol. 10, is. 4 – 5, p. 315 – 324.
- [30] VANDERHAEGEN. BART., NEVEN. HEDWIG., VERACHTERT. HUBERT., DERDENLINCKX. GUY. The chemistry of beer aging – a critical review. *Food Chemistry*. 2006, vol. 95, is. 3, p. 357 – 381.
- [31] FRANCOIS. N., DECLERCK-GUYOT. CH., HUG. B., CALLEMIEN. D., GOVAERTS. B., COLLIN. S. Beer astringency assessed by time-intensity and quantitative analysis: influence of pH and accelerated aging. *Food Quality and Preference*. 2006. Article in press.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

E _Z	Zdánlivý extrakt.
E _S	Skutečný extrakt.
A	Alkohol.
EBC	European Brewery Convention
CSD	Celkový subjektivní dojem
ICC	Intenzita cizí chuti

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 1-humulon, 2-adhumulon, 3-cohumulon.....	29
Obr. 2 Schéma výroby sladu.....	33
Obr. 3 Schéma výroby piva.....	44
Obr. 4 Laické hodnocení celkového subjektivního dojmu.....	93
Obr. 5 Odborné hodnocení celkového subjektivního dojmu.....	93
Obr. 6 Laické hodnocení intenzity cizí chuti.....	94
Obr. 7 Odborné hodnocení intenzity cizí chuti.....	95
Obr. 8 1. hodnocení vzorku 1 – CSD.....	97
Obr. 9 2. hodnocení vzorku 1 – CSD.....	97
Obr. 10 3. hodnocení vzorku 1 – CSD.....	97
Obr. 11 1. hodnocení vzorku 2 – CSD.....	97
Obr. 12 2. hodnocení vzorku 2 – CSD.....	97
Obr. 13 3. hodnocení vzorku 2 – CSD.....	97
Obr. 14 1. hodnocení vzorku 3 – CSD.....	98
Obr. 15 2. hodnocení vzorku 3 – CSD.....	98
Obr. 16 2. hodnocení vzorku 3 – ICC.....	98
Obr. 17 3. hodnocení vzorku 3 – CSD.....	99
Obr. 18 1. hodnocení vzorku 4 - CSD.....	98
Obr. 19 2. hodnocení vzorku 4 – CSD.....	98
Obr. 20 3. hodnocení vzorku 4 - CSD.....	99
Obr. 21 1. hodnocení vzorku 5 – CSD.....	100
Obr. 22 2. hodnocení vzorku 5 – CSD.....	100
Obr. 23 3. hodnocení vzorku 5 – CSD.....	101
Obr. 24 1. hodnocení vzorku 6 - CSD.....	99
Obr. 25 1. hodnocení vzorku 6 – ICC.....	100

Obr. 26 2. hodnocení vzorku 6 – CSD100

Obr. 27 3. hodnocení vzorku 6 – CS101

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Kvalitativní znaky sladu.....	42
Tab. 2 Běžné hodnoty pH.....	70
Tab. 3 Přehled základních chutí a vůní a způsob jejich simulace v pivu.....	77
Tab. 4 Senzorické vlastnosti piva.....	86
Tab. 5 Chemická analýza zkoumaných vzorků po stočení.....	89
Tab. 6 Chemická analýza zkoumaných vzorků před ukončením minimální trvanlivosti....	90
Tab. 7 Statistické vyhodnocení celkového subjektivního dojmu.....	92
Tab. 8 Statistické vyhodnocení intenzity cizí chuti	94

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1: Nutriční vlastnosti piva na 100 ml – Makrokomponenty

Příloha P2: Nutriční vlastnosti piva na 100 ml – Minerální látky

Příloha P3: Nutriční vlastnosti piva na 100 ml – Obsah vitaminů skupiny B

Příloha P4: Hodnotitelské schéma

**PŘÍLOHA P I: NUTRIČNÍ VLASTNOSTI PIVA NA 100 ML –
MAKROKOMPONENTY**

	Bílkoviny (g)	Celkový tuk (g)	Sacharidy (g)	Popel (g)	Alkohol (g)	Vláknina (g)	Voda (g)
Pivo stan- dardní	0,3	0	4,7	0,1	4,6	0,2	92,3
Pivo lehké	0,2	0	2,3	0,1	4,2	0	95,2

**PŘÍLOHA P II: NUTRIČNÍ VLASTNOSTI PIVA NA 100 ML –
MINERÁLNÍ LÁTKY**

	Ca (mg)	Fe (mg)	Mg (mg)	P (mg)	K (mg)	Na (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)	Mn (mg)
Pivo stan- dardní	6	0,03	7	13	26	6	0,02	0,009	0,012
Pivo lehké	6	0,04	6	13	19	4	0,03	0,024	0,016
DDD	800	10 - 20	100 - 500	1000	2500 - 4000	8000 - 9000	15	1 - 2	2 - 4


PŘÍLOHA P III: NUTRIČNÍ VLASTNOSTI PIVA NA 100 ML – OBSAH VITAMÍNŮ SKUPINY B

	B₁ thia- min (mg)	B₂ ri- boflavin (mg)	B₃ niacin (mg)	B₅ kys. pantoteno- vá (mg)	B₆ pyrido- xinová triá- da (mg)	B_c Folacin (m g)	B₁₂ koba- lamin (m g)
Pivo stan- dardní	0,006	0,026	0,453	0,058	0,050	7	0,02
Pivo leh- ké	0,009	0,030	0,392	0,036	0,034	5,1	0,01
DDD	1 - 2	1,2 - 2	10 -20	4 - 15	1,4 - 2	150 - 200	2 - 3

Obsah vitaminů A a C je zanedbatelný a vitamin E se v pivu nevyskytuje.

V pivu se také nevyskytují stimulační alkaloidy jako kofein a theobromin.

PŘÍLOHA P IV: HODNOTITELSKÉ SCHÉMA

		Vzorek:			Jméno:		
Senzorické kritérium:							
	celková intenzita:		velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
vůně	obč. vůně	intenzita	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
		slavní popě					
	světlá piva	řiz	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
		příhoř	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
	hořkost	intenzita	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
chut	obč. chut	okřehování	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
		intenzita	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
		slavní popě					
	tmavá piva	karamelový chut					
		sladkost					
Číselná transformace			1	2	3	4	5
CELKOVÝ SUBJEKTIVNÍ DOJEM:							
minimálně dobrý	1						
velmi dobrý	2						
dobrá	3						
dobře dobrý	4						
průměrná	5						
dobře špatný	6						
špatný	7						
velmi špatný	8						
nemnohdy špatný	9						
			Datum:		Podpis:		