

Nutriční hodnota piv vyrobených různou technologií

Bc. Irena Kolmanová

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Irena KOLMANOVÁ**
Osobní číslo: **T080484**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Nutriční hodnota pív vyrobených různou technologií**

Zásady pro vypracování:

- 1. Bude vypracována literární rešerže k problematice biogenních aminů, v produktech pivovarského průmyslu**
- 2. Zpracovat cíle, metodický postup a materiál**
- 3. Analyzovat tekuté produkty potravinářského průmyslu (pivo), na obsah biogenních aminů**
- 4. Zpracovat a statisticky vyhodnotit získané výsledky**
- 5. Vypracovat závěry**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Jackson, M. 2001. Pivo. Praha, Fortuna Print
2. Jenč, F. 1998. Alkohol jako lék. Praha, Volvox Globator
3. Zýbrt, V. 2005. Velká kniha piva. Olomouc, Rubico
4. Basařová, G., Hlaváček, I. 1999. České pivo. Pacov, Nuga
5. Verhoef, B. 2004. Kompletní encyklopedie piva. Čestlice, Rebo

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.
Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

4. ledna 2010


Termín odevzdání diplomové práce:

19. května 2010

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce bylo stanovit obsah biogenních aminů v pivech vyrobených různou technologií. Byla použita piva se stupňovitostí 12° a 14°. Obsah biogenních aminů byl stanoven pomocí Automatického analyzátoru aminokyselin AAA400.

Ve zkoumaných vzorcích byly detekovány biogenní aminy histamin, tyramin, putrescin, kadaverin a spermidin. Agmatin a spermin nebyly stanoveny ani v jednom z analyzovaných vzorků. Kvantitativně nejzastoupenějším biogenním aminem v analyzovaných pivech byl kadaverin. Celkový obsah biogenních aminů byl zanedbatelný z hlediska toxicity pro člověka.

Klíčová slova: technologie výroby piva, pivo, stupňovitost 12°; 14°, biogenní aminy

ABSTRACT

The aim of this diploma work was to investigate the content of biogenic amines in beers produced by different technology. There were analysed 12° and 14° beers. The content of biogenic amines was determined by using Automatic analyzer of aminoacids AAA400.

Histamine, thyramine, putrescine, cadaverine and spermidine were detected in all samples. Agmatine and spermine were not found in any analyzed sample. The cadaverine was quantitatively the most important biogenic amin in the analyzed beers.

The total content of biogenic amines was insignificant from point of view of toxicity influence for human.

Keywords: technology of beer brewing, beer, degree 12°; 14°, biogenic amines

Na tomto místě bych chtěla poděkovat prof. Ing. Stanislavu Kráčmarovi, DrSc., za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování mé diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. a Bc. Ludmile Zálešákové, DiS, za pomoc při práci na praktické části této diplomové práce.

PROHLAŠUJI, ŽE ODEVZDANÁ VERZE DIPLOMOVÉ PRÁCE A VERZE ELEKTRONICKÁ NAHRANÁ DO IS/STAG JSOU TOTOŽNÉ.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně ...10.5.2010


.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PIVO A JEHO CHARAKTERISTIKA	13
2 OBLASTI VÝROBY PIVA V EVROPĚ.....	16
2.1 ČESKO	16
2.2 NĚMECKO.....	16
2.3 ANGLIE A IRSKO	16
2.4 BELGIE	16
3 ČLENĚNÍ PIVA DLE ZÁKONA O POTRAVINÁCH A TABÁKOVÝCH VÝROBCÍCH.....	18
3.1 DRUHY	18
3.2 SKUPINY.....	18
3.2.1 Podskupiny	19
4 PIVO A ČESKÁ KULTURA	21
5 SUROVINY PRO VÝROBU PIVA	22
5.1 VODA	22
5.1.1 Úprava vody	22
5.1.1.1 Tvrdost.....	22
5.1.1.2 Acidita.....	23
5.2 SLAD	23
5.2.1 Surovina pro výrobu sladu – Ječmen	24
5.2.1.1 Požadavky na ječmen.....	25
5.2.2 Výroba sladu.....	25
5.2.2.1 Máčení	25
5.2.2.2 Klíčení.....	26
5.2.2.3 Hvozdnění.....	26
5.3 CHMEL	28
5.3.1 Proč právě chmel?	28
5.3.2 Botanický popis rostliny.....	29
5.3.3 Formy použití chmele.....	30
5.3.3.1 Hlávkový.....	30
5.3.3.2 Granulovaný.....	31
5.3.3.3 Chmelový extrakt.....	31
5.4 KVASNICE	31

6	PIVO A ZDRAVÍ	33
6.1	PŘÍZNIVÉ ÚČINKY (10–60 G ALKOHOLU ZA DEN)	34
6.2	VHODNOST PIVA Z HLEDISKA VÝŽIVY	34
6.3	OBSAHOVÉ LÁTKY Z LÉKAŘSKÉHO POHLEDU	34
6.3.1	Extrakt původní mladiny	35
6.3.2	Chmel	35
6.3.3	Slad	35
6.3.4	Alkohol	35
6.3.5	Voda	35
6.3.6	Sacharidy	36
6.3.7	Bílkoviny	36
6.3.8	Vitaminy	36
6.3.9	Ovocné a mléčné kyseliny	36
6.3.10	Minerální látky	36
6.3.11	Oxid uhličitý	37
6.3.12	Puriny	38
6.3.13	Aminy	38
6.3.14	Balastní látky	38
6.3.15	Polyfenoly	38
6.3.16	Pivo není prázdný nápoj	39
6.4	ALKOHOL JAKO LÉK?	40
6.4.1	Krevní cukr	40
6.4.2	Srdce a oběhové ústrojí	40
6.4.3	Hormonální systém	41
6.4.4	Rakovina	41
6.4.5	Játra	42
6.4.6	Plíce	42
6.4.7	Zažívací ústrojí	43
6.4.8	Ledviny	43
6.4.9	Psychické zdraví	43
6.4.10	Trávení	44
7	TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA	45
7.1	MLADINA	45
7.1.1	Filtrace mladiny	47
7.2	KVAŠENÍ	48
7.2.1	Hlavní kvašení	48
7.2.1.1	Spilka	49
7.2.2	Dokvašení a zrání piva	49
7.2.2.1	Spilka	50
7.2.3	Hlavní kvašení i dokvašování v CKT tancích	50
7.3	ZÁVĚREČNÉ ÚPRAVY PIVA	51

8	BIOGENNÍ AMINY.....	53
8.1	BIOGENNÍ AMINY A ZDRAVÍ.....	54
8.2	VZNIK.....	56
8.3	STANOVENÍ	58
8.3.1	Tenkovrstevná chromatografie (TLC).....	59
8.3.1.1	Popis TLC analýzy.....	60
8.3.2	Plynová chromatografie (GC)	60
8.3.3	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)	61
8.3.3.1	Popis HPLC analýzy	62
8.3.4	Kapilární elektroforéza (CE).....	62
8.3.5	Iontově výměnná chromatografie (IEC).....	62
8.4	BIOGENNÍ AMINY V PIVU.....	63
8.4.1	Výskyt v surovinách	63
8.4.2	Tvorba během výroby piva.....	63
8.4.3	Tvorba během skladování	64
II	PRAKTICKÁ ČÁST	65
9	CÍL PRÁCE	66
10	MATERIÁL A METODICKÝ POSTUP.....	67
10.1	POUŽITÝ MATERIÁL	67
10.2	METODICKÝ POSTUP	67
10.2.1	Lyofilizace.....	67
10.2.2	Stanovení BA	68
10.2.2.1	Detekce dekarboxylové aktivity kultivační metodou	68
10.2.2.2	Příprava vzorku pro detekci biogenních aminů.....	68
10.2.2.3	Chromatografická podmínka.....	68
10.3	ANALYZÁTOR AMINOKYSELIN AAA400.....	69
10.3.1	Úprava AAA400 pro stanovení biogenních aminů	70
10.3.2	Složení pufrů pro stanovení biogenních aminů.....	71
11	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	72
12	ZÁVĚR.....	75
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ	82
	SEZNAM TABULEK.....	83

ÚVOD

Pivo je oblíbeným výrobkem na trhu. Těší se značné pozornosti v Česku i v zahraničí. Jeho oblíbenost je dána díky charakteristické nahořklé chuti. Pivo je kvašený, slabě alkoholický nápoj vyráběný v pivovaru z obilného sladu, vody a chmele pomocí pivovarských kvasinek. Pivo je vařeno již od nepaměti a je nemožné určit místo, kde bylo uvařeno první pivo. Jako země původu se uvádí Mezopotámie a to přibližně již v 7. tisíciletí př.n.l.. Pivo je staroslověnské slovo, které označovalo „nápoj nejobyčejnější a nejrozšířenější“. Pivo obsahuje kromě alkoholu také přibližně 2 000 dalších látek. Obsahuje významné množství velmi kvalitní vody, tzn. že se jedná o výrazně zavodňující nápoj, dále obsahuje sacharidy v podobě tzv. „rychlých kalorií“, bílkoviny, hořké látky chmele, polyfenolické sloučeniny, oxid uhličitý, vitaminy a minerální látky.

Při výrobě a skladování piva vznikají biogenní aminy. V pivovarství je výskyt aminů závislý na surovinách, technologii výroby a mikrobiální kontaminaci. V nízkých koncentracích jsou biogenní aminy přirozenou složkou potravin a v organismu plní mnoho významných funkcí. Ve vyšších koncentracích však mohou mít negativní vliv na lidský organismus, a proto je velmi důležité jejich množství v potravinách sledovat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PIVO A JEHO CHARAKTERISTIKA

Od nepaměti se snažili lidé připravit takový nápoj, který by nejen uhasil žízeň, ale měl i další blahodárné účinky na lidský organismus, byl vyroben z dostupných surovin a přitom nebyl drahý. A tak již před několika tisíciletími si lidé začali připravovat nápoj, který můžeme označit za pivo [1].

Pivo, představuje skupinu kvašených nápojů, je dědictvím minulých věků. V chladnějších oblastech se rozvinulo kvašení obilovin, zejména ječmene a z něho vyrobeného sladu, jehož výsledkem je pivo [2]. Výchozí surovinou nebyl a není vždy jen slad získaný z ječmene nebo z pšenice. V tropických zemích se vyrábějí piva například ze sladiny batátové (Mobby), ze zrn korakánu (*Eulusium Coracana*), z čiroku obecného (tzv. pivo omatojo) apod. [1].

Dnes zcela převažuje tradiční ustálená technologie vycházející z klasických surovin sladu, chmele a vody, ke kterým se jen částečně přidávají některé škrobnaté nebo cukernaté suroviny jako ječmen, rýže nebo cukr a přírodní hlávkový chmel je nahrazován chmelovými výrobky – granulemi nebo chmelovým extraktem, které umožňují lepší využití pivovarsky cenných látek chmele [2].

Existují také nápoje, které se pivu blíží, ovšem klasické pivo nikdy nenahradí: např. pivo syrovátkové, vyrobené kvašením syrovátkové suroviny, nebo sakhi-saké-šamšu, známé zejména v Japonsku a v Číně, které se připravuje z loupané rýže a místo sladu a kvasnic se přidává kvásek zvaný kiu-tse. Kvas ruský je nakyslý žlutý nápoj z rozemletých obilovin a teplé vody, s přísadou sladu nebo bez něho, namnoze zkvašený kvasnicemi. Kytlicí – je bledý šumivý kvas, zakvašený chlebovým kváskem [1].

Výroba piva se dnes rozšířila po celém světě zejména posledních 50 let je možno zaznamenat její prudký rozvoj. Dnes vyráběné pivo můžeme stručně charakterizovat jako pěnivý osvěžující nápoj, vyrobený zkvašením mladiny, který obsahuje kvašením vzniklý oxid uhličitý a malé množství alkoholu a zbytek nezkvašeného extraktu. Příjemná vůně a mírně hořká chuť tohoto nápoje je rozhodující měrou ovlivňována jednak přísadou chmele nebo chmelových výrobků, jednak obsahem oxidu uhličitého, který se dále podílí na pěnivosti a chuťově vytváří takzvaný říz piva [2].

Pivo i chléb patří k nejstarším známým potravinám, které se lidstvo naučilo vyrábět. Pivo je u nás odedávna nazýváno tekutým chlebem. Z pohledu výživy se dokonce dá tvrdit, že

nutriční složení piva a chleba se velmi podobá. Pivo, především to české provenience, je zjednodušeně definováno jako slabý alkoholický nápoj, který tvoří 92–93 % vody, 4 % alkoholu, 0,5 % oxidu uhličitého a 2,5–3,5 % tzv. zbytkového extraktu, který obsahuje jednak látky z výchozích surovin (sladu a chmele), jednak produkty metabolické činnosti kvasinek. Podle nejnovějších výzkumů v něm bylo nalezeno více než 3 000 chemických látek, z nichž více než 800 jich bylo identifikováno [3]. Energetická hodnota piva je neobyčejně vysoká [4].

Z chemického hlediska jde o směs různých makromolekulárních sloučenin – bílkovin, sacharidů, lipidů a nukleových kyselin. Z dalších látek jsou to pak kupříkladu polyfenolové sloučeniny, hořké látky chmele, vitaminy, aminokyseliny, minerální látky, vlákniny, fytoestrogeny a také alkohol. „Pivo lze považovat kvůli jeho složení za vhodnou součást výživy a velmi cennou potravinu,“ uvedl V. Kellner, vědecký pracovník Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského v Praze. „Díky přírodním surovinám, z nichž se pivo vyrábí, chmelu, sladu, vodě a přirozenému procesu kvašení jsou pak látky cenné z nutričního hlediska přítomny v pivu v optimální kombinaci, v jaké je člověk může přijímat,“ doplnil V. Kellner [3].

Pivo má své dvě hlavní, nenahraditelné a nezastupitelné vlastnosti. Prvním důvodem obliby piva je skutečnost, že jako jeden z mnoha nápojů má nejlepší vlastnosti k uhašení žizně. Druhým důvodem je jeho vlastnost, že dovede a dokáže kolem sebe sdružovat množství zcela si neznámých lidí v družném hovoru a pokojné, sdílné náladě. Jeho pití je přímo společenskou záležitostí [4].

Barva je důležitá hlavně u světlých piv, která se proto musí dobře filtrovat, aby byla ve sklenici křišťálově průhledná. Jen taková piva mají jiskru. Hořkost – se řídí jakostí chmele, kterého se k chmelovaru použilo. Zcela podle pravidla, že čím ušlechtilější odrůdy chmele se používají, tím se dosáhne ušlechtilější, příjemnější, lahodnější a jemnější nahořklé chuti piva. Naproti tomu nasládlá a plnější chuť tmavých piv je dána jakostí sladu. Některá z nich jsou též nahořklé chuti, ale vždy je v nich potlačena specifická chuť chmele. Uvolňováním oxidu uhličitého se vytváří hustá pěna. Ta je pro pivo charakteristická a všeobecně bývá posuzována jako znak jeho jakosti a stálosti. Protože obsah kysličníku uhličitého v pivu je nezbytný pro říz a chuť nápoje, mnoho opravdových labužníků piva požaduje na výčepních tzv. „šnit“ /šnyt/, tzn., aby do sklenice načepovali jen tolik piva,

kolik najednou v pípy bez dalšího dotáčení nateče. Důležitou úlohu má také teplota a světlo. I velmi dobré pivo, které je nedostatečně ošetřené, ztrácí barvu a jiskru [4].

Jelikož se pivo pije nejdříve zrakem, mělo by být podáváno v pěkných sklenicích, aby se pivař mohl pokochat krásnou barvou a číroostí piva. Dobrý dojem vytváří také krásně načepovaná hustá pěna a vůně, která je charakteristická pro každý druh podávaného piva. Pivo je nápojem, který se liší chutí a vůní. Chut' a vůně piva směřuje jeho výrobu, aby se nejvíce uspokojila nároky spotřebitelů v určitých regionech. To si vyžaduje vysoce odborně vzdělané pracovníky na všech postech výroby. Aby však pivo mohlo být konzumováno v té jakosti, v jaké bylo vyrobeno, musí také hospodští a lidé, kteří ošetřují výčepná zařízení a dohlížejí na skladování piva, dodržovat určité podmínky [5].

Zajímavé výsledky v souvislosti se zkoumáním vlastností piva poskytla česká studie, kterou zpracoval tým lékařských a pivovarských odborníků pod vedením J. Racka, vedoucího Ústavu klinické biochemie a hematologie Lékařské fakulty UK a Fakultní nemocnice. Zkoumání se zaměřilo na sledování osmotického tlaku (osmolalitu) neboli množství vody a minerálů přiváděných do organismu prostřednictvím piva různé provenience a porovnávalo ho s koncentrací alkoholu. Z výsledků studie je zcela jasně vidět, že osmolalita je u piv zahraniční výroby dána prakticky jen alkoholem; po odečtení vlivu alkoholu se dostáváme v podstatě na nulu. Naproti tomu u piv české výroby po odečtení vlivu alkoholu zůstává nezanedbatelná hodnota osmolality, daná zbytkovým extraktem, tedy sacharidy, aminokyselinami a jinými látkami dodávajícími pivu charakteristickou „plnou“ chuť [3].

Jsou doklady pro to, že se pivo připravovalo už 3000 let před naším letopočtem ve starověké Mezopotámii a 1300 let př. n. l. ve starém Egyptě. V Evropě se pivo začal vařit přibližně 700 až 800 let před n. l. [1]. Pivo v minulosti plnilo nejen funkci nápoje, ale mělo významný podíl na výživě nejširších vrstev obyvatel jako základ i součást nejrůznějších pokrmů. Dříve se běžně snídal chléb se sýrem zapíjený řídkým pivem nebo se chléb do piva nalámal. Pivo bylo ve středověku vyráběno z převařené vody a navíc bylo částečně stabilizováno přítomností oxidu uhličitého a alkoholu, což z něj dělalo jeden z nejzdravějších nápojů a potravin. Z piva se připravovaly např. různé omáčky, a především nejrůznější polévky. Sloužilo též při přípravě jídel, mas, ryb apod. Jedny z prvních receptů již v 16. století zveřejnil Tadeáš Hájek z Hájku, významná učená osobnost rudolfínské Prahy [2]. Staří Čechové pohlíželi na pivo nejen jako na osvěžující a posilující napoj, ale měli je za výživný, chutný a levný „tekutý chléb“. V pivu viděli též lék na celou řadu nemocí [4].

2 OBLASTI VÝROBY PIVA V EVROPĚ

V samostatné Evropě, která měla ve výrobě piva dlouhou dobu dominantní postavení, můžeme určit čtyři oblasti, ve kterých mají domovskou příslušnost charakteristické typy piv [2].

2.1 Česko

České země, odkud pochází pivo vařené z měkké vody, výrazněji chmelené, světlé až zlatavé barvy, s vysokým obsahem oxidu uhličitého, vyráběné spodním kvašením, které získalo oblibu a je napodobováno na celém světě [2].

„Naše piva mají, na rozdíl od zahraničních, své ‚tělo‘,“ konstatoval J. Racek [3]. Ve spotřebě piva nemá Česká republika konkurenci. Činí okolo 160 litrů na osobu [6].

2.2 Německo

V sousedním Německu mají tradici a jsou poměrně rozšířena jednak piva tmavá (mnichovská piva) a jednak piva pšeničná (Weizenbier). Pšeničné pivo má v jižních částech země často mírnou ovocnou příchuť (jablečnou, švestkovou aj.). V oblasti Berlína se pak někdy Weissbier servíruje s ovocným sirupem ozdobené plátkem citronu [2].

2.3 Anglie a Irsko

Pro Anglii a Irsko jsou typická piva svrchně kvašená. Jednak piva velice tmavá, téměř černá, tzv. stouty, a dále rychle za vyšší teploty kvašená piva, ale s výrazným ovocným chuťovým akcentem, různé barvy, z nichž typické je pale ale, charakteristicky do měděna zbarvené [2].

2.4 Belgie

Čtvrtou zemí, která je spojena se speciálními druhy piv, je Belgie, kde je možno setkat se s pivy, která se blíží vínu. Nikde jinde na světě není tak rozmanitý, individualistický a charakteristický sortiment piv, i když objemově převládá výroba piva plzeňského typu. Typicky belgická jsou např. piva typu lambic, spontánně kvašené pivo s extraktem původní mladiny 12-13° plato, které se jako mladý lambic prodává po tří až šesti měsících dokvašení v sudech, jež se dříve používaly na červené nebo portské víno, znalci však považují

lambic za vyzrálý až po dvou letech. Lambic obsahuje jen velice málo oxidu uhličitého a podává se obvykle točený, jen vyjímečně v lahvích. Lambic má mnoho různých variací, např. framboise je malinový lambic, kriek je třešňový lambic nebo faro, což je lambic s přídavkem karamelu, který je výrazně sladký. Ovoce se do těchto piv přidává buď v čerstvém stavu, nebo se z něho předem připravuje zvláštní sirup nazývaný coulis. Macerace ovoce v lambicu trvá cca 2 měsíce. Vedle těchto piv s ovocnou chutí existuje v Belgii celá řada jiných typických piv – piva bílá, piva červená, piva tmavozlatá kyselosladá, z nichž klasická značka Madame Rose dokváší v lahvích. Zvláštní skupinou belgických piv jsou tzv. „klášterní piva“, což jsou silná svrchně kvašená piva, převážně dokvášená v lahvích, zpravidla s větším obsahem zbytkového extraktu. Známé je zejména pivo vyráběné v trapicstických kláštorech označené jako Trappistenbier nebo Bière des Péres Trappistes [2].

3 ČLENĚNÍ PIVA DLE ZÁKONA O POTRAVINÁCH A TABÁKOVÝCH VÝROBCÍCH

3.1 Druhy

- a) pivo,
- b) nápoj na bázi piva
 - kvašený sladový nápoj,
 - míchaný nápoj z piva [7].

3.2 Skupiny

- a) spodně kvašené pivo,
vyrobené za použití kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *uvarum* (*carlsbergensis*)
- b) svrchně kvašené pivo,
vyrobené za použití kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *cerevisiae* a případně i spontánní mikroflóry mléčných nebo octových bakterií,
- c) světlé pivo,
vyrobené převážně ze světlých sladů,
- d) tmavé a polotmavé pivo,
vyrobené z tmavých sladů, sladů karamelových, případně barevných sladů ve směsi se světlými slady,
- e) řezané pivo,
vyrobené při stáčení smíšením světlých a tmavých piv stejné skupiny [7].

3.2.1 Podskupiny

Sortiment piv vyráběných v České republice lze podle některých základních znaků rozdělit, mají charakteristická a mnohdy tradiční označení [2].

a) lehké pivo,

vyrobené převážně u ječných sladů s extraktem původní mladiny do 7 % hmotnostních a s obsahem využitelné energie nejvýše $130 \text{ kJ} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$,

b) výčepní pivo,

vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 8 až 10 % hmotnostních,

c) ležák,

vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 11 až 12 % hmotnostních,

d) speciální pivo,

vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 13 % hmotnostních a vyšším,

e) porter,

tmavé pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 18 % hmotnostních a vyšším,

f) pivo se sníženým obsahem alkoholu,

pivo s obsahem alkoholu nejvýše 1,2 % objemových (1,0 % hmotnostních),

g) pivo se sníženým obsahem cukrů,

hluboce prokvašené pivo s obsahem zatěžujících sacharidů do $0,75 \text{ g} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ a bílkovin do $0,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$,

h) pšeničné pivo,

vyrobené s podílem extraktu z použitého pšeničného sladu vyšším než jedna třetina hmotnosti celkově dodaného extraktu,

- i) kvasnicové pivo,
vyrobené dodatečným přídavkem podílu rozkvašené mladiny do hotového piva v průběhu stáčení,
- j) nealkoholické pivo,
pivo s obsahem alkoholu nejvýše 0,5 % objemových (0,4 % hmotnostních),
- k) ochucené pivo,
pivo vyrobené s přídavkem látek určených k aromatizaci, potravních doplňků a lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů. Obsah alkoholu pocházejícího z lihovin a ostatních alkoholických nápojů přitom nesmí překročit obsah alkoholu v původním pivu [7].

Sládek F.O. Poupě (nar. r. 1753), zavedl do výroby piva extraktní zásady a jeho pravidlo „pšenici na koláče, oves pro koně a ječmen na pivo“ [2].

4 PIVO A ČESKÁ KULTURA

Existuje jen málo tak zřejmých a osobitých prvků v našem životě, které jsou chápány jako pevná součást českého života, české společnosti a české kultury, jako je pivo. Má svou mnohasetletou historii, má svou současnost a není pochyb o tom, že má svou budoucnost. Je tedy možné se na pivo a jeho nedílnou součást, hospodu jako místo konzumace, dívat v několika rovinách. Z hlediska literárního je možno uvést jako jeho protagonisty takové osobnosti, jako byl Jan Neruda, Jaroslav Hašek, Karel Toman, Bohumil Hrabal a řada dalších. Vedle nich však existuje i řada těch, jejichž tvorba znárodněla a nabyla anonymního charakteru. Zatímco do poloviny 19. stol. jsou hospody převážně místem setkání vlastenců, hospody 2. poloviny 19. stol. tento společensko-politický rys ztrácejí a mění se v střediska sousedského soužití, na počátku 20. stol. do nich proniká bohémско-anarchistický duch (Gellner, Neumann, Hašek, Toman, Šrámek) i zřetelný rys společenského rebelství [8].

„Dalším úhlem pohledu je hledisko jazykové – ne nadarmo je hovor spojený s popíjením oblíbeného nápoje častým tématem všech národních literatur,“ říká J. Kraus, významný český bohemista a profesor z Karlovy univerzity. „Vždyť právě 19. století se svou snahou proboujet češtinu jako jazyk literární a veřejný považovalo hospodu a pití piva jako nápoje národního za významné prostředí národního uvědomění,“ dodává Jiří Kraus [8].

„Máme-li něco, co je v dnešní kosmopolitní době něčím typicky českým, co nás ovlivňovalo, utvářelo a pomáhalo uvědomovat si národní identitu, bylo tím a je naše pivo,“ poznamenává J. Veselý, předseda Českého svazu pivovarů a sladoven. „Proto je vztah mezi českou kulturou a pivem vazbou samozřejmou a logickou, kterou nemůžeme opomíjet,“ říká J. Veselý [8].

Českou kulturu ovlivnilo pivo i z hlediska hudebního. Vedle lidových popěveků a pijáckých písní to byl např. Bedřich Smetana (vzpomeňme sbor z Prodané nevěsty, árie Jeníka a Kecala z téže opery apod.). A neméně významný je i odraz piva ve výtvarném umění. Kdo by neznal Ladovy ilustrace, díla Ludka Marolda, Karla Černého, Františka Tichého, E. A. Pittermanna-Longena a dalších. Pivo bylo po léta významným fenoménem ovlivňujícím českou kulturu a nepochybně ji bude ovlivňovat v celé její šíři i v budoucnu [8].

5 SUROVINY PRO VÝROBU PIVA

5.1 Voda

Voda má beze sporu velký vliv na kvalitu piva.[9] Jakost pitné vody podléhá přísným legislativním ustanovením a kontrolám jak z chemického, tak z hygienického hlediska.[6] O vhodnosti nebo nevhodnosti vody rozhoduje kromě její čistoty, zdravotní nezávadnosti, tvrdosti a kyselosti také množství a druh solí v ní obsažených. Druh solí a jejich množství ovlivní v určité fázi procesu vaření piva jeho konečnou chuť. Proto se při chemickém rozboru vody určené k vaření piva přihlíží k tomu, jaké soli a kolik jich obsahuje. Pivovarníci tyto soli dělí na soli chemicky účinné a soli chemicky neúčinné. Pokud voda obsahuje chemicky účinné soli, ovlivní to v konečné fázi celkovou chuť piva. Není-li voda zcela podle představ pivovarských chemiků, musí se dodatečně upravit, aby byla vhodná k vaření piva. Jakákoliv úprava znamená přidávání chemikálií do vody.[9] V současné době můžeme z velké části s množstvím minerálů a solí manipulovat, ale dříve byl sládek odkázán na místní vodu, která byla k dispozici [10].

Pivovary čerpají vodu ze studní či pramenů pravidelně kontrolovaných hygieniky. Mořská voda se vzhledem k vysokému obsahu solí pro vaření piva nehodí [6].

Složení vody může ovlivnit proces vaření piva a způsobit, že pivo bude buď jemnější, nebo tvrdší, anebo sladší. Ačkoliv není vliv použité vody už tak určující jako dříve, zůstává jedním z aspektů, s nimiž zkušený sládek za všech okolností počítá [10].

5.1.1 Úprava vody

5.1.1.1 Tvrdost

Chemik změří tvrdost vody a přidá činidlo, které její kyselost a tvrdost upraví na požadovanou hodnotu. Pokud dává malé dávky činidla, musí celý proces měření tvrdosti a přidávání činidla několikrát opakovat. Čím méně solí obsahuje voda použitá k vaření piva, tím méně je ovlivněn jeho výsledná chuť [9].

5.1.1.2 Acidita

Celkovou čistotu, zdravotní nezávadnost a její aciditu, to je kyselost, a také tvrdost vody. Správná kyselost vody je jedním z několika klíčů vedoucích k chutnému pivu. Měření kyselosti vody je poměrně jednoduché a stačí k tomu souprava pH papírků [9].

Tabulka 1: Průměrné složení hlavních typů pivovarských vod [11]

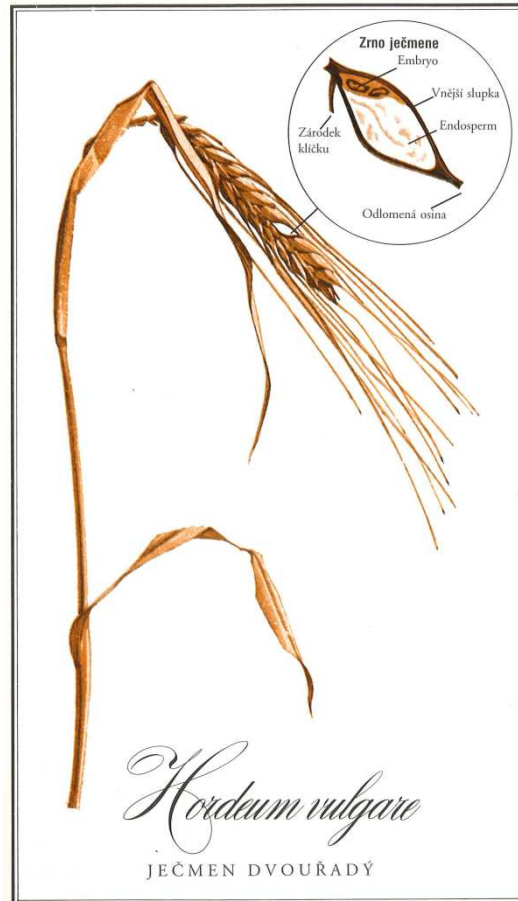
<i>I. Průměrné složení hlavních typů pivovarských vod</i>			
<i>Voda</i>	<i>Plzeňská</i>	<i>Mnichovská</i>	<i>Dortmundská</i>
Tvrdost			
celková mmol/l	0,29	2,64	7,50
karbonátová mmol/l	0,23	2,54	3,00
nekarbonátová mmol/l	0,06	0,10	4,50
Odparek mg/l	97	536	984
Vápník mg/l	14	109	237
Hořčík mg/l	4	21	26
Sodík mg/l	9	46	15
Hydrogenuhličitaný mg/l	42	171	174
Sířany mg/l	19	79	318
Chloridy mg/l	9	53	53

Podle podmínek technologického postupu a vyspělosti technického zařízení se na výrobu 100 kg sladu spotřebuje ve sladovnách 10 až 15 hl vody a v pivovarech se spotřebuje na 1 hl vystavovaného piva 12 až 15 hl vody [11].

5.2 Slad

Ječmen je surovina nejvhodnější pro sladování. Než lze ječmen, případně pšenici, nechat zkvasit, je třeba z něj vyrobit slad. Touto proměnou vznikne škrobový roztok, což představuje první krok k uvolnění fermentovatelných cukrů. Chmel je kořením [12].

5.2.1 Surovina pro výrobu sladu – Ječmen



Obrázek 1: Ječmen dvouřadý [10]

Nejpoužívanější obilninou pro výrobu piva je ječmen [10]. Sladovnický ječmen je pro pivovarské účely zvláště šlechtěn a vyznačuje se nízkým obsahem škrobu. Musí mít obzvláště vysokou klíčivost, umožňující s pomocí enzymů přeměnu škrobu v cukry, které se v pozdějších výrobních fázích působením kvasinek štěpí na alkohol a oxid uhličitý [6].

Ječmen se zhruba ze 60 až 65 % skládá ze škrobu, a dává tak pivu jemnou, nasládlou chuť. Vedle toho má ječmen ve srovnání s ostatními obilninami vysoký podíl enzymů, které se starají o odbourání škrobu [10].

Ječmen pěstovaný v České republice patří k nejkvalitnějším sladovnickým odrůdám, které se ve světě k vaření piva používají. Je to dáno historickým vývojem, neboť po staletí byla

našimi zemědělci pěstování ječmene věnována mimořádná pozornost. Vývoz sladovnického ječmene z Čech do Bavorska se datuje od 15. století [9].

Zrno ječmene má vřetenovitý tvar a je chráněno vnější slupkou. Klíčící ječmen je lépe chráněn před plísní. Pod slupkou se nachází maličký zárodek rostlinky, který žije ze zásob potravin v podobě značně většího endospermu. Zásoby jsou složeny z velkých polysacharidových molekul, které se štěpí za pomoci enzymů, jež se tvoří v procesu skladování, na maltózu a dextrin. V zásadě je to maltóza, která se později kvašením mění na alkohol a kysličník uhličitý, zatímco dextriny jsou důležité pro plnost chuti a vůně piva. Biochemické procesy jsou velice složité. Jejich správný průběh závisí na schopnostech pěstitele, farmáře, sladovníka, mikrobiologa a sládky [12].

5.2.1.1 Požadavky na ječmen

Dobrá sladovnický ječmen nesmí být příliš vlhký, což se stává při předčasné sklizni, měl by sladce vonět a neměl by být plesnivý, měl by obsahovat nízké procento oloupaných nebo zničených zrn, jež přitahují houbovitou infekci, nakonec by měl obsahovat velký podíl škrobů oproti proteinům [12].

5.2.2 Výroba sladu

„V zásadě se dají sladovat všechny druhy obilovin, pšenice, kukuřice, oves žito, triticales,“ říká ředitel Sladovny Litovel F. Poštulka [13]. Bez sladování nelze obilí zkvasit [12]. Zrna ječmene obsahují škroby, tedy složité cukry, a ty nekvasí. Sladování má za úkol probudit zrno k životu, aby se v nich začaly vytvářet enzymy, které pak při vlastním varném procesu přetvoří škrob na cukr [13].

Tři fáze výroby sladu:

5.2.2.1 Máčení

Má zvýšit obsah vody v zrnech [13]. Při máčení stoupne obsah vody v zrnech z původních asi 10-15 na 40-47 %. Tím vzniknou podmínky pro klíčení zrna a současně syntézu a aktivaci biokatalyzátorů enzymů. Při klíčení se mění složení zrna působením komplexů enzymů, postupně se aktivizujících v obilkách. Ty štěpí vysokomolekulární látky na nízemolekulární sloučeniny, které se v průběhu sušení sladu a následně výroby piva podílejí na tvorbě

jeho typických senzorických vlastností [11]. Máčení zrn probíhá ve speciálních nádobách, takzvaných náduvnících, zhruba dva dny [13].

5.2.2.2 Klíčení

Trvá 4 až 5 dnů, aktivuje enzymy, které při vaření štěpí škroby na cukry. Mokrá zrna se rozprostřou na podlahu, na takzvaná humna, kde budou klíčit. Každý den klíčení má své pojmenování:

první den – mokrá hromada

druhý den – suchá hromada

třetí den – pukavka

čtvrtý den – mladík.

Po celou dobu se musí zhruba patnácticentimetrová vrstva převracet, aby zrna „větrala“ [13].

Štěpením bílkovin uvolněné aminokyseliny jsou také základními živinami pro kvasinky během kvašení piva. Při klíčení se též degradují obalové části škrobových zrn ječmene. Škrob je tak zpřístupněný účinku hydrolytických enzymů, které jej rozštěpí na zkvasitelné cukry. Toto tzv. zcukření však probíhá až při výrobě piva ve varně pivovaru. Změny dalších složek ječmene při sladování, jako neškrobových polysacharidů, polyfenolů a lipidů, jsou důležité především pro plynulý průběh technologie piva, ale i pro kvalitu finálního výrobku [11].

5.2.2.3 Hvozdění

Trvá 2 dny, zastavuje klíčení, vytvoří se aromatické a barevné látky, které ovlivňují barvu, chuť a vůni sladu. Naklíčený ječmen – nyní již zelený slad – se přemístí do sušárny, kde se bude dva dny sušit. Procesu se říká hvozdění, protože se provádí na takzvaných hvozdech, připomínajících půdní sušárny. Obvykle mají dvě podlaží nad sebou, v horním patře se zelený slad nejprve předsuší, v dolní se pak dosouší [13].

Při hvozdění se zastaví proces klíčení a zároveň se vytvoří aromatické a barevné látky, které pak rozhodují o tom, jaké bude pivo. Některé slady se po usušení ještě praží.

Teplota při hvozdění závisí na typu vyráběného sladu. Například světlý plzeňský slad, který se používá k výrobě českého piva, se suší při teplotě kolem 80 °C [13]. Sušení (hvozdění) s nejvyššími dotahovacími teplotami 80 až 85 °C při výrobě světlých sladů se v zeleném sladu postupně sníží obsah vody z původních asi 40 % na 3 až 5 % a vznikne skladovatelný slad. Upravenou regulací vzestupu teplot a úbytku vláhly se při sušení ve sladu vytvářejí optimální hladiny typických barevných a aromatických látek, především melanoidinů, které jsou produkty vzájemných reakcí jednoduchých sacharidů a aminokyselin. Výroba tmavého sladu se od světlého liší v závěrečných fázích klíčení, kdy se působením vyšších teplot, než se používají při přípravě světlého sladu, vytvoří v zeleném sladu značné množství jednoduchých látek. Upraveným režimem vzestupu teplot sušícího vzduchu ke klesající vláze ve sladu a vyššími dotahovacími teplotami okolo 100 °C v závěru hvozdění se zajistí intenzivní tvorba barevných látek a vzniká tmavý slad. Další typy tzv. karamelových sladů, jež se používají rovněž při výrobě speciálních tmavých piv, se připravují například pražením zvlhčeného sladu při teplotách 120 až 180 °C [11]. Při přípravě těchto piv se užívá i malé procento praženého barvicího sladu, který vzniká ve speciálních pražicích bubnech [12].

Nejnižší teplotou sušený světlý slad je v Čechách zván plzeňským typem stejně jako pivo, které se z něj připravuje. Při vyšší teplotě se suší slad, kterému Britové říkají Pale Ale Malt, Evropané z kontinentu jej nazývají vídeňským. Ještě vyšší teplota při sušení vytváří tmavší slad bavorského (mnichovského) typu. Existuje však řada dalších variant, typů a názvů sladů, vesměs místního významu [12].

Chuťovou různost lze u sladu dosáhnout způsobem, jakým se suší. Obsah vlhkosti ve chvíli sušení, teplota a délka procesu – to vše vytváří podstatné rozdíly [12]. Každý druh má trochu jiné vlastnosti a dává pivu jinou chuť a barvu. Sládcí při vaření piva často jednotlivé druhy vzájemně kombinují [13].

Místům, kde k těmto procedurám dochází, se říká sladovny [12]. Ze sladovny odchází slad v pytlích. Předtím než se použije k vaření piva, se musí ještě rozemlít. K tomu dochází v pivovare [13].

5.3 Chmel

Chmel otáčivý, latinsky *humulus lupulus*, popívaná rostlina, je jednou z nejdůležitějších surovin při výrobě piva [13]. Chmel je surovina používaná výhradně při přípravě piva, jež se právě svou typickou hořkostí a dalšími specifickými vlastnostmi liší od všech ostatních nápojů [11].



Obrázek 2: *Chmel otáčivý* [14]

5.3.1 Proč právě chmel?

Hlávky obsahují chmelovou moučku (lupulin – žlutý prášek), dodávající pivu příjemně nahořklou chuť [6]. Ten obsahuje chmelové pryskyřice, chmelové silice a chmelové polyfenoly [13]. V chmelové moučce je přítomen také éterický olej humulon, který podporuje rozvinutí aroma [6]. Pryskyřice jsou zdrojem hořké chuti piva a silice mu zase dávají chmelové aroma [13]. Chmelové pryskyřice se dělí na tvrdé a měkké. Měkké a tvrdé pryskyřice obsahují hořké kyseliny, které nazýváme: humulony, lupulony, humulinony, hulupony, chmelové silice, chmelovou tříslovinu a doprovodné látky. Vyvážený vzájemný poměr hořkých kyselin je určujícím faktorem pro chuť piva. Nejdůležitější látkou obsaženou v chmelových hlávkách jsou humulony, protože mají zásadní vliv na konečnou hořkost

piva.[9] Polyfenoly mají antioxidační účinky a výrazně ovlivňují senzorickou stabilitu piva. Nejvýznamnější obsah polyfenolů mají právě jemné aromatické odrůdy, mezi nimiž je králem Žatecký poloraný červeňák. Polyfenoly mají antivirové a antikarcinogenní účinky. Navíc hořké chmelové látky pozitivně ovlivňují trávení [13]. Chmel však neovlivňuje pouze chuť piva, je také rozhodujícím prvkem pro jeho trvanlivost a pěnivost. Působí jako konzervační a aseptický činitel a napomáhá vyloučení bílkovinných látek, které jsou hlavním nepřítelem čirého moku [6].

Velmi důležité jsou chmelové třísloviny (směs látek polyenolového typu). Jejich největším přínosem je říz piva [9].

Chmel se používá ke konzervaci piva a k přidání hořčího tónu, ale některé druhy chmele se také mohou postarat o suchý pocit v ústech [10].

Drobná zrníčka, připomínající pyl, obsahují pouze hlávky ze samičích rostlin. Jsou v nich hořké chmelové látky, lupulin, alfa-hořké kyseliny (humulon), pryskyřice, třísloviny (tanin), silice, uklidňující alkaloid hopein a jisté hormony [6].

5.3.2 Botanický popis rostliny

Chmel je popínavá rostlina, patří ke stejné čeledi jako konopí a nese latinský název *Humulus lupulus*. Chmel se pěstuje v oblastech s mírným, až teplým podnebím. Druhy chmele se mohou mezi sebou silně lišit a také podmínky, za nichž druh chmele roste, mohou vést k velkým rozdílům v kvalitě. Styl piva je často pevně vázán na určitý druh chmele [10].

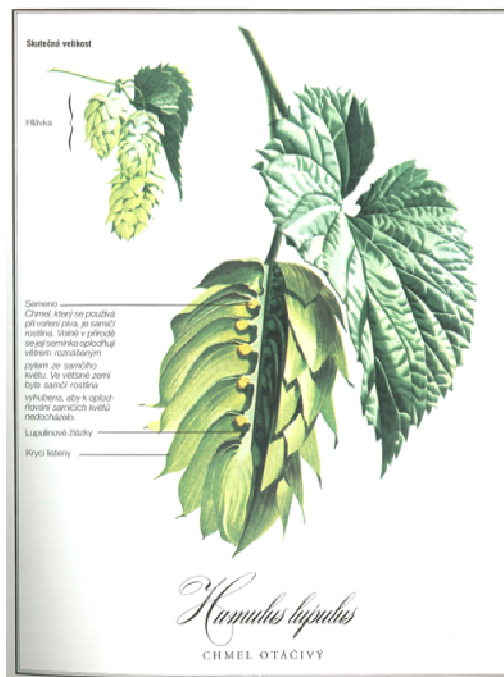
Chmel evropský je vytrvalá rostlina, která se skládá z podzemní a nadzemní části. Podzemní část tvoří tzv. babka (někdy se jí říká i matka), z níž vyrůstá kořenový systém. Nadzemní část tvoří soustava vegetativních orgánů – lodyha, která se rozděluje na hlavní révu a postranní větve – pazochy. Chmelové lodyhy se při růstu ovíjejí kolem pevných opor – chmelovodů a dosahují postupně délky 8 až 9 metrů. Z hlavní révy i z postranních větví vyrůstají listy. Ve chmelnicích se vysazují výhradně samičí rostliny, protože pouze ony vytvářejí chmelové hlávky používané k vaření piva [9].

Pro vaření piva se používají neoplozené samičí šišky [10]. Květ samičího chmele je známý jako šiška, případně hlávka. Každá šiška je tvořena vzájemně se překrývajícími listeny. U stopky každého listenu je semínko. Na spodní části listenu i na semínku jsou

žluté lepkavé žlázky, jež obsahují chemické komponenty, které potřebují v pivovaře. Žlázy produkují pryskyřice a nepostradatelné oleje, které dodávají aróma a hořkost, a lístky obsahují tanin, který pomáhá pivo čistit. Chemické složení chmele je velmi složité, obzvláštní důležitost představují alfa kyseliny, přičemž zároveň plní i vedlejší roli jako antiseptikum a konzervační činidlo [12].

Chmelové hlávky mají čtyři základní tvary: vejčitý, kulovitý, kuželovitý a hranolovitý.[9]

Pravotočivá rostlina chmele vyrůstá každoročně znovu z vytrvalého oddenku. Šišťice se sklízí v pozdním létě. Tzv. štoky (chmelové liány) se strhnou z drátěné podpůrné konstrukce a uříznou se těsně nad zemí. Dříve se hlávky ohrábaly výhradně ručně, dnes už práci zastávají z větší části česací stroje [6].



Obrázek 3: *Humulus lupulus* [13]

5.3.3 Formy použití chmele

5.3.3.1 Hlávkový

Tradiční, draný, používá se stále méně [13].

5.3.3.2 Granulovaný

Nejvíce se blíží původnímu chmelu, získává se mechanickou úpravou (jemným mletím). Granule nejsou umělou náhražkou. Jsou to čistě přírodní produkty, které nejsou dotčeny žádnou chemickou úpravou. Jsou to rozemleté chmelové hlávky zbavené všech nežádoucích příměsí. Není v nich žádná chemická součást, žádné pojídlo, je to naprosto přírodní látka. Důvodem proč pivovary používají místo hlávek granule, není cena, ale snazší manipulace a delší trvanlivost. Zatímco sušený lisovaný chmel vydrží prakticky jen do příští sezóny, granule balené ve vakuu nebo v ochranné atmosféře se mohou skladovat několik let [13]. Granulovaný chmel je vhodnější pro skladování a expedování, neboť zabere méně místa, má nižší hmotnost, delší trvanlivost [9].

Chmelové granule se začaly vyrábět v roce 1964. Oproti chmelovým hlávkám mají chmelové granule nepatrně nižší obsah chmelových pryskyřic. V případě, že byl k přípravě chmelových granulí použit kvalitní chmel a granulace byla provedena odborně na odpovídajícím technologickém zařízení, je rozdíl mezi granulovaným a negranulovaným chmelem nepatrný [9].

5.3.3.3 Chmelový extrakt

Většina sládků používá chmelový extrakt nebo chmelové granule [10].

Chmelový extrakt je levný, výtazek z chmelových hlávek, získává se buď fyzikálně, nebo chemicky. Chemickou cestou se připravují chmelové extrakty. Získávají se vyluhováním určitých látek obsažených v chmelových hlávkách. Jako extrakční činidlo slouží buď tekutý oxid uhličitý, nebo alkohol, případně jiná chemická rozpouštědla. Řada pivovarů, hlavně ty, které přešly na nové technologie, je začala používat především z ekonomických důvodů [13].

„Mysleme jen na to, že chmel je naše zlato“ [13].

5.4 Kvasnice

Pivovarské kvasnice obsahují enzym zymázu, který štěpí sladový cukr na alkohol a oxid uhličitý [6].

Kvasnice jsou jednobuněčné mikroorganismy. Vyskytují se všude, ale jen některé jsou vhodné pro zkvašení odvaru z ječmene na pivo. Kvašení je dělení buněk kvasinky,

přičemž se cukry mění na alkohol a oxid uhličitý. Kvašení ovlivňuje chuť a aroma a pro sládky je velmi důležité, že mohou tyto chuti a aroma určitým způsobem kontrolovat. Různé druhy kvasnic, které sládkové v současné době mohou používat, rozdělujeme do dvou skupin: kvasnice pro svrchní kvašení a kvasnice pro spodní kvašení. Kvasnice pro svrchní kvašení se všude používaly předtím, než vznikla chladicí zařízení. Tyto pracují při teplotě 15 až 25 °C a stoupají k hladině piva. Piva, která jsou kvašena tímto způsobem, se jmenují svrchně kvašená. Jsou to například ale, pšeničná piva, stoupy a alty. Kvasnice pro spodní kvašení byly poprvé použity v jižním Německu a v Čechách. Spodně kvašená piva jsou méně citlivá na infekci a dávají o něco řidší a světlejší výsledek. Teplota kvašení se pohybuje mezi 5 a 10 °C. Používané kvasnice považuje mnoho sládků za velké tajemství a pečlivě dbá na to, aby také tajemstvím zůstaly a zároveň nepřinášely žádné riziko: vždycky se v lednici nebo v externím závodě uchovává vzorek, aby při eventuálním nakažení používaných kvasnic mohl být ihned vypěstován nový kmen [10].

Pod mikroskopem vypadá vzorek kvasnic jako chuchvalec nebo řetěz drobných houbovitých organismů, jež dokáží přeměňovat cukry na alkohol. Jakmile ječmen projde procesem, při němž se uvolní cukry, je připraven ke zkvašení [12].

Kvasinky poprvé porovnal pod mikroskopem holandský vědec Anton van Leeuwenhoek v roce 1680. Skutečnou teorii rozvinul v roce 1857 L. Pasteur. Téměř veškeré kvasnice používané při výrobě kvasných nápojů náleží do třídy *Saccharomyces*. Kvasnice používané pro spodní kvašení se nazývají *Saccharomyces carlsbergensis*. Označení je stále v obecném použití, třebaže nedávno se klasifikátoři rozhodli přiřadit spodní i svrchní kvasnice stejnému druhu *Saccharomyces cerevisiae*. Rozdíl se dále znejasnil, když kvasnice pro svrchní fermentaci jsou dnes často přidávány odspodu za pomoci kuželovitých kvasných tanků. Nicméně stále rozkládají cukry jinými způsoby a vyrábějí vlastní, odlišitelný alkohol i chuť [12].

Suroviny pro spodně kvašené pivo jsou ječný slad, chmel, kvasnice, voda. Suroviny pro svrchně kvašené pivo jsou ječný anebo pšeničný slad, chmel, kvasnice, voda, cukr (třtinový, řepný či invertní) nebo umělé sladidlo [6].

6 PIVO A ZDRAVÍ

Pivo je zdravý nápoj a rozumné pití piva zdraví utužuje [9]. Pivo nejen dobře chutná, ale také dobře působí [6]. Pivo je nápoj dobré chuťi, významný jak pro utišení žízně, tak i pro svou výživnou hodnotu a i dietické účinky [2]. Pivo obsahuje důležité minerální látky, cenné stopové prvky a svou hodnotou vysoce předčí naprostou většinu iontových nápojů, které se prodávají za mnohem vyšší cenu než pivo. Pivo také obsahuje vitaminy skupiny B, kyselinu listovou, cenné látky jako sacharidy, bílkoviny, alkohol, CO₂ [9].

Fyziologická vyváženost piva způsobuje, že obsažené látky se v lidském organismu zužitkují bez vedlejších přeměn, rychle a snadno. Obsah alkoholu v pivu je oproti jiným alkoholickým nápojům relativně nízký. Lidské tělo přijímá alkohol z piva podstatně pomaleji než alkohol z vysokoprocentních nápojů. Také koncentrace alkoholu v krvi zůstává při pití piva podstatně nižší. U normálních výčepních piv činí obsah alkoholu asi 40 g na litr oproti 40 g nealkoholických živin. Slad vnáší do piva uhlohydráty, bílkovinné sloučeniny, minerální látky, životně důležité organické kyseliny a vitaminy, 80 % fenolových látek, obsažených v pivu, pochází ze sladu [2].

Pozitiva: hasí žízeň (73 %), je přírodním produktem (72 %), je poživatinou (63 %), osvěžuje (62 %), chutná (55 %), pozvedá náladu (54 %). Negativa: zvyšuje tělesnou hmotnost (74 %), navozuje pocit únavy a lenosti (58 %), ohrožuje mladistvé (56 %) [2].

Tabulka 2: Základní analytické hodnoty piv [11]

XXIV. Základní analytické hodnoty piv							
	I.		II.	III.	IV.	V.	VI.
	nejméně	nejvýše			nejméně	nejvýše informat.*	nejvýše
Konzumní	2,0		8,0	4,0–4,9	0,30	1300*	
Výčepní	2,6		10,0	4,0–4,9	0,30	1550*	
Ležák výčepní	2,8		11,0	4,0–4,9	0,30	1700*	
Ležák	3,1		12,0	4,0–4,9	0,30	1850*	
Ležák speciál	3,8		14,0	4,0–4,9	0,30	2200*	
Ležák exkluziv	4,1		16,0	4,0–4,9	0,30	2500*	
Dia		3,50	8,0	4,0–4,9	0,30	1400	7,5
Nealkoholické		0,59	4,0	4,0–5,4	0,30	670*	
Lehké		2,80	7,5	4,0–4,9	0,45	1300	15,0
Kvasnicové	3,1		11,0	4,0–4,9	0,45	1700*	
Pšeničné	2,8		10,0	4,0–4,9	0,30	1550*	
Minerální	2,8		10,2	4,0–4,9	0,30	1560*	

Legenda: I. Obsah alkoholu v % hmotnostních,
 II. Obsah extraktu v původní mladině v % hmotnostních (stupňovitost),
 III. pH,
 IV. Obsah CO₂ v % hmotnostních,
 V. Využitelná energie v kJ/l,
 VI. Obsah cukru v g/l

ČSN 566635, září 1993

6.1 Příznivé účinky (10–60 g alkoholu za den)

- povzbuzení dýchání a chuti k jídlu,
- v podpoře činnosti trávicí soustavy,
- v močopudném působení,
- zvýšení družnosti a zlepšení mezilidských vztahů, především u starších lidí,
- snížení rizika postižení srdečním infarktem,
- pivo je přírodním prostředkem proti stresu díky nízké koncentraci alkoholu a obsaženým chmelových látkám,
- umírnění pijáci alkoholu vykazují méně onemocnění žaludku než abstinenti,
- umírněné požívání piva zabraňuje vzniku žlučových kamenů,
- umírněné požívání piva chrání před srdečními onemocněními,
- konzumace piva posiluje kosti a chrání před lámavostí kostí, kterou trpí především ženy ve věku nad 50 let [2].

6.2 Vhodnost piva z hlediska výživy

- obsahuje velké množství vody, podíl extraktu je cca 5 %,
- je isotonické, až lehce hypotonické – jenom nízkoalkoholická piva do 10° (Pito),
- podíl energie ze sacharidů na celkovém energetickém obsahu je velmi vysoký (přes 60 %), současně také obsahuje jak snadno využitelné cukry, tak i pomaleji resorbovatelné dextriny; pivo může pokrýt 10 % denní potřeby sacharidů,
- obsahuje malé množství bílkovin (v 1 l piva není obsaženo více jak 10 % doporučené denní dávky aminokyselin), avšak důležitým přínosem jsou tzv. esenciální aminokyseliny, které lidské tělo potřebuje, ale nemá schopnost je syntetizovat. Většina aminokyselin obsažených v pivu pochází ze sladu,
- neobsahuje tuky ani cholesterol,
- má vysoký podíl draslíku, hořčíku, fosforu a mnoho stopových prvků, takže může být označeno jako iontový nápoj [2].

6.3 Obsahové látky z lékařského pohledu

Pivo působí velmi dobře na celý lidský organismus, a tak ho také velmi dobře snáší. Týká se to ovšem pouze lidí, kteří nemají zdravotní problémy [1]. A to skutečně souhlasí, nápoj z chmele a sladu kladně ovlivňuje zdraví [6].

6.3.1 Extrakt původní mladiny

Hlavní složkou piva je extrakt původní mladiny, tj. rozpustný extrakt ze sladu a chmele před kvašením. Na 100 g piva připadá 11,8 g mladiny. Z extraktu původní mladiny se odvozuje obsah alkoholu, extraktu, kalorií i vody [6]. Zdrojem energetické hodnoty jsou extraktové složky piva, přestavované zejména sacharidy a alkoholem. Významnou vlastností extraktových složek je jejich vysoká stravitelnost (95 %). V jednom gramu extraktových látek piva je 15,8 kJ využitelné energie [2].

6.3.2 Chmel

Pivo je jediný nápoj obsahující chmel. Hořké chmelové látky zvyšují chuť k jídlu a mají uklidňující účinek. Tlumí nadměrnou vznětlivost a obnovují vnitřní klid, aniž by působily únavu. V závěru růstového období obsahuje chmel malé množství estrogenu, který se však sušením chmele a posléze vařením vytrácí, takže v pivu přetrvává jen nepatrné množství [6].

6.3.3 Slad

Slad je duše piva. Dodává mu sacharidy, bílkovinné sloučeniny, minerální látky, životně důležité organické kyseliny a vitaminy. Ze sladu pochází 80 % polyfenolových látek nacházejících se v pivu. Tyto substance ničí tzv. volné radikály, chemické látky schopné podporovat znik rakoviny [6].

6.3.4 Alkohol

Ve 100 g piva jsou asi 4 g, tedy 5 ml alkoholu. Journals of Studies on Alcohol (Zprávy o výzkumech alkoholu) popisuje různé podoby alkoholu: „Alkohol má mnoho tváří. Je to živina, tekutina a pohonná látka, ale i očistný a bolest utišující prostředek. Povzbuzuje a uklidňuje, vyvolává pocit zdraví a pohody, ale může člověka také omámit a učinit závislým [6].

6.3.5 Voda

Pivo výborně hasí žížeň díky vysokému obsahu vody a v ní obsažených minerálním látkám. Ve 100 g piva je asi 92 g vody, která se tak stává jeho nejdůležitější obsahovou látkou [6].

6.3.6 Sacharidy

Pivo obsahuje 40 jednotlivých sacharidů, které se rychle vstřebávají a jsou lehce stravitelné. Ve srovnání s jinými poživatinami obsahujícími sacharidy zaujímá pivo střední postavení. V litru piva je 28 g látek, dodávajících organismu energii [6].

6.3.7 Bílkoviny

Na proteiny je pivo chudé, obsahuje ale všechny esenciální aminokyseliny. V litru piva je 4,4 g bílkovin, proto je pivo výborný výživový doplněk diety s nízkým obsahem bílkovin [6].

6.3.8 Vitaminy

Pivo je bohaté na životně důležité vitaminy B₁, B₂, B₆ a H (biotin), které vyživují nervovou soustavu. Dále jsou tu ještě vitaminy A, D, E. Zvlášť důležitý je niacin, potřebný pro odbourávání cukrů a mastných kyselin. Celkem obsahuje 1 l piva 210 mg různých vitaminů [6].

Výčet vitaminů:

Vitamin B₁ – tiamin, 30 mg nebo 3 % DDD (1 l piva denně)

Vitamin B₂ – riboflavin, 330 mg nebo 21 % DDD (1 l piva denně)

Vitamin B₃ – niacin, 6600 mg nebo 45 % DDD (1 l piva denně)

Vitamin B₆ – pyridoxin, 400 mg nebo 31 % DDD (1 l piva denně)

Kyselina listová, 100 mg nebo 52 % DDD (1 l piva denně) [2].

6.3.9 Ovocné a mléčné kyseliny

V jednom litru piva lze prokázat 650 mg ovocných a mléčných kyselin. Obzvlášť dobře stravitelné ovocné kyseliny povzbuzují sekreci slin a činnost srdce. Mléčná kyselina L-laktát příznivě ovlivňuje střevní floru [6].

6.3.10 Minerální látky

V pivu se nachází přes 30 minerálních látek a stopových prvků, pocházejících většinou ze sladu. Na sodík a vápník je pivo chudé, na draslík a hořčík bohaté. Minerální a stopové

prvky obsažené v pivu působí příznivě na nervy, svaly a na rovnováhu elektrolytů, dále aktivují enzymy a ovlivňují hormonální rovnováhu. Železo a měď navíc napomáhají krvetvorbě, měď příznivě ovlivňuje látkovou výměnu a hořčík posiluje srdeční sval. Fluor ochraňuje zuby před kazem, zinek podporuje tvorbu inzulínu ve slinivce břišní, pomocí manganu se zhodnocuje v pivu obsažený vitamin B. Kromě toho obsahuje každé chladné světlé pivo kyselinu fosforečnou, součást životně důležitých buněčných stavebních látek.

Pivo, které je velmi chudé na sodík a vápník:

- podstatně odvodňuje tělo,
- působí močopudně,
- pomáhá předejít srdečním onemocněním,
- zabraňuje tvorbě žlučnickových a ledvinových kamenů [6].

Vápník, 50 mg nebo 7 % DDD (1 l piva denně)

Fosfor, 20 mg nebo 2 % DDD (1 l piva denně)

Hořčík, 105 mg nebo 49 % DDD (1 l piva denně)

Draslík, 300 mg nebo 12 % DDD (1 l piva denně)

Chloridy, 250 mg nebo 22 % DDD (1 l piva denně)

Sodík, 40 mg nebo 5 % DDD (1 l piva denně) [2].

6.3.11 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý, jehož je asi 0,5 g ve 100 g piva, nepřispívá pouze k osvěžení.[6] Přítomný oxid uhličitý v pivu má příznivé účinky – prokrvuje ústní sliznici, zvyšuje tvorbu slin, povzbuzuje produkci kyseliny chlorovodíkové v žaludeční sliznici a podporuje vylučování látek odváděných močí ledvinami [2]. Oxid uhličitý, vznikající přirozeným kvasným procesem, vytváří tolik žádanou pivní pěnu [6].

- svými chuťovými vlastnostmi (jemná hořkost, plnost atd.) pivo pobízí k dalšímu napití, a tím umožňuje potřebný příjem tekutin,
- z hlediska obsahu tzv. cizorodých látek a chemických reziduí, kterými nás ohrožuje znečištěné životní prostředí; patří pivo k nejzdravějším nápojům. Je to dáno hlavně tím, že výroba piva představuje v mnoha ohledech vlastně dekontaminační technologii, jejímž výsledkem je skutečnost, že hotový výrobek obsahuje méně škodlivých látek, než použité suroviny včetně vody [2].

6.3.12 Puriny

Puriny jsou stavební složkou nukleových kyselin a přeměňují se v kyselinu močovou. Zvýšený obsah kyseliny močové může způsobit onemocnění dnou, v pivu je však purinů pouze nepatrné množství – v jednom litru je 130 mg. Ještě méně purinů než ve spodně kvašeném pivu je v pivu pšeničném [6].

6.3.13 Aminy

Pivo obsahuje 50 aminů, představujících prekurzory hormonů. V jednom litru je 70 mg aminů. Mezi jejich pozitivní účinky patří povzbuzení činnosti srdce, rozšíření cév a zvýšená sekrece žaludečních šťáv. Aminy však mohou také způsobit bolesti hlavy a nespavost a v podobě HI mohou dokonce vyvolat alergii. Obsah HI v pivu je ale tak malý (0,35 mg), že tu nebezpečí alergie nehrozí. Víme ostatně, že 5 nebo 6 mg HI najdeme v každém pokrmu [6].

6.3.14 Balastní látky

Průměrný spotřebitel požije denně s potravou asi 20 g balastních látek, zatímco optimální příjem je stanoven na 30 g. Proto je pivo vhodným výživovým doplňkem, v jednom litru je 1,5 g balastních látek. Balastní látky mají profylaktický účinek proti rakovině [6].

6.3.15 Polyfenoly

V litru piva je 153 mg polyfenolů, antioxidantů působících preventivně proti onemocnění srdce a oběhového ústrojí i proti rakovině [6].

V současné době se stává aktuálním téma rostlinných polyfenolů, které se zařazují do kategorie přirozených látek, kterým se přisuzuje mimořádný a pozitivní zdravotní význam. V biologickém prostředí působí prokazatelně antioxidačně a zpomalují tak průběh patologických procesů, které způsobují u nás více než 80 % usmrtí (rakovina, ateroskleróza, infarkt myokardu). Z provedených výzkumů je už dne jisté, že význam polyfenolů je srovnatelný s významem vitamínu C a E i karotenů. Lze kalkulovat průměrný příjem 15 – 25 mg rostlinných polyfenolů na osobu a den. Nápoje jsou přirozeným a vhodným zdrojem těchto látek (pivo obsahuje v 1 litru cca 0,5 mg kvercetinů, 0,5 mg myricetinů). Je proto žádoucí obsah polyfenolů v nápojích uchovávat, popř. je do nápojů aplikovat, a tak zvyšovat

jejich užitnou hodnotu. Takovéto výrobky by pak bylo možno prezentovat jako zdroje chemoprotektivních faktorů [2].

6.3.16 Pivo není prázdný nápoj

Pivo má bezpochyby močopudné účinky. S močí se vylučuje větší množství sodíku a klesá krevní tlak. Ale změní se i rovnováha elektrolytů? Pijáci piva se nemusejí dělat starosti – střídme pití žádné významné vyplavování elektrolytů nezpůsobí. Hladina krevního séra, složeného z draslíku, vápníku a sodíku, zůstává konstantní. Pouze hladina hořčiku se po požití piva zvýší, ale právě to se na zdraví projeví pozitivně. Hořčík zpravidla pomáhá proti svalovým křečím, např. lýtkovým, a užívá se také k léčbě poruch srdečního rytmu.

Všechny zmíněné obsahové látky odlišují pivo od tzv. prázdných alkoholických nápojů. Proto je umírněné popíjení piva zdraví prospěšnější než alkoholické nápoje, které tyto látky postrádají. Pivo obsahuje celkem více než 2000 různých substancí [6].

Křemík v pivu brzdí absorpci nežádoucího hliníku v těle. Hliník je často spojován s Alzheimerovou nemocí, která je provázena stařeckou atrofií mozku, poruchami řeči a dezorientací. Dietní strava obsahuje 20 – 50 mg SiO_2 za den, z čehož 20 % pochází z pitné vody a z nápojů. Zbytek, tj. cca 60 % pochází z obilovin, kde je přítomen jako fytolický oxid křemičitý, hydratovaný polymer $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, jehož biologická hodnota není velká. Pivo je bohaté na obsah biologicky využitelného oxidu křemičitého vzniklého rmutovacími postupy, které extrahují kyselinu orto-křemičitou z fytolického oxidu křemitého z ječmene. Podle výzkumu je pivo velmi dobrým zdrojem křemíku a může obsahovat 30–80 mg kyseliny orto-křemičité v 1 litru. Představuje tak důležitý zdroj využitelného křemíku, z něhož je většina rychle absorbována a vyměšována a který hraje důležitou roli při vylučování hliníku z organismu.

U lidí trpících ischemickou chorobou srdeční byl prokázán nedostatek mědi. Pokusy s dietním stravováním neobsahujícím měď prokázaly, že při současném podávání piva dochází ke snížení plazmatického cholesterolu, menšímu rozšíření srdce, k vyššímu množství mědi přítomné v játrech a k prodloužení délky života.

Pivo vykazuje silné stimulační účinky na vylučování žaludečních šťáv a uvolňování gastrinu v lidském organismu. Zkoumáním účinků etanolu, nitrožilně i orálně podávaného, a

piva se prokázalo, že nealkoholické složky piva mají rozhodující podíl při výrazných stimulačních účincích piva na vylučování žaludečních šťáv a uvolňování gastrinu.

Osmotický tlak piva se pohybuje v průměru okolo 1012 mmol/kg piva. Nealkoholické pivo má při 290 mmol/kg tentýž osmotický tlak jako krev, lez jej proto zařadit jako isotonický nápoj. Může být proto označeno za přirozený a optimální nápoj pro sportovce [2].

6.4 Alkohol jako lék?

Střídmá konzumace alkoholu působí preventivně proti kardiovaskulárním chorobám – to je vědecky prokázáno [6].

6.4.1 Krevní cukr

Mírné množství alkoholu vede k vzestupu inzulínu a poklesu růstového hormonu STH – somatotropinu, regulujícího krevní cukr. Tyto hormony snižují hladinu cukru v krvi, nikoli ale pod normální hranici. Růstový hormon podporuje uvolňování mastných kyselin v tělesných tkáních a jeho snížená koncentrace v krvi tedy jejich uvolňování brání, především v tukových tkáních. Následkem toho jsou jednotlivé tělesné orgány méně zásobovány mastnými kyselinami a více využívají cukr. Kromě toho pivo také zlepšuje reakci tkání na inzulín.

Snížená úmrtnost na následky kardiovaskulárních chorob je zčásti připisována zlepšené látkové přeměně glukózy a lepší reakci na inzulín. Skutečnost, že ovlivňuje hladinu krevního cukru, propůjčuje pivu zvláštní profylaktický význam; snižuje riziko vzniku srdečně cévních onemocnění a odstraňuje u pravidelných pijáků nebezpečí onemocnění cukrovkou. Předpokladem pozitivních účinků je samozřejmě vyvážená strava, normální tělesná hmotnost a pravidelné otužování. Kladné působení střídmého pití alkoholu na zdraví se může projevit pouze při zdravém a uvědomělém způsobu života [6].

6.4.2 Srdce a oběhové ústrojí

Pivo udržuje dobrou činnost srdce a krevního oběhu, pomáhá snížit krevní tlak a chrání před infarktem myokardu. K tomuto závěru došla řada mezinárodních výzkumů. Po druhé světové válce byly profylaktické účinky alkoholu zkoumány v souvislosti s tzv. středomořskou stravou. Konzumace malého množství alkoholu brání vzniku srdečních onemocnění a

snižuje úmrtnost. Pivo chrání srdce nezávisle na věku, krevním tlaku, sportovních aktivitách a tělesné hmotnosti. Příznivé působení piva lze přičíst různým skutečnostem; Alkohol například zvýší hladinu dobrého cholesterolu v krvi až o 10 %. Tento tzv. HDL-cholesterol udržuje průchodné cévy, bez nebezpečných usazenin, věčité srdeční cévy jsou lépe prokrveny. Zároveň klesá hladina špatného tzv. LDL-cholesterolu, mění se hodnoty krevních tuků a riziko koronárních onemocnění klesá o 30-60 %. Tukové pláty se na stěnách cév ukládají jen nepatrně, cévy nejsou zúžené a jejich stěny nekladou odpor zvýšenému průtoku krve. Omezuje se tak nebezpečí trombózy.

Vědecky také nelze popřít, že lidé konzumující alkohol v rozumných dávkách mají nižší krevní tlak ve srovnání s abstinenty či nemírnými pijáky. Menší množství piva příznivě ovlivňuje zejména diastolický tlak. Alkohol totiž působí jednak na rozšiřování cév. Jednak na zvýšené vylučování moči a tedy i sodíku z organismu. Přitom nehrozí nebezpečí změny koncentrace elektrolytů v krevním séru.

Pozitivní působení piva: - stěny koronárních cév kladou menší odpor průtoku krve, průtok krve se zvýší, srdce se méně namáhá, krevní tlak klesá, zvýší se podíl HDL-cholesterolu, sníží se hladina LDL-cholesterolu, antioxidanty chrání cévy.

Antioxidanty obsažené v pivu – fenoly, flavonoidy, kvercetin, katechin – chrání cévy. Zároveň se zvyšuje vlastní obranyschopnost organismu a tak snižuje riziko vzniku nádorových onemocnění [6].

6.4.3 Hormonální systém

Střídmá konzumace piva aktivuje tělesné hormony. Ženám v klimakteriu zaručuje příležitostné pivo dostačující hodnoty estrogenu. Navíc brání vzniku srdečních a oběhových onemocnění. Rozumné pití piva vede také k vzestupu hladiny hormonu estradiolu a poměru estradiolu k testosteronu. Alkohol v pivu obsažený nikterak neovlivňuje početí a ani muži se nemusejí obávat poškození semenných buněk [6].

6.4.4 Rakovina

Střídmé popíjení piva nikterak nezvyšuje riziko vzniku rakoviny ani počet úmrtí na nádorová onemocnění.

Vědecky se má dokonce zato, že v pivu obsažené antioxidanty – fenoly, flavonoidy, kvercetin a katechin – nebezpečí rakoviny snižuje. Křivka nádorových onemocnění má podobný průběh jako ta, která hodnotí četnost onemocnění a úmrtnost na choroby srdce. Podle ní podléhají mírní pijáci piva jen nepatrnému riziku vzniku rakoviny, zatímco u přísných abstinentů, stejně jako u konzumentů značných množství alkoholu, je riziko nádorového onemocnění zvýšené.

Jsou tu ovšem určité rizikové skupiny osob, u nichž i nepatrné pití alkoholu může zvýšit nebezpečí rakoviny. Patří k nim lidé se zvýšeným rizikem rakoviny střev ovlivněným dědičností, se střevními polypy nebo zánětem tlustého střeva, a dále ženy s dědičným rizikem rakoviny prsů či trpící jistými formami onemocnění mléčné žlázy. Tito lidé by se měli alkoholu úplně vyvarovat, aby nezvyšovali stávající riziko onemocnění. Totéž platí i pro osoby, které při pití alkoholu současně kouří. Kombinace alkoholu a kouření podstatně zvyšuje nebezpečí vzniku zhoubného nádoru v ústní dutině, hltanu, hrtanu a v jícnu [6].

Polyfenolům je připisováno protinádorové působení [6]. Ty vážou v těle volné radikály, které by mohly podněcovat vznik rakoviny. Z toho důvodu působí pivo pozitivně přesně tak jako červené víno [2]. Jejich obsah v pivu je poměrně vysoký – 153 mg v 1 litru. Srovnatelné množství jich obsahuje pouze káva, čaj a červené víno [6].

6.4.5 Játra

U zdravých dospělých osob nemůže při mírném pití piva dojít k poškození jater, dokonce ani v případě, že příležitostně překročíme přípustnou mez. Játra, která zbavují organismus jedovatých látek, si s alkoholovým zatížením poradí. Alkohol sám o sobě zdraví neškodí, škody si působíme sami svým počínáním. Rozhoduje množství alkoholu, které vypijeme, jak často ho pijeme a jak rychle se náš organismus umí regenerovat. Mírné pití alkoholu má pozitivní účinky na rozšíření a prokrvení cév a lepší zásobování organismu kyslíkem [6].

6.4.6 Plíce

Rozumné pití piva zvyšuje plicní ventilaci a urychluje tím přísun kyslíku. Hořkým chmelovým látkám se připisuje brzdící účinek na růst bakterií a vznik tuberkulózy. Pivo tedy působí preventivně proti infekcím plic a dýchacích cest [6].

6.4.7 Zaživací ústrojí

Pivo je jediným nápojem obsahujícím chmel. Chmel je mírným, uklidňujícím a chuť k jídlu podporujícím hořkým prostředkem [2]. Alkohol povzbuzuje chuť k jídlu, podporuje sekreci slin a fermentů v ústech i v zaživacím traktu. V pivu obsažené hořké látky a třísloviny i kyselina uhličitá nadto podporují sekreci žaludečních šťáv a tím jsou i ony důležité pro vzbuzení chutě k jídlu.

Jak už bylo řečeno, hořké chmelové látky mají i antibakteriální účinek.

Alkohol podporuje zažívání, zvyšuje vstřebávání vitamínu B₁₂, podporuje motoriku žaludku, zrychluje štěpení tuků a bílkovin.

Štěpení tuků a bílkovin je zvláště důležité u starších osob s ochabující funkcí zaživacího ústrojí. Pro seniory jsou mimoto prospěšné i další vlastnosti piva – uklidňující, močopudné a uspávající účinky. Pivo je pro starší osoby vhodné i proto, že obsahuje málo sodíku, relativně málo bílkovin a žádný tuk ani cholesterol. Lékaři a výzkumníci v geriatrii zjistili, že pivo rovněž brzdí váhový úbytek stárnoucího organismu [6].

Pivo je fyziologicky nejvyrovnanější nápoj: dextriny, vyššemolekulární dusíkaté látky a gumové látky spolu s alkoholem zvyšují disperzitu v zaživacím traktu lidského organismu, což spolu se silnou pufrovací schopností umožňuje vysoce účinnou látkovou výměnu [2].

6.4.8 Ledviny

Střídmé pití piva vede zásluhou rozšířených cév k lepšímu prokrvení. Močopudné vlastnosti zase zvyšují vylučování škodlivých látek z organismu. Pro srovnání uveďme, že vypijeme-li jeden litr vody, vyloučí organismus 385 ml moči, po stejném množství piva je to 1012 ml, tedy víc tekutiny než jsme vypili. Mezi všemi nápoji má pivo nejsilnější močopudné účinky. Proplachování je užitečné zejména pro osoby s ledvinovými kameny. Při přítomnosti kamenů z kyseliny močové je však rozumnější pít nealkoholické pivo. Neobsahuje téměř žádný alkohol, má o 40 % méně kalorií a působí příznivě na ředění moči [6].

6.4.9 Psychické zdraví

Pivo je nejlepší výživa pro nervy. Z kvasnic a chmele získává životně důležité vitamíny B₁, B₂, B₆ a H. Tyto vitamíny zlepšují schopnost soustředění, řídí látkovou přeměnu, podporují

tvorbu červených krvinek a příznivě ovlivňují oběhový systém. Uvolňují však nejen předrážděné nervy, nýbrž i svalstvo [6].

Střídmé, ale pravidelné pití piva působí preventivně proti stařeckému ochabování mozkových funkcí. Rozumným pitím piva je možné zmírnit psychosociální stresové stavy jako je strach, napětí nebo agrese [6]. Požívání piva nezpůsobuje únavu, nýbrž při přiměřené spotřebě, a k té se vztahují všechny údaje o pozitivním působení piva, snižuje přemíru vzrušení [2]. Pivo odstraňuje pocit úzkosti a strachu, zvyšuje ozdravnou schopnost organismu a zmírňuje poruchy spánku. Chmel propůjčuje pivu uspávací účinek. Tento je ještě znásobí, jestliže pijeme pivo ohřáté. Pivo přináší dobrý životní pocit [6].

Pozitivní působení piva: zlepšuje životní pocit, zvyšuje tvůrčí schopnosti, podněcuje intelekt, vyvolává umělecké podněty, rozvíjí fantazii, osvobozuje od starostí, uvolňuje napětí, zlepšuje zdravotní stav, zlepšuje komunikaci, mírní tělesnou i duševní depresi, vyvolává euforii, umožňuje snadněji se vyrovnat s vnějším podrážděním, urychluje reakci, zpomaluje stařecké ochabování těla, udržuje dušení svěžest, zlepšuje zásobování organismu kyslíkem, zvyšuje životní sílu [6].

Negace

Dlouhodobé nadměrné požívání alkoholu má za následek nedostatečný přísun živin do nervových buněk. Může vyústit v nedostatek vitamínu B₁ a ve snížení intelektuálních schopností. Opět tedy platí, že alkohol se má pít s mírou [6].

6.4.10 Trávení

Obsahem četných nealkoholických živin je pivo z hlediska fyziologie výživy velmi vyvážený nápoj. Povzbuzuje sekreci žaludečních šťáv a lehce aktivuje vylučování žluče. Rozumný konzum piva kromě toho zvyšuje produkci enzymů ve slinivce břišní. A právě to podporuje trávicí proces [6].

Zvýšená produkce enzymů je důležitá pro: trávení bílkovin, štěpení tuků, štěpení sacharidů. Zvyšuje činnost žláz a podněcuje pohyby střev (peristaltiku), doporučuje se pivo lidem trpícím zácpou [6].

7 TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA

Historicky je nejvíce propracovaný dekokční způsob vaření na tři rmuty. V současné době se častěji používá již pouze dvourmutový nebo dokonce jednorumutový způsob, což zkracuje technologicky nutnou dobu vaření. Klasické kvašení ve spilkách je stále více nahrazováno moderním způsobem kvašení v CKT tancích, kde často mladé pivo i zraje [15].

Technologii výroby piva lze rozdělit na tři hlavní technologické procesy:

1. výroba mladiny ze sladu, chmele a vody, popř. za použití surogátů,
2. kvašení mladiny a dokvašování mladého piva pivovarskými kvasinkami,
3. závěrečné úpravy a stáčení zralého piva do transportních nádob a obalů [16].

7.1 Mladina

Prvním krokem ve vlastní výrobě piva je vaření mladiny, často označované jako horká fáze [15]. Nejdůležitější část přípravy budoucího piva se odehrává v pivovarské kuchyni zvané varna [13]. Při výrobě mladiny probíhají následující technologické operace: šrotování sladu, event. surogátů, vystírání sladového šrotu do vody, rmutování, scezování sladiny a vyslazování sladového mláta, chmelování a chlazení mladiny [16].

Rmutování rozlišujeme infúzní a dekokční. Infúzní způsob je vhodný pro svrchně kvašená piva, kdy se prohřívá přes jednotlivé teploty až na odrmutovací teplotu 78 °C celý obsah nálevu, který se nevaří [15]. Stejného výsledku, ale trochu jinou metodou dosáhneme dekokčním způsobem. V tomto systému má sládek ne jednu, ale dvě nebo tři rmutovací pánve [10]. Dekokčním způsobem se pomalu ohřívá první rmut, tvořící jednu třetinu nálevu, přes jednotlivé teploty až k bodu varu a po smíchání s vystírkou se obdobně zpracuje druhý resp. třetí rmut až na závěrečnou odrmutovací teplotu tj. opět 78 °C [15].

Odleželý slad se zbaví prachových podílů a rozdrťí se na sladový šrot [17]. Šrotování je mechanické drcení sladového zrna s cílem dokonalého vymletí endospermu při zachování celistvosti pluch, které dále slouží jako filtrační materiál při scezování [16]. Proces vystírání a rmutování probíhá ve rmutovystírací pánvi, což je nádoba z nerezové oceli, vytápěná parou a vybavená výkonným míchadlem [17]. Ve varně se smísí vyšrotovaný slad s vodou a provede se vystírka [15]. U dobře rozluštěných sladů se vystírá při teplotách 35 až 38 °C nebo při 50 – 55 °C, u špatně rozluštěných [16]. Sladový šrot, případně surogáty (u nás připadá v úvahu pouze řepný cukr) se nazývá sypání a sypání s vodou tvoří nálev [15].

U světlých piv se volí vystírka řidší (5 – 6 hl vody na 100 kg sypání), u tmavých piv hustší (4–5 hl na 100 kg sypání) [16].

Rmutování slouží k přípravě sladiny s požadovanou extraktivou skladbou [16]. Při rmutování se část nálevu tzv. rmut zahřívá na jednotlivé technologické teploty s příslušnými prodlevami. Zpravidla se začíná kyselinotvornou teplotou 37 °C, po prodlevě se rmut ohřívá na peptonizační teplotu 52 °C, kdy dochází ke štěpení bílkovin. Další je cukrotvorná teplota 65 °C, při které dojde ke ztekucení škrobu přítomností enzymu β -amylázy [15]. Při teplotě 65 °C se škrob přemění na zkvasitelné cukry, které později z velké míry určují obsah alkoholu v pivu. Pokud by se tato teplota udržovala příliš dlouho, vzniklo by řídké pivo s vysokým obsahem alkoholu [10]. Poslední dextrinová teplota 75 °C způsobí prostřednictvím α -amylázy enzymové štěpení škrobu na cukr zv. maltosu a dextriny [15]. Zbylý škrob se přeměňuje v nezkvasitelné cukry. Ty určují plnost a sladkost konečného piva [10].

Tyto teploty jsou ideální pro působení enzymů, které mění především škroby a bílkoviny na zkvasitelné cukry, dextriny a polypeptidy. Důležité je i štěpení vysokomolekulárních bílkovin. Bílkoviny jsou důležité pro pěnivost piva a plnost chuti a jejich štěpné produkty aminokyseliny jsou důležité pro kvašení [17]. Při zahřívání škrobové emulze (škrob rozmíchaný ve vodě), dochází nejprve k bobtnání a mazovatění. Teploty mazovatění u sladového šrotu jsou 50 až 57 °C, u dalších škrobů (kukuřičný, škrobový) jsou vyšší. V další fázi dochází vlivem sladové α -amylázy ke ztekucení škrobu za vzniku rozpustného amyloextrinu. Ztekucující α -amylasa se inaktivuje při 80 °C. V poslední fázi dochází účinkem komplexu více amylolytických enzymů, zejména však β -amylasy ke zcukření neboli úplnému rozštěpení makromolekul škrobu za vzniku nižších cukrů a různých dextrinů. Optimální teplota α -amylasy je 60 až 65 °C, β -amylasa se inaktivuje při teplotách 75 °C. Rozhodující je činnost amylolytických, protelytických a kyselinotvorných enzymů [16].

Společným znakem dekokčních postupů je pomalé zahřívání dílčích rmutů na cukrotvornou teplotu a pak následné povaření (dekokce). Způsobů dekokčního rmutování je více (jedno, dvoj, třírmutovací postup) a každý lze provést v několika variantách. U nás se nejčastěji používá dvojrmutový postup [16].

Nyní máme teplý rmut, což je zkalená směs tekutiny a pevných látek [10]. Zcezování je proces, při němž oddělujeme sladový extrakt (sladinu) od pevného podílu zcukřeného rmutu tj. mláta [16]. Sládek může mít na filtraci zvláštní scezovací kád', do níž se rmut přečer-

pá, ale možné je i dvojitě dno rmutovací pánve [10]. Jedná se tedy vlastně o způsob filtrace, při němž má mláto úlohu filtračního materiálu. První část filtrátu se nazývá "předek" a zbylé mláto se vyluhuje 75 °C teplou vodou, zpravidla dvakrát či třikrát, a vzniklé "výstřelky" se následně smísí s předkem [15]. Předek a výstřelky se shromažďují v mladinové pánvi [16].

Takto vzniklá sladina se vaří s postupně dávkovaným chmelem v procesu zvaném chmelovar [15]. Tento proces probíhá na zařízení, kterému se říká mladinová pánev, jedná se o nerezovou nádobu vybavenou teplosměnnými plochami a vytápěnou parou [17]. Chmelovar má za cíl převedení hořkých látek chmele do mladiny, sterilaci mladiny, inaktivaci enzymů a koagulaci bílkovin s polyfenolovými látkami sladu do chmele. Při chmelovaru vznikají intenzivně hořké produkty zvané iso- α -hořké kyseliny, dále probíhají Maillardovy reakce a denaturace sladových bílkovin. Produktem chmelovaru, který trvá 90 až 120 minut a provádí se za varu v mladinovém kotli, je mladina [16]. Extrakt se oddělením od plev zředí a vařením se přivede sladina ke správné hustotě. Tato hustota udává poměr přítomných cukrů a ostatních rozpuštěných látek a vody. Vyjadřuje se stupni Bellingovými (B) nebo hmotnostními procenty (%hm). Nebo vyjadřuje obsah nezkašeného extraktu v pivu [10]. Sladina se zpravidla vaří na dvakrát až třikrát (nejdříve se dávkuje extrakty, pak granulě a event. nakonec hlávkový sušený chmel) [15]. Dávky chmele a chmelových preparátů jsou závislé do typu vyráběného piva. Světlá, výčepní piva se chmelí dávkou 210 – 280 g.hl⁻¹; tmavá piva 160 – 280 g.hl⁻¹. Chmelové extrakty se dávkuje podle kvality a nahrazují zpravidla 50 – 70 % hlávkového chmele. Chmel se přidává zpravidla třikrát – ¼ na začátku varu; ½ po 1 hodině varu a poslední čtvrtina 30 minut před ukončením varu [16]. Chmel, který se aplikuje pro své aromatické vlastnosti, se často přidává teprve několik minut před ukončením varného procesu, aby neztratil příliš mnoho aroma. Chmel, který se přidává pro hořkost, se přidává na začátku varného procesu [10].

7.1.1 Filtrace mladiny

Kvůli přidání chmele a vysrážení bílkovin během vaření se musí mladina opět přefiltrovat. Tato filtrace může proběhnout pomocí chmelového síta, ale častěji se používá metoda whirlpool. Zde nechá sládek mladinu velkou rychlostí točit se v kádi, čímž se uvolněné částice nahromadí uprostřed. Čistá tekutina odtéká na vnějších stranách kádě pryč. Zbylý chmel se prodává jako hnojivo [10].

Horká fáze je ukončena chlazením mladiny. Ve vířivé kádi se mladina ochladí (nejčastěji na 7 °C) v deskovém chladiči [15]. Při chlazení mladiny je třeba odseparovat tzv. hořké kaly, které vznikly při chmelovaru [17]. Zchlazená mladina je meziproduktem, jehož složení již nelze podstatně měnit. Hlavní podíl extraktu tvoří sacharidy s převahou maltosy. Ve světlých mladinách připadá na celkový extrakt 70 % i více maltosy; v mladinách pro tmavá piva 60 – 64 % i méně [16].

Koncentrace extraktivních látek v mladině musí odpovídat vyráběnému pivu [16]. Množství extraktu obsaženého v mladině určuje „sílu“ piva a často se používá pro základní označování piv [4]. Pro výrobu světlých piv se připravují mladiny ze světlých sladů, pro výrobu tmavých piv ze směsi světlých, tmavých a barevných sladů. Mladina se chutí více blíží pivu, ale stále ji chybí to podstatné – alkohol [13].

7.2 Kvašení

Pro kvašení mladiny se používají buď svrchní pivovarské kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* při teplotách až 24 °C, nebo spodní pivovarské kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* při teplotách kvašení 6 - 12 °C [17]. Kultury várečných kvasnic se vedou v provozu zpravidla 6–10 krát [13]. Kvašení mladiny je při klasické technologii rozděleno do dvou fází, na hlavní kvašení a dokvašování [17]. Zakvašování se zpravidla provádí 0,5 l hustých kvasnic na 1 hl. mladiny [16].

Při kvašení dochází k přeměně zkvasitelných sacharidů (glukosy, maltosy a maltotriosy) na etanol a oxid uhličitý anaerobním kvašením podle reakce:



Současně se v malé míře tvoří i vedlejší kvasné produkty – alifatické alkoholy, aldehydy, diketony, mastné kyseliny a estery. Tyto látky a jejich vzájemný poměr spoluvytváří chuť a aroma piva [16].

Kvašení se provádí buď klasicky ve spilkách nebo nově v CKT tancích [15].

7.2.1 Hlavní kvašení

Pro hlavní kvašení si většina pivovarů kultivuje pivovarské neboli várečné kvasnice v propagační stanici, kde se pod přísnou mikrobiologickou kontrolou reprodukuje a zrají čisté kmeny kvasinek [15].

Připravená mladina se tedy po zchlazení na zákvasnou teplotu naočkuje vykultivovaným kmenem kvasnic. Spodní pivovarské kvasnice na konci procesu usedají na dno kvasných nádob. Svrchním kvašením, kvasnice jsou uvolňujícím se oxidem uhličitým vynášeny na hladinu, kde tvoří tzv. "deku" [15]. Jak teplota při kvašení, tak i stupeň prokvašení ovlivňují chuťové vlastnosti budoucího piva [4].

7.2.1.1 Spilka

Spilka – Proč se hlavní kvasírně říká spilka? Pivovarníci říkávali procesu, kdy se hladina v kádi postupně pokrývá hustou krajkovou pěnou, že se mladina spílá [13].

Při klasickém kvašení, zpravidla v nerezových nebo betonových nádržích, probíhají jednotlivé fáze kvašení od zaprašování (tvorba bílé pěny) přes vytváření kroužků až po propadání kvasnic tvořící hustou deku [15].

Brzo po zkvašení dochází k zaprašování, 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 stadiem nejintenzivnějšího kvašení. Vysoké hnědé kroužky jsou způsobeny poklesem hodnoty pH a vyflotováním vyloučených chmelových a tříslo-bílkovinných sloučenin. Následuje propadání za tvorby husté deky z vyloučených látek na povrchu prokvašené mladiny, tj. mladého piva. Na konci hlavního kvašení sedimentují spodní kvasinky na dno kvasné kádě a po stáhnutí piva se sbírají, propírají se studenou vodou a znovu se nasazují do provozu. Deky se z hladiny mladého piva sbírají, aby do něho nepropadly a nezpůsobily zhoršení chuti piva [16].

Hlavní kvašení, které při klasické technologii probíhá v otevřených kvasných kádích, trvá v závislosti na obsahu extraktu na teplotě 7–11 dní a v průběhu této doby prokvasí minimálně 50% cukrů extraktu na alkohol a oxid uhličitý, který v této fázi uniká volně do prostoru [4].

7.2.2 Dokvašení a zrání piva

Produktem hlavního kvašení je mladé pivo, které se nejprve zbavuje kvasnic, které se promyjí, přičemž část poslouží k zakvašení další mladiny, zbytek se zpravidla stává součástí krmných směsí pro zvířata nebo se sprejově suší a lisuje do tablet zv. Pangamin. Druhá fáze kvašení piva probíhá při teplotě okolo 1 °C za současného mírného přetlaku po

dobu minimálně 21 dní u výčepních piv až po 3 měsíce i déle u ležáků [15]. Doba ležení je závislá na typu piva [17].

7.2.2.1 Spilka

Dokvašování a zrání mladého piva se provádí v ležáckém sklepě, kde pivo při teplotách 1-3 °C velmi pozvolna dokvasí, číří se, zraje a sytí se pod tlakem vznikajícího oxidu uhličitého v uzavřených ležáckých tancích [17]. Sladí se jeho chuťové vlastnosti [15]. Vznikající oxid uhličitý se nejprve hromadí v prostorách nad pivem a vytváří přetlak, posléze se začíná vázat na bílkovinné složky piva a tím vytváří jeho charakteristický říz [17].

7.2.3 Hlavní kvašení i dokvašování v CKT tancích

Nové progresivní postupy výroby piva, která jsou založena na používání CKT tancích, vycházejí jednak z podrobnějšího poznání, a jednak z důslednějšího zvládnutí biochemických procesů kvašení aplikací řídicích automatických systémů umožňují celý cyklus kvašení a dokvašení časově zkrátit a realizovat ve velkoobjemových nádobách [4]. Jedná se o vysoké (i přes 20 metrů) válcové nádoby s kuželovým dnem, kde kvasí obrovské objemy (stovky hektolitrů) mladiny. Kvašení v CKT tancích se výrazně zkracuje [15]. Během dvou týdnů je pivo hotové [17].

Jednofázové kvašení, při němž probíhá hlavní kvašení i dokvašování v jedné nádobě obvykle v CKT tancích, představuje nejmodernější technologii pivovarského kvašení s velkými nároky na dodržování technologického postupu i na hygienu a sanitaci, ale s výraznými ekonomickými přednostmi [16]. Při zrání piva v CKT tancích se celkový proces zkracuje na necelý týden (u 10 % piv) a při aplikaci imobilizovaných kvasinek lze dokonce zkrátit dobu zrání na 3 hodiny [15].

Zkrácení doby kvašení a dokvašování piva je podmíněno konstrukčním provedením tanku, které ovlivňuje vznik výrazného samovolného proudění kvasného média způsobeného tepelnou konvencí a intenzivním prouděním CO₂ (na rozdíl od úplného prokvašení extraktu). Dalším důležitým činitelem působícím na zkrácení doby kvašení je zvýšená dávka kvasnic (až 1 litr na hektolitr mladiny). Po skončení procesu dokvašování kvasnice sedimentují do kónického dna tanku a dají se lehce vypustit. Jakost piva je srovnatelná s jakostí piva vyrobeného klasickým postupem [16].

Po schlazení je mladina čerpána dlouhým potrubím do oddělení CKT tanku. Na této cestě je mladina provzdušňována a je do ní dávkováno stanovené množství kulturních kvasinek vlastní výroby. Každá várka se zakvasí 1/5 z celkové dávky kvasnic a teprve u poslední várky se přidá zbytek kvasnic. Po doplnění tanku se ihned uzavře na přetlak 0,1 Mpa. Zákvasná teplota 7 °C se nechá stoupat až na 15 °C, které se dosáhne za 4–6 dní podle typu vyráběného piva a na této hodnotě se udržuje po celou dobu zrání mladého piva. Po naplnění kvasného CKT tanku dochází k intenzivnímu kvašení, při kterém se extrakt obsažený v mladině přeměňuje na alkohol a kysličník uhličitý. Po dosažení hraniční teploty začnou kvasnice rychle sedimentovat a pivo se vyčeří během 12–16 hodin. Po vyčeření piva se usazené kvasnice odpustí, do zvláštních nádob [16]. Propírají se studenou vodou a znovu se nasazují do provozu [17]. Doba zrání se volí podle typu vyráběného piva a pohybuje se v rozmezí 2–4 dny. Přibližně 8. den se začne chladit a za 3 dny po vychlazení se může pivo filtrovat a stáčet [16].

Délka zrání určuje obsah alkoholu, stupeň sycení, tedy říz a pěnivost piva [13]. Stupňovitost piva je procentuální vyjádření extrahovaného cukru (množství zkvasitelných látek na množství chmele). Obecně platí čím více chmelu tím větší stupeň. Přibývání stupně souvisí i s dobou v ležáckém sklepe [17].

7.3 Závěrečné úpravy piva

Dokonale vyzrálé pivo se musí ještě zfiltrovat, případně pasterovat či stabilizovat a nakonec se stáčí do transportních obalů [17].

Zralé pivo není samozřejmě zcela čiré a pro zvýšení trvanlivosti je potřeba jej přefiltrovat. Používáme různé typy filtrace, nejčastěji se kombinují deskové filtry (EK filtry s azbestovými deskami) a naplavovací křemelinové filtry [15]. Křemelina je jemný prášek vyrobený rozemletím organismů, které před miliony let obývaly sladkovodní moře [10]. Pro dosažení vysoké biologické stability se používají i tzv. EK – filtry, kde je pivo filtrováno přes desky obsahující zvýšený podíl dlouhovláknitého azbestu. Výjimečně se používají i odstředivky. Nejmodernějším, ale dosud velmi nákladným způsobem, je membránová filtrace [16]. Nejmodernější způsoby používají membránovou filtraci nebo reverzní osmózu, umožňující tak dokonalé pročištění piva, že není nutná následná pasterace. Vzhledem k finanční náročnosti membránové filtrace se však stále ještě často piva pasterují krátkým tepelným

ohřevem (zpravidla při teplotě 62 °C), který zničí mikroorganismy a zajistí dlouhou trvanlivost nápoje [15].

Pasterace, pojmenovaná po svém objeviteli Louisi Pasteurovi, je krátké zahřátí piva. Piva, která dozrávají v lahvích, se nepasterizují [10]. Pasterace se provádí pro zvýšení biologické stability piva. Principem pasterace je odstranění prekurzorů zákalů piva, především vysokomolekulárních dusíkatých složek, polyfenolů, kovových iontů a rozpuštěného kyslíku [17]. Pasterace se může provádět před stáčením zahřátím piva (60 až 80 °C), v tepelném výměníku. To se nazývá flash-pasterizace [10]. Rozšířená je zejména pasterace piva v lahvích či plechovkách v ponorných tunelových pastérech při teplotě 62 °C po dobu 20–30 minut, méně častá mžiková pasterace v průtokových pastérech při vyšší teplotě (80 °C), kvůli nebezpečí vzniku varné příchuti [16]. Požadujeme-li trvanlivost ještě delší (např. 1 rok) pak se používají stabilizátory srážení (tanin), absorpční (silikagel, polyvinylpolypyrrolidon), enzymové (papain) a antioxidační (kyselina askorbová) [10,16]. 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 [16].

Stáčení piva do transportních obalů je konečnou fází výroby [17]. Pivo je za přísně dodržovaných hygienických podmínek plněno do nádob dle přání zákazníka [16]. Stáčení piva se provádí již zcela automaticky buď do nerezových KEG sudů nebo skleněných lahví či hliníkových plechovek eventuálně do cisteren, v kterých se pivo převáží do restaurací, mající vlastní tanky na uchování piva (nejčastěji 10 hl.) [10]. 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 moderních linkách stáčí pivo pod tlakem oxidu uhličitého do obalů předplněných oxidem uhličitým. Neméně důležitým požadavkem je zajištění dokonalé sanitace všech zařízení, která přicházejí do styku s pivem [16].

8 BIOGENNÍ AMINY

Biogenní aminy (BA) jsou přírodní antinutriční látky [18]. Jsou skupinou alifatických, aromatických nebo heterocyklických bází odvozených od aminokyselin, které vykazují různé biologické účinky [19]. Jsou to nízkomolekulární organické látky, pro člověka nepostradatelné [20].

Některé BA mají významné biologické vlastnosti [19]. BA se vyskytují prakticky ve všech potravinách jako běžné produkty metabolismu [21]. V živočišných tkáních a rostlinných pletivech vykonávají řadu důležitých funkcí [20]. Některé z nich jsou tkáňovými hormony, stavebními látkami pro syntézu dalších hormonů, fytohormonů, alkaloidů a dalších sekundárních metabolitů rostlin [22].

Aminy jsou obvykle obsaženy v potravinách (bohatých na proteiny) s proteolytickou mikrobiální aktivitou. Pivo a víno, ačkoli není bohaté na proteiny, obsahuje vysokou úroveň volných aminokyselin, které mohou být dekarboxylovány reziduální mikroflórou za vzniku odpovídajících aminů. Spolu s peptidy jako neproteinovými dusíkatými látkami přispívají k vůni a chuti jídla. Těkavé aminy mají charakteristické intenzivní aroma a mohou tedy ovlivnit aroma piva a vína. Kontaktem s ústní dutinou se aroma uvolní. Prahové vnímání etylaminu, metylaminu a dimethylaminu je při koncentraci 2 mg.l^{-1} . Významné koncentrace BA se projevují nepříjemnou chutí a sníženou intenzitou vůně piva. V pivu i ve víně je hlavním těkavým aminem dimethylamin [23].

BA jsou důležité z hlediska hygieny potravin, neboť byly označeny jako jedna z největších příčin mnoha potravinových otrav, a jsou schopné zahájit různé farmakologické reakce. HI, putrescin, CAD, tyramin, tryptamin, fenylethylamin, spermin a spermidin jsou považovány za nejdůležitější BA vyskytující se v potravinách. Analýzy BA jsou podstatné díky jejich toxicitě a jejich užití jako indikátory stupně čerstvosti nebo zkaženosti potravin [18].

BA jsou v řadě vyspělých zemí řazeny spolu s pesticidy, toxickými chemickými prvky, mykotoxiny a PCB mezi kontaminanty potravních řetězců. Pro veškeré kontaminanty jsou v příslušných předpisech nebo zákonech těchto zemí stanoveny povolené hygienické limity [24].

Příliš vysoké hladiny biogenních aminů v potravinách jsou známkou kažení a mohou se vyskytovat především v rybách a v mase během skladování (HI, CAD, putrescin, tyramin), v sýrech a také při nevhodném skladování ovoce, zeleniny a hub (především tyramin), působením kontaminující mikroflóry [25,21]. Ve vyšším množství se nachází ve

fermentovaných výrobcích (např. sýry, trvanlivé salámy, pivo, víno, kysané zelí aj.), kde vznikají mikrobiální činnosti. Vysoké koncentrace BA se vyskytují u potravin v pokročilém stupni kažení. V zelenině, ovoci a houbách jsou při nevhodném skladování BA produkovány zejména endogenními dekarboxylázami [21].

Tabulka 3: *Přehled vybraných BA v některých komoditách a jejich maximální zjištěné obsahy (mg/kg) [24]*

Poživatina	Histamin	Tyramin	Fenyletylamin
šampaňské víno	7,8		
červené víno	7,4	25	6,2
pivo	0,2 – 11,2	11,2	
kvasnicový extrakt	2830	2256	

Pro úspěšné řešení problému eliminace, popř. minimalizace HI v poživatinách byla vypracována základní pravidla pro manipulaci se surovinami a řízení technologie výroby. Tato pravidla zahrnují pečlivý výběr suroviny, kontrolu procesů při získávání suroviny, kontrolu výrobních procesů a užití enzymů a mikroorganismů degradujících HI [24].

8.1 Biogenní aminy a zdraví

V poslední době je lidská populace vystavena nežádoucím negativním vlivům cizorodých látek ze životního prostředí. Touto expozicí dochází ke snižování obranyschopnosti lidského organismu, které může mít mj. za následek i vznik alergických onemocnění. V současné době se zvyšuje počet alergiků, kteří jsou významněji ohrožováni cizorodými látkami než lidé zdraví. Je proto žádoucí negativní rizika všech cizorodých látek co nejvíce eliminovat a chránit tak zdraví dětí i dospělých [24].

BA, mezi které se řadí i HI, ovlivňují po požití nebo i přímým kontaktem s kůží negativně zdraví člověka. Tyto látky se vyskytují v řadě poživatin rostlinného a živočišného původu [24].

Pojmem BA označujeme spíše látky, na které jsou někteří lidé zvýšeně citliví a které tedy mohou i při požití velmi malého množství (např. ve zrajícím sýru nebo v jedné sklenice červeného vína) vyvolat nepříjemné symptomy – nevolnost, dýchací potíže, návaly horka,

pocení, srdeční palpitace, výsev rudých skvrn, pálení v hrdle a snížení nebo naopak zvýšení krevního tlaku. Proto je potřeba udržovat obsah BA v potravě na velmi nízké hladině [26].

Psychoaktivní aminy (např. dimethyltryptamin) ovlivňují neutrální transmitery v centrálním nervovém systému. Vazoaktivní aminy působí přímo nebo nepřímo na vaskulární systém, jako vazokonstrikční (TY, TRP, PEA), nebo vazodilatační (HI) [27]. Další amin, HI, byl označen jako hlavní příčina otrav z potravin a spolu s tyraminem jsou považovány za anti-nutriční sloučeniny [18]. Otrava HI se objevuje v rozmezí několika minut až tři hodin po požití kontaminované stravy. Projevuje se např. překrvením obličeje a šíje, pocity návalu horka, celkovým neklidem. Silné bušení srdce spolu s poklesem krevního tlaku je doprovázeno žaludeční nevolností, bolestí hlavy, celkovou slabostí a dušením. Maximální tolerované koncentrace HI v poživatinách jsou 150–200 mg/kg [28]. Příjem HI by měl být v rozsahu 8–40 mg, 40–100 mg a vyšší než 100 mg může způsobit otravu [4]. Tyramin vyvolává silné bolesti hlavy doprovázené často zvracením a zvýšenou teplotou [28]. Tyramin a fenylethylamin se u určitých pacientů podílejí na rozvoji hypertenze a migrén [18]. Krevní tlak se prudce zvyšuje. Maximální tolerované koncentrace tyraminu v poživatinách jsou 100–200 mg/kg. Polyaminy PU, CAD, SPM, SPD jsou nepostradatelné pro látkovou výměnu a růst buňky [28]. Tryptamin má toxické účinky na člověka, jako je zvýšení krevního tlaku, tedy hypertenze, avšak v některých zemích není žádná regulace týkající se maximálního množství obsahu tryptaminu v potravinách [18].

Tabulka 4: *Symptomy, kterými se projevují alergické onemocnění, vyvolaná biogenními aminy spolu s HI [24]*

postižené orgány	příznaky onemocnění
mozek	migréna, bolesti hlavy, závratě, slzení očí
plic	kontrakce bronchiálního svalstva, astma
srdce	tachykardie, srdeční arytmie, slabý puls, poruchy dýchání
gastrointestinální trakt	pálení žáhy, stahy intestinálního a břišního svalstva, nauzea, průjmy, bolesti žaludku
kůže	zčervenání, svědění, pálení, typická alergická reakce

Pro otravu HI z ryb se často v literatuře používá jako synonymum termín skombrotoxismus. U ryb, které způsobují otravu a mají vysoký obsah HI, jsou zpravidla přítomny i další aminy. V ostatních poživatinách než rybách se mohou vyskytovat i další aminy, jako je např. tyramin, putrescin, CAD a jiné. Příslušné aminy vznikají ze svých prekurzorů enzymovou dekarboxylací [24].

Studium působení BA na organismus člověka se poslední dobou zabývá celá řada odborníků. Jsou uváděny názory, že v mase ryb vyvolávajících skombrotoxicitu jsou přítomny některé substance, které potencují účinek HI na lidský organismus. Když pomineme inhibitory DAO a MAO, které spolu s dalšími mechanismy v živém organismu zabezpečují detoxikaci těchto nežádoucích látek, stále existují další substance, které mohou intoxikace BA potencovat [24].

S určitostí se dá předpokládat, že nejvýraznější fyziologické působení se projeví především u alergiků a dále i u osob, které mají vyblokovány detoxikační obranné enzymové systémy (alkoholem, léčivými apod.). Závažné je rovněž zjištění negativního působení fenylethylaminu na lidský organismus. Řešení problematiky HI a jiných fyziologicky účinných BA je nutné jak z hlediska ochrany zdraví spotřebitele, tak i z hlediska prevence ekonomických ztrát ve výrobních závodech potravinářského průmyslu [24].

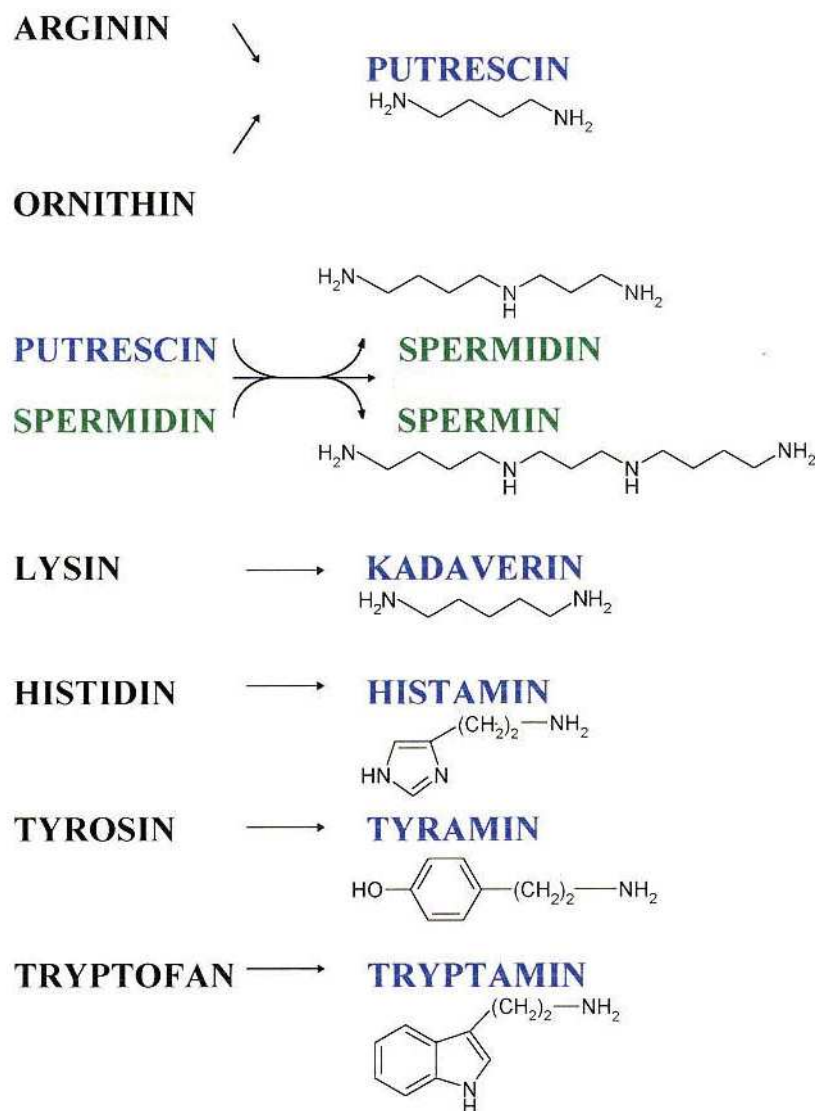
V odborné literatuře jsou publikovány technologické postupy umožňující eliminaci nebo alespoň snížení obsahu HI v poživatinách [24].

Postupy degradace HI pomocí DAO jsou ve vyspělých zemích a moderní potravinářskou technologií úspěšně používány. Výrobci přináší takto ošetřené poživatiny, prosté HI zbaveny škodlivých látek – BA, jsou označeny na obalech. To umožňuje spotřebitelům, především lidem s alergickým onemocněním, racionální volbu poživatin, a tím prevenci zdravotních problémů [24].

8.2 Vznik

Vedle přirozeného výskytu a samovolného vzniku BA v poživatinách enzymovou dekarboxylací příslušných aminokyselin přítomných v biologických materiálech během skladování vznikají BA i během technologických postupů při výrobě různých druhů poživatin. Jedná se např. o fermentované mléčné výrobky, masné výrobky, víno, pivo apod. Jako příklad vzniku vybraných BA během technologie výroby lze uvést proces zrání sýru hermelín, při kterém byl sledován nárůst obsahu těkavých dusíkatých látek a vznik tyraminu, tryptaminu a HI [24].

Vznikají z aminokyselin působením karboxyláz (dekarboxyláz obsahujících jako kofaktor pyridoxalfosfát) nebo z aminokyselin a karbonylových sloučenin působením transamináz = enzymová dekarboxylace. I když reakce co do kvantity vzniklých produktů není příliš výrazná, vznikají při ní tyto vysoce biologicky účinné látky [20]. Při jejich transformaci na další biologicky aktivní produkty se uplatňují některé oxygenázy a methyltransferázy. Z histidinu vzniká jako produkt dekarboxylace histidindekarboxylázou HI. Z lysinu vzniká působením lysindekarboxylázy CAD. Dekarboxylací argininu (arginindekarboxylázou) vzniká AGM a dále putrescin. Ten vzniká také přímo dekarboxylací ornithinu ornithindekarboxylázou (ornithin vzniká z argininu působením arginázy). Z putrescinu vzniká methylací S-adenosylmethioninem spermidin a dále spermin. Dekarboxylací fenylalaninu fenylalanindekarboxylázou vzniká 2-fenylethylamin, z tyrosinu činností tyrosindekarboxylázy tyramin a jeho oxidací oktopamin. Z DOPA vzniká dopamin (působením dihydroxyfenylalanindekarboxylázy), oxidací dopaminu vzniká hormon dřeně nadledvinek noradrenalin (norepinefrin) a jeho reakcí s S-adenosylmethioninem další hormon nadledvinek adrenalin. Dekarboxylací tryptofanu tryptofandekarboxylázou vzniká tryptamin, ze kterého se tvoří hormon serotonin, serotonin-N-acetyltransferázou vzniká ze serotoninu N-acetylserotonin a z něj působením hydroxyindol-O-methyltransferázy hormon melatonin [19].



Obrázek 4: Schéma vzniku a přeměny některých biogenních aminů [29]

8.3 Stanovení

Pro stanovení BA se používá celá řada analytických metod. V některých případech se jedná o metodiky tak jednoduché, že je lze používat i v laboratořích s minimálním technickým vybavením. Jde např. o tenkovrstvou nebo papírovou chromatografii. Mimoto se používají metodiky středně i vysoce náročné jak na technické vybavení, tak na analytické zkušenosti. Sem patří např. metody elektroforetické, fluorescenční, plynová chromatografie, kapalinová chromatografie a další. Velmi selektivní a citlivá metodika na stanovení histaminu je na principu enzymové inumoanalýzy [24].

Mezi současné metody stanovení BA patří zejména:

- tenkovrstevná chromatografie (TLC)
- plynová chromatografie (GC)
- kapilární elektroforéza (CE)
- vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)
- iontově výměnná chromatografie (IEC) [30].

Stanovení takto důležitých látek je ovšem složitý proces [25].

Kritéria pro výběr metody jsou: selektivita, meze stanovitelnosti, detekční limity, citlivost metody, rychlost analýzy, četnost analýz, aspekt ekonomický (pořizovací náklady, provozní náklady) [31].

Odběr: Kapalné vzorky se nejprve homogenizují dokonalým promícháním a pak se odebere průměrný vzorek vzorkovacími pipetami nebo vzorkovacími trubicemi. U nehomogenních a těžko se homogenizujících materiálů se opět odebírají dílčí vzorky z různých míst a hloubek nádoby, z nichž se připraví po smíchání průměrný hrubý vzorek. Z velkých objemů kapalin se vzorky odebírají odkapem při přečerpávání většinou automatickými vzorkovači instalovanými přímo na potrubí. U kapalných vzorků v drobném spotřebitelském balení se odebírají jako dílčí celé výrobky [31].

Úprava tekutých vzorků: Homogenity se dosahuje mícháním, protřepáváním a přeléváním vzorku zahřátého na teplotu asi 20 °C. Vykazuje-li vzorek na stěnách vzorkovnice viditelné usazeniny tuku (u mléčných výrobků), zahřeje se na teplotu 35–40 °C ve vodní lázni a potom se chladí na 20 °C. U vzorků zmrzlých se obsah vzorkovnice nechá zcela roztát, a potom se zahřívá a upravuje stejně. Při úpravě nesmí docházet ke zpěnění vzorku [31].

8.3.1 Tenkovrstevná chromatografie (TLC)

TLC může být typu kapalina-kapalina nebo kapalina-tuhá látka. V obou případech je mobilní fází kapalina. Stacionární fází je v případě TLC chromatografie buď kapalina zakotvená v tenké vrstvě na podložním materiálu, nebo pevná látka (adsorbent) v podobě tenké vrstvy. V papírové chromatografii je mobilní fází kapalina. Stacionární fází je v PC také kapalina, která je ovšem zakotvena v chromatografickém papíru. Používanými mobilními fázemi jsou například: cyklohexan, isopropanol, aceton, voda, toluen apod. Stacionárními

fázemi mohou být: silikagel, oxid hlinitý, iontoměniče apod. Jako podložní materiál se pro stacionární fáze používají skleněné desky nebo hliníkové fólie [32].

Jedná se o poměrně jednoduchou, ale časově velmi náročnou metodu. V případě analýzy BA se používá dvoufázová TLC. Tato metoda využívá systému rozpouštědel chloroform – dietyleter – triethylamin (6:4:1) a dále chloroform – triethylamin (6:1). Derivatizace BA se provádí zejména pomocí dansylchloridu s následnou denzitometrickou detekcí při 254 nm. Výhody této metody spočívají v tom, že je možné ji použít pro větší množství vzorků. TLC se ovšem neřadí mezi zcela přesné metody [33, 34, 18, 32, 35].

8.3.1.1 Popis TLC analýzy

Na tenkou vrstvu nebo chromatografický papír se na startovní místo nanese kapka analyzované směsi. Tenká vrstva (papír) se jedním koncem ponoří do mobilní fáze, tak, aby startovní pozice kapek analytu zůstaly nad hladinou mobilní fáze. Mobilní fáze vzlíná tenkou vrstvou, přičemž dochází k transportu a dělení analyzované směsi. Analýza se ukončuje, když čelo mobilní fáze dorazí do blízkosti protilehlého konce tenké vrstvy (papíru). Čelo mobilní fáze je označeno a tenká vrstva (papír) je vysušena. Vysušená vrstva, na které jsou patrné skvrny jednotlivých složek směsi v různé vzdálenosti od startu představuje chromatogram této metody [32].

8.3.2 Plynová chromatografie (GC)

Metoda plynové chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií (GC-MS) využívající heptafluorobutyric anhydrid jako derivatizační činidlo byla vyvinuta ke stanovení BA v portských vínech. Čištění vzorku sestávalo z extrakce aminů pomocí činidla párujícího ionty, bis-2-ethylhexylfosfát rozpuštěný v chloroformu, následované zpětnou extrakcí pomocí 0,1M HCl. Byla zveřejněna GC metoda, která snížila dobu stanovení HI v rybách a rybích produktech na méně než 20 min. Oproti tradiční GC metodě byl HI ze vzorku extrahován alkalickým metanolem a vstříknut do GC kolony k analýze bez derivatizace [18].

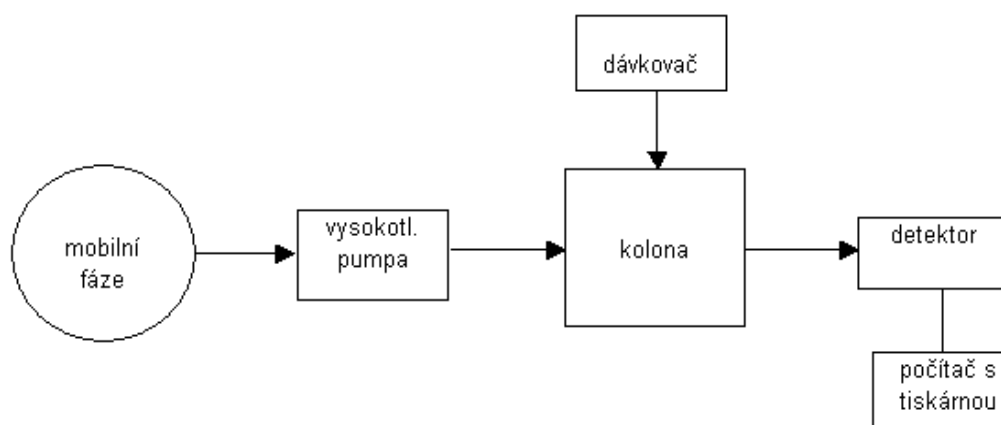
Příprava vzorků (derivatizace) zahrnuje dávkování vzorků, proces separace (kolony), volbu mobilní fáze, detekce, zpracování dat [31].

8.3.3 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)

HPLC je široce využívaná metoda. Separace nederivatizovaných aminů pomocí Ion-Pair-RP-HPLC je velmi známá procedura. Postkolonová derivatizace aminů pomocí ninhydrinu má za následek vznik zbarvených produktů. Citlivost detekce je často zvýšena předkolonovou derivatizací, zejména pomocí dansylchloridu, benzoylchloridu nebo 9-fluorenylmethylchloroformát. Nové HPLC metody spojené s detekcí pomocí hmotnostní spektrometrie byly využity k separaci aminů přednostně derivatizovaných dansylchloridem. Tyto metody byly vyvinuty k simultánní identifikaci a stanovení šesti biogenních aminů, jmenovitě CAD, HI, spermidin, spermin, tryptamin a tyramin [36].

Příprava vzorků (derivatizace) zahrnuje: dávkování vzorků, proces separace (kolony), čerpání mobilní fáze, detekce, zpracování dat [31].

Mezi metodami kapalinové chromatografie zaujímá významné místo technika HPLC. Zkratka je odvozena od dvou přípustných názvů této techniky a to „high performance liquid chromatography“ (vysokoúčinná kapalinová chromatografie) nebo „high pressure liquid chromatography“ (vysokotlaká kapalinová chromatografie). Mobilní fází je v tomto případě kapalina. Stacionární fází je film příslušné látky zakotvený na povrchu nosiče nebo pevný adsorbent. Přístroj, na kterém se provádí HPLC analýzy se nazývá kapalinový chromatograf [32].



Obrázek 5: Schématický náčrt kapalinového chromatografu [32]

8.3.3.1 Popis HPLC analýzy

Aparaturou protéká mobilní fáze, která je ze zásobních lahví vedena přes vysokotlakou pumpu do kolony, z ní do detektoru a dále pak do odpadu. Dávkovačem je do proudu mobilní fáze nadávkován vzorek (řádově několik málo ul). Vzorek je unášen mobilní fází do kolony, kde dochází k separaci jednotlivých složek. Výstup z kolony vede do detektoru, kde jsou jednotlivé složky detekovány. Signál z detektoru je zaznamenáván pomocí PC a tisknut v podobě chromatogramu [32].

HPLC analýza je ve srovnání s GLC analýzou mnohem méně citlivá na teplotu kolony a průtokovou rychlost mobilní fáze. Je však citlivá na složení a pH mobilní fáze. Výhodou HPLC je schopnost analyzovat termolabilní látky (např. vitaminy a jiné), které by při použití plynové chromatografie degradovaly a byly by tak neanalyzovatelné. Analýzy některých směsí a látek je možné provádět jak metodou HPLC tak GC (např. mastné kyseliny) [32].

8.3.4 Kapilární elektroforéza (CE)

BA v mléce byly separovány a kvantifikovány CE s impulsní amperometrickou detekcí. Byla vytvořena nová metodologie k separaci a stanovení těkavých aminů přímo ze vzorků ryb spojením nepřetržitého toku s komerčním vybavením CE. Toto uspořádání dovolilo přímé zavedení a ošetření těchto pevných vzorků s vysokým stupněm automatizace. Flow-injection (FI) k automatizaci stanovení BA ve víně použitím CE s nepřímou UV detekcí. Metoda zahrnuje čištění vzorků vína v systému vstřikování tokem využitím iontově výměnných patron (zásobníků, kazet) a předkoncentrační krok [18].

8.3.5 Iontově výměnná chromatografie (IEC)

IEC nabízí ve srovnání s HPLC výhody jednoduché přípravy vzorků a stanovení většího počtu aminů ve vzorcích potravin s dostatečnou citlivostí a přesností. IEC je vysoce spolehlivá a přesná metoda pro stanovení významných BA v sýrech. Metoda je velmi vhodná pro rutinní automatické analýzy [39].

8.4 BIOGENNÍ AMINY V PIVU

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 [38].

V pivovarství je výskyt aminů závislý na surovinách, technologii výroby a mikrobiální kontaminaci během výrobního procesu nebo během skladování [39].

8.4.1 Výskyt v surovinách

V klíčícím ječmeni vznikají z tryptofanu protoalkaloidy gramin a N-methylgramin, které se akumulují hlavně v listech, v kořeni se nachází také derivát tyraminu hordenin a příslušná kvarterní báze kandicin. Maximální obsah graminu se v nich nachází během prvních dvou týdnů růstu (zhruba 900 mg/kg). Částečným rozkladem graminu ve sladu vzniká dimethylamin. Příkladem konjugátů BA s fenolovými kyselinami, které vykazují fungicidní aktivitu, jsou hordatiny, dimery p-kumaroyl-AGMu vyskytující se také v klíčícím ječmeni [19].

PUT, SPD, SPM a AGM jsou přítomny ve sladu a kvasnicích na vyšší úrovni než v chmele. Úroveň ostatních aminů je v surovinách také nižší. Pokud bereme v úvahu nízké množství chmele a kvasnic v pivu, může být řečeno, že slad je hlavní zdroj výše uvedených aminů. Během prvních pěti dnů klíčení ječmene, byla pozorována pomalu vzrůstající úroveň obsahu HI, PEA, TR a CAD. Úroveň PUT, SPD, SPM, AGM dosáhla hranice 3 – 5,5 mg/kg/den a úroveň TY byla nižší. Na konečnou úroveň BA ve sladu mají vliv podmínky výrobního procesu jako například intenzita klíčení, teplota sušení a druh ječmene.

Ve výrobní vodě nebyly BA nalezeny [40, 41].

8.4.2 Tvorba během výroby piva

Nejvyšší gradient tvorby TY, HI a CAD byl pozorován během hlavní fermentace, přičemž se na počátku přípravy mladiny snížilo množství PUT, AGM. Působením kvasinek spodního kvašení *Saccharomyces cerevisiae ssp. uvarum* nebyla pozorována zvýšená produkce BA ani v případě, kdy byly kvasinky použity opakovaně pro další várky výroby piva. Bakterie významné pro produkci TY a TR izolované během fermentace byly identifikovány jako *Pediococcus ssp.*, především *P. damnosus*. Produkce TY bakteriemi r. *Pediococcus ssp.* byla bezvýznamná do úrovně 4.103 CFU. Pokud počet CFU přesáhl 1.105 CFU.ml⁻¹,

byla produkce TY 15-25 mg.l⁻¹. Z tohoto důvodu bylo sledování obsahu TY navrženo jako spolehlivá indikace výskytu *Pediococcus ssp* během fermentace. K redukci těchto bakterií a tím i množství TY v pivu bylo použito promytí kvasnic kyselinou fosforečnou. Také druhy *Lactobacillus ssp.* se podílejí na produkci BA v pivu, zejména *Lb. frigidus*, *brevissimilis* a *brevis*. Různé druhy mléčných bakterií se liší schopnosti produkovat BA a tím je možno vysvětlit rozdíly v obsahu TY a HI mezi jednotlivými pivovary i mezi jednotlivými várkami piva v rámci jednoho pivovaru. Nebyl pozorován vztah mezi obsahem volného tyrosinu v mladině a množstvím TY vzniklého během fermentace [40].

8.4.3 Tvorba během skladování

BA mohou být produkovány bakteriemi mléčného kvašení také během skladování piva v lahvích, plechovkách i sudech vlivem sekundárního kvašení. Většina studovaných piv však byla pasterizována. Významné zvýšení obsahu HI a TY bylo pozorováno ojedinele v pivu skladovaném několik týdnů a laktobacily byly označeny jako významnější producenti BA než pediokoky. Minimální změny byly pozorovány v produkci PUT, CAD a SPD [40]. Při výzkumu českých lahvových piv byl potvrzen vynikající pasterační efekt i po třech měsících. Obsahy běžně se vyskytujících BA byly na velmi nízké úrovni [41].

AGM a putrescin byly přítomny ve 195 analyzovaných evropských pivech [42]. Obsah BA se mění během jeho výroby a koncový produkt obsahuje průměrně 150 - 200 µg/l HI, 0,7 - 35,5 mg/l tyraminu, 0,5 - 0,7 mg/l CAD, 3,1 - 5,6 mg/l putrescinu a 0 - 0,8 mg/l beta-fenylethylaminu. Tyto hodnoty se můžou výrazně zvýšit při mikrobiální kontaminaci během výroby nebo jako koncového produktu. Tyto látky ve velkých množstvích způsobují bolesti hlavy, migrény a alergické reakce [38].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo:

v oblasti teoretické:

- popsat technologie výroby piva a dopad konzumace piva na zdraví člověka,
- problematice biogenních aminů, jejich vzniku a účinků na lidský organizmus,
- popisu metod používaných ke stanovení biogenních aminů v potravinách
- a dále popisu přítomnosti a produkci v pivu v průběhu jeho výroby.

v oblasti praktické:

- stanovení biogenních aminů - histamin, tyramin, putrescin, kadaverin, spermidin, agmatin a spermin,
- ve dvou druzích piv o 12 ° a 14 °,
- vyrobených odlišnou technologií, jednak klasickou technologií, kdy kvašení probíhalo ve spilkách a následné zrání v ležáckých sklepech, dále pak technologií kvašení a následného zrání v CKT tancích.

10 MATERIÁL A METODICKÝ POSTUP

10.1 Použitý materiál

Ke stanovení biogenních aminů byly použity vzorky pív, odebrané ze dvou pivovarů ve dvojí stupňovitosti 12° a 14°. Z každé várky bylo odebráno 5 vzorků. Vzorky z Pivovaru I. byly označeny číslicemi 12 a 14, z Pivovaru II. potom 12M a 14M.

V Pivovaru I. (vzorky označené 12 a 14) bylo pivo vyrobeno klasickou technologií, kdy kvašení probíhalo ve spilkách a následné zrání v ležáckých sklepech.

V Pivovaru II. (vzorky označené 12M a 14M) bylo pivo vyrobeno technologií, při které kvašení i následné zrání probíhá v CKT tancích.

CKT jsou cylindrokónické tanky. Používají se při moderním způsobu kvašení. Výhody oproti klasické technologii jsou především v možnosti vyšší automatizace, zkrácení celého procesu kvašení, lepší regulace. Jedná o o velkokapacitní nádoby, které ve velkých pivovarech dosahují objemů až stovek krychlových metrů [43].

10.2 Metodický postup

Odběr vzorků probíhal z kádí za asistence sládka příslušného Pivovaru.

Od každé stupňovitosti bylo odebráno pět dílčích vzorků ($n=5$). Takto odebrané dílčí vzorky byly uloženy do termotašek (za účelem zachování teploty odebíraných vzorků) a odvezeny na pracoviště FT UTB ve Zlíně.

Po doručení vzorků tyto byly laboratorně připraveny k dalším analýzám.

Stanoveny byly biogenní aminy a to histamin, tyramin, putrescin, kadaverin, spermidin. Biogenní aminy agmatin a spermin nebyly ve vzorcích detekovány.

10.2.1 Lyofilizace

Principem lyofilizace je sublimace ledu. Lyofilizace představuje šetrné vysoušení látek, nebo jejich roztoků ve zmrazeném stavu, při čemž se rozpouštědlo (voda) odstraní sublimací ve vakuu [44].

Od každého vzorku bylo pivo nalito do erlenových baněk, vzorek byl umístěn do třepačky, kde docházelo k postupnému navyšování rychlosti, $\tau=0,5$ hod. (docházelo k uvolňování

CO₂, který způsobuje napěnění). Takto připravený vzorek byl navážen do aluminiových lyofilizačních misek v hmotnosti 3 g, následně byl uložen do mrazícího boxu (t=-80 °C) na dobu minimálně $\tau=4$ hod, poté následovala lyofilizace ($\tau=2$ dny).

10.2.2 Stanovení BA

10.2.2.1 Detekce dekarboxylové aktivity kultivační metodou

Pro detekování dekarboxylové aktivity testovaných kmenů byly kultivovány bakterie kyseliny mléčné (laktobacily) v dekarboxylové živné půdě (vývar). Živná půda obsahovala odpovídající aminokyseliny (histidin, tyroxin, lysin, ornitine a arginin) v koncentraci 1 % (w/v) a pH indikátor (bromkresolová purpurová červeň). Nejdříve byly testované kmeny dvakrát subkultivovány v živných půdách při obsahu 0,1 % (w/v) odpovídající aminokyseliny a 0,005 % (w/v) pyridoxal-5-fosfátu. V dekarboxylové půdě byly kultivovány laktobacily a streptokoky při 37 ± 1 °C ve 48 hodinách a laktokoky při 30 ± 1 °C ve 48 hodinách. Všechny chemikálie použité pro přípravu dekarboxylového média byly dodány firmou Sigma Aldrich (St.Louis, USA) [45].

10.2.2.2 Příprava vzorku pro detekci biogenních aminů

Po inkubaci (při stejných podmínkách jako v části „Detekce dekarboxylázové aktivity kultivační metodou“), byla odstředěna dekarboxylová živná půda s obsahem aminokyselin 1 % (w/v) bez pH indikátoru (10,000 x g ve 30 minutách při 4 °C), aby se oddělily buňky. Směs byla filtrována přes 0.45 μ m filtr a vložena do AAA analyzátoru. Vzorky pro určení biogenních aminů byly zředěny přidáním roztoku I a II (Tabulka 5). Každý izolát byl naočkován minimálně pětkrát [45].

10.2.2.3 Chromatografická podmínka

Sedm biogenních aminů (hystamin, tyramin, putrescin, kadaverin, agmatin, spermidin a spermin) byly určeny užitím IEC. Množství připravené směsi bylo automaticky injektováno do Aminokyselinového analyzátoru AAA400 (Ingos, Praha, Česká republika) vybaveného sloupcem (pro biogenní aminokyseliny: 55 x 3.7 mm vyplněného iontoměničem Ostion LG ANG, a postsloupcem ninhydrinové derivatizace a spektrochrometrické detekce ($\gamma = 570$

nm). Všechny chemikálie i oba iontoměniče byly obdrženy od firmy Ingos (Praha, Česká republika). Standardy byly dodány firmou Sigma Aldrich.

Biogenní aminy byly získány extrakcí:

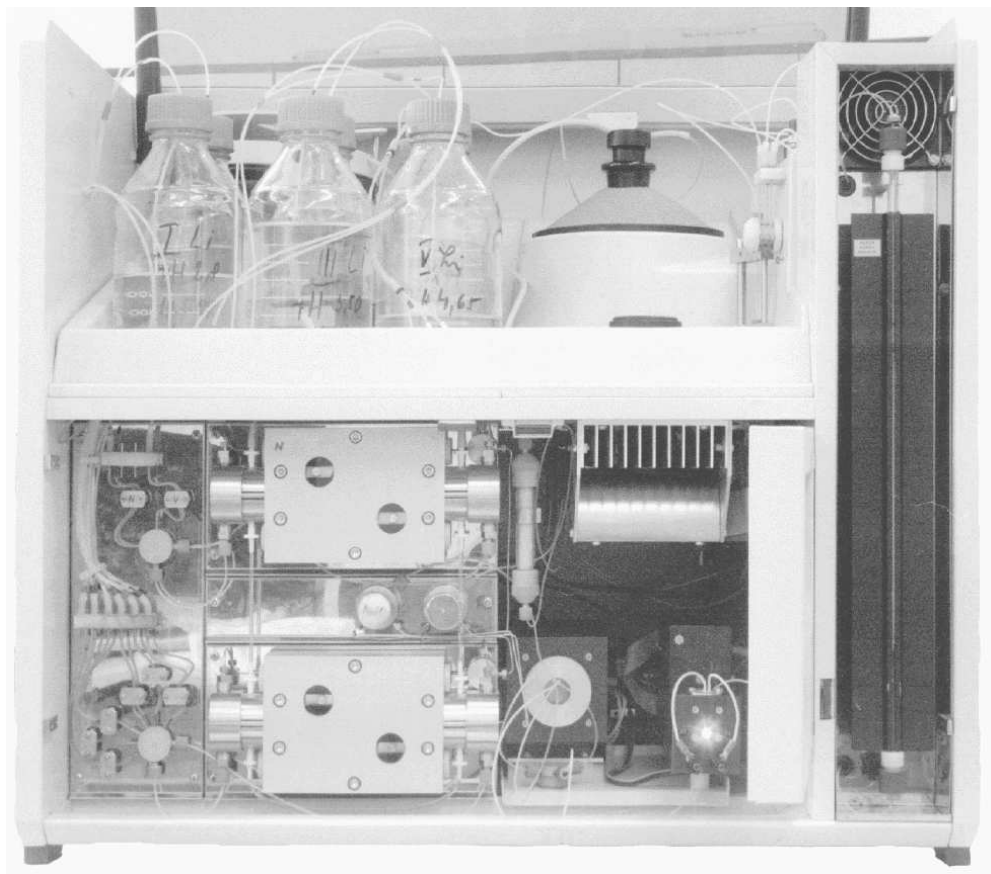
Působení roztoku A v rozmezí 0-60 minut a roztoku B 60-86 minut. Poté byl sloupec obnoven užitím 0.2 mol l^{-1} NaOH na 15 minut a stabilizován na dalších 19 minut roztokem A. Teplota sloupce byla nastavena na $65 \text{ }^\circ\text{C}$ (0-41 a 111-120 minut) respektive na $45 \text{ }^\circ\text{C}$ (41-111 minut). Každá inkubovaná půda byla analyzována minimalně dvakrát [45].

Tabulka 5: Složení roztoků [45]

Reagent	Buffer		Loading buffer I	Loading buffer II
	A	B		
			14.00	0
Citric acid monohydrate	1.55	14.00	0	0
Sodium citrate dihydrate	21.00	0	0	9.50
Lithium citrate	0	0	11.50	0
Sodium chloride	5.00	0	0	0
Lithium chloride	0	0	0	0
Potassium chloride	0	171.50	0	0
Potassium bromide	41.65	0	0	0
Potassium hydroxide	0	10.00	0	0
Sodium azide	0	0	0.10	0.10
Hydrochloric acid (ml)	0	0	0	8.50
Isopropanol (ml)	250.00	0	0	0
Thiodiglycol (ml)	0	0	5.00	5.00

10.3 Analyzátor aminokyselin AAA400

K dávkování do automatického analyzátoru používáme zásadně pouze čisté roztoky, zba-vené pevné fáze a koloidních příměsí [46].



Obrázek 6: Analyzátor aminokyselin AAA400 [46]

10.3.1 Úprava AAA400 pro stanovení biogenních aminů

Pro stanovení biogenních aminů je zbytečná předkolona, protože aminy jsou eluovány prakticky za aminokyselinami. Tzn. že musíme nejprve vytěsnit z kolony aminokyseliny a pak teprve rozdělit aminy. Předkolona slouží pouze pro pozdržení eluce amoniaku, obsaženém v elučních roztocích, proto je zbytečná [46].

Nejdříve byla odpojena předkolona od přístroje a uzavřena uzávěrem, aby nevyschla. Byla připojena analytická kolona přímo na odvzdušňovací ventil místo předkolony. Následně byla analytická kolona vyprázdněna, je možné použít i novou. Kolona byla naplněna ionexem Ostion LG ANG do výše 6 cm a byl dotažen horní uzávěr na kolonu. Výše iontového sloupce se má pohybovat v rozmezí 5,5 až 7 cm. Vyšší výška sloupce zlepší dělení některých aminů. Pro běžný provoz je optimální výška sloupce 6 cm. Následně byly připraveny pufry (eluční roztoky pro stanovení biogenních aminů). Příprava detekčního činidla ninhydrinu, průtoky, teplota reaktoru a ostatní parametry jsou totožná s přípravou pro aminokyseliny [46].

10.3.2 Složení pufrů pro stanovení biogenních aminů

Ředící pufr je běžný na pufr pH 2,2, který se používá na ředění standardů a vzorků pro analýzu hydrolyzátů. KOH (hydroxid draselný si připravíme rozpuštěním v H₂O, aby koncentrace na 1 ml byla 0,5 g [46].

Standardy pro toto stanovení se připravují buď v molární koncentraci běžně u aminokyselin, tzn. 2,5 mikromol na 1 ml, nebo ve váhových množstvích v přesné koncentraci 50 mg/ml. Vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům na pevné (sypké) aminy se nedoporučuje, aby si připravovali tyto standardy. Standardy se přechovávají v chladničce za teploty + 5 °C. Jsou velice stálé, přibližně tak jako standardy aminokyselin. Standardy jsou stabilizovány [46].

Příprava pufrů není náročná jak na pH, tak na koncentraci iontů. Postačí navážít na běžných předvážkách a doplnit ve válci na předepsaný objem. Doporučujeme vzhledem k velké spotřebě pufru 1 nahradit v přístroji 1000 ml lahev za 2000 ml a připravit rovnou 2000 ml pufru 1. Pufr 2 vykazuje občas odskok nulové linie od základu, jelikož bývá vzhledem ke své koncentraci iontů lehce zbarven do žluta, což není na závadu, pouze se zvýší poněkud nulová linie [46].

Nedoporučuje se touto metodou stanovovat tryptamin, vzhledem k jeho nízké odezvě. Lze jej stanovovat spolehlivě pouze při vyšší koncentraci ve vzorcích. Pokud budete mít potřebu tryptamin stanovovat, jeho pik vychází těsně za CAD. Také AGM má malou odezvu při běžných koncentracích, proto o něm platí totéž co o tryptaminu. Vychází z blízkosti sperminu. Není-li potřeba stanovovat spermin a spermidin, lze celé stanovení zkrátit přibližně o 40 min. [46].

Výsledky byly vyhodnoceny variačně statisticky (ANOVA) dle metod popsanych v práci Snedecor a Cochran [47] a za pomoci programů Office Excel®Microsoft a Unistat v. 5.1.

11 VÝSLEDKY A DISKUZE

Na základě stanovených cílů a metodických postupů jsme dospěli k následujícím závěrům. V tabulce 6 jsou uváděny průměrné hodnoty a jejich statistické odchylky obsahu biogenních aminů (mg/kg) v pivu světlého typu při stupňovitosti 12° a 14° Pivovaru I. s klasickou technologií.

Tabulka 6: *Obsah biogenních aminů v pivu světlého typu při stupňovitosti 12° a 14° (mg/kg) Pivovar I. s klasickou technologií.*

Biogenní amin	Stupňovitost					
	12			14		
	průměr	S.D.	CV%	průměr	S.D.	CV%
Histamin	99,71	4,704	4,7	43,30	1,360	3,1
Tyramin	34,65	1,101	3,2	36,50	0,666	1,8
Putrescin	104,30	3,119	3,0	80,68	0,951	1,2
CAD	123,76	3,051	2,5	447,97	9,524	2,1
Spermidin	63,87	1,240	1,9	38,06	0,730	1,9

V tabulce 7 jsou uváděny průměrné hodnoty a jejich statistické odchylky obsahu biogenních aminů (mg/kg) v pivu světlého typu při stupňovitosti 12° a 14° Pivovaru II. s použitím CKT tanků v technologii.

Tabulka 7: *Obsah biogenních aminů v pivu světlého typu při stupňovitosti 12° a 14° (mg/kg) Pivovar II. s použitím CKT tanků v technologii.*

Biogenní amin	Stupňovitost					
	12M			14M		
	průměr	S.D.	CV%	průměr	S.D.	CV%
Histamin	26,41	1,150	4,4	33,86	1,618	4,8
Tyramin	26,49	1,303	4,9	28,53	1,136	4,0
Putrescin	43,17	1,932	4,5	82,36	1,865	2,3
CAD	23,22	0,927	4,0	415,53	11,008	2,6
Spermidin	22,64	0,699	3,1	133,08	6,707	5,0

Biogenní aminy agmatin a spermin nebyly ve vzorcích piv detekovány.

Průměrný obsah biogenních aminů ve vzorcích pivovaru I. a pivovaru II.

Porovnání výsledků u piv pocházejícího z pivovaru I. s rozdílnou stupňovitostí. U 12° piva byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 99,71 a u 14° piva 43,30 mg/kg; dále ve stejném pořadí u tyraminu 34,65 a 36,50; putrescinu 104,30 a 80,68; CAD 123,76 a 447,97 a u spermidinu 63,87 a 38,06 mg/kg.

Porovnání výsledků u piv pocházejícího z pivovaru II. s rozdílnou stupňovitostí. U 12° piva byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 26,41 a u 14° piva 33,86 mg/kg; dále ve stejném pořadí u tyraminu 26,49 a 28,53; putrescinu 43,17 a 82,36; CAD 23,22 a 415,53 a u spermidinu 22,64 a 133,08 mg/kg.

Porovnání průměrných obsahů BA ve vzorcích mezi pivovarem I. a pivovarem II.

U 12° piva pivovaru I. byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 99,71 a u pivovaru II. 26,41 mg/kg; dále ve stejném pořadí u tyraminu 34,65 a 26,49; putrescinu 104,30 a 43,17; CAD 123,76 a 23,22 a u spermidinu 63,87 a 22,64 mg/kg.

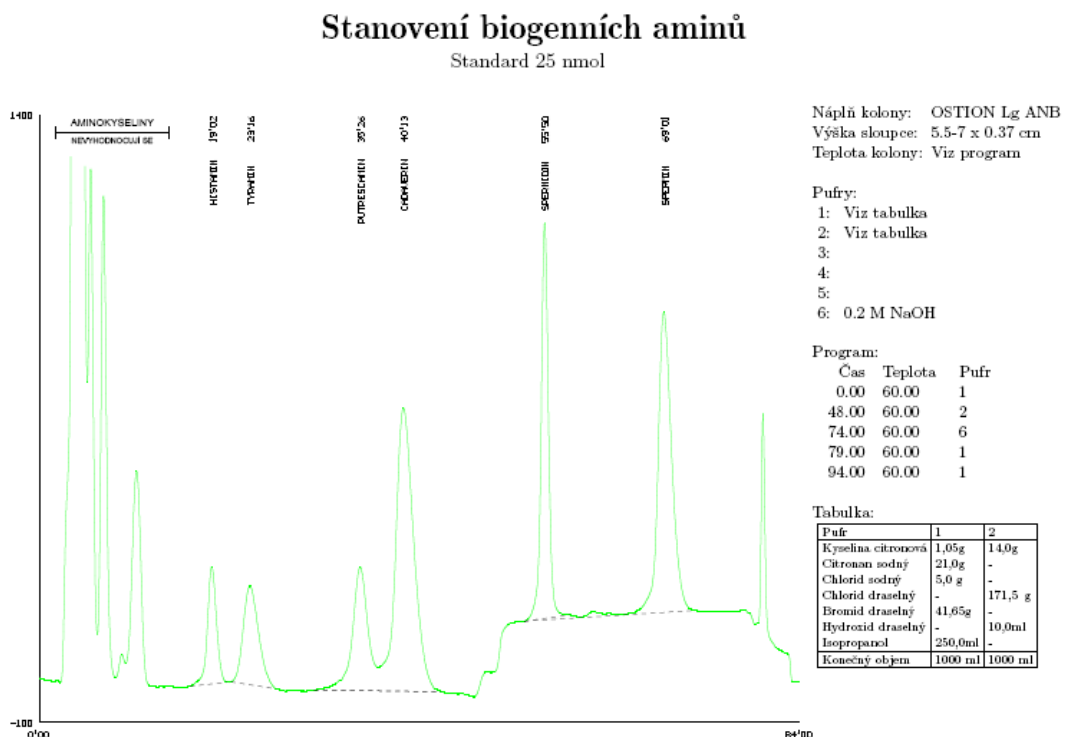
U 14° piva pivovaru I. byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 43,30 a u pivovaru II. 33,86 mg/kg; dále ve stejném pořadí u tyraminu 36,50 a 28,53; putrescinu 80,68 a 82,36; CAD 447,97 a 415,53 a u spermidinu 38,06 a 133,08 mg/kg.

Výkyvy mezi hodnotami jednotlivých biogenních aminů jsou způsobeny rozdílnou stupňovitostí.

Obdobnou problematikou se ve své práci zabývala paní Lenka Fojtíková. Uvádí obsahy biogenních aminů v pivě, podložené teoretickými fakty.

Hodnoty biogenních aminů v této práci jsou v mg/kg a jsou následující: histamin 0-22; CAD 0-40; putrescin 2-15; spermidin 0-7; spermin 0-4; AGM 1-41; fenylethylamin 0-8; tyramin 1-68; tryptamin 0-5. [48].

Bylo tedy zjištěno, že hodnoty vycházející z našeho stanovení jsou vyšší než hodnoty podložené teoretickými fakty.



Obrázek 7: Ukázka chromatografu [46]

12 ZÁVĚR

Na základě zkoumání piv o stupňovitosti 12° a 14°, vyrobených dvěma odlišnými technologiemi, stanovení obsahů biogenních aminů jsme dospěli k následujícím závěrům:

- Nebyl zjištěn výrazný rozdíl v obsahu biogenních aminů mezi Pivovary I. a II. a mezi stupňovitostí piva 12 a 14 stupňů

U 12° piva pivovaru I. byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 99,71 a u pivovaru II. 26,41 mg/kg; dále ve stejném pořadí u tyraminu 34,65 a 26,49; putrescinu 104,30 a 43,17; CAD 123,76 a 23,22 a u spermidinu 63,87 a 22,64 mg/kg.

U 14° piva pivovaru I. byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 43,30 a u pivovaru II. 33,86 mg/kg; dále ve stejném pořadí u tyraminu 36,50 a 28,53; putrescinu 80,68 a 82,36; CAD 447,97 a 415,53 a u spermidinu 38,06 a 133,08 mg/kg.

- Ve světlých pivech vyrobených rozdílnou technologií byly zjištěny následující biogenní aminy histamin, tyramin, putrescin, kadaverin, spermidin
- V žádném vzorku nebyly detekovány biogenní aminy spermin a putrescin
- Průměrný obsah biogenních aminů ve vzorcích pivovaru I. a pivovaru II.

Porovnání výsledků u piv pocházejícího z pivovaru I. s rozdílnou stupňovitostí. U 12° piva byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 99,71 a u 14° piva 43,30 g/1000 g; dále ve stejném pořadí u tyraminu 34,65 a 36,50; putrescinu 104,30 a 80,68; CAD 123,76 a 447,97 a u spermidinu 63,87 a 38,06 mg/kg.

Porovnání výsledků u piv pocházejícího z pivovaru II. s rozdílnou stupňovitostí. U 12° piva byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 26,41 a u 14° piva 33,86 mg/kg; dále ve stejném pořadí u tyraminu 26,49 a 28,53; putrescinu 43,17 a 82,36; CAD 23,22 a 415,53 a u spermidinu 22,64 a 133,08 mg/kg.

- Vyšší obsah biogenního aminu histaminu je způsoben stupňovitostí piva
- Porovnání výsledků u piv pocházejícího z pivovaru I. s rozdílnou stupňovitostí. U 12° piva byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 99,71 a u 14° piva 43,30 g/1000 g.

Porovnání výsledků u piv pocházejícího z pivovaru II. s rozdílnou stupňovitostí. U 12° piva byly zjištěny koncentrace biogenního aminu histaminu 26,41 a u 14° piva 33,86 mg/kg.

- Výsledné koncentrace biogenních aminů ve všech analyzovaných vzorcích piv nepředstavovaly toxické riziko pro zdraví lidí, a proto výše uvedené piva nejsou z hlediska možné otravy biogenními aminy nebezpečné.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] EMMEROVÁ, M. a kolektiv: *Pivo a zdraví*. Nava, 2007, 45-52 s., ISBN 978-80-7211-253-1.
- [2] JENČ, F. a kolektiv: *Alkohol jako lék*. Praha, Volvox Globator, 1998, 66-70 s., ISBN 80-7207-151-3.
- [3] Český Svaz Pivovarů a Sladoven: *O pivu obecně*. [online],
Dostupný z WWW: <http://www.cspas.cz/index2.asp?KatId=36&DatId=736&Archiv=>
- [4] STANĚK, J.: *Blahoslavený sládek*. Praha, Práce, 1984, 15 s.
- [5] CICHÁ, I.: *Pivovary Moravy a Slezska*, Český Těšín, Region Silesia, s.r.o., 2002, 55-56 s., ISBN 80-238-9776-4.
- [6] RICKEN, K.H., BRAAK, H.: *Gesund mit Bier*. SRN, Falken Niedernhausen, 1999, 13- 15 s., ISBN 80-85805-97-9.
- [7] Vyhláška 335/1997 Sb. pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní lít, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí.
- [8] Český Svaz Pivovarů a Sladoven: *Pivo a kultura*. [online],
Dostupný z WWW: <http://www.cspas.cz/index2.asp?KatId=10>
- [9] ZÝBRT, V.: *Velká kniha piva*. Olomouc, Rubico, 2005, 24 s., ISBN 80-7346-054-8.
- [10] VERHOEF, B.: *Bierencyclopedie*. Nizozemí, Rebo International, b.v., Lisse, 1998, 24 s., ISBN 80-7234-116-2.
- [11] BASAŘOVÁ, G., HLAVÁČEK, I.: *České pivo*. Pacov, NUGA, 1999, 34-35 s., ISBN 80-85903-08-3
- [12] JACKSON, M.: *The New World Guide to Beer*. Quarto Publishing plc, 1988, 25 s., ISBN 80-85769-37-9.
- [13] VEČERKOVÁ, H.: *Abeceda piva*. Praha, Graphic design, 2007, 23-25 s., ISBN 978-80-85005-86-8
- [14] KOSAŘ, K.: *František Ondřej Poupě a umění vařit pivo*. Kulturní informační centrum města Brna, 1995, 32 s.

- [15] Jídlo, pití, žití: *Pivo*
Dostupný z WWW: <http://www1.jidlo-piti-ziti.cz/pivo.html>
- [16] ROP. O., HRABĚ.J., *Nealkoholické a alkoholické nápoje*. Zlín, UTB ve Zlíně, 2009, 40-62 s., ISBN 978-80-7318-748-4.
- [17] Přírodovědecká fakulta: *Tradiční technologie výroby piva*, [online],
Dostupný z WWW: <http://www.sci.muni.cz/mikrob/kvasbiotech/pivo/tradpiv.html>
- [18] ÖNAL, A., *A review: Current analytical methods for determination of biogenic amines in foods*. Food Chemistry, 2006, 1475 – 1486 p., ISSN 0308-8146.
- [19] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 3*. 2. vydání upravené. Tábor, OSSIS, 2002, 368 s., ISBN 80-86659-02-X.
- [20] ŠANTAVÝ, F. a spolupracovníci: *Biochemie pro studující medicíny*. Praha, Avicenum, 1975, 672 s., ISBN 08-066-75.
- [21] BARTŮŇKOVÁ, J.: *Potravinové alergie*. [online].
Dostupný z WWW: <http://www.vesmir.cz/>.
- [22] CWIKOVÁ, O. *Mikrobiologické aspekty a tvorba biogenních aminů ve zrajících sýrech, sborník XXXVI*. Lenfeldovy Höklovy dny 2006, Konference o hygieně a technologii potravin, 44-47 s.
- [23] ANCIN-AZPILICUETA, C., GONZALEZ-MARCO, A., JIMENEZ-MORENO, N.: *Current Knowledge about the Presence of Amines in Wine*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2008, 48:257-275, ISSN: 1040-8398.
- [24] Kolektiv autorů: *Stopové prvky a toxické látky v životním prostředí*, Ústí nad Labem, Dům techniky ČS VTS, 1990, 55-60 s., ISBN 80-02-0075-2.
- [25] SMĚLÁ, D., PECHOVÁ, P., KOMPRDA, T., KLEJDUS, B.; KUBÁŇ, V.: *Chromatografické stanovení biogenních aminů v trvanlivých salámech během fermentace a skladování*. Chemické Listy, 2004, 98, 432-437 s.
- [26] VÍTOVÁ, E.: *Hygiena potravin*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2004, 128 s., ISBN 80-214-2680-2.
- [27] STEINHAUSEROVA, I.: *Otrava biogenními aminy*. [online].
Dostupný z WWW: <http://www.vetweb.cz/projekt/>.

- [28] KŘÍŽEK, M., KALÁČ, P.: *Biogenní aminy v potravinách a jejich role ve výživě*. Czech J. Food Sci. 16, 1998, č.4, 151-159 s.
- [29] Krátká procházka našim výzkumem biogenních aminů. [online].
Dostupný z WWW: <http://home.zf.jcu.cz/~krizek/ba-cz/ba-cz.html>.
- [30] MINARIK, E., NAVARA, A.: *Chemia a mikrobiologia vina*. Bratislava, Priroda, 1986 64-174-86, 25-28 s.
- [31] FIŠERA, M.: *Přehled moderních instrumentálních metod*. Ústav potravinářského inženýrství, Fakulta technologická UTB Zlín, 15-20 s.
- [32] *Chromatografie*. [online].
Dostupný z WWW: old.lf3.cuni.cz/chemie/cesky/materialy_B/chromatografie.doc
- [33] SHALABY, A.R.: *Significance of biogenic amines to food safety and human health*. Food Research International, 1996, 29 (7), 675-690 s.
- [34] KOMPRDA, T., NEZNALOVÁ, J., STANDARDA, S., BOVER-CID, S.: *Effect of starter culture and storage on the content of biogenic amines in dry fermented sausage poličan*. Meat Science, 2001, 59 (3), 267-276 s.
- [35] MARCOBAL, A., RIVAS, B., de las MUÑOZ, R.: *Methods for the detection of bacteria producing biogenic amines on foods: A Survey*. Journal of Consumer Protection and Food Safety, 2006, 1 (3), 187-196 s.
- [36] GOSSETTI, F., MAZZUCO, E., GIANOTTI, V., POLATI, S., GENNARO, M.C.: *High performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry determination of biogenic amines in typical Piedmont cheeses*. Journal of Chromatography, 2007, 151 – 157 p., ISSN 002-9673.
- [37] STANDARA, S., VESELÁ, M., DRDÁK, M.: *Determination of biogenic amines in cheese by ion exchange chromatography*. Nahrung, 2000, 28 – 31 p., ISSN 0027-769X.
- [38] *Nutriční vlastnosti piva*. [online].
Dostupný z WWW: <http://www.pivovary.info/view.php?cislocclanku=%202008010004>
- [39] KOSAŘ, K., PROCHÁZKA, S. a kol.: *Technologie výroby sladu a piva*. Praha, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2000, 55-56 s., ISBN 80-902658-6-3.
- [40] KALÁČ, P., KŘÍŽEK, M.: *Review of biogenic amines and polyamines in beer*. Journal of the institute of brewing. 2003, 45 p., Vol. 109. No 2.

- [41] IZQULERDO-PULIDO, M., HERNÁNDEZ-JOVER, T., MARINÉ-FONT, A., CARMEN VIDAL-CAROU, M.: *Biogenic amines in European beers*. Food Chemistry, 1996, 3159 p., ISSN S0021-8561.
- [42] KALAČ, P., ŠAVEL, J., KŘÍŽEK, M., PELIKANOVÁ, T., PROKOPCOVA, M.: *Biogenic amine formation in bottled beer*. Food chemistry 79, 2002, 431-434 p.
- [43] *Cylindrokónické tanky (CKT) a kvalita piva*
Dostupný z WWW: <http://www.kamnapivo.sk/webtron/CKT-a-kvalita-piva.html>
- [44] Bezpečnost potravin: *Lyofilizace*. [online].
Dostupný z WWW: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92019>
- [45] BUŇKOVÁ, L., BUŇKA, F., HLOBILOVÁ, M., VAŇÁTKOVÁ, Z., NOVÁKOVÁ, D., DRÁB, V. *Tyramine production of technological important strains of Lactobacillus, Lactococcus and Streptococcus*. Eur. Food Res. Technol., 2009, 2229, 533–538 p.
- [46] HAVLÍČEK, V.: *Analyzátor aminokyselin AAA400*. Praha, Ingos s.r.o., 2006, 39-42 s.
- [47] SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G.: 1967. *Statistical Methods*. 534 s. Iowa: 6th ed. Iowa State University Press.
- [48] FOJTÍKOVÁ, L.: *Biogenní aminy v pivu a vínu*. Bakalářská práce, UTB ve Zlíně, 2008, 36 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AGM	Agmatin
BA	Biogenní aminy
CAD	Kadaverin
CFU	Kolonie tvořící jednotky
CKT	Cylindrokónický tank
DAO	Diaminooxidáza
DOPA	L-3,4 dihydroxyfenylalanin
GLC	Plynová rozdělovací chromatografie
HI	Histamin
HPLC	Vysokoúčinná (vysokotlaká) kapalinová chromatografie
MAO	Monoaminooxidáza
PEA	Fenyletylamin
PC	Papírová chromatografie
PCB	Polychlorované bifenyly
PU	Putrescin
RP HPLC	Reverzní fáze vysokoúčinné (vysokotlaké) kapalinové chromatografie
SPD	Spermidin
SPM	Spermin
TR	Tryptamin
TRP	Tryptophan
TY	Tyrosin

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: *Ječmen dvouřadý* [10]

Obrázek 2: *Chmel otáčivý* [14]

Obrázek 3: *Humulus lupulus* [13]

Obrázek 4: *Schéma vzniku a přeměny některých biogenních aminů* [29]

Obrázek 5: *Schématický náčrt kapalinového chromatografu* [32]

Obrázek 6: *Analyzátor aminokyselin AAA400* [45]

Obrázek 7: *Ukázka chromatografu* [45]

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: *Průměrné složení hlavních typů pivovarských vod* [11]

Tabulka 2: *Základní analytické hodnoty pív* [11]

Tabulka 3: *Přehled vybraných BA v některých komoditách a jejich maximální zjištěné obsahy* [24]

Tabulka 4: *Symptomy, kterými se projevují alergické onemocnění, vyvolaná biogenními aminy spolu a histaminem* [24]

Tabulka 5: *Složení roztoků* [45]

Tabulka 6: *Obsah biogenních aminů v pivu světlého typu při stupňovitosti 12° a 14° (mg/kg) Pivovar I. s klasickou technologií.*

Tabulka 7: *Obsah biogenních aminů v pivu světlého typu při stupňovitosti 12° a 14° (mg/kg) Pivovar II. s použitím CKT tanků v technologii*